

DOMANDA DI INVENZIONE NUMERO	102021000027989
Data Deposito	03/11/2021
Data Pubblicazione	03/05/2023

Classifiche IPC

Titolo

APPARATO E METODO PER L'ACQUISIZIONE DI UN IMPRONTA DENTALE MEDIANTE
SCANSIONE DIGITALE INTRAORALE

Descrizione dell'invenzione dal titolo:

"APPARATO E METODO PER L'ACQUISIZIONE DI UN IMPRONTA
DENTALE MEDIANTE SCANSIONE DIGITALE INTRAORALE"

a nome di:

- 5 - DIEGO CROVATO, residente in Via Genova, 55 - 35020
SAONARA (PD)
- GABRIELE ABRAMI, residente in Via Don Francesco
Maestrini, 32 - 25020 FLERO (BS)
- SERGIO GUIRAO CANO, residente in Bellmont Bloc D 2°2°
- 10 - L'ALDOSA, AD400 ANDORRA

Inventori: DIEGO CROVATO, GABRIELE ABRAMI, SERGIO GUIRAO
CANO

La presente invenzione riguarda un apparato e il
15 relativo metodo per acquisire un'impronta dentale
mediante una scansione digitale intraorale. Più in
dettaglio, l'invenzione concerne un apparato che
comprende un modello di riferimento con una geometria
nota e prestabilita da impiegare durante la scansione ed
20 un sistema informatico programmato per elaborare i dati
acquisiti durante la scansione in funzione dei dati
geometrici del modello di riferimento.

I restauri sotto forma di protesi dentarie possono
essere necessari per affrontare condizioni parzialmente o
25 totalmente edentule. Tradizionalmente, tali restauri sono

eseguiti ottenendo un'impronta delle aree interessate della bocca del paziente, sviluppando un modello in gesso dall'impronta e fabbricando un dispositivo protesico personalizzato sul modello in gesso.

5 L'impronta serve per rilevare le posizioni tridimensionali, nello spazio, ossia nella cavità orale del paziente, delle arcate, dei denti e degli impianti.

La presa dell'impronta è la fase più importante e critica per creare un modello "master", solitamente in
10 gesso dentale, ovvero la replica precisa dell'arcata dentale del paziente, comprendente le superfici dentali e le creste residue.

Tale modello è quindi utilizzato per la costruzione della protesi.

15 Poiché l'impianto di tipo osteointegrato presenta una elevata rigidità, la sua costruzione deve essere estremamente precisa poiché eventuali imprecisioni, in gergo "misfit", possono provocare complicanze di tipo biomeccanico con conseguenti effetti di tipo biologico,
20 ossia, in alcuni casi, la riduzione della durata del sistema impianto-protesi ovvero una sua precoce disosteointegrazione. Oltre a ciò tali imprecisioni geometriche e dimensionali spesso generano condizioni algiche per il paziente.

25 La tecnica tradizionale di rilievo delle impronte

prevede l'impiego di materiali elastici come l'alginato o materiali siliconici.

Pur consentendo di realizzare dei modelli accurati, tale procedura, oltre ad essere abbastanza invasiva e fastidiosa, crea disagio nel paziente e risulta laboriosa e dispendiosa in termini di tempo.

Per ovviare a tali inconvenienti, recentemente la scansione intraorale (IOS) è emersa come una tecnica di impronta dentale preferita per l'odontoiatria convenzionale e implantare. La tecnica tramite scansione intraorale in genere comporta l'utilizzo di uno scanner portatile dotato di sensori ottici per acquisire un set di dati tridimensionale dell'area di interesse. Il set di dati risultante può essere utilizzato per costruire un modello per la preparazione di protesi specifiche per il paziente. Un esempio di utilizzo di tali set di dati per costruire un modello è descritto in US 2011/183289 A1.

L'uso di tali tecnologie digitali ha permesso una riduzione dei tempi di rilievo, di attesa del paziente e di realizzazione della protesi finale, oltre ad eliminare il costo del materiale per l'impronta. L'obiettivo finale atteso è di poter lavorare esclusivamente su modelli digitali (virtuali), prima della realizzazione finale delle corone protesiche o degli impianti protesici per il paziente, e di poter costruire tali protesi con una

accuratezza tale da non richiedere ulteriori interventi di modifica sul paziente, limitando quindi la variabilità introdotta dall'operatore e i conseguenti errori umani.

Le fasi realizzative includono la digitalizzazione sia della posizione implantare sia dell'arcata opposta "antagonista", il disegno CAD della protesi e la sua realizzazione.

Oggi questi sistemi presentano tuttavia ancora dei limiti di precisione ed accuratezza per ottenere un'impronta digitale e un modello sufficientemente precisi.

Alcuni apparati noti comprendono anche dei metodi di ottimizzazione dei dati ottenuti dallo scanner intraorale, come ad esempio quelli descritti in US 9198627 B2 e WO 2020197116 A1.

Anche con tali apparati, sebbene l'accuratezza si sia dimostrata sufficiente precisa ed efficiente per i restauri di denti singoli o brevi segmenti di denti, è invece spesso controindicata per la scansione di segmenti edentuli più ampi o addirittura in presenza di una edentulia totale.

Lo scanner intraorale, infatti, è fornito di una finestra ottica di dimensioni limitate; per effettuare una scansione dell'intera arcata e quindi necessario elaborare più immagini acquisite in sequenza con un

software programmato per "unire" dette immagini acquisite non simultaneamente.

Le immagini tridimensionali fornite dallo scanner intraorale presentano tuttavia alcune distorsioni geometriche tra quanto ricostruito e le posizioni e forme reali delle arcate dentarie. Tali errori, inoltre, non sono uniformi, ma variano a seconda della sezione dentale elaborata.

Ciò comporta quindi, spesso, delle difformità dell'impronta digitale ottenuta rispetto alla forma reale le quali richiedono degli adattamenti, talvolta complessi, della protesi ottenuta dall'impronta digitale o comunque dell'impianto sul paziente.

In questo contesto, è scopo della presente invenzione proporre un apparato e un metodo per acquisire un'impronta digitale mediante scansione intraorale che superi gli inconvenienti della tecnica nota.

In particolare, è scopo della presente invenzione mettere a disposizione un apparato e un metodo che permettano di migliorare l'accuratezza e la precisione della scansione intraorale nota per consentire una scansione affidabile dell'intera arcata dentale.

In particolare, è scopo dell'invenzione mettere a punto un apparato e un metodo che permettano di ridurre in modo significativo gli errori di deformazione durante

la fase di elaborazione (sovrapposizione) delle varie immagini acquisite dallo scanner intraorale.

Un altro scopo della presente invenzione è di mettere a disposizione un apparato che possa essere impiegato per
5 scansioni extraorali con una qualità comparabile a quella fornita da uno scanner da laboratorio.

Questi ed altri scopi sono raggiunti da un apparato conforme alla rivendicazione 1. I succitati scopi sono ottenuti inoltre con un metodo conforme alla
10 rivendicazione 10.

Nel dettaglio, l'invenzione riguarda un apparato per acquisire un'impronta dentale mediante scansione digitale intraorale, dove l'apparato è configurato per produrre un set di dati rappresentativi della scansione dell'arcata
15 dentale. Secondo l'invenzione, detto apparato comprende:

- un'unità di controllo;
- uno scanner intraorale collegato all'unità di controllo; e
- un dispositivo di riferimento da fissare all'arcata
20 dentale del paziente.

Secondo un primo aspetto dell'invenzione, detto dispositivo di riferimento comprende un elemento di supporto che include almeno una porzione incurvata atta a essere disposta all'interno o all'esterna della o sulla
25 arcata dentale, ossia almeno nella zona vestibolare o

nella cavità buccale se il dispositivo è posto nella bocca di un paziente.

Detta porzione incurvata, preferibilmente, ha una forma ad arco con un profilo simile a quello dell'arcata dentale e ha una dimensione tale da poter essere
5 posizionato nella zona vestibolare o nella cavità buccale a ridosso dell'arcata dentale.

Secondo una variante preferita, detto elemento di supporto comprende una prima porzione ad arco, detta
10 anche porzione esterna, da posizionare nella zona vestibolare, e una seconda porzione ad arco, detta anche porzione interna, da collocare nella cavità buccale. Le due porzioni prima e seconda sono preferibilmente unite formando un unico elemento con un profilo chiuso (ad
15 anello) che circonda l'intera arcata dentale.

L'elemento di supporto è realizzato in un materiale rigido, tipicamente in metallo, preferibilmente in titanio medicale o acciaio medicale, o, eventualmente, in resina altri polimeri o materiali non metallici di
20 adeguata resistenza meccanica.

Secondo una variante preferita, le porzioni interna ed esterna dell'elemento di supporto comprendono una barretta incurvata con una sezione di forma sostanzialmente rettangolare o quadrata, eventualmente
25 con gli spigoli smussati o raccordati, oppure circolare o

semicircolare.

La base, l'altezza o il diametro massimo della sezione hanno una dimensione preferibilmente compresa fra 2 mm e 10 mm, più preferibilmente fra 3 mm e 8 mm. Più in generale la sezione della barretta ha una superficie compresa fra 5 mm² e 40 mm².

Tali dimensioni consentono all'elemento di supporto di avere una resistenza meccanica, quindi una rigidità, sufficiente a impedire che esso si deformi quando è fissato alle arcate dentali del paziente, e allo stesso tempo che possa essere posizionato nella zona vestibolare e/o nella zona linguale senza provocare eccessivo fastidio al paziente.

Secondo l'invenzione, il dispositivo di riferimento comprende inoltre degli elementi di riferimento tridimensionali fissati all'elemento di supporto.

Detti elementi di riferimento sono preferibilmente sporgenti, nella stessa direzione, da una superficie dell'elemento supporto.

Secondo l'invenzione, detti elementi di riferimento hanno preferibilmente una forma assialsimmetrica con un asse di riferimento come ad esempio cilindri, coni, tronchi di cono, sfere o calotte sferiche.

Detti elementi di riferimento possono avere tutti la medesima altezza o, preferibilmente, altezze diverse.

Questa caratteristica permette di compensare meglio gli errori dimensionali nella direzione verticale.

Secondo un aspetto dell'invenzione, detti elementi di riferimento sono preferibilmente fissati all'elemento di supporto in maniera che i rispettivi assi di riferimento
5 siano tutti paralleli fra loro.

Secondo un altro aspetto dell'invenzione, gli elementi di riferimento possono essere forniti di segni grafici che consentono una migliore identificazione di
10 loro parametri geometrici, come sarà descritto meglio nel prosieguo. Detti segni grafici possono comprendere ad esempio dei disegni colorati (bianchi, neri, rossi) come dei target o dei cerchi concentrici, posti sulla superficie laterale o, preferibilmente, sulla sommità
15 degli elementi.

Eventualmente anche l'elemento di supporto, può essere provvisto di detti segni grafici o similari.

Secondo un altro aspetto dell'invenzione, il dispositivo di riferimento può presentare nel complesso
20 un asse di simmetria.

Secondo un altro aspetto dell'invenzione, il dispositivo di riferimento comprende un elemento di fissaggio che permette di fissare il dispositivo di riferimento all'arcata dentale.

25 Secondo una variante, detto elemento di fissaggio può

comprendere una piastrina, accoppiabile in modo mobile all'elemento di supporto. Nella suddetta piastrina sono ricavabili delle aperture che consentono di alloggiarvi gli elementi di fissaggio dell'impianto dentale, c.d. scanabutments, quando il dispositivo di riferimento è sistemato nella bocca del paziente.

La piastrina è preferibilmente fissata a detti scanabutments mediante un prodotto adesivo dentale idoneo.

La piastrina è preferibilmente realizzata in un materiale polimerico rigido ma che può essere facilmente forato o fratturato per creare le summenzionate aperture.

Secondo un'altra variante, il dispositivo di riferimento è provvisto di mezzi di fissaggio che comprendono dei braccetti snodati una cui estremità è collegata all'elemento di supporto e la cui estremità distale è fissabile a uno scanabutment dell'impianto dentale.

Nella variante in cui l'elemento di supporto è fissato all'arcata dentale, esso è in genere realizzato su misura per uno specifico paziente. Tale variante risulta più pratica quando l'arcata presenta un numero elevato di scanabutments.

L'elemento di supporto secondo tale variante, è preferibilmente realizzato tramite lavorazione di un

supporto in resina o in metallo, la cui forma è ottenuta a partire dai dati di una scansione tridimensionale.

Tipicamente l'elementi di supporto è conformato per presentare delle sedi o fori in corrispondenza dei denti e degli scanabutments presenti sull'arcata.

Secondo un possibile modo di realizzazione, l'elemento di supporto personalizzato è realizzato a partire da un disegno tecnico digitale.

Secondo un'altra variante, detto elemento di supporto personalizzato può comprendere una pluralità di elementi anulari agganciabili tra loro che possono essere applicati agli scanabutments. Detti anelli sono preferibilmente collegati in modo articolato così da poter essere orientati per seguire l'esatta inclinazione degli scanabutments.

Secondo il metodo della presente invenzione, ciascun dispositivo di riferimento è associato a un set di dati geometrici di riferimento rappresentativi della sua forma, ovvero della sua immagine tridimensionale, i quali sono impiegati come dati di calibrazione. Detti dati geometrici di riferimento corrispondono in genere a una scansione tridimensionale del dispositivo di riferimento.

Tipicamente i dati geometrici di riferimento sono calcolati da un software nel quale è implementato l'algoritmo oggetto della presente invenzione, elaborando

la scansione digitale ottenuta tramite uno scanner da laboratorio o altri dispositivi di equivalente precisione. Detti dati geometrici di riferimento sono utilizzati dall'unità di controllo dell'apparato.

5 I dati geometrici di riferimento sono forniti come ingresso all'unità di controllo dell'apparato.

Secondo l'invenzione, detta unità di controllo è configurata per ricevere i dati acquisiti dalla scansione intraorale, mediante scanner intraorale, rappresentativi
10 di una immagine tridimensionale dell'arcata dentale e del dispositivo di riferimento ad essa applicato e per elaborare (o correggere) i suddetti dati acquisiti sulla base dei dati geometrici di riferimento.

In pratica, durante la fase di scansione, lo scanner
15 intraorale acquisisce contemporaneamente i dati relativi sia alla forma del dispositivo di riferimento sia alla forma dell'arcata dentale del paziente (o del modello, nel caso di scansione extraorale).

Il metodo secondo la presente nell'invenzione,
20 prevede quindi di determinare i fattori di distorsione tra l'immagine attesa del dispositivo di riferimento e quella realmente acquisita con lo scanner intraorale.

Tali fattori vengono utilizzati nel processo di correzione e ottimizzazione per definire dei fattori di
25 correzione da applicare alle successive acquisizioni

delle arcate dentali per ottenerne una reale e corretta rappresentazione.

Più nel dettaglio, il metodo della presente invenzione prevede di associare ciascun punto P del set di dati acquisiti a una coordinata (r, θ, z) rispetto all'origine di un sistema di riferimento (X, Y, Z) solidale con il dispositivo di riferimento.

Secondo l'invenzione, il metodo prevede di correggere la posizione di ciascun punto P del set di dati acquisiti in funzione di uno o più parametri calcolati sulla base della differenza fra la posizione di almeno un punto identificativo di ciascun elemento di riferimento nel set di dati geometrici di riferimento e la posizione di detto punto identificativo nel set di dati acquisiti.

Detto almeno un punto identificativo di ciascun elemento di riferimento può essere, ad esempio, il punto di intersezione dell'asse di riferimento con la superficie superiore.

Secondo un modo di realizzazione preferito, il punto di origine del sistema di riferimento (X, Y, Z) è posizionato in un punto intermedio tra due elementi di riferimento collocati nella zona posteriore dell'elemento di supporto e disposti simmetricamente rispetto all'asse di simmetria del dispositivo. Nel dettaglio, l'asse X è orientato lungo la direzione congiungente gli assi di

rotazione di detti elementi di riferimento posteriori, l'asse Y, coincidente con l'asse di simmetria, si estende fra il punto di origine e un elemento di riferimento centrale nella parte anteriore del dispositivo di riferimento e l'asse Z (ottenuto per definizione di un sistema di riferimento destrorso) è parallelo agli assi di rotazione degli elementi di riferimento.

Ulteriori caratteristiche e vantaggi della presente invenzione appariranno maggiormente chiari dalla descrizione di un esempio di realizzazione preferito, ma non esclusivo, come illustrato nelle figure allegate in cui:

- la figura 1 è una vista prospettica dall'alto di un dispositivo di riferimento secondo una forma di realizzazione della presente invenzione;
- la figura 2 è una vista in pianta dal lato superiore del dispositivo di riferimento della figura 1;
- la figura 3 è una vista in pianta dal lato inferiore del dispositivo di riferimento della figura 1;
- la figura 4 è una vista prospettica di un elemento di fissaggio del dispositivo di riferimento della figura 1;
- la figura 5 è una vista prospettica del dispositivo di riferimento della figura 1 accoppiato all'elemento di fissaggio della figura 2;

- la figura 6 è una vista prospettica esplosa del dispositivo di riferimento della figura 1 durante il fissaggio a una arcata dentale;
- la figura 7 è una vista prospettica del dispositivo di riferimento della figura 1 fissato a una arcata dentale;
- la figura 8a è una vista prospettica del dispositivo di riferimento secondo un'altra forma di realizzazione dell'invenzione;
- le figure 8b e 8c sono viste di dettagli del dispositivo di riferimento della figura 8a;
- la figura 9 è una vista prospettica del dispositivo di riferimento secondo un'ulteriore forma di realizzazione della presente invenzione;
- la figura 10 è una vista prospettica del dispositivo di riferimento della figura 9 applicato a una arcata dentale;
- le figure 11 e 12 sono viste prospettiche del dispositivo di riferimento secondo un'ulteriore forma di realizzazione della presente invenzione;
- la figura 13 è una vista prospettica del dispositivo di riferimento della figura 12 applicato a una arcata dentale;
- le figure da 14 a 18 sono rappresentazioni schematiche di alcune fasi di processo dei dati

della scansione intraorale secondo il metodo della presente invenzione;

- la figura 19 è la rappresentazione di uno schema di flusso rappresentativo degli step dell'acquisizione dell'impronta dentale con l'apparato e il metodo della presente invenzione.

Con riferimento alle figure allegate, con il numero 1 è indicato nel complesso un dispositivo di riferimento da applicare all'arcata dentale di un paziente per eseguire una scansione intraorale con uno scanner intraorale di tipo noto.

Secondo la forma di realizzazione delle figure da 1 a 8, il dispositivo di riferimento 1 comprende un elemento di supporto 10 al quale sono fissati una pluralità di elementi di riferimento 20.

L'elemento di supporto comprende una prima porzione esterna 11 e una seconda porzione interna 12. Dette porzioni esterna 11 ed interna 12 hanno entrambe una forma sostanzialmente ad arco e sono disposte con le rispettive convessità rivolte nella stessa direzione.

Come detto sopra, la porzione esterna 11 è atta a essere posta nella zona vestibolare mentre la porzione interna 12 è atta a essere posta nella cavità buccale, sostanzialmente sopra la lingua.

Le estremità dei bracci delle rispettive porzioni

esterna e interna comprendono un prolungamento curvo 13 che funge da elemento di collegamento che rende solidali dette porzioni.

L'elemento di supporto 10 assume quindi nel complesso una forma chiusa di un profilo curvo chiuso. Lo spazio 14 fra le due porzioni esterna 11 e interna 12 permette al dispositivo di riferimento 1 di circondare l'arcata dentale quando è in uso, ossia quando posto nella bocca del paziente per effettuare la scansione intraorale o quando è fissato a un modello, per effettuare una scansione extraorale, come illustrato meglio nel prosieguo.

Secondo una variante preferita, l'elemento di supporto 10 è realizzato in un unico pezzo in metallo, preferibilmente in titanio medicale o acciaio medicale.

Più in dettaglio, il corpo dell'elemento di supporto 10 ha la forma di una barretta incurvata che comprende la prima porzione esterna 11, la seconda porzione interna 12. Detta barretta presenta una sezione di forma poligonale con un lato principale rettilineo che forma una superficie di supporto 16 per tutti gli elementi di riferimento 20.

Nella parte anteriore, l'elemento di supporto 10 è provvisto di una linguetta di presa 15 che consente una più agevole manipolazione del dispositivo di riferimento

durante le operazioni di fissaggio all'arcata dentale. Detta linguetta 15 è preferibilmente realizzata di pezzo con la porzione esterna 11.

5 Secondo l'invenzione gli elementi di riferimento 20 del dispositivo di riferimento 1 sporgono dalla superficie di supporto 16 dell'elemento di supporto 10.

Nella variante illustrata nelle figure, detti elementi di riferimento comprendono dei cilindri e dei tronchi di cono con altezze differenti fra loro, ossia le cui
10 superfici superiori 21 sono poste a distanza diverse dalla superficie di supporto 16.

Detti elementi di riferimento 20 possono essere di pezzo (monolitici) con l'elemento di supporto 10 o, preferibilmente, fissati a quest'ultimo mediante
15 incastri, mezzi a vite o mezzi equivalenti.

Detti elementi di riferimento sono preferibilmente disposti con i rispettivi assi tutti paralleli fra loro e perpendicolari alla superficie di supporto 16 dell'elemento di supporto 10.

20 Come accennato sopra, alcuni di detti elementi di riferimento 20 possono essere impiegati per determinare la posizione degli assi (X, Y, Z) del sistema di riferimento del dispositivo.

Nella figura 4 è illustrato un elemento di fissaggio
25 30 impiegato per consentire il fissaggio del dispositivo

di riferimento 1 all'arcata dentale.

Detto elemento di fissaggio comprende una piastrina 31
avente una forma con un perimetro sostanzialmente uguale
a quella del dispositivo di riferimento 1, in particolare
5 alla forma della barretta incurvata che forma le porzioni
esterna 11, interna 12, e gli elementi di collegamento
13.

Detto elemento di fissaggio 30 comprende inoltre delle
linguette elastiche 32 atte ad accoppiarsi a scatto con
10 il profilo dell'elemento di supporto 10. In questo modo,
l'elemento di fissaggio 30 è fissabile al lato inferiore
dell'elemento di supporto come mostrato nella figura 5.

La piastrina 31 è realizzata in un materiale
polimerico scelto preferibilmente fra Polipropilene e
15 resine SG e PP.

Lo spessore della piastrina 31 è preferibilmente
compreso fra 1 mm e 3 mm.

In questo modo detto elemento di fissaggio 30
presenta una rigidità sufficiente a mantenere stabile il
20 dispositivo di riferimento 1 rispetto all'arcata dentale
ma, allo stesso tempo, ha una resistenza meccanica
limitata che ne consente la frattura o la foratura
applicando una pressione modesta con un utensile
appuntito o simili.

25 Difatti, secondo il metodo della presente invenzione,

per sistemare l'elemento di fissaggio 30 sull'arcata dentale, sono realizzate delle aperture nella piastrina 31, mediante rottura del materiale della piastrina 31, in corrispondenza degli scanabutments P dell'impianto dentale, le quali aperture permettono agli scanabutments di sporgere dalla superficie di detta piastrina 31 così da poter essere rilevati dalla scansione intraorale insieme agli elementi di riferimento 20 del dispositivo di riferimento 1, come mostrato nella figura 7.

Per fissare l'elemento di fissaggio, e quindi il dispositivo di riferimento 1, all'arcata dentale sono impiegati appositi materiali adesivi, come ad esempio resine composite duali, applicati in corrispondenza delle aperture nella piastrina e degli scanabutments dell'impianto dentale.

Nelle figure da 8a a 8c è illustrato il dispositivo di riferimento 1 secondo un'altra forma di realizzazione dell'invenzione. Secondo questa variante, il dispositivo 1 è provvisto di mezzi di fissaggio 40 comprendenti dei braccetti snodati 41 una cui estremità è collegata all'elemento di supporto 10 e la cui estremità distale è fissabile agli scanabutments P dell'impianto dentale, ad esempio mediante un collarino 44 o similari. Detti braccetti 41 comprendono preferibilmente due o più porzioni 42 unite da mezzi a cerniera 43, preferibilmente

di tipo bloccabile, che permettono di disporre il dispositivo di fissaggio 1 nella posizione più corretta e comoda per il paziente a prescindere dalla posizione degli scanabutments P.

5 Una volta regolata la posizione, i mezzi a cerniera 43 possono essere bloccati così da mantenere stabile la posizione del dispositivo di riferimento 1 rispetto all'arcata dentale durante la scansione intraorale.

10 Nelle figure 9 e 10 è illustrato il dispositivo di riferimento 1 secondo un'altra forma di realizzazione dell'invenzione. Secondo tale variante l'elemento di supporto 10 comprende solo una porzione 11 incurvata ad arco atta a essere posizionata nella zona vestibolare della bocca, o comunque esternamente all'arcata dentale.

15 Anche in questa variante, sull'elemento di supporto 10 sono fissati degli elementi di riferimento 20 di forma cilindrica e tronco-conica che sporgono dalla superficie di supporto 16.

20 Tale variante è particolarmente vantaggiosa per ottenere impronte dentali, mediante scansioni intraorali, di pazienti che necessitano di riabilitazione ortodontica. In questo caso la presenza di un'arcata senza beanze dentali, limita lo spazio disponibile per il posizionamento dell'elemento di supporto. Inoltre nelle

25 fasi avanzate del percorso riabilitativo, questa variante

può essere utilizzata per portatori di un apparecchio dentale (ortodontico) fisso, il quale potrebbe interferire con la porzione interna del dispositivo descritto nelle varianti delle figure da 1 a 8 o comunque
5 renderne difficoltoso il fissaggio sulla parte interna dell'arcata.

Secondo questa variante, il dispositivo di riferimento è preferibilmente fissato all'arcata dentale mediante i summenzionati prodotti adesivi.

10 Più nel dettaglio, per agevolare il fissaggio, l'elemento di supporto 10 è preferibilmente equipaggiato con delle staffette 17 che possono essere incollate ai denti del paziente. Dette staffette 17 sono preferibilmente collegate all'elemento di supporto 10
15 mediante una vite 17a e presentano una sede per detta vite 17a a forma di asola che ne permette la regolazione della posizione.

Nelle figure da 11 a 13 è illustrato il dispositivo di riferimento 1 secondo un'altra forma di
20 realizzazione dell'invenzione. Secondo tale variante l'elemento di supporto 10 è completamente personalizzato ossia è realizzato in funzione della geometria dell'arcata dentale del paziente e degli scanabutment presenti.

25 Nel dettaglio il supporto comprende un corpo arcuato

nel quale sono ricavate una pluralità di sedi cilindriche
18 atte ad alloggiare gli scanabutments P per mezzo dei
quali l'elemento di supporto è poi fissato mediante i
summenzionati prodotti adesivi, come mostrato nella
5 figura 13.

Gli elementi di riferimento 20 sono fissati
all'elemento di supporto 10 e sporgenti dalla superficie
di supporto 16, come nelle varianti descritte in
precedenza.

10 Secondo il metodo della presente invenzione, ogni
punto della scansione è preferibilmente associato a un
set di coordinate polari (r, θ, z) rispetto all'origine
del sistema di riferimento (X, Y, Z) .

Come accennato sopra, per compensare meglio le
15 variazioni nella dimensione verticale, gli elementi di
riferimento hanno preferibilmente almeno due altezze
diverse, con una differenza predeterminata Z_{TB} , e gli
elementi di altezza differente sono disposti in posizioni
alternate sull'elemento di supporto.

20 Pertanto, in corrispondenza di ogni elemento di
riferimento sono identificati due punti ad altezze
diverse.

Nel dettaglio, per gli elementi di riferimento di
altezza inferiore, sono identificati un punto inferiore,
25 all'intersezione dell'asse del proprio asse con il piano

superiore, e un punto superiore, sul prolungamento di detto asse ad un'altezza ottenuta sulla retta congiungente i punti identificati sui due elementi di riferimento più alti posti ai lati, come mostrato nella
5 figura 18.

Per gli elementi di riferimento più alti, il punto superiore è identificato all'intersezione del proprio asse con il piano superiore, mentre il punto inferiore è identificato su detto asse ad un'altezza ottenuta sulla
10 retta congiungente i punti superiori dei due elementi di riferimento più bassi posti ai lati dello stesso, come mostrato nella figura 15.

In questo modo si definisce una doppia sequenza di punti, una coppia per ogni elemento di riferimento, come
15 mostrato nella figura 16, e dal confronto di ognuno di questi punti nel set di dati di calibrazione del dispositivo di riferimento e nel set di dati acquisiti con la scansione intraorale si può calcolare la differenza:

$$20 \quad \Delta P_n = (\Delta r_n, \Delta \theta_n, \Delta z_n)$$

Ogni punto P della scansione intraorale verrà corretto applicando ad esso un ΔP che verrà calcolato a partire dai ΔP_n dei punti sugli elementi di riferimento.

25 Si identifichino con P_{Tn} i punti superiori e con P_{Bn} i

punti inferiori degli elementi di riferimento.

A partire dalla coordinata θ del punto si identificano le coppie di punti (P_{Ti}, P_{Bi}) , (P_{Tj}, P_{Bj}) per la prima porzione (o porzione esterna) e le coppie di
 5 punti (P_{Tk}, P_{Bk}) , (P_{Tl}, P_{Bl}) per la seconda porzione (o porzione interna), tali che $\theta_{Ti} \leq \theta < \theta_{Tj}$, $\theta_{Bi} \leq \theta < \theta_{Bj}$, $\theta_{Tk} \leq \theta < \theta_{Tl}$ e $\theta_{Bk} \leq \theta < \theta_{Bl}$.

Proiettando il raggio che unisce il punto P all'origine sul piano esterno generato da (P_{Ti}, P_{Bi}) , (P_{Tj}, P_{Bj}) e su quello interno generato da (P_{Tk}, P_{Bk}) , (P_{Tl}, P_{Bl})
 10 si ottengono 2 punti P_{ext} e P_{int} e si possono calcolare $\Delta P_{ext} = (\Delta r_{ext}, \Delta \theta_{ext}, \Delta z_{ext})$ e $\Delta P_{int} = (\Delta r_{int}, \Delta \theta_{int}, \Delta z_{int})$ come combinazione lineare dei ΔP_n dei punti generatori, dipendente dai fattori $(\theta - \theta_{Ti}) / (\theta_{Tj} - \theta_{Ti})$, $(\theta - \theta_{Bi}) / (\theta_{Bj} - \theta_{Bi})$, $(z - z_{Ti}) / (z_{Tj} - z_{Ti})$, $(z - z_{Bi}) / (z_{Bj} - z_{Bi})$.
 15

Considerando una sezione radiale il punto P può trovarsi all'esterno della porzione esterna 11 dell'elemento di supporto 10 ($r_{ext} < r$), compreso nello spazio tra le due porzioni interna 12 ed esterna 11 ($r_{ext} \leq r < r_{int}$) o all'interno della porzione interna 12 ($r \leq r_{int}$), come rappresentato in figura 14.
 20

Come illustrato dal grafico della figura 18, nel caso il punto sia all'esterno della porzione esterna 12, il ΔP da applicare a detto punto P sarà uguale a ΔP_{ext} .

25 Nel caso in cui il punto sia compreso tra le due

porzioni interna ed esterna, il ΔP da applicare al punto P sarà una combinazione lineare di ΔP_{ext} e ΔP_{int} dipendente dai fattori $(r-r_{int})/(r_{ext}-r_{int})$.

5 Nel caso in cui il punto P sia all'interno della porzione interna 12, il ΔP da applicare al punto P sarà uguale a ΔP_{int} ridotto del fattore (r/r_{int}) .

La correzione dell'errore calcolata secondo il metodo di correzione della presente invenzione può essere applicata alla scansione intraorale per ridurre gli
10 errori. In particolare, grazie al metodo della presente invenzione è possibile ovviare ai limiti intrinseci di uno scanner intraorale sopra descritti e ottenere dei modelli protesici accurati.

Secondo la presente invenzione, il dispositivo di
15 riferimento può essere impiegato per effettuare delle scansioni extraorali su dei modelli impiegando uno scanner intraorale.

Il principio di funzionamento dell'apparato e il relativo metodo sono gli stessi descritti sopra.

20 In questo modo, impiegando il dispositivo di riferimento e il metodo di correzione degli errori secondo la presente invenzione, è possibile ottenere dei modelli digitali con una precisione comparabile o molto simile a quella fornita dagli scanner da laboratorio.

RIVENDICAZIONI

1. Un apparato per acquisire un'impronta dentale mediante scansione digitale intraorale, dove detto apparato è configurato per produrre un set di dati rappresentativi di una immagine tridimensionale di almeno una porzione dell'arcata dentale, detto apparato comprendendo:

- un'unità di controllo;
- uno scanner intraorale collegato all'unità di controllo; e
- un dispositivo di riferimento (1) da fissare all'arcata dentale;

nel quale detto dispositivo di riferimento (1) comprende:

- un elemento di supporto (10) che include almeno una porzione (11, 12) incurvata atta a essere disposta all'interno o all'esterno rispetto all'arcata dentale o sull'arcata stessa;
- degli elementi di riferimento (20) tridimensionali fissati all'elemento di supporto (10) e sporgenti nella stessa direzione da una superficie di supporto (16) dell'elemento supporto (10) che giace su un piano comune;

e nel quale detta unità di controllo è configurata per ricevere il set di dati acquisiti dallo scanner rappresentativi di una immagine tridimensionale

dell'almeno una porzione dell'arcata dentale e del dispositivo di riferimento ad essa applicato e per elaborare il set di dati acquisiti in funzione di un set di dati geometrici di riferimento del dispositivo di riferimento (1) predeterminati e forniti come dati di ingresso all'unità di controllo.

2. L'apparato secondo la rivendicazione 1, nel quale l'elemento di supporto (10) comprende una prima porzione esterna (11) da posizionare esternamente all'arcata dentale, ossia nella zona vestibolare, e una seconda porzione interna (12), da posizionare internamente all'arcata dentale, ossia nella cavità buccale, dette porzioni prima e seconda avendo una forma sostanzialmente ad arco ed essendo unite fra loro formando un unico elemento con un profilo chiuso che può circondare l'intera arcata dentale.

3. L'apparato secondo la rivendicazione 1 o 2, nel quale detti elementi di riferimento (20) hanno una forma assialsimmetrica con un asse di riferimento e sono disposti sull'elemento di supporto (10) in maniera che i rispettivi assi di riferimento siano tutti paralleli fra loro.

4. L'apparato secondo la rivendicazione 3, nel quale detti elementi di riferimento (20) comprendono cilindri, coni, tronchi di cono, sfere o calotte sferiche.

5. L'apparato secondo una qualunque delle rivendicazioni precedenti, nel quale detti elementi di riferimento (20) comprendono una superficie superiore e hanno altezze differenti, ossia presentano una distanza differente fra detta superficie superiore e la superficie di supporto (16) dell'elemento di supporto (10).

6. L'apparato secondo una qualunque delle rivendicazioni precedenti, nel quale detto elemento di supporto (10) comprende una barretta incurvata con una sezione avente un'area compresa fra 5 mm² e 40 mm².

7. L'apparato secondo una qualunque delle rivendicazioni precedenti, nel quale il dispositivo di riferimento (1) comprende un elemento di fissaggio (30) atto a consentire il fissaggio del dispositivo di riferimento agli scanabutments (P) di un impianto dentale, detto elemento di fissaggio comprendendo una piastrina (31) accoppiabile in modo mobile all'elemento di supporto (10), detta piastrina (31) essendo realizzata in materiale polimerico rigido.

8. L'apparato secondo una qualunque delle rivendicazioni da 1 a 6, nel quale il dispositivo di riferimento (1) comprende un elemento dei mezzi di fissaggio (40) atti a consentire il fissaggio del dispositivo di riferimento agli scanabutments (P) di un impianto dentale, detti mezzi di fissaggio (40) comprendendo uno o più braccetti

snodati (41) una cui estremità è collegata all'elemento di supporto (10) e la cui estremità distale è fissabile a un perno (P) dell'impianto dentale.

5 9. L'apparato secondo una qualunque delle rivendicazioni precedenti, nel quale nel quale su detti elementi di riferimento, sull'elemento di supporto o su entrambi sono riportati dei segni grafici che consentono una migliore identificazione dei loro parametri geometrici, detti
10 segni grafici essendo scelti fra segni colorati, target o cerchi concentrici.

10. Un metodo per acquisire un'impronta dentale mediante scansione digitale intraorale, il quale metodo comprende almeno le seguenti fasi:

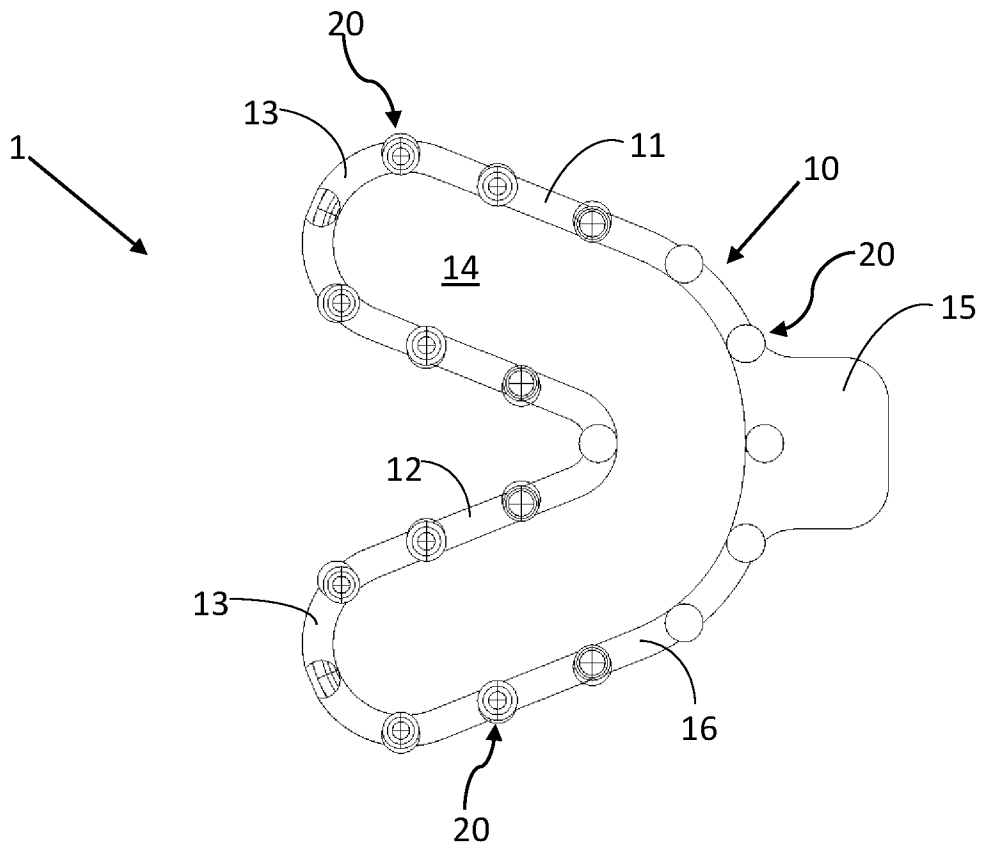
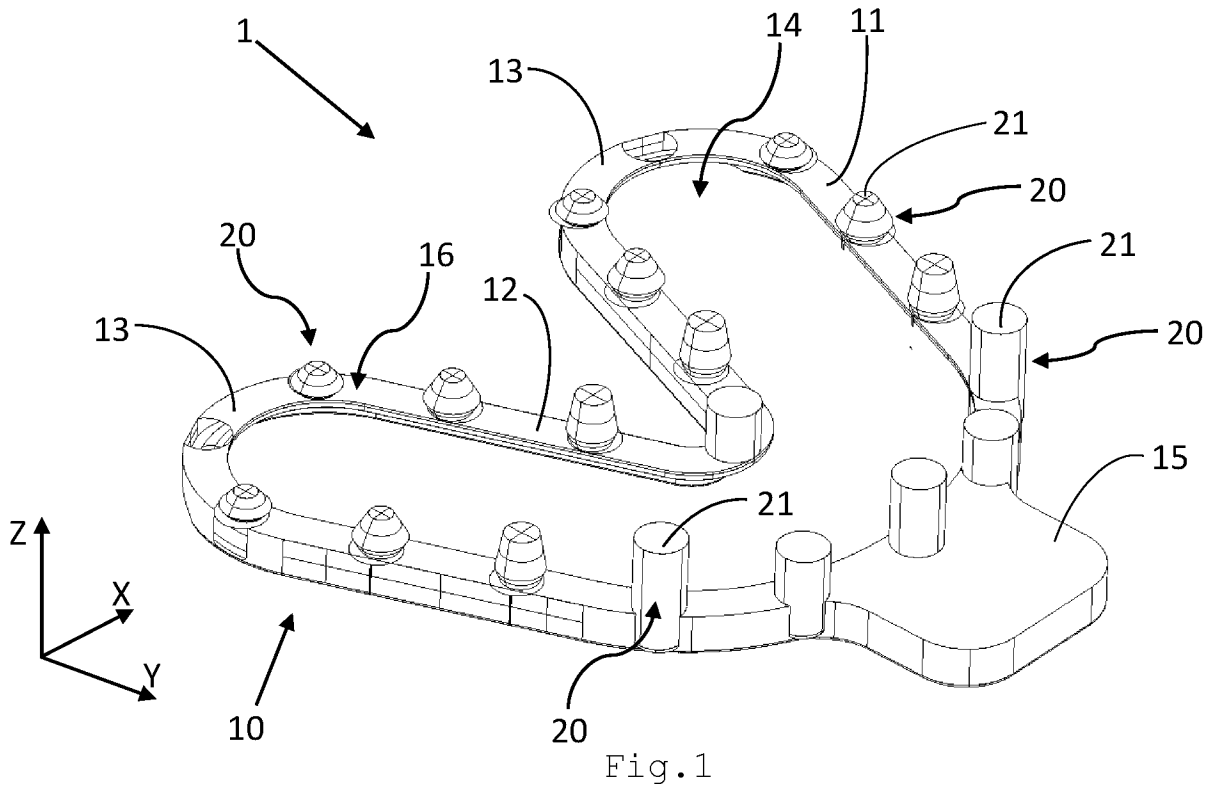
- 15 - predisporre un dispositivo di riferimento (1) comprendente:
- un elemento di supporto (10) che include almeno una porzione (11, 12) incurvata atta a essere disposta all'interno o all'esterno rispetto
20 all'arcata dentale;
 - degli elementi di riferimento (20) tridimensionali fissati all'elemento di supporto (10) e sporgenti nella stessa direzione da una superficie di supporto (16) dell'elemento
25 supporto (10) che giace su un piano comune;
 - fissare detto dispositivo di riferimento (1)

all'arcata dentale;

- eseguire una scansione di almeno una porzione dell'arcata dentale mediante uno scanner intraorale per produrre un set di dati rappresentativi di una immagine tridimensionale dell'almeno una porzione dell'arcata dentale e del dispositivo di riferimento (1);

- calcolare, sulla base del set di dati acquisiti con lo scanner intraorale e di un set di dati geometrici di riferimento del dispositivo di riferimento (1), un set di dati corretti rappresentativi dell'immagine tridimensionale dell'almeno una porzione dell'arcata dentale.

11. Il metodo secondo la rivendicazione 10, nel quale il set di dati acquisiti con lo scanner intraorale comprende una pluralità di punti (P) associati a coordinate (r, θ , z) rispetto all'origine di un sistema di riferimento (X, Y, Z) solidale con il dispositivo di riferimento (1) e nel quale la posizione di ciascun punto (P) del set di dati acquisito è corretta in funzione di un parametro calcolato sulla base della differenza fra la posizione di almeno un punto identificativo di ciascun elemento di riferimento nel set di dati geometrici di riferimento e la posizione di detto punto identificativo nel set di dati acquisiti.



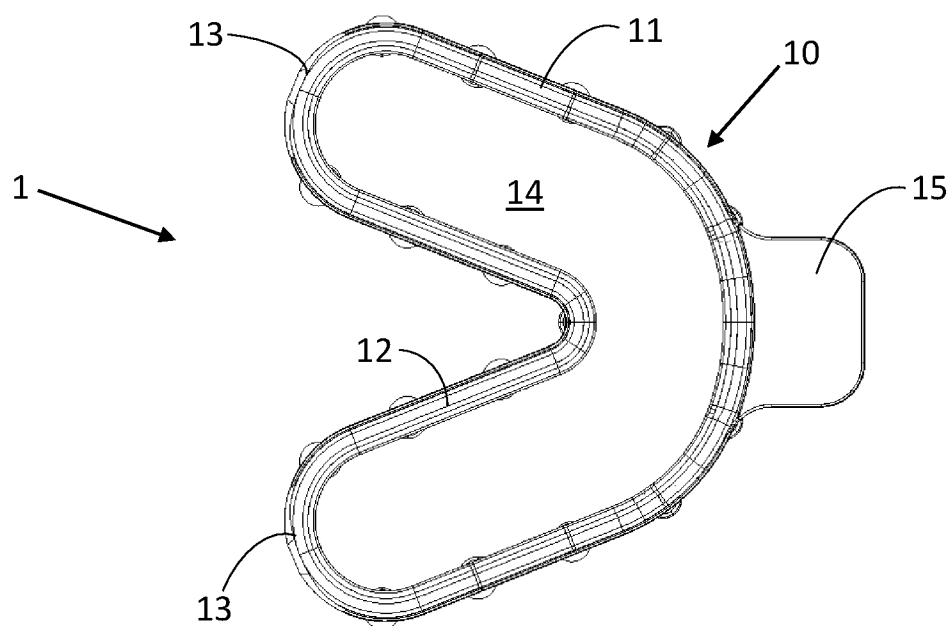


Fig. 3

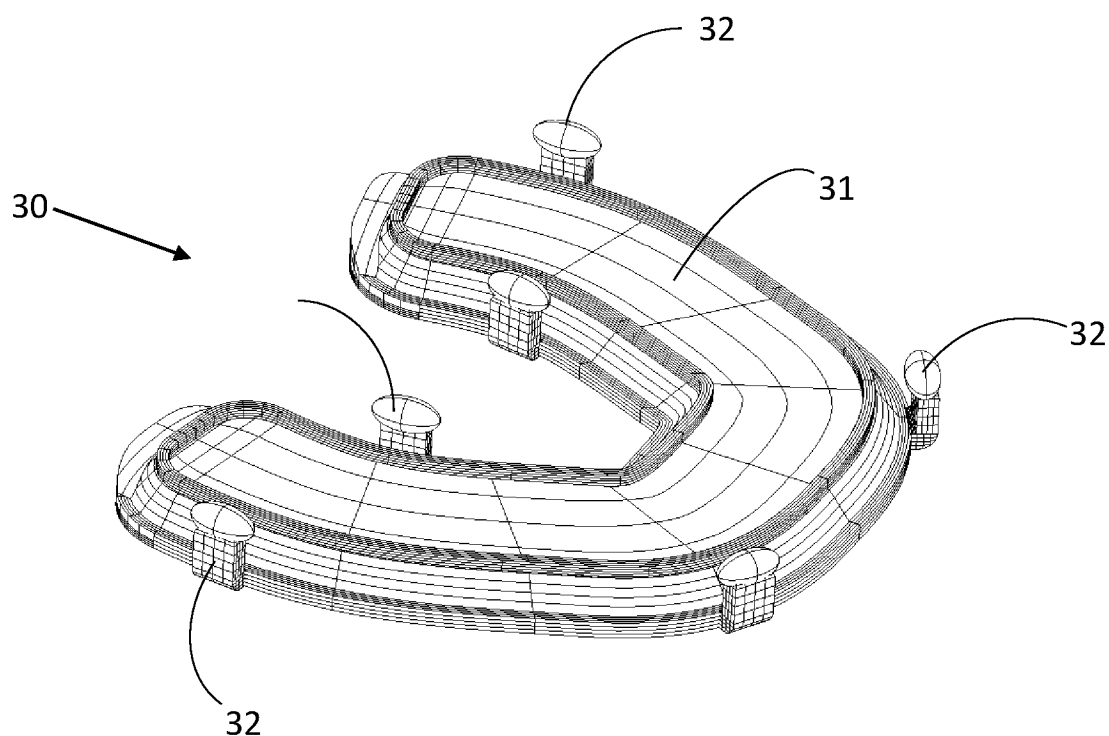
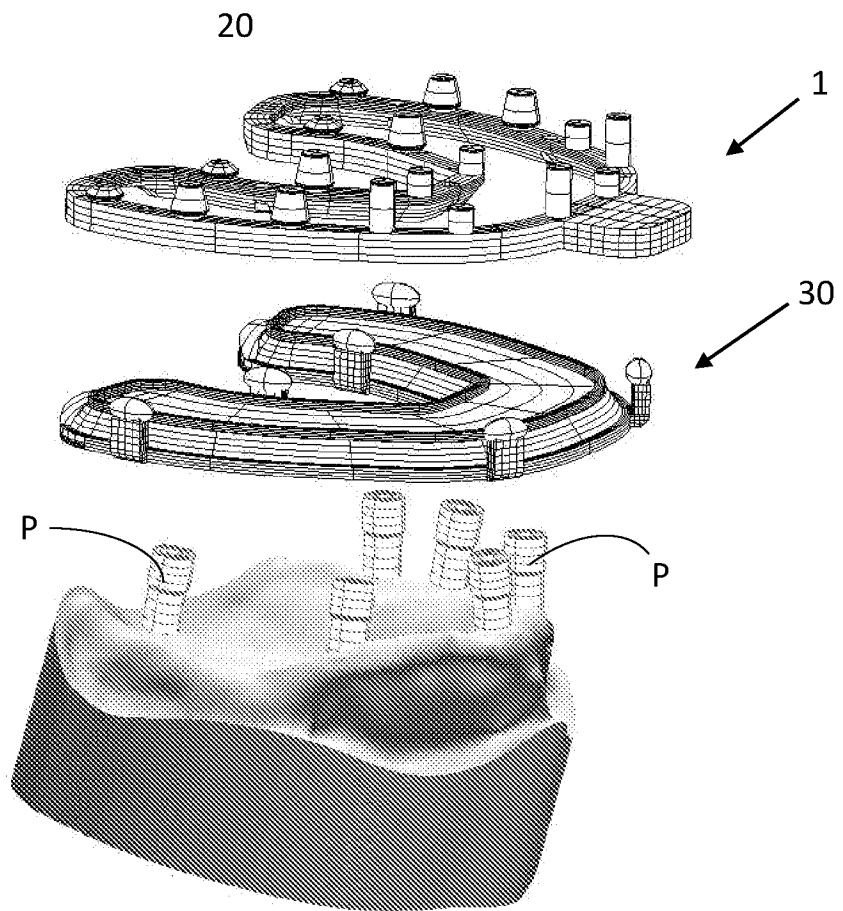
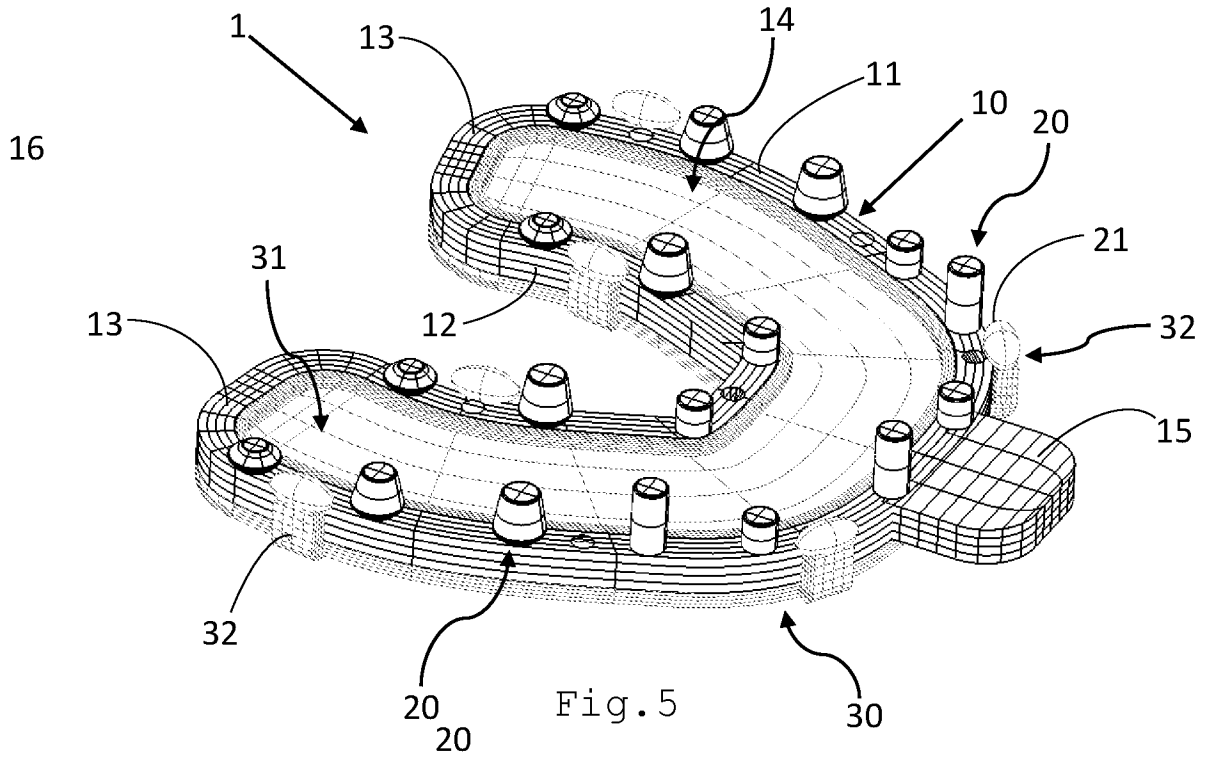


Fig. 4

3/11



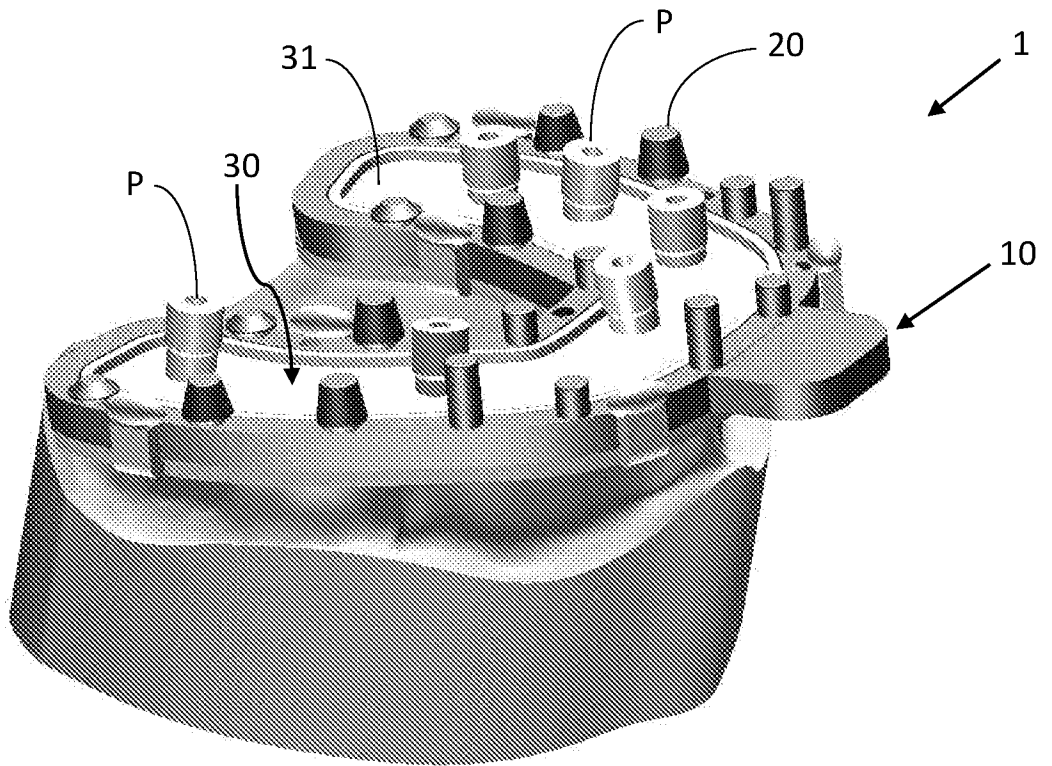


Fig. 7

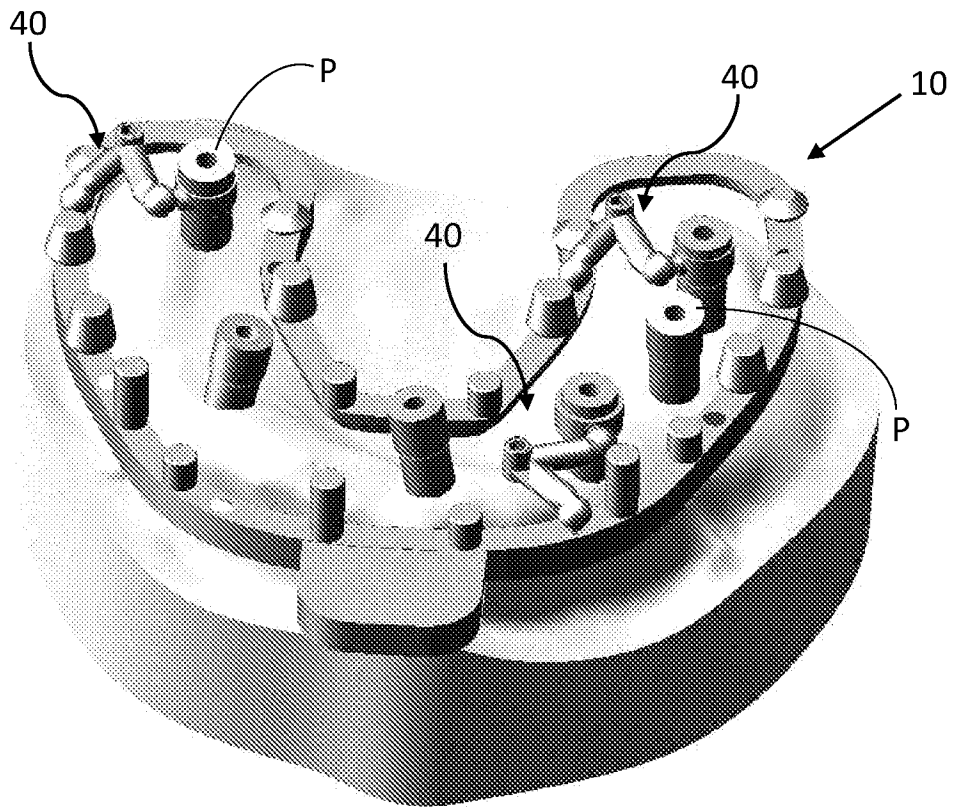


Fig. 8a

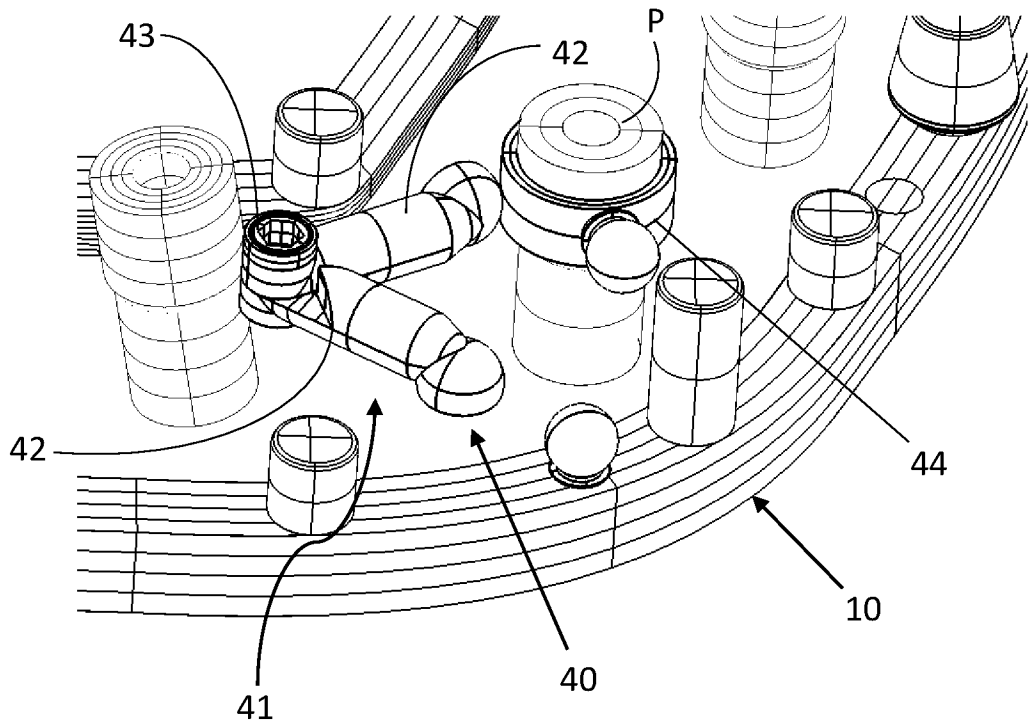


Fig. 8b

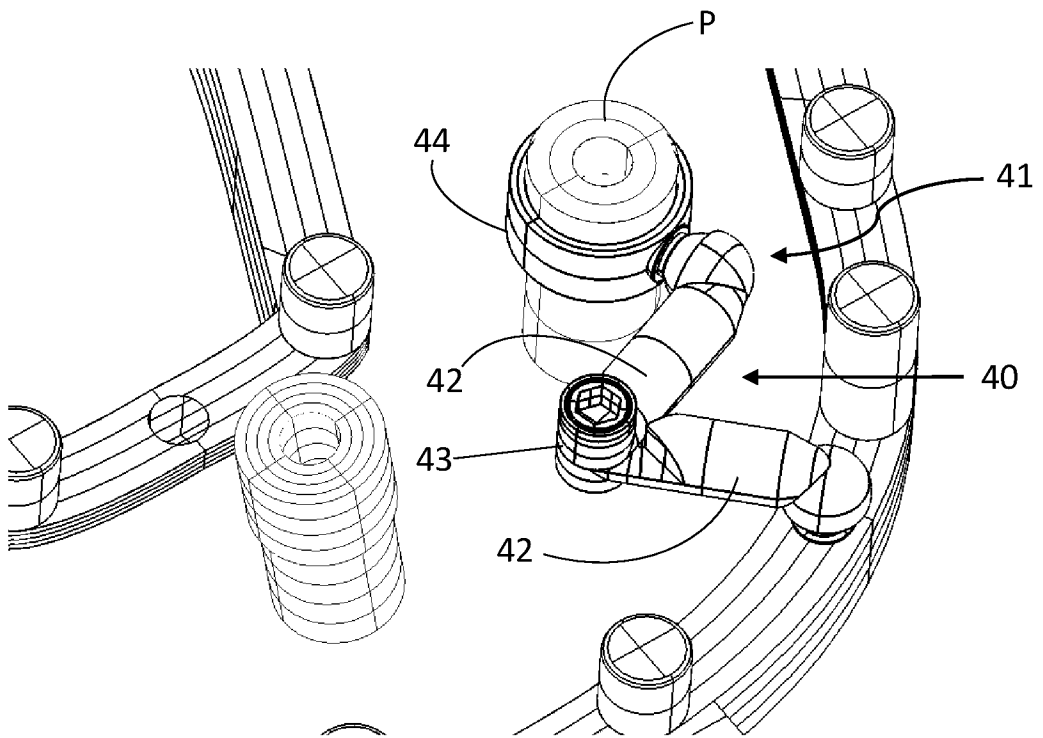


Fig. 8c

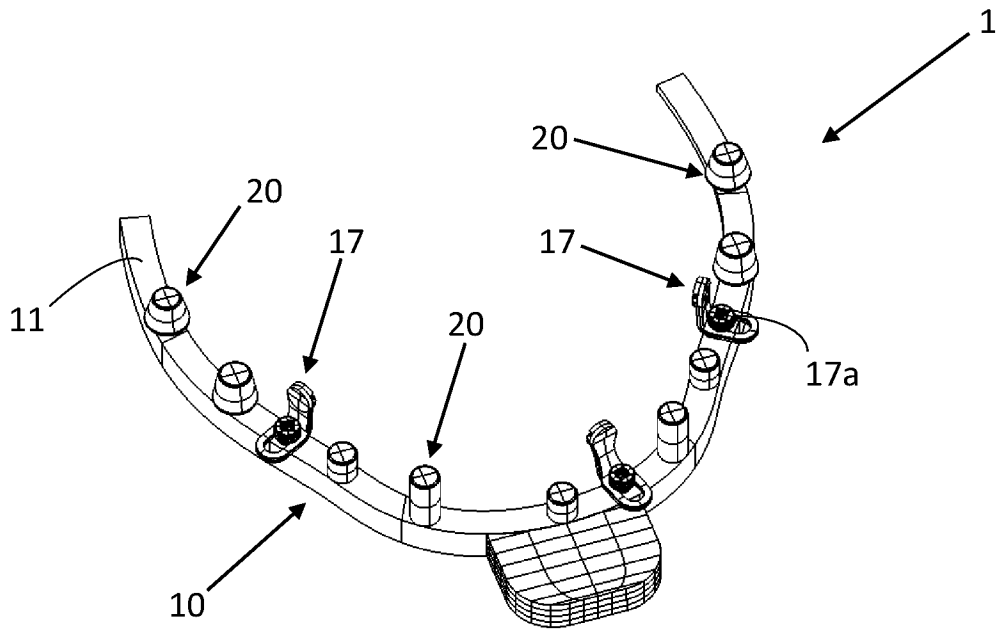


Fig. 9

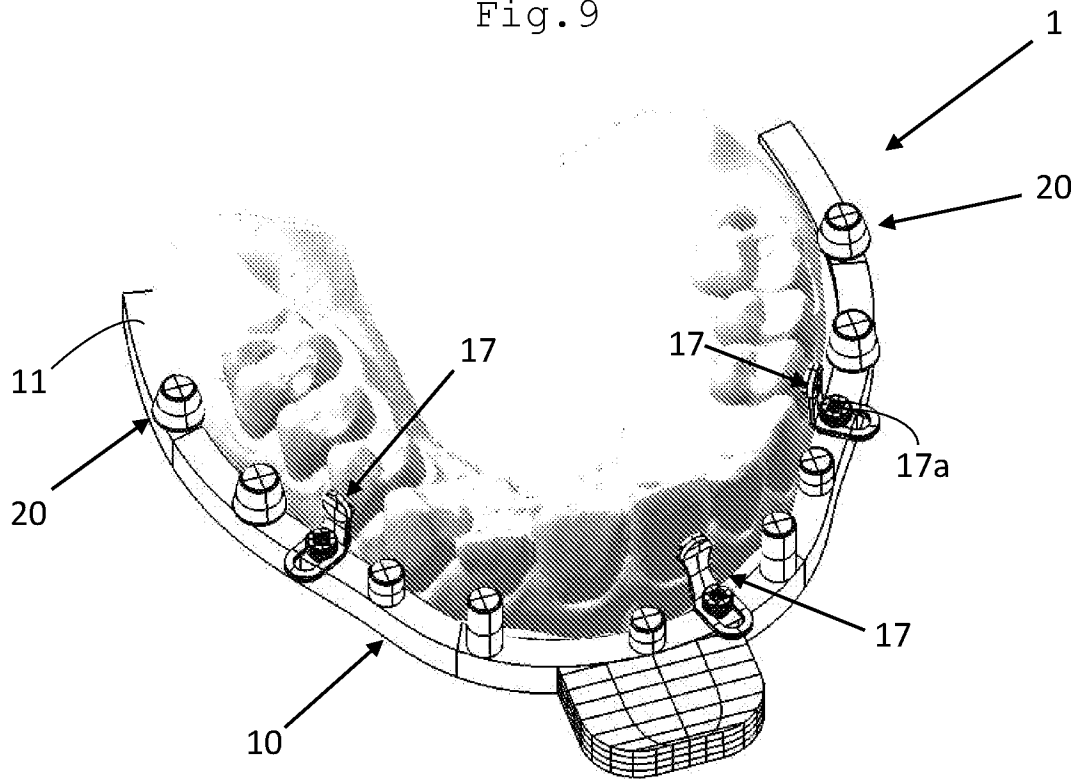


Fig. 10

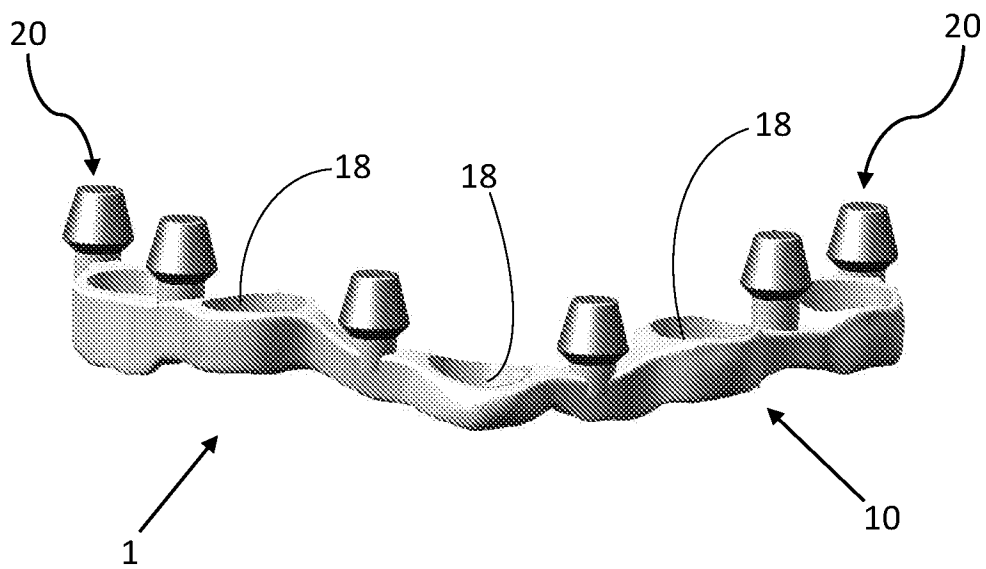


Fig.11

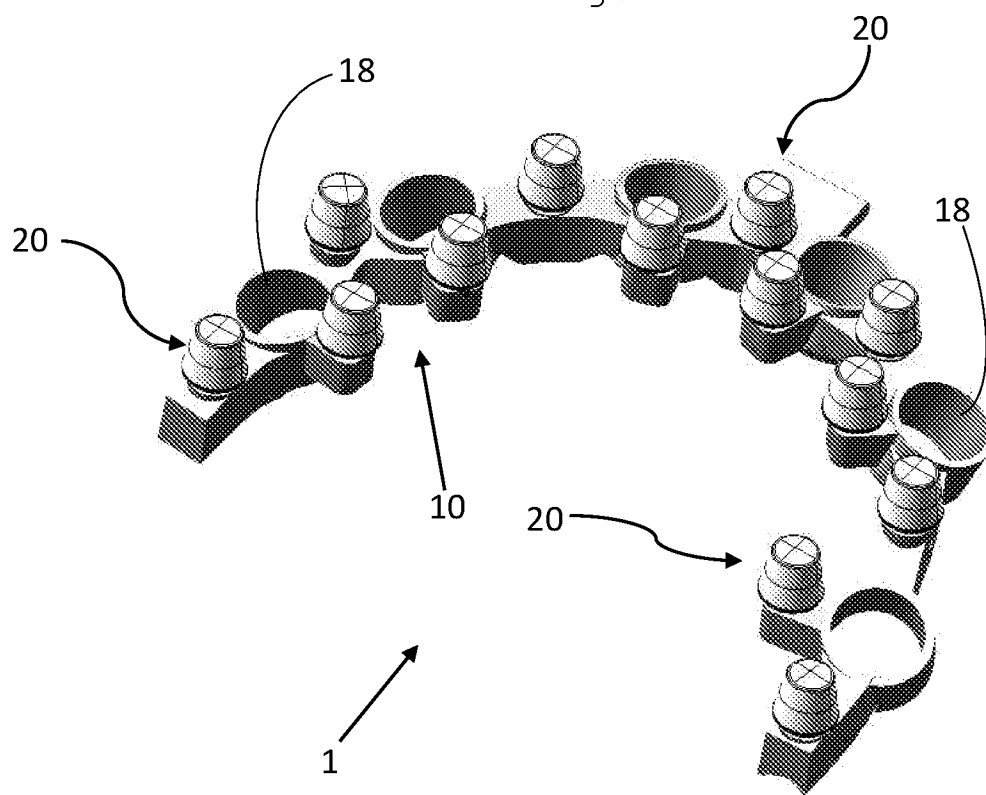


Fig.12

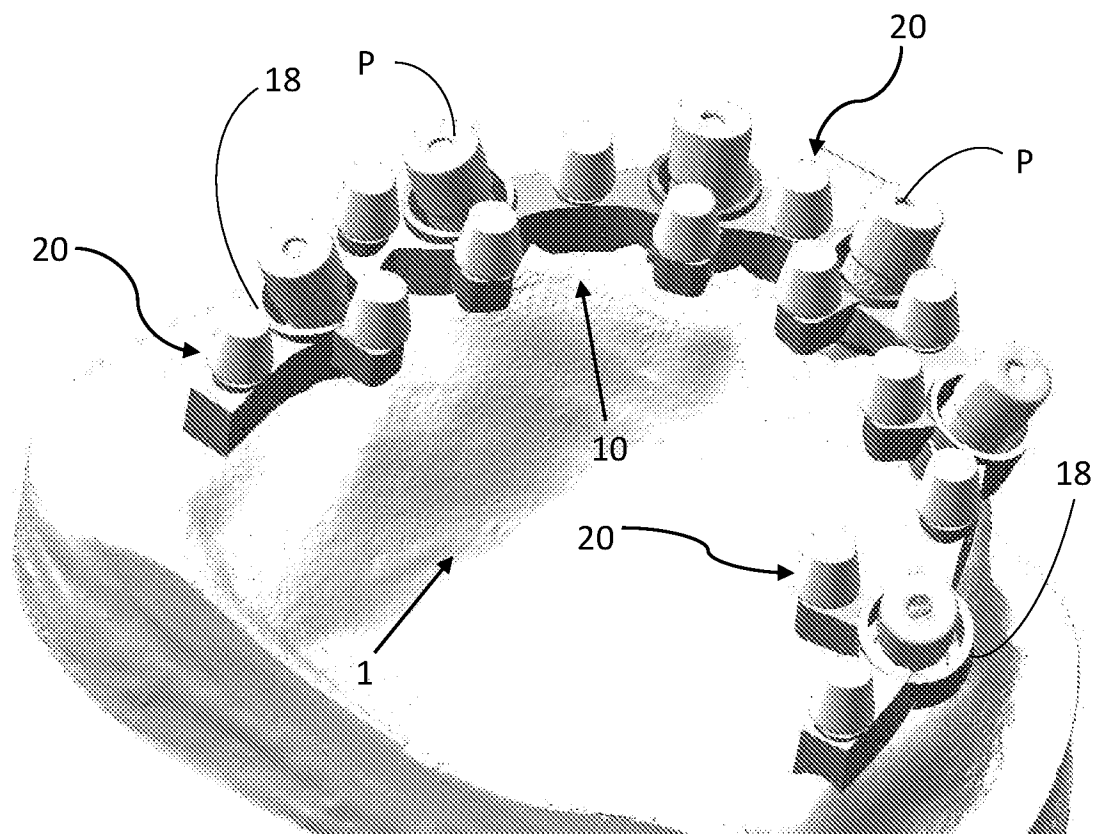


Fig.13

9/11

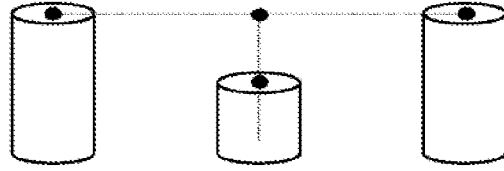


Fig.14

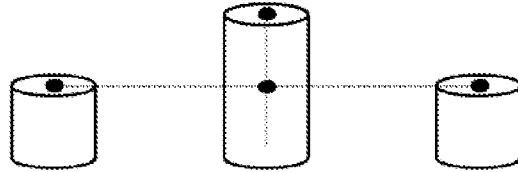


Fig.15

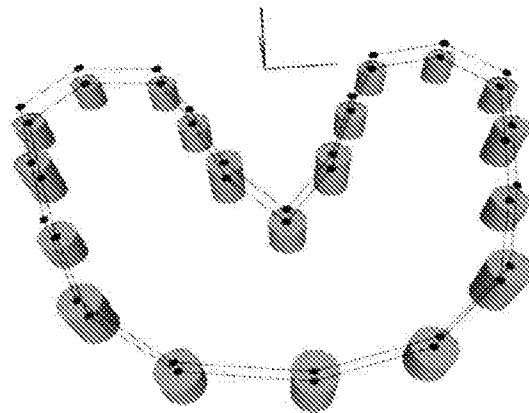


Fig.16

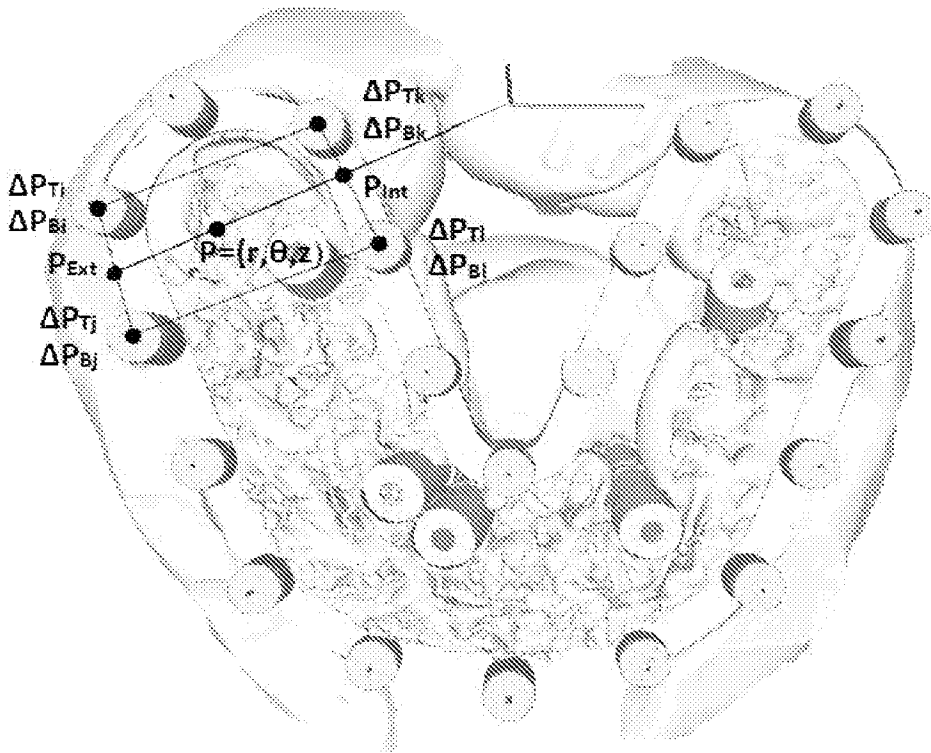


Fig.17

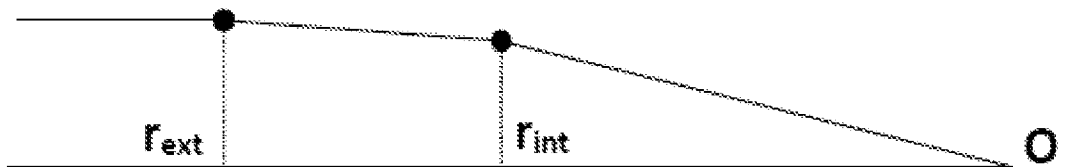


Fig.18

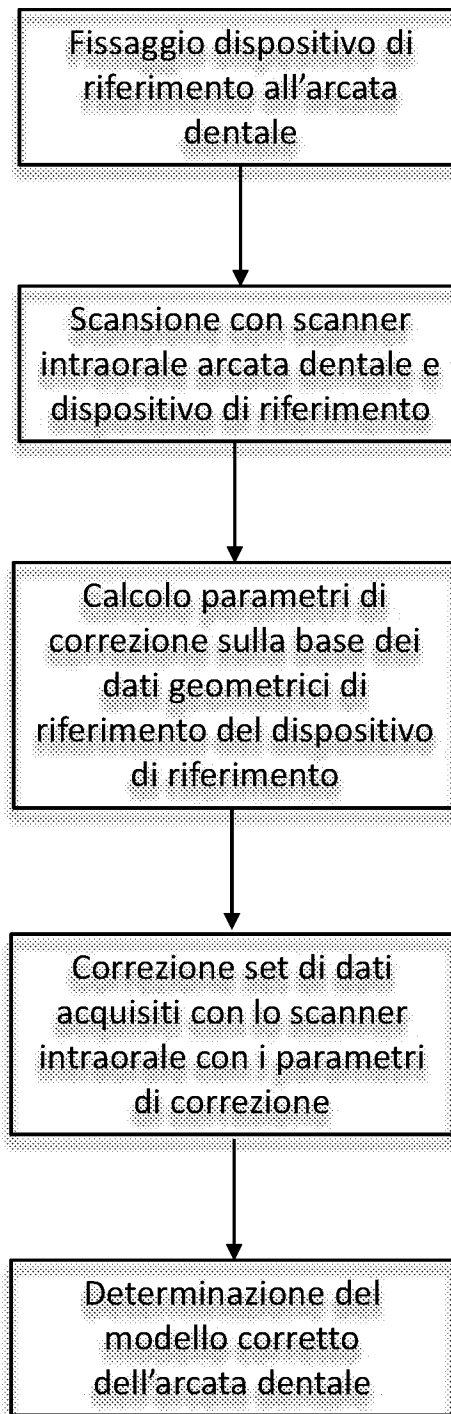


Fig.19