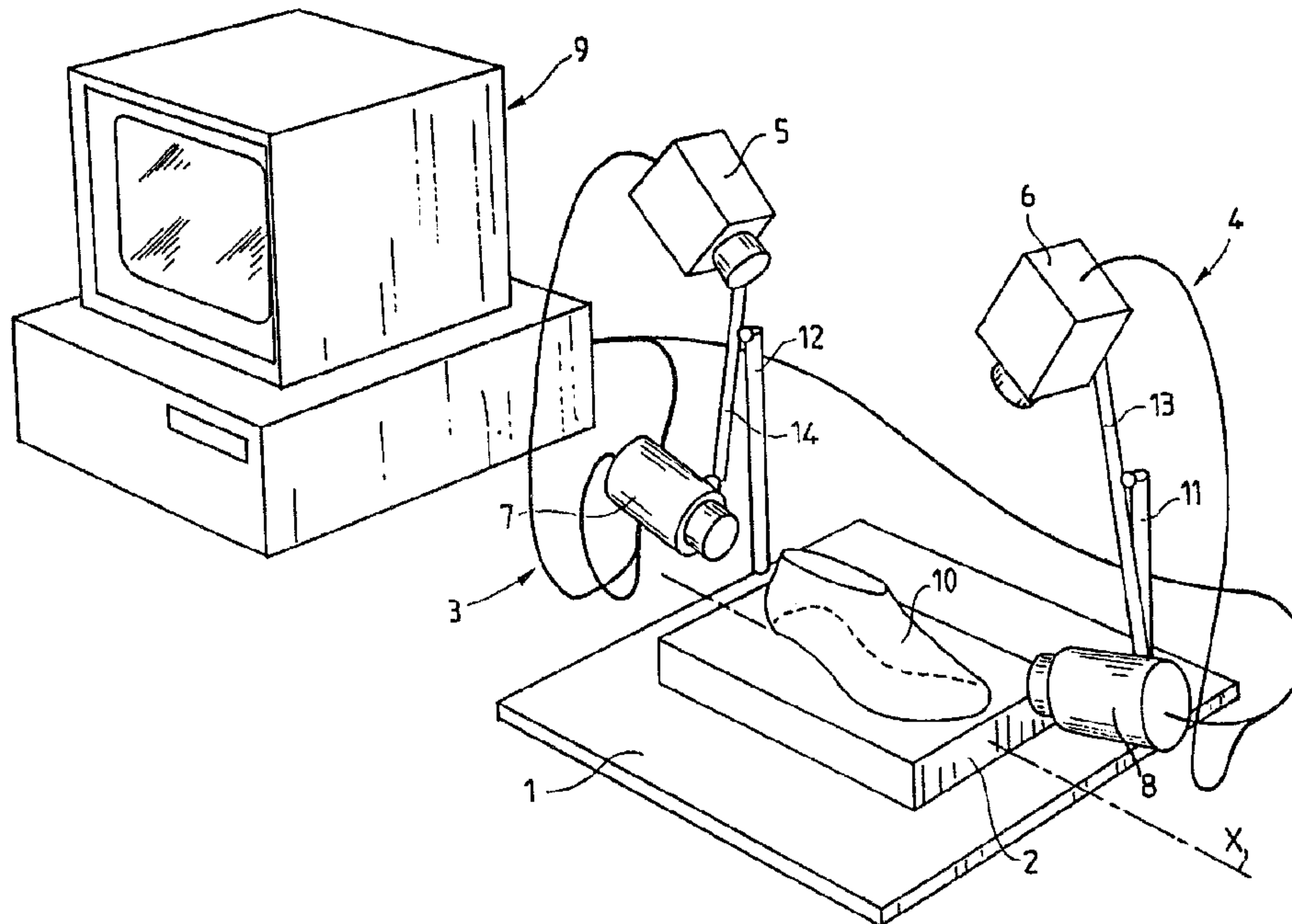




(86) Date de dépôt PCT/PCT Filing Date: 1992/07/15
 (87) Date publication PCT/PCT Publication Date: 1993/02/04
 (45) Date de délivrance/Issue Date: 2003/05/27
 (85) Entrée phase nationale/National Entry: 1994/01/14
 (86) N° demande PCT/PCT Application No.: FR 1992/000679
 (87) N° publication PCT/PCT Publication No.: 1993/002336
 (30) Priorité/Priority: 1991/07/15 (91/08895) FR

(51) Cl.Int.⁵/Int.Cl.⁵ A61B 5/107, A43D 1/02, G01B 11/24,
G01B 11/02
 (72) Inventeur/Inventor:
HUBERTY, STEPHANE, FR
 (73) Propriétaires/Owners:
HUBERTY, STEPHANE, FR;
IDEAS, BE
 (74) Agent: OGILVY RENAULT

(54) Titre : PROCEDE DE MESURE TRIDIMENSIONNELLE, SANS CONTACT, DE L'ENVELOPPE D'UN OBJET, NOTAMMENT UN PIED, ET APPAREIL DE MESURE PERMETTANT LA MISE EN OEUVRE DU PROCEDE
 (54) Title: CONTACT-FREE METHOD FOR TRIDIMENSIONAL MEASUREMENT OF THE ENVELOPE OF AN OBJECT, PARTICULARLY A FOOT, AND MEASURING APPARATUS FOR IMPLEMENTING SUCH METHOD



(57) Abrégé/Abstract:

L'invention concerne un procédé et un appareil de mesure tridimensionnelle, sans contact, de l'enveloppe d'un objet, par digitalisation au moyen d'au moins un capteur relié à un ordinateur. Selon l'invention, on pose l'objet sur un support déformable de façon à former une empreinte de l'objet dans le support et on mesure l'objet en deux temps, un premier temps correspondant à la mesure de la partie supérieure de l'objet et, après avoir retiré l'objet du support, un deuxième temps correspondant à la mesure de l'empreinte de l'objet, les deux mesures étant alors traitées pour reconstituer l'enveloppe globale de l'objet. L'invention permet de mesurer notamment l'enveloppe d'un pied d'une personne, en vue de la réalisation d'une chaussure sur mesure, orthopédique ou non.

2 1 1 3 5 6 9

PRÉCIS

L'invention concerne un procédé et un appareil de mesure tridimensionnelle, sans contact, de l'enveloppe d'un objet, par digitalisation au moyen d'au moins un capteur relié à un ordinateur. Selon l'invention, on pose l'objet sur un support déformable de façon à former une empreinte de l'objet dans le support et on mesure l'objet en deux temps, un premier temps correspondant à la mesure de la partie supérieure de l'objet et, après avoir retiré l'objet du support, un deuxième temps correspondant à la mesure de l'empreinte de l'objet, les deux mesures étant alors traitées pour reconstituer l'enveloppe globale de l'objet. L'invention permet de mesurer notamment l'enveloppe d'un pied d'une personne, en vue de la réalisation d'une chaussure sur mesure, orthopédique ou non.

A

2113569

Procédé de mesure tridimensionnelle, sans contact, de l'enveloppe d'un objet, notamment un pied, et appareil de mesure permettant la mise en oeuvre du procédé.

5 La présente invention concerne un procédé de mesure tridimensionnelle, sans contact, de l'enveloppe d'un objet, et notamment le pied d'une personne, en vue de la réalisation d'une chaussure sur mesure, orthopédique ou non.

10 Ce procédé de mesure peut bien entendu s'appliquer à tous objets tridimensionnels.

La présente invention concerne également un appareil de mesure utilisé pour la mise en oeuvre du procédé.

15 Les différentes étapes de fabrication d'une chaussure sur mesure consistent à mesurer le pied, à fabriquer, en fonction des mesures prises, un gabarit appelé couramment et ci-après "forme", à mesurer cette forme et, en fonction des mesures prises, à découper différentes pièces appelées "patrons" dans un matériau, par exemple du cuir, puis enfin à assembler ces différentes pièces, principalement par couture et collage, en prenant appui sur la forme.

20 Le procédé de l'invention s'applique donc à la première étape de la réalisation d'une chaussure sur mesure, c'est-à-dire à la mesure d'un pied.

25 Un procédé de mesure connu consiste à mesurer le pied manuellement en utilisant un mètre ruban. Ce procédé présente beaucoup d'inconvénients. En effet, il y a contact entre le mètre ruban et le pied, la tension et la localisation du mètre varient, ce qui introduit des facteurs de variabilité de la mesure, le nombre de mesures effectuées est limité à quelques périmètres et contours (entre 5 et 10), et enfin la situation précise d'une mesure dans l'espace est impossible, les informations sur l'enveloppe tridimensionnelle étant
30 alors quasi nulles car on ne mesure que des périmètres et des projections.

35 Un autre procédé de mesure utilisé actuellement, mais sans contact, consiste à mesurer le pied par la technique de "moiré" ou du plan laser unique couplé à une prise de vue par caméra, et relié à un

2113569

ordinateur qui détermine les trois coordonnées de chaque point de mesure. Ce procédé de mesure, par digitalisation, est plus précis que le procédé de mesure manuel, mais le pied est mesuré en décharge, c'est-à-dire qu'il ne repose pas sur le sol. Cette mesure en décharge permet la mesure directe de la plante du pied, mais présente un
5 inconconvénient important, car la forme du pied varie lorsqu'il est en charge (position debout de la personne) et les mesures effectuées en décharge ne correspondent plus à l'enveloppe du pied en charge.

Ce procédé fournit donc des mesures fausses, et de plus, il
10 impose un nombre de points de vue plus important pour mesurer le dessus et la plante du pied.

La présente invention a pour but d'assurer un accord parfait entre l'enveloppe du pied et la chaussure réalisée, ce qui procure un grand confort à l'utilisateur. Ce but est atteint en effectuant la mesure du
15 pied en charge, donc dans les conditions réelles d'utilisation des chaussures et avec moins de points de vue, ce qui diminue le coût de l'appareil de mesure.

La présente invention a pour objet un procédé de mesure tridimensionnelle, sans contact, de l'enveloppe d'un objet, et plus
20 particulièrement d'un pied, par digitalisation au moyen d'au moins un capteur relié à un calculateur.

Selon l'invention, ce procédé consiste à poser l'objet sur un support déformable, à mesurer l'objet en deux temps, un premier temps correspondant à la mesure de la partie supérieure de l'objet et, après
25 avoir retiré l'objet du support, un deuxième temps correspondant à la mesure de l'empreinte de l'objet, les deux enveloppes mesurées étant alors traitées pour reconstituer l'enveloppe globale de l'objet.

Selon une caractéristique de l'invention, ce procédé consiste à effectuer deux prises de vue pour le premier temps de mesure et une
30 prise de vue pour le deuxième temps de mesure. De manière préférentielle, les deux prises de vue du premier temps de mesure sont, soit une prise de vue postérieure, supérieure et axiale et une prise de vue antérieure, supérieure et axiale, soit une prise de vue postérieure, supérieure et latérale et une prise de vue postérieure, supérieure et
35 médiale.

2113569

A titre optionnel, dans le cas des deux prises de vue, l'une latérale et l'autre médiale, ce procédé consiste à effectuer une troisième prise de vue, cette prise de vue étant supérieure, axiale, antérieure ou postérieure.

5 Selon une autre caractéristique de l'invention, ce procédé consiste à effectuer une prise de vue pour le deuxième temps de mesure, cette prise de vue étant supérieure, axiale, antérieure ou postérieure.

10 Le deuxième temps de mesure peut également s'effectuer selon deux prises de vue, deux prises de vue supérieure, axiale, l'une antérieure et l'autre postérieure, ou une prise de vue postérieure, supérieure et latérale et une prise de vue postérieure, supérieure et médiale.

15 La présente invention a également pour objet un appareil de mesure tridimensionnelle de l'enveloppe d'un objet par digitalisation au moyen d'au moins un capteur relié à un ordinateur.

Selon l'invention, cet appareil comporte un support déformable recevant l'objet à mesurer.

20 Chaque capteur comporte un projecteur et une caméra qui forment entre eux un angle déterminé, ce projecteur et cette caméra étant placés l'un par rapport à l'autre à une distance déterminée.

25 Les axes principaux du projecteur et de la caméra convergent en un point proche ou situé dans l'objet à mesurer. Les projecteurs sont préférentiellement des projecteurs de multiples plans lumineux. L'intersection de ces plans lumineux avec l'objet à mesurer dessinent sur celui-ci des intersections des plans lumineux avec l'enveloppe de l'objet. Un ou plusieurs de ces plans est singularisé et permet de situer de proche en proche les plans suivants. La caméra observe ces intersections et transmet celles-ci au ordinateur. Etant donné que l'on connaît l'angle et la distance qui relie le projecteur et chacun de ces plans avec la caméra, le ordinateur peut déterminer par triangulation les trois dimensions de l'objet mesuré dans le champ de vision du capteur.

30 Selon un premier mode de réalisation, l'appareil comporte un seul capteur composé d'un projecteur et d'une caméra, ce capteur étant déplaçable pour effectuer des prises de vue d'au moins deux points de

35

vue différents.

Selon un deuxième mode de réalisation, cet appareil comporte plusieurs capteurs fixes dans l'espace.

5 Selon un premier exemple de réalisation du deuxième mode, les deux capteurs sont situés dans l'axe du support et effectuent, l'un une prise de vue postérieure et supérieure, tandis que l'autre effectue une prise de vue antérieure et supérieure.

10 Selon un deuxième exemple de réalisation du deuxième mode, les deux capteurs sont désaxés par rapport à l'axe du support, l'un effectuant une prise de vue postérieure, supérieure et latérale, tandis que l'autre effectue une prise de vue postérieure, supérieure et médiale.

15 Il est décrit ci-après à titre d'exemple et en référence aux dessins annexés, un appareil selon l'invention, mesurant un objet qui est dans ce cas, un pied.

La figure 1 montre l'appareil de l'invention muni de deux capteurs situés dans l'axe du support et mesurant le dessus du pied installé sur un support déformable, ce qui correspond au premier temps de mesure;

20 la figure 2 montre l'appareil de l'invention avec les mêmes capteurs mesurant l'empreinte du pied sur le support déformable, ce qui correspond au deuxième temps de mesure.

Les figures 3 et 4 correspondent respectivement aux figures 1 et 2, mais dans ce cas les capteurs sont placés de chaque côté de l'axe du support, de manière désaxée.

25 Dans la figure 1, l'appareil comporte une embase 1, un support déformable 2, deux capteurs 3, 4 composés chacun d'une caméra, respectivement 5, 6 et d'un projecteur, respectivement 7, 8 et enfin un calculateur 9, les deux caméras et éventuellement les deux projecteurs étant reliés au calculateur.

30 Le support déformable 2 repose sur l'embase 1, et un pied 10 représenté de manière schématique repose sur le support 2 qui est constitué d'une matière rémanante, comme par exemple des micro-billes ou une mousse.

35 L'embase 1 reçoit à ses deux extrémités deux potences 11, 12, la potence 11 porte un bras 13 aux extrémités duquel sont installés la

2113569

caméra 5 et le projecteur 7 du capteur 3, et la potence 12 porte un bras 14 aux extrémités duquel sont installés la caméra 6 et le projecteur 8 du capteur 4.

5 Les deux capteurs 3, 4 sont situés dans l'axe principal X du support 1, l'axe du pied étant placé idéalement sur cet axe.

Le talon du pied est dirigé vers le capteur 3, de sorte que la caméra 5 réalise une prise de vue postérieure, supérieure et axiale et la caméra 6 réalise une prise de vue antérieure, supérieure et axiale.

10 La figure 2 est identique à la figure 1 en ce qui concerne l'emplacement des capteurs. Le pied a été retiré du support déformable 2 pour ne laisser qu'une empreinte 15. Les deux caméras 5, 6 effectuent alors chacune une mesure de l'empreinte.

15 La figure 3 montre, comme la figure 1, la mesure du dessus du pied, mais dans cette figure 3, les capteurs sont latéraux, c'est-à-dire placés de part et d'autre, et par exemple symétrique par rapport à l'axe X. Le bras 13 est dans ce cas horizontal et bien entendu il peut prendre toutes les orientations possibles. Le talon du pied est dirigé vers les deux capteurs 3, 4, de sorte que la caméra 5 réalise une prise de vue postérieure, supérieure et médiale (intérieur d'un pied droit dans le cas de la figure), et la caméra 6 réalise une prise de vue postérieure, supérieure et latérale (extérieur d'un pied droit).

20 La figure 4 est identique à la figure 3 en ce qui concerne l'emplacement des capteurs. Le pied a été retiré du support déformable 12 pour ne laisser qu'une empreinte 15 et les deux caméras réalisent la mesure de l'empreinte.

25 Que la mesure globale d'un pied s'effectue selon les figures 1 et 2 ou 3 et 4, le calculateur regroupe toutes les mesures pour déterminer l'enveloppe globale du pied au moyen de multiples points déterminés chacun par trois coordonnées. Tous ces points sont enregistrés sur un support, par exemple magnétique, qui servira de base au calcul de la forme adéquate et de sa fabrication. Des données en trois dimensions de cette forme, on peut alors en déduire le patronage, c'est-à-dire la découpe des pièces de cuir nécessaires à la fabrication de chaussures.

30 Bien entendu, l'appareil peut comporter un troisième capteur (par exemple le capteur 4 de la figure 1 rajouté aux deux capteurs de la

2113569

figure 3), voire un quatrième capteur, ce qui augmentera la précision de mesure ou permettra de mesurer des formes plus complexes, telles qu'on les rencontre notamment dans certaines pathologies du pied.

5 Dans le cas de la figure 3, l'appareil peut aussi comporter deux capteurs que l'on déplace chacun selon un axe parallèle à l'axe X, si on utilise des capteurs qui nécessitent une translation, ou encore un seul capteur monté sur une seule potence, réalisant un mouvement de translation tantôt du côté interne, tantôt du côté externe du pied.

Tout capteur de forme sans contact peut être utilisé.

10

2 1 1 3 5 6 9

Les réalisations de l'invention au sujet desquelles un droit exclusif de propriété ou de privilège est revendiqué, sont définies comme suit :

1. Procédé de mesure tridimensionnelle, sans contact, de l'enveloppe d'un objet, par digitalisation au moyen d'au moins un capteur relié à un ordinateur, caractérisé en ce qu'il consiste à poser l'objet sur un support déformable de façon à former une empreinte de l'objet dans le support, à mesurer l'objet en deux temps, un premier temps correspondant à la mesure de la partie supérieure de l'objet et, après avoir retiré l'objet du support, un deuxième temps correspondant à la mesure de l'empreinte de l'objet, les deux mesures étant alors traitées pour reconstituer l'enveloppe globale de l'objet.

2. Procédé selon la revendication 1, caractérisé en ce qu'il consiste à effectuer au moins deux prises de vue pour le premier temps de mesure et au moins une prise de vue pour le deuxième temps de mesure.

3. Procédé selon la revendication 2, caractérisé en ce que les deux prises de vue pour le premier temps de mesure sont une prise de vue postérieure, supérieure et axiale, et une prise de vue antérieure, supérieure et axiale.

4. Procédé selon la revendication 2, caractérisé en ce que les deux prises de vue pour le premier temps de mesure sont une prise de vue postérieure, supérieure et latérale et une prise de vue postérieure, supérieure et médiale.

5. Procédé selon la revendication 4, caractérisé en ce qu'il consiste à effectuer une troisième prise de vue antérieure, supérieure et axiale.

6. Procédé de mesure selon la revendication 2, caractérisé en ce que la prise de vue pour le deuxième temps de mesure est une prise de vue supérieure, axiale, antérieure ou postérieure.

7. Procédé de mesure selon la revendication 2, caractérisé en ce que le deuxième temps de mesure s'effectue selon deux prises de vue, une première prise de vue antérieure, supérieure et axiale, et une seconde prise de vue postérieure, supérieure et axiale.

8. Procédé de mesure selon la revendication 2, caractérisé en ce que le deuxième temps de mesure s'effectue selon deux prises de vue, une première prise de vue postérieure, supérieure et latérale, et une seconde prise de vue postérieure, supérieure et médiale.

9. Appareil de mesure tridimensionnelle sans contact de l'enveloppe d'un objet par digitalisation, au moyen d'au moins un capteur relié à un ordinateur, caractérisé en ce qu'il comporte un support déformable recevant l'objet à mesurer.

10. Appareil selon la revendication 9, caractérisé en ce que le capteur comporte un projecteur et une caméra qui forment entre eux un angle déterminé, ledit projecteur et ladite caméra étant placés l'un par rapport à l'autre à une distance déterminée.

11. Appareil selon la revendication 10, caractérisé en ce que le capteur est déplaçable pour effectuer des prises de vue d'au moins deux points de vue différents.

12. Appareil selon la revendication 10, caractérisé en ce qu'il comporte plusieurs capteurs fixes dans l'espace.

13. Appareil selon la revendication 12, caractérisé en ce qu'il comporte deux capteurs situés dans l'axe du support, un premier capteur effectuant une prise de vue postérieure et supérieure, et un second capteur effectuant une prise de vue antérieure et supérieure.

14. Appareil selon la revendication 12, caractérisé en ce qu'il comporte deux capteurs placés de manière désaxée par rapport à l'axe du support et effectuant, un premier capteur effectuant une prise de vue postérieure, supérieure et latérale, et un second capteur effectuant une prise de vue postérieure, supérieure et médiale.

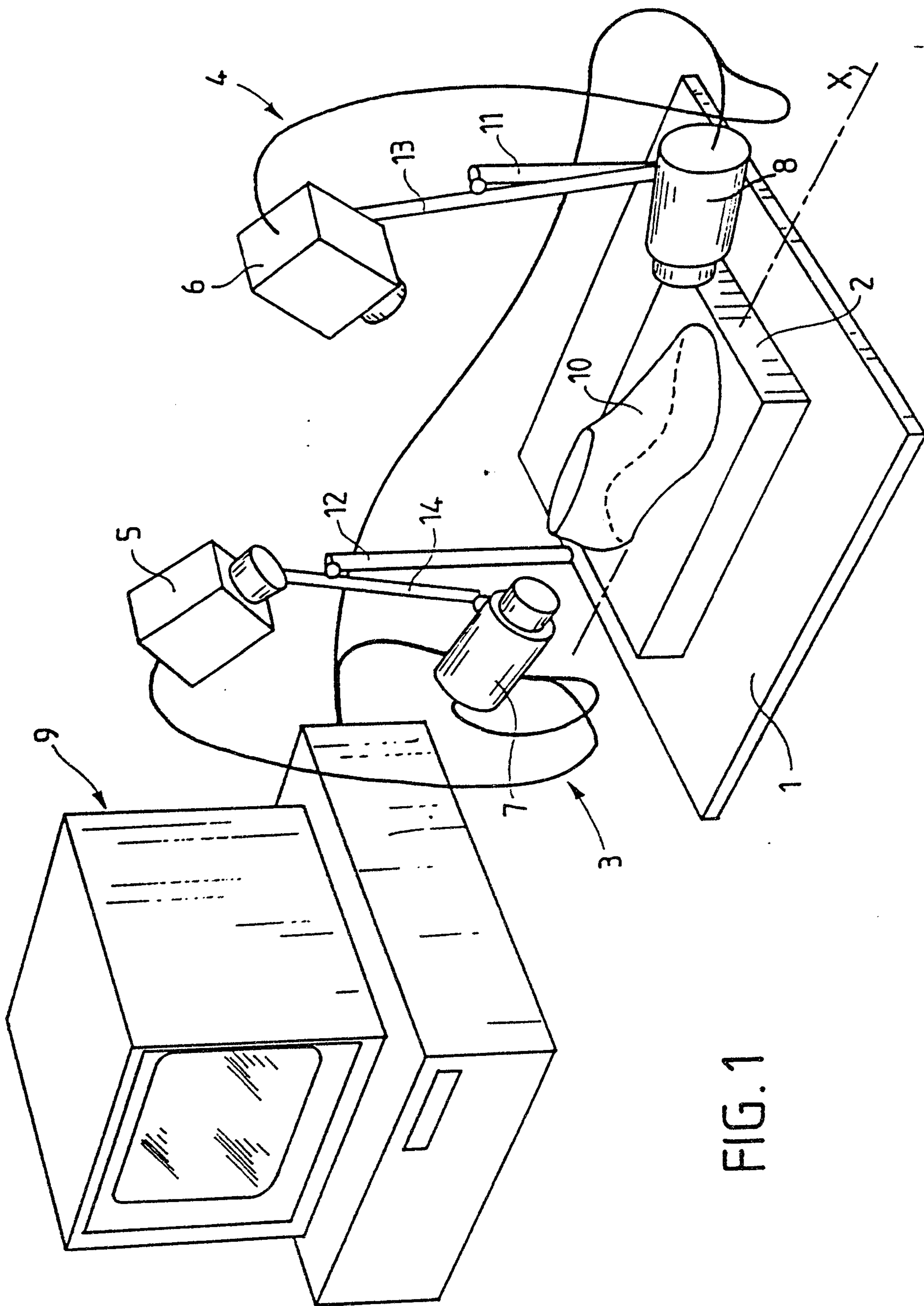


FIG. 1

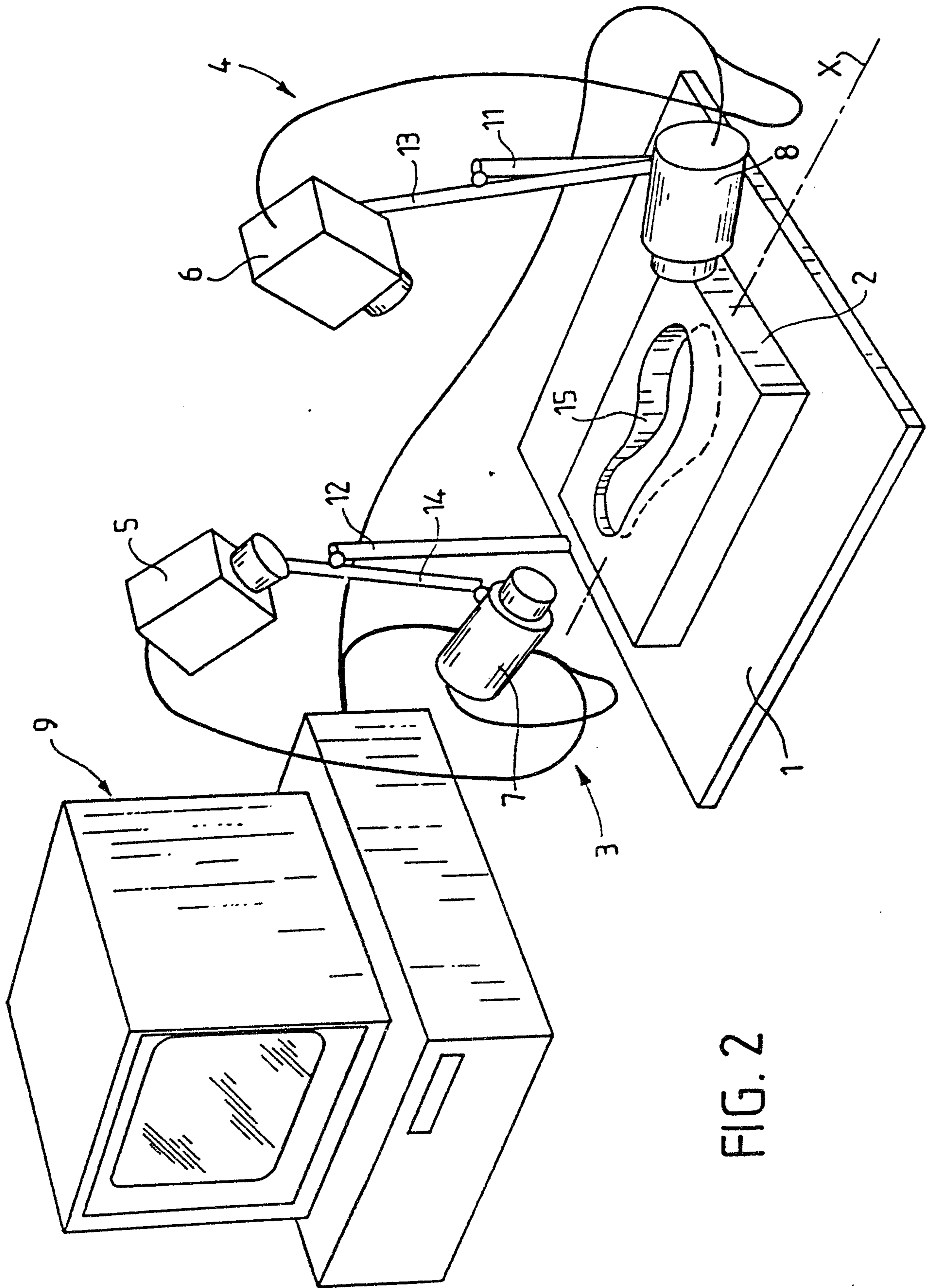


FIG. 2

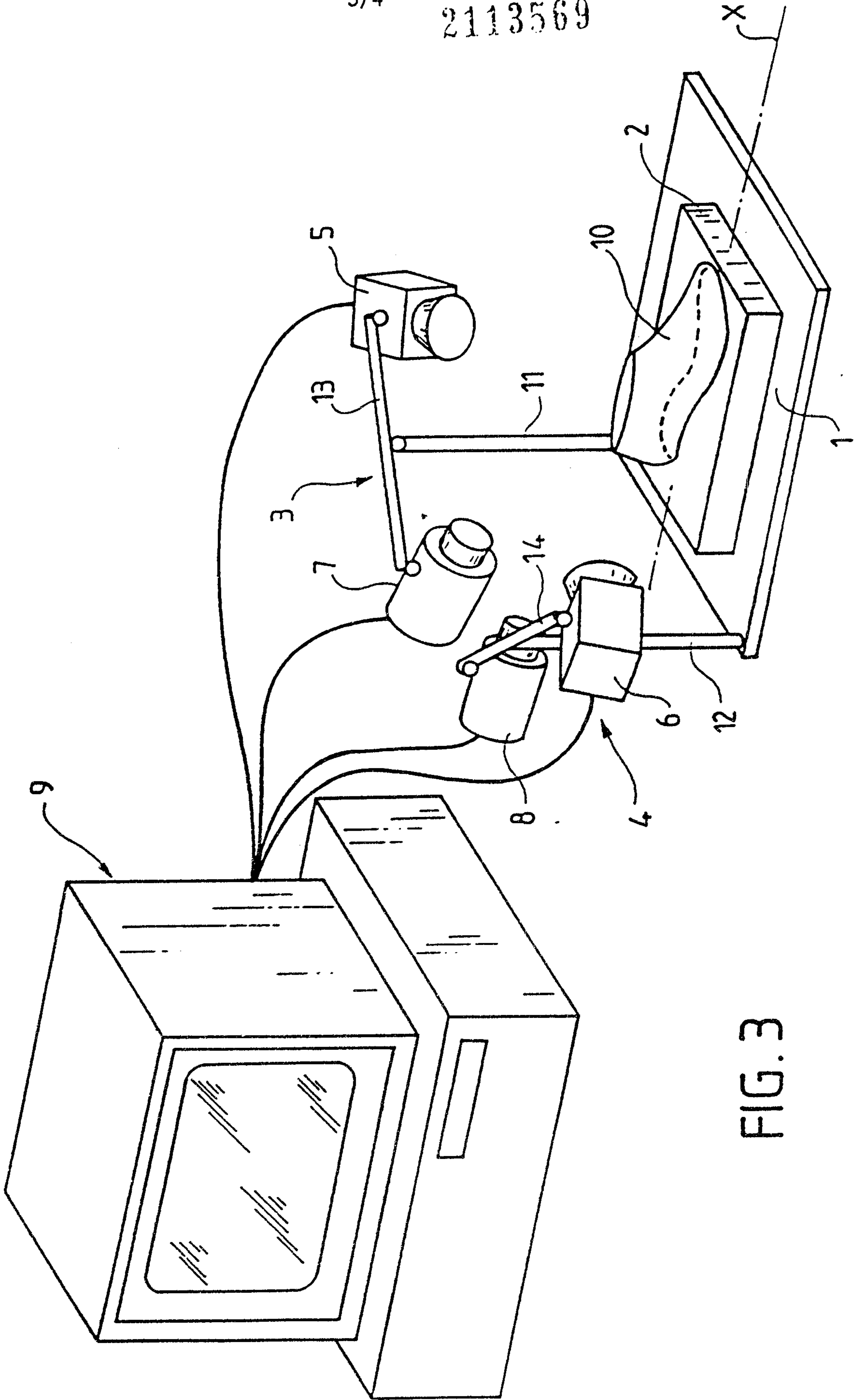


FIG. 3

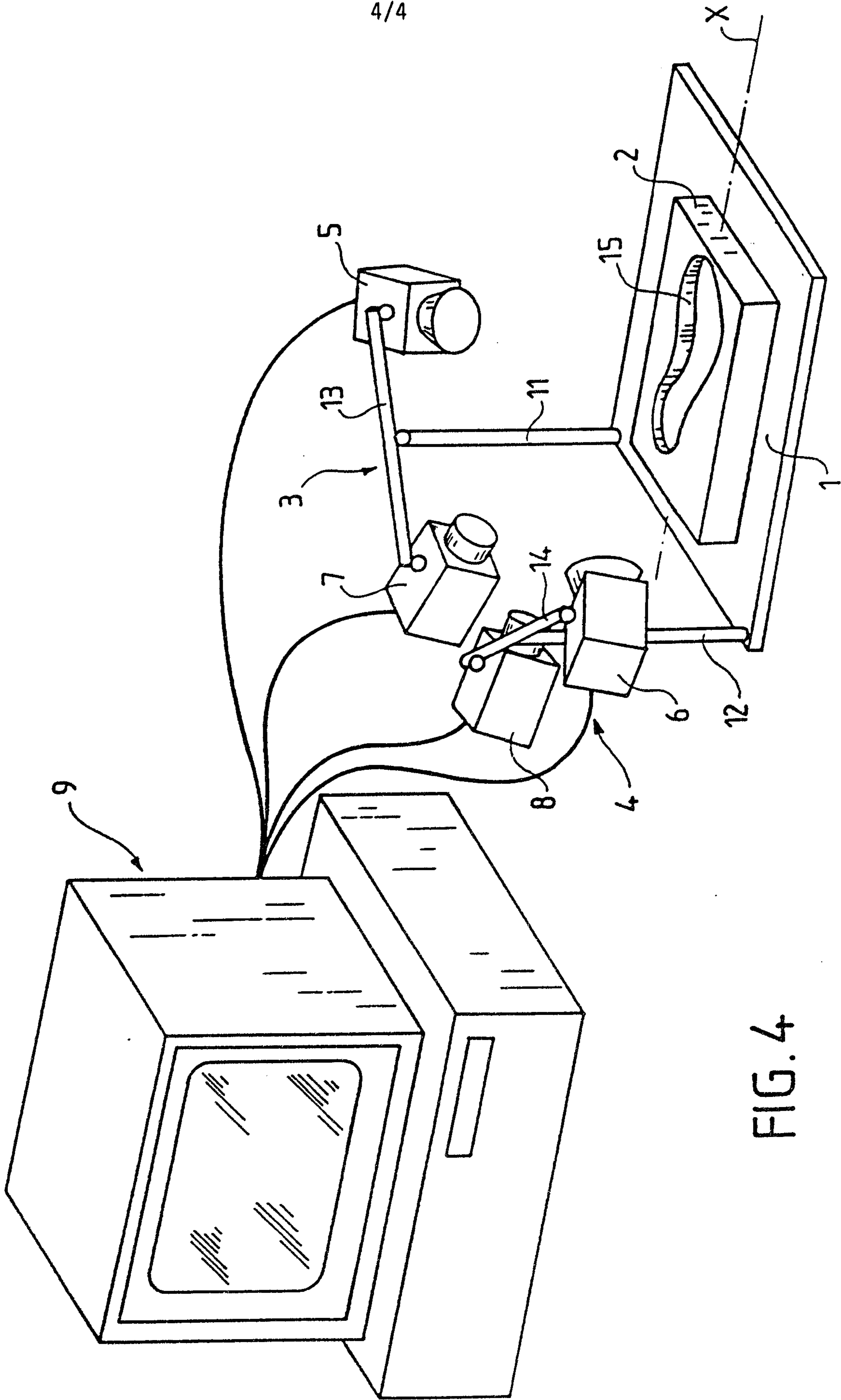


FIG. 4

