



(11) (21) (C) **2,003,265**  
(22) 1989/11/17  
(43) 1990/05/18  
(45) 2000/01/18

(72) Duret, François, FR  
(72) Blouin, Jean-Louis, FR  
(72) Deschelette, Gilles, FR  
(73) DENTALMATIC TECHNOLOGIES INC., CA

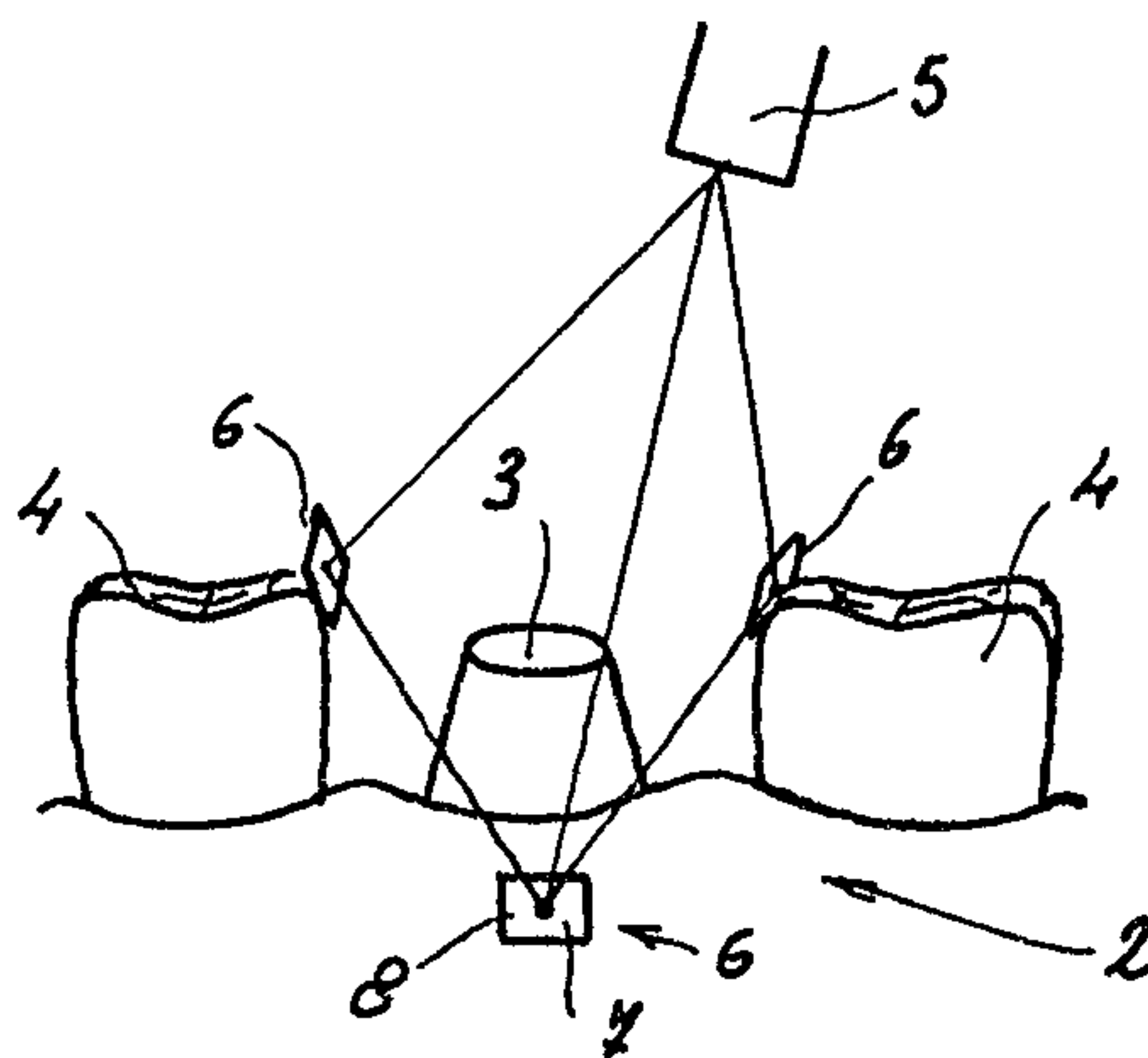
(51) Int.Cl.<sup>5</sup> A61C 19/04, A61C 19/00

(30) 1988/11/18 (88 15 483) FR

(54) **PROCEDE DE CORRELATION DES SAISIES**

**TRIDIMENSIONNELLES D'ORGANES HUMAINS ET  
DISPOSITIF POUR SA MISE EN OEUVRE**

(54) **PROCESS FOR THE CORRELATION OF TRIDIMENSIONAL  
CAPTURINGS OF HUMAN ORGANS AND DEVICE FOR THE  
IMPLEMENTATION OF THE SAME**



(57) Ce procédé consiste à apposer ou à repérer sur l'organe ou sur l'environnement de l'organe dont la saisie doit être effectuée, trois points de référence choisis pour être tous visibles sur les vues obtenues par les différentes saisies, et à effectuer un calcul de corrélation des vues obtenues par les différentes saisies pour les ramener dans un même référentiel, en tenant compte des trois points de référence. Le procédé trouve application aux saisies optiques de parties de mâchoires en vue de la réalisation de prothèses dentaires.

2003265

PRECIS DE LA DIVULGATION:

Ce procédé consiste à apposer ou à repérer sur l'organe ou sur l'environnement de l'organe dont la saisie doit être effectuée, trois points de référence choisis pour être tous visibles sur les vues obtenues par les différentes saisies, et à effectuer un calcul de corrélation des vues obtenues par les différentes saisies pour les ramener dans un même référentiel, en tenant compte des trois points de référence. Le procédé trouve application aux saisies optiques de parties de mâchoires en vue de la réalisation de prothèses dentaires.

La présente invention a pour objet un procédé de corrélation des saisies tridimensionnelles d'organes humains et un dispositif pour sa mise en oeuvre.

Il existe différents procédés pour saisir la forme d'un organe humain interne et externe.

5 Le premier consiste à utiliser une pâte d'empreinte plus ou moins élastique et de restituer la pièce par coulée du plâtre afin d'obtenir la reproduction complète dudit organe.

Un deuxième procédé décrit par MOSHABAC en 1977 (US 4 182 312) puis par BECKER (US 4 411 626) consiste à micropalper la surface d'étude et 10 éventuellement la restituer à l'aide d'une micro-fraiseuse.

Un troisième procédé consiste à faire une lecture radiographique ou tomodensitométrique puis de repositionner chaque coupe en fonction de ce qu'étaient la position des capteurs et des récepteurs d'analyse RX.

Une quatrième méthode consiste à utiliser le principe de la RMN 15 (Résonance Magnétique Nucléaire) ou IRM (Imagerie RM), procédés connus, largement décrits et permettant une restitution de la pièce à l'aide d'une micro-fraiseuse à commande numérique (Information dentaire Septembre 1988).

Enfin une nouvelle méthode décrite dans un ensemble de documents précédents utilise des méthodes stéréoscopiques (ROODER) ou issues du Moiré 20 (DURET) et permet de faire une lecture tridimensionnelle des objets photographiés.

Cette dernière méthode très nouvellement introduite dans la dentisterie permet de saisir une vue mais ne donne pas la possibilité de corréler différentes saisies pour avoir l'ensemble de la pièce faisant l'objet de l'étude.

25 En particulier le seul moyen utilisé pour corréler des vues suppose la fixation de l'objet analysé et de la caméra dans des positions connues du centre de calcul et d'analyse. Ainsi il est relativement courant aujourd'hui de procéder à une rotation de l'objet face à la caméra d'analyse. Or une telle technique est difficile à mettre en oeuvre dans le cas de la saisie d'une partie de la mâchoire d'un 30 individu, dans le cas d'une application à l'art dentaire.

La présente invention a pour but de permettre la corrélation d'un ensemble de vues tridimensionnelles dentaires ou médicales d'un objet ou de corréler plusieurs objets ayant éventuellement fait l'objet d'une corrélation eux-mêmes sans connaître a priori la position de l'objet et de la caméra au niveau

du calculateur.

A cette effet, le procédé qu'elle concerne consiste à apposer ou à repérer sur l'organe ou sur l'environnement de l'organe dont la saisie doit être effectuée, trois points de référence choisis pour être tous visibles sur les vues obtenues par les différentes saisies, et à effectuer un calcul de corrélation des vues obtenues par les différentes saisies pour les ramener dans un même référentiel, en tenant compte des trois points de référence.

10 La présente invention vise un procédé de corrélation d'images tridimensionnelles d'organes humains aptes à passer d'une position ouverte à une position fermée, comprenant les étapes suivantes:

(a) réaliser une empreinte en fermant un premier organe contre un second organe au moyen d'une pâte capable de retenir l'empreinte;

(b) placer l'empreinte sur le premier organe pour ainsi permettre de former des parties creuses dans l'empreinte par fermeture du second organe;

20 (c) repérer dans une région du premier organe trois points de référence choisis pour être tous visibles;

(d) faire une saisie tridimensionnelle pour obtenir des premières vues tridimensionnelles des parties creuses de l'empreinte qui correspondent à un négatif du second organe avec des images desdits trois points de référence qui sont visibles sur lesdites premières vues;

(e) retirer ladite empreinte dudit premier organe;

(f) faire une saisie tridimensionnelle pour obtenir des secondes vues tridimensionnelles dudit premier organe

avec lesdits trois points de référence qui sont visibles sur lesdites secondes vues; et

(g) effectuer un calcul de corrélation des premières vues et des secondes vues pour ramener lesdites vues dans un même référentiel défini par lesdits trois points de référence.

De préférence, ce procédé consiste à réaliser, lors de l'opération de corrélation, un lissage des points lié aux densités apparentes de chaque vue, en supprimant de celle-ci  
10 toute zone dans laquelle la densité des points est inférieure à une valeur prédéterminée.

De préférence, conformément à un mode de mise en oeuvre, ce procédé consiste à utiliser un support pour chaque point de repère, constitué par une surface, éventuellement délimitée par un cadre contrasté, permettant de situer la distance du point par rapport à la caméra par une estimation statistique de la valeur de cette distance sur un nombre de points d'autant plus élevé que la surface est grande, puis à déterminer le centre du point de repère par une opération de  
20 squelettisation progressive.

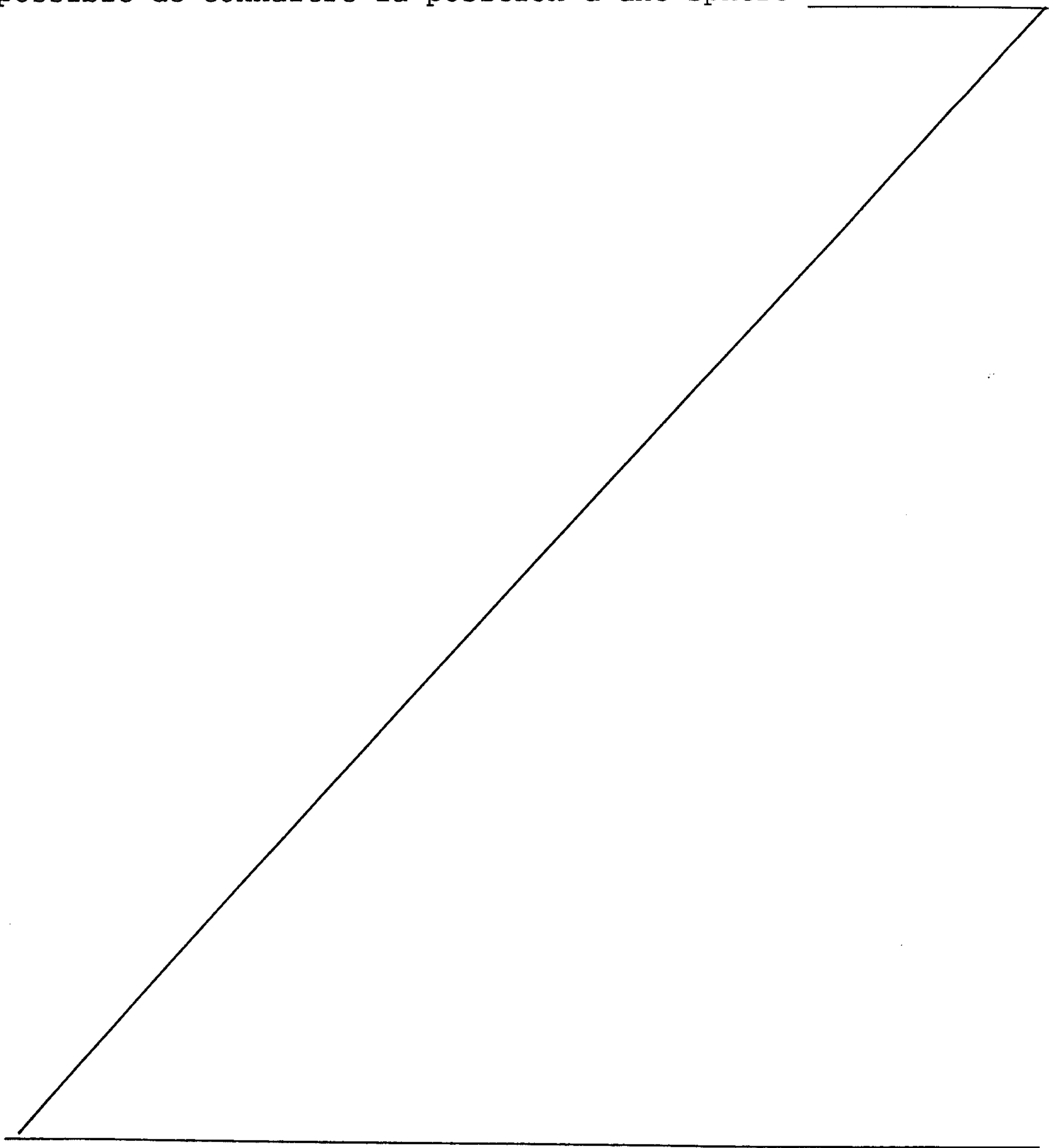
De préférence, et afin d'éviter les inconvénients dus à la détermination précise d'un point sur un plan en visée rasante, chaque surface associée à un point de repère est constituée par une surface de forme géométrique simple permettant d'obtenir par calcul un point caractéristique virtuel ou réel pouvant servir de base de corrélation.

De préférence, selon une possibilité, la surface associée à un point de repère est constituée par une sphère, dont le point de repère est le centre.

30 Cette solution est intéressante, car une sphère est une surface facile à reconnaître, et présentant la même forme et la même surface, quel que soit l'angle sous laquelle elle est vue.

De préférence, le procédé consiste à réaliser une détermination automatique des points de référence par reconnaissance préalable de la forme des surfaces associées aux trois points, ce qui évite les risques d'erreur de corrélation manuelle.

En effet, la détermination des coordonnées de la saisie ne dépend pas des points de corrélation. Il est donc possible de connaître la position d'une sphère



par rapport au centre optique de la caméra. Connaissant cette valeur, il est possible de décrire le grandissement et par suite la sphéricité et le centre de la sphère théorique.

5 Par ailleurs, un calcul rapide effectué sur ces points avant de calculer l'image permet d'informer immédiatement l'opérateur sur la qualité des prises de vues (bougé, codage...).

10 Conformément à un mode préférentiel de mise en oeuvre, les points de référence sont disposés à la périphérie de la zone dont la saisie doit être effectuée, ce qui minimise l'erreur de corrélation, puisque l'effet de bras de levier est plus réduit dans la zone centrale que dans la zone périphérique.

Dans le cas de son application à l'art dentaire, le procédé consiste à utiliser comme points de référence, des points caractéristiques de l'image, tels que sommets des cuspidés ou des sillons.

15 Il est à noter que le repérage par trois points permet un ensemble d'autres avantages à savoir :

- L'indication manuelle d'un seul point et toujours le même permet une numérotation directe et automatique (par exemple sens des aiguilles d'une montre) des autres points. Ainsi le praticien pourra pointer le point vestibulaire dans une bouche.

20 - Le fait d'indiquer au moins un point peut permettre au logiciel d'estimer la forme qu'il a à retrouver automatiquement et son grandissement à peu près (la zone de netteté limite les variations : profondeur de champ).

25 Lorsque l'on a à effectuer la corrélation d'images d'une mâchoire, une solution consiste à utiliser trois points de repère sur le maxillaire, et trois points de repère sur la mandibule, ce qui permet de réaliser des corrélations respectivement des images du maxillaire et des images de la mandibule.

30 Au moment du rapprochement des deux mâchoires un ou plusieurs points de référence, par exemple situés du côté intérieur de la mâchoire, sont masqués. Pour favoriser la stabilité des corrélations, un point supplémentaire sera placé dans le vestibule supérieur, et un autre sera placé dans le vestibule inférieur. Ces deux points assurent la reconstitution de deux groupes de trois points de référence en haut et en bas. Si cette méthode est rationnelle, et permet de réduire le nombre de points de corrélation tout en permettant de faire des corrélations intra-objet et inter-objet, elle demeure complexe.

Dans un de ses modes de mise en oeuvre, le procédé selon l'invention permet de réaliser de façon simple des corrélations entre maxillaire et mandibule.

5 A cet effet, il consiste à réaliser une empreinte des dents antagonistes, en regard de la zone de taille, dans le cas de la réalisation d'une prothèse, à placer cette empreinte sur la zone de la dent taillée et sur les dents environnantes, à placer trois points de référence sur cette zone, ces trois points servant d'une part à la corrélation des dents antagonistes en prenant en considération l'empreinte de celles-ci, et d'autre part à la corrélation des dents de l'arcade où est taillée la dent, après retrait de l'élément comportant l'empreinte.

10 Il est ainsi possible de se limiter à trois points de référence pour la corrélation de tout organe y compris si une corrélation avec un organe voisin est nécessaire.

15 Un dispositif pour la mise en oeuvre de ce procédé comprend un support des points de référence fixable de façon amovible sur l'organe dont l'image doit être fournie.

20 Conformément à une forme d'exécution de ce dispositif, les surfaces auxquelles sont associés les points de référence sont fixées, dans le cas d'une application à l'art dentaire, sur deux bras solidaires d'un arceau élastique apte à exercer une pression sur au moins une dent, ces deux bras étant disposés du côté des faces linguale et vestibulaire.

Conformément à une autre forme d'exécution, les surfaces auxquelles sont associés les points de référence sont solidaires de deux bras distincts, qui destinés à être disposés respectivement sur les faces linguale et vestibulaire, sont équipés de moyens de fixation, tels que par collage.

25 Conformément à une autre forme d'exécution intéressante à mettre en oeuvre pour réaliser la saisie optique d'une partie importante de la bouche, le dispositif support des points de référence comprend une barre s'étendant le long des faces linguale et vestibulaire des dents d'une mâchoire, équipée de moyens de fixation sur ladite mâchoire, par exemple par engagement de coins entre deux  
30 dents, et sur laquelle sont montées coulissantes et blocables dans la position souhaitée, des tiges supports des surfaces auxquelles sont associés les différents points de référence. Les moyens de blocage peuvent être obtenu par un serrage par vis.

De toute façon, l'invention sera bien comprise à l'aide de la description

qui suit en référence au dessin schématique annexé représentant à titre d'exemples non limitatifs, plusieurs formes d'exécutions pour la mise en oeuvre de ce procédé :

5 Figure 1 est une vue très schématique d'un agencement utilisé pour la corrélation d'une zone d'une mâchoire ;

Figure 2 est une vue en perspective d'une dent ;

Figures 3 à 5 sont trois vues en perspective de trois dispositifs supports de points de référence ;

10 Figures 6 et 7 sont deux vues de détail du dispositif de figure 5 ;

Figures 8 à 12 représentent très schématiquement un dispositif permettant de réaliser la corrélation d'images entre les deux parties de la mâchoire d'un individu.

15 A la figure 1 est représentée très schématiquement une partie 2 d'une arcade dentaire comprenant un moignon 3 disposé entre deux dents saines 4. Pour réaliser plusieurs saisies optiques sous différents angles de cette zone, à l'aide d'une caméra d'analyse 5, il convient de placer, de préférence en périphérie de la zone comprenant le moignon 3, trois points de référence 6 dont chacun appartient à une surface 7 bordée par un cadre de couleur contrastée 8. Les trois points 6 sont, comme il a été indiqué précédemment, disposés autour du moignon, de façon à encadrer celui-ci.

20

La figure 2 représente une dent dont les points de référence 6 sont constitués par les cuspides et le sillon.

25 La figure 3 représente un dispositif constitué par un étrier 9 réalisé en un matériau élastique, destiné à venir enserrer une dent 4. Cet étrier porte deux pattes 10,12 prenant appui contre les faces linguale et vestibulaire de la dent et portant respectivement deux bras 13,14. Le bras 13 est équipé d'une sphère 15 permettant la détermination d'un point de référence, tandis que le bras 14 est équipé de deux sphères 16 permettant la détermination de deux autres points de référence.

30 La figure 4 représente une variante d'exécution dans laquelle les bras 13 et 14 portant les sphères 15 et 16 respectivement, sont équipés chacun d'une pastille adhésive 17 destinée à être fixée sur la face d'une dent respectivement la face linguale ou vestibulaire.

La figure 5 représente un dispositif comprenant une barre 18 refermée

sur elle-même, destinée à passer le long des faces linguale et vestibulaire, et fixée par exemple vis-à-vis de la mâchoire par l'intermédiaire de coins 19 engagés entre deux dents, comme montré à la figure 6.

5 Comme montré à la figure 7, sur la barre 18 sont montés coulissants, avec possibilité de blocage, par une vis 21, des cavaliers 20, dont chacun porte une tige 22 dont l'extrémité libre est équipée d'une sphère 23 destinée à déterminer un point de référence.

10 Les figures 8 à 12 représentent schématiquement différentes phases d'un procédé permettant la corrélation de l'image des deux parties d'une mâchoire, à savoir une partie supérieure 24, comportant une dent taillée 25 destinée à recevoir une prothèse, et une partie inférieure 26. Il est procédé à la prise d'empreinte de la partie inférieure 26 de la mâchoire à l'aide d'une pâte 27, par la technique dite du "mordu". L'élément en pâte 27 est ensuite positionné sur la partie 24 de la mâchoire, comportant le moignon 25. Sur cette partie de la mâchoire est placé un système 28 comportant des points de référence, constitué par exemple par le système représenté à la figure 3. Il est alors procédé, comme montré à la figure 11, à une corrélation en tenant compte de la partie en creux de l'empreinte 27 qui est le négatif de la partie 26 de la mâchoire antagoniste à la zone de la prothèse.

15 L'élément en pâte 27 est ensuite retiré, et il est procédé comme montré à la figure 12 à des saisies optiques de la zone de la prothèse elle-même. Il est intéressant de noter que la corrélation au niveau de chaque partie de la mâchoire et entre les deux parties de la mâchoire, est réalisée à l'aide des mêmes points de référence.

20 Comme il ressort de ce qui précède, l'invention apporte une grande amélioration à la technique existante, en fournissant un procédé de conception simple permettant la corrélation de saisies tridimensionnelles d'organes humains, d'une grande fiabilité et supprimant toutes difficultés pour le praticien.

25 Comme il va de soi, l'invention ne se limite pas aux seuls modes de mise en oeuvre de ce procédé, ni aux seules formes d'exécution de ce dispositif, décrits ci-dessus à titre d'exemples ; elle en embrasse, au contraire, toutes les variantes de réalisation, c'est ainsi notamment que la forme des surfaces à partir desquelles sont définis les points de référence pourrait être différente d'un plan ou d'une sphère, sans que l'on sorte pour autant du cadre de l'invention.

## REVENDICATIONS

1. Procédé de corrélation d'images tridimensionnelles d'organes humains aptes à passer d'une position ouverte à une position fermée, comprenant les étapes suivantes:

(a) réaliser une empreinte en fermant un premier organe contre un second organe au moyen d'une pâte capable de retenir l'empreinte;

10 (b) placer l'empreinte sur le premier organe pour ainsi permettre de former des parties creuses dans l'empreinte par fermeture du second organe;

(c) repérer dans une région du premier organe trois points de référence choisis pour être tous visibles;

(d) faire une saisie tridimensionnelle pour obtenir des premières vues tridimensionnelles des parties creuses de l'empreinte qui correspondent à un négatif du second organe avec des images desdits trois points de référence qui sont visibles sur lesdites premières vues;

(e) retirer ladite empreinte dudit premier organe;

20 (f) faire une saisie tridimensionnelle pour obtenir des secondes vues tridimensionnelles dudit premier organe avec lesdits trois points de référence qui sont visibles sur lesdites secondes vues; et

(g) effectuer un calcul de corrélation des premières vues et des secondes vues pour ramener lesdites vues dans un même référentiel défini par lesdits trois points de référence.

30 2. Procédé selon la revendication 1, dans lequel chaque point de référence est supporté par une surface, ladite surface portant un cadre contrasté avec une bordure ou un contour, le procédé comprenant en outre les étapes suivantes:

situer une position et une distance d'une caméra d'analyse par rapport à un point de référence, en prenant compte d'une région d'une surface correspondant et d'un contour d'un cadre correspondant tels que vus par ladite caméra d'analyse; et

déterminer un centre du point de référence par une opération de squelettisation progressive.

10 3. Procédé selon la revendication 2, dans lequel une surface associée à un point de référence est au moins partiellement sphérique, cette surface au moins partiellement sphérique ayant un centre qui est un point de référence correspondant desdits points de référence.

4. Procédé selon la revendication 2, dans lequel ladite surface a une forme géométrique simple permettant d'obtenir par calcul un point caractéristique de ladite forme.

20 5. Procédé selon la revendication 2, dans lequel chaque surface associée à un point de référence a une forme différente, ledit procédé comprenant en outre les étapes suivantes:

reconnaître une forme pour chacune desdites surfaces;

déterminer chaque point de référence individuel; et

numéroter de façon automatique chaque point dans une direction donnée.

30 6. Procédé selon la revendication 1, dans lequel lesdits trois points de référence comprennent un premier bras

portant deux points de référence et un second bras portant un troisième point de référence.

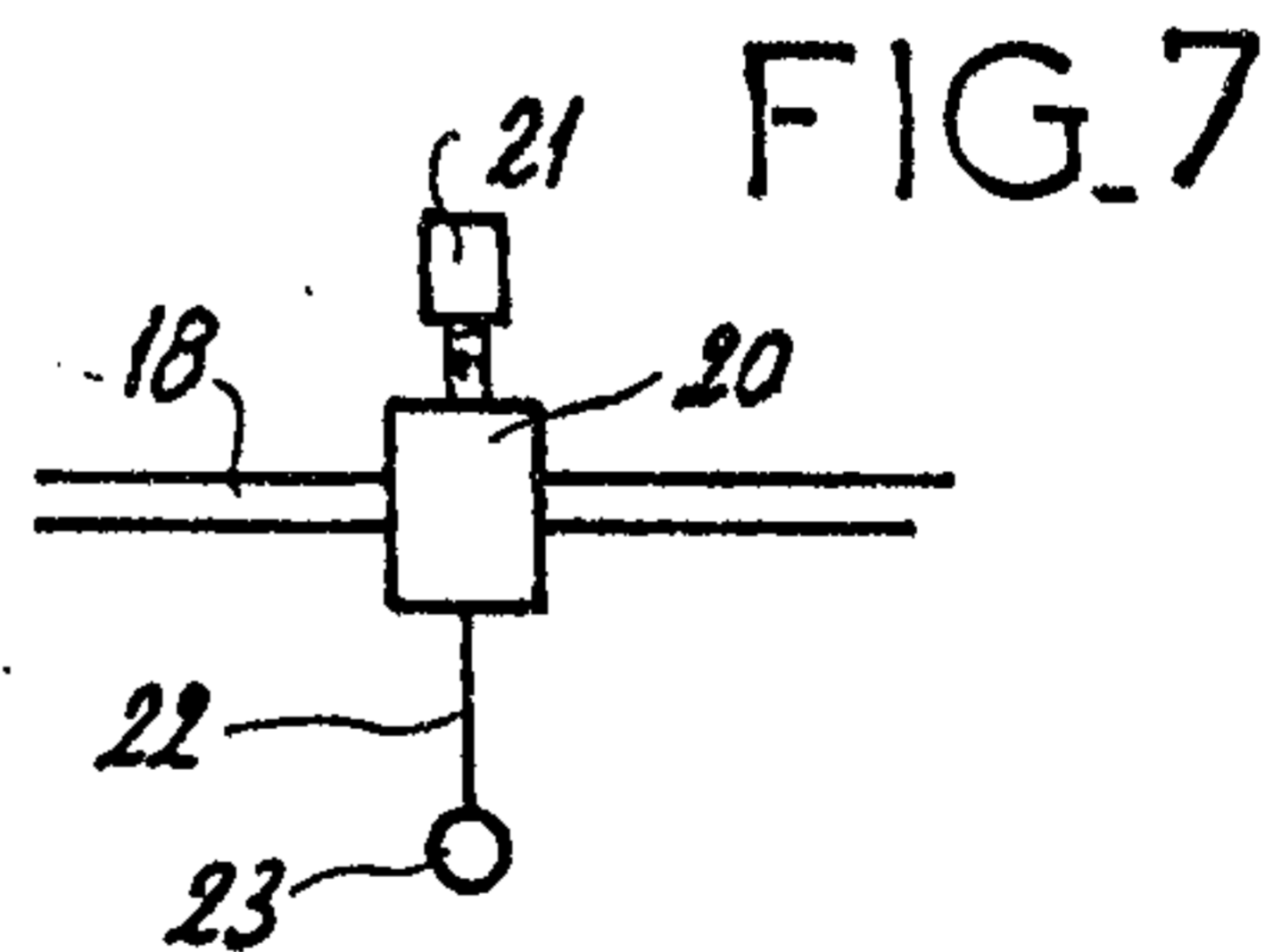
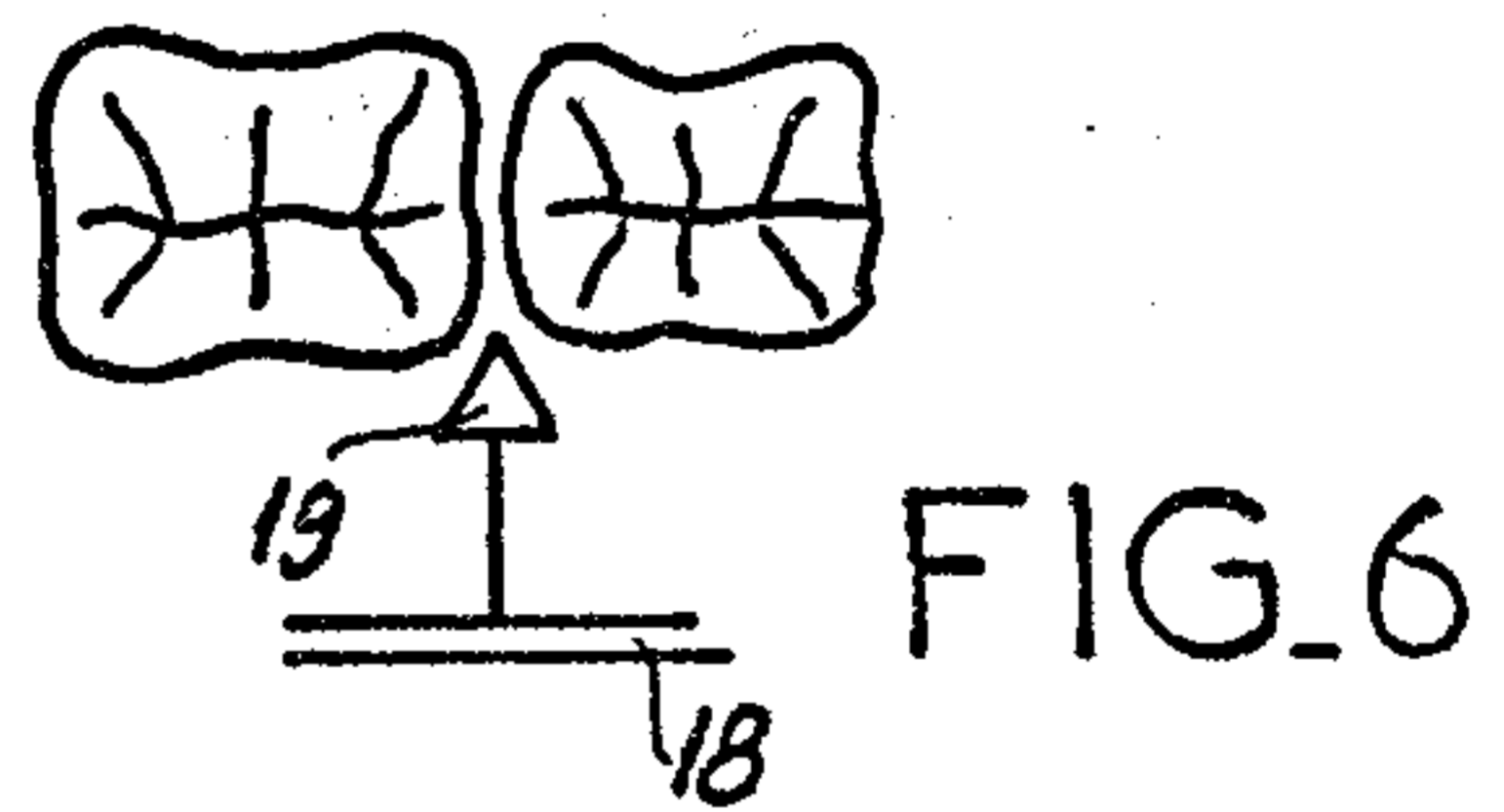
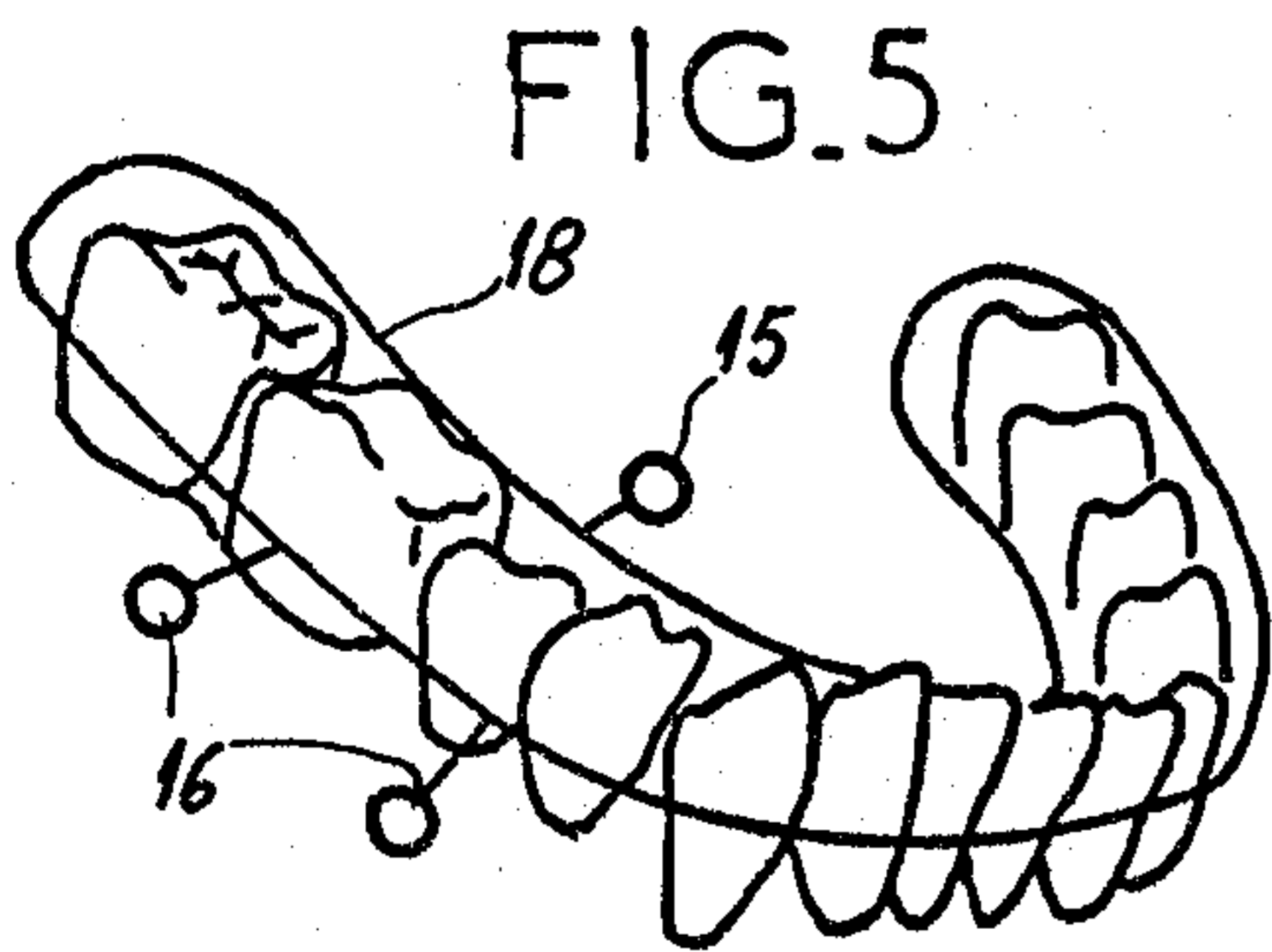
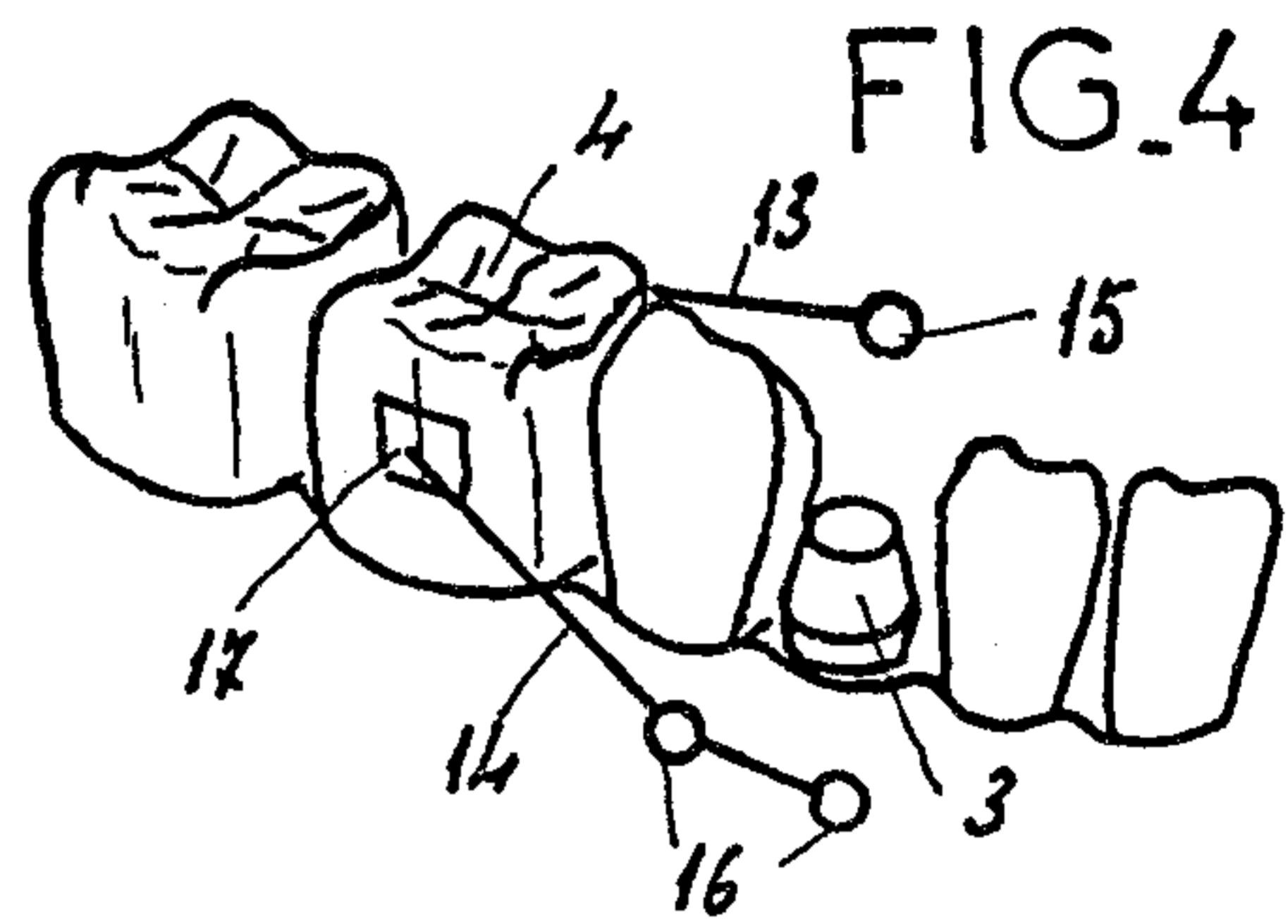
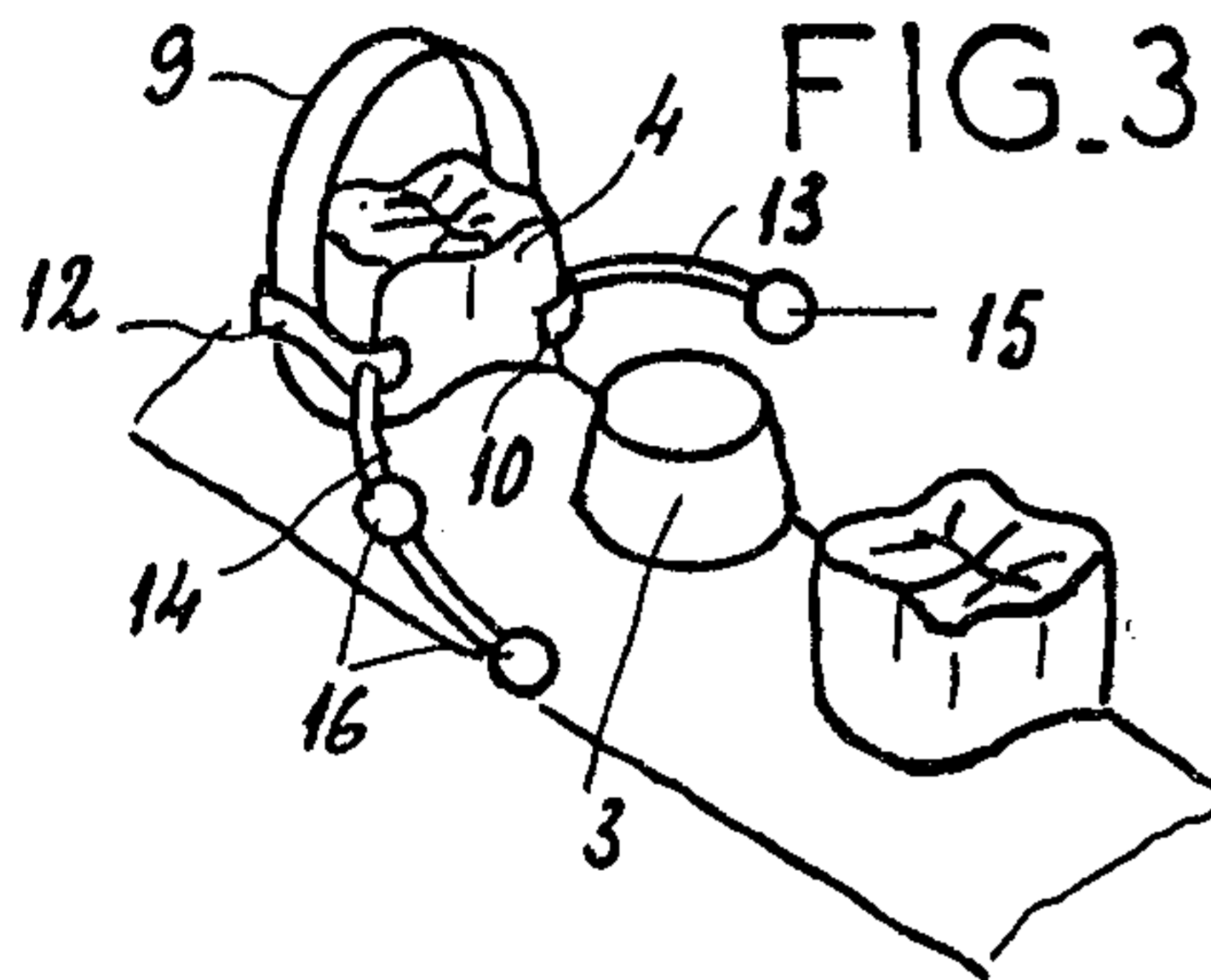
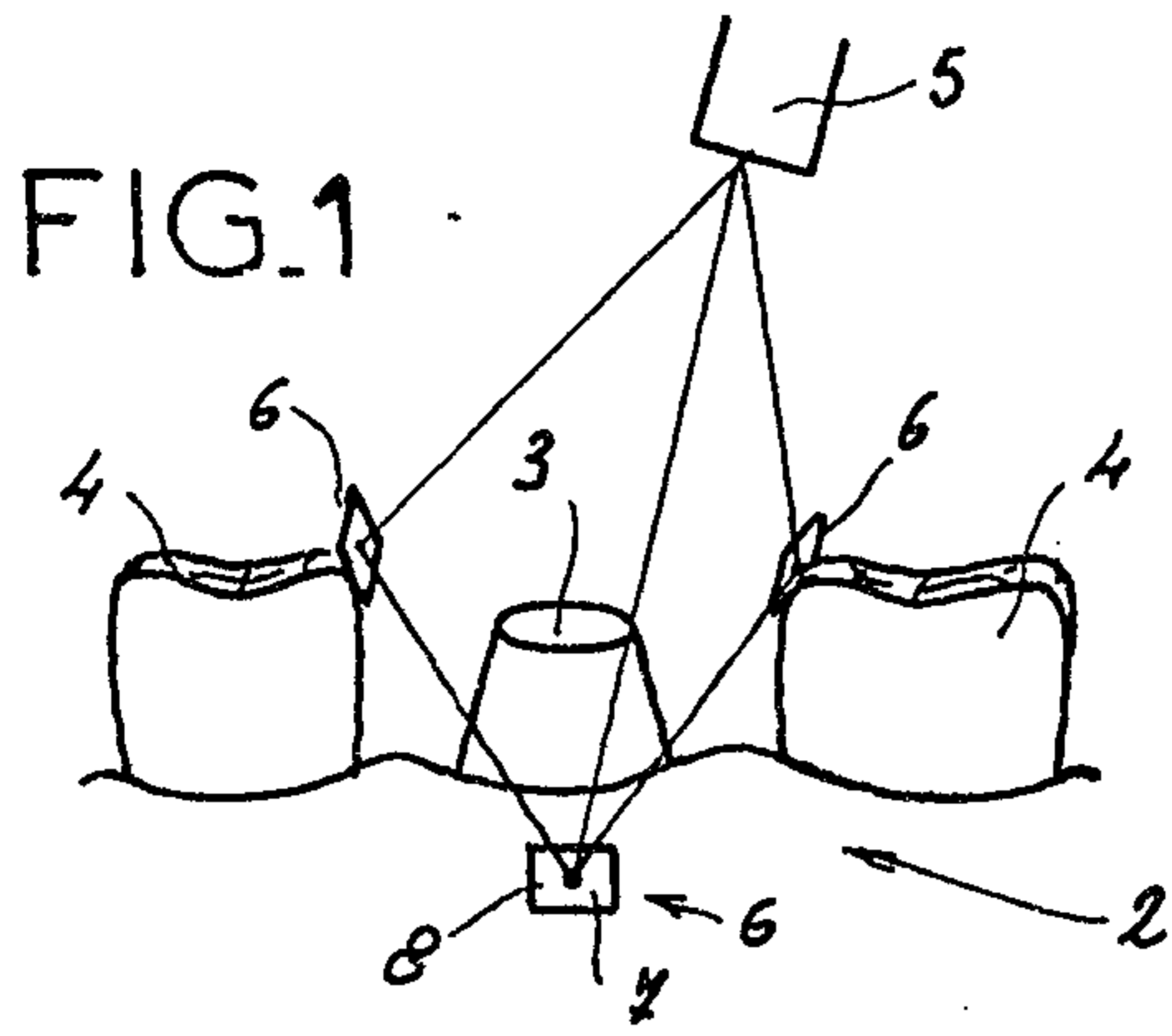
7. Procédé selon la revendication 1, comprenant en outre les étapes suivantes:

comparer des densités apparentes de points pour chaque vue à une valeur prédéterminée; et

omettre des images tridimensionnelles des zones ayant des densités apparentes plus basses que ladite valeur  
10 prédéterminée.

8. Procédé selon la revendication 1, dans lequel les trois points de référence sont disposés en périphérie dudit premier organe.

9. Procédé selon la revendication 1, dans lequel les images tridimensionnelles des organes sont vues par une caméra d'analyse déplaçable par rapport auxdits organes, un signal de sortie de ladite caméra d'analyse étant envoyé directement à un ordinateur.



*Mr. [Signature]*

Agents de Brevets.

FIG.8

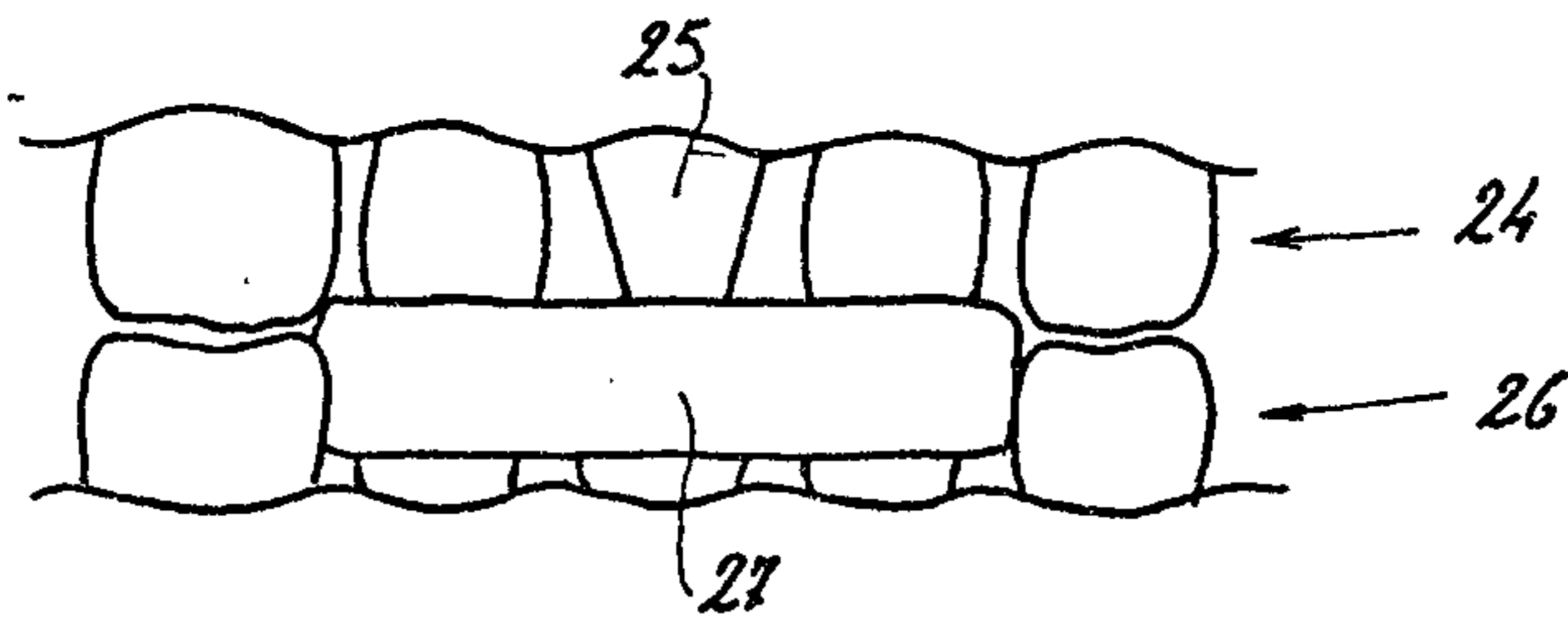


FIG.9

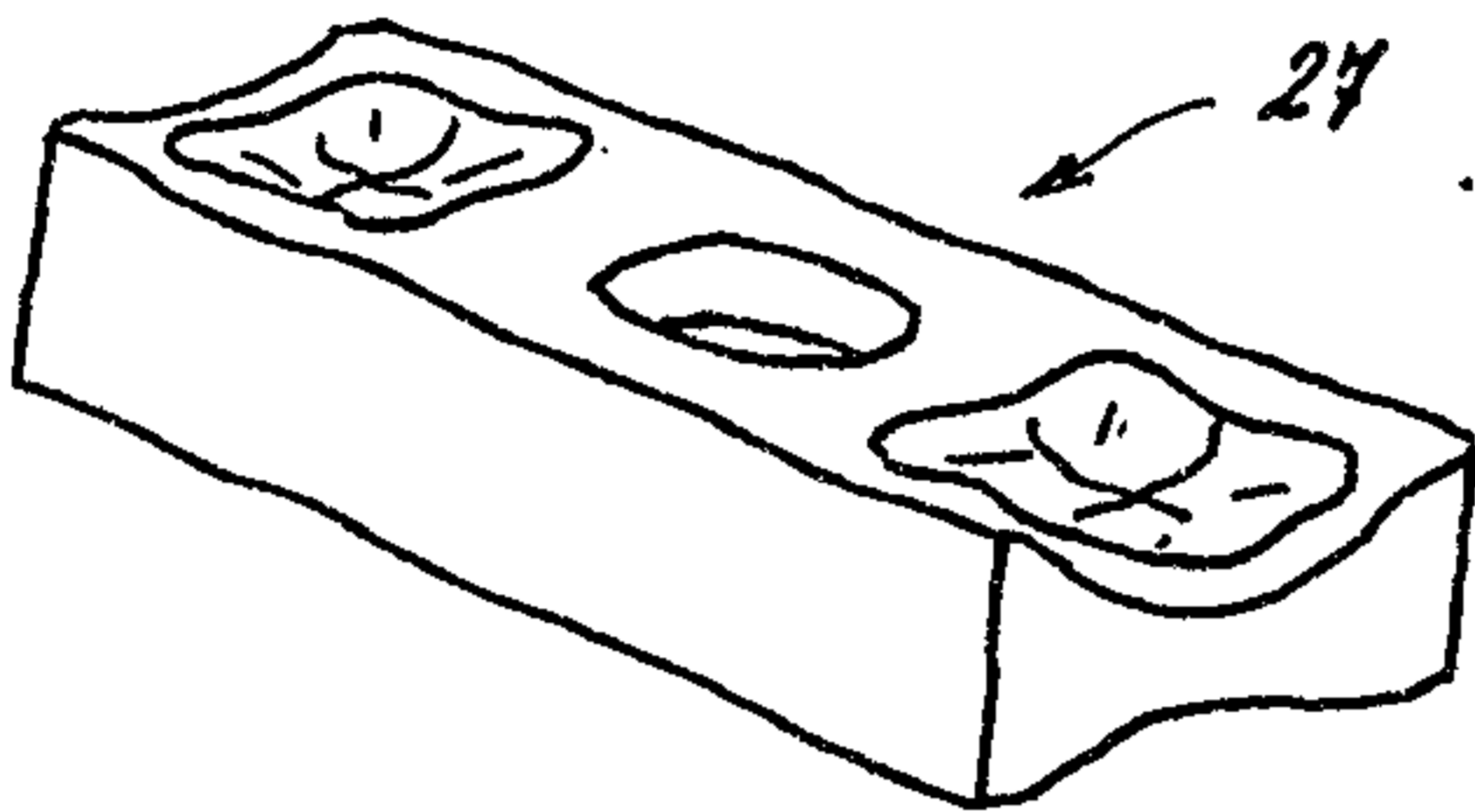


FIG.10

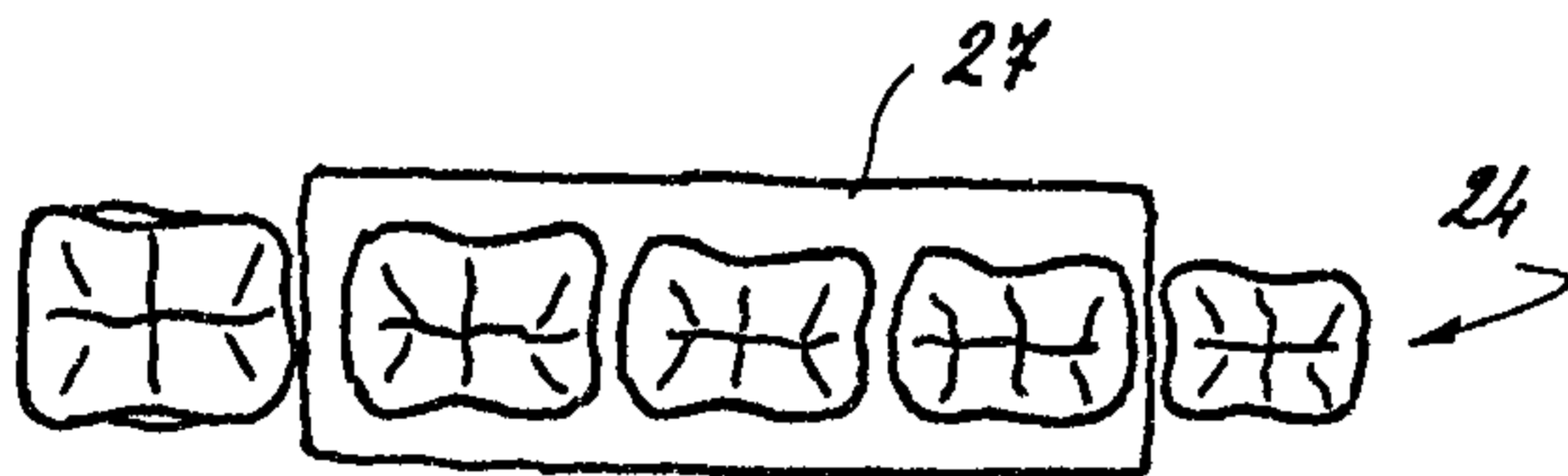


FIG.11

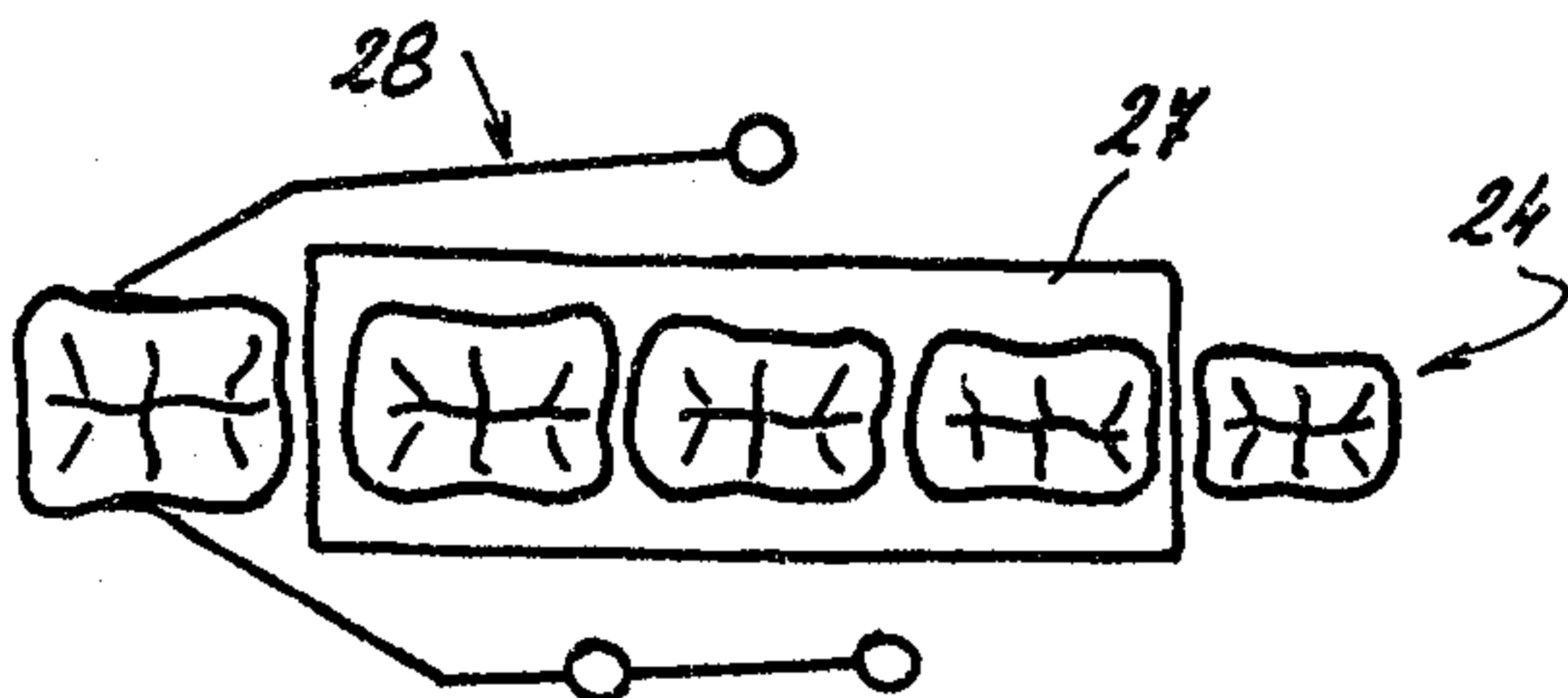


FIG.12

