(12) **PATENTTIJULKAISU**
PATENTSKRIFT

FI000116362B

(10) **FI 116362 B**

(45) Patentti myönnetty - Patent beviljats **15.11.2005**

(51) Kv.lk.7 - Int.kl.7

A61C 1/07, 5/02, A61B 17/32, B06B 3/00, G10K 11/02

(21) Patenttihakemus - Patentansökning **963315**

(22) Hakemispäivä - Ansökningsdag **26.08.1996**

(24) Alkupäivä - Löpdag **27.02.1995**

(41) Tullut julkiseksi - Blivit offentlig **24.10.1996**

(86) Kv. hakemus - Int. ansökan **PCT/EP95/00710**

(32) (33) (31) Etuoikeus - Prioritet

27.02.1994 DE 4406323 P

SUOMI – FINLAND
(FI)

PATENTTI- JA REKISTERIHALLITUS
PATENT- OCH REGISTERSTYRELSEN

(73) Haltija - Innehavare

1 •Hahn,Rainer, Stäudach 34, 72074 Tübingen, SAKSA, (DE)

(72) Keksijä - Uppfinnare

1 •Hahn,Rainer, Stäudach 34, 72074 Tübingen, SAKSA, (DE)

(74) Asiamies - Ombud: Forssén & Salomaa Oy
Eerikinkatu 2, 00100 Helsinki

(54) Keksinnön nimitys - Uppfinningens benämning

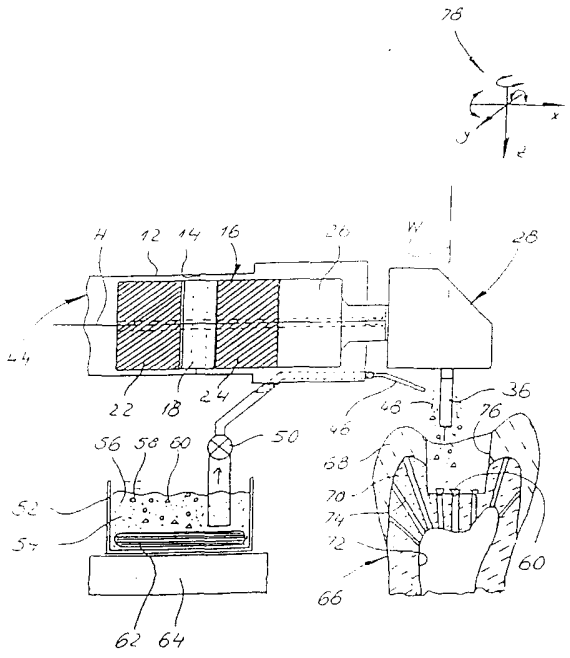
Laite ja sen käyttö ihmisen tai eläimen kova- tai pehmytkudosten ja hampaan tai luun korvaavien materiaalien valmistamiseksi ultraäänen avulla
Anordning, och dess användning för tillverkning av material som ersätter hårda eller mjuka vävnader och tand eller ben hos människor eller djur med hjälp av ultraljud

(56) Viitejulkaisut - Anförda publikationer

DE 1100424 A, US 4332558 A, US 3075288 A

(57) Tiivistelmä - Sammandrag

Esillä olevan keksinnön kohteena on laite kova- ja pehmytkudosten ja kudoksen korvaavien materiaalien valmistamiseksi ultraäänen avulla, tämän laitteen käsittäessä käsityökalun (10), ultraäänivärähtelygeneraattorin (16), ultraääniohjauspään (28) ja sen lähtöosan kannattaman työkalun (30). Hankaavaa käsittelyväliainetta (48) syötetään työkalun (30) ja valmistettavan materiaalin (66) väliselle kosketusalueelle. Tällä tavoin voidaan tehdä onteloita tarkasti ja ilman vaurioita myös vaikeapääsyisiin kohtiin hammas- ja luukudoksessa.



Föreliggande uppfinning avser en anordning för preparering av hårda och mjuka vävnader och vävnadsersättande material med hjälp av ultraljud, varvid denna anordning omfattar ett handverktyg (10), en ultraljudsvängningsgenerator (16), ett ultraljudstyrhuvud (28) och ett verktyg (30) uppburet av en utgångsdel på detta. Slipande behandlingsmedium (48) tillförs till kontaktområdet mellan verktyget (30) och materialet (66) som prepareras. På detta sätt kan kaviteter upptagas precist och skonande i tand- och benvävnad även på svårtillgängliga ställen.

Laite ja sen käyttö ihmisen tai eläimen kova- tai pehmytkudosten ja hampaan tai luun korvaavien materiaalien valmistamiseksi ultraäänen avulla

Anordning och dess användning för tillverkning av material som ersätter hårda eller mjuka vävnader och tand eller ben hos människor eller djur med hjälp av ultraljud

Esillä olevan keksinnön kohteena ovat laite ja sen käyttö ihmisen tai eläimen kova- ja pehmytkudosten, erityisesti hammas- tai luumateriaalien ja hampaiden ja luiden yhteydessä käytettyjen keinotekoisten korvausmateriaalien valmistamiseksi.

Luonnollisten kovakudosten, kuten esimerkiksi hammaskiilteen, hammasluun, hammastahtaan, ja luunikamien sekä korvaavien hammas- tai vastaavasti luumateriaalien vähennyskäsittely on lähes jokaisen hammaslääketieteellisen tai kirurgisen toimenpiteen perustana. Tähän asti näiden ns. kovakudosten käsittely on tapahtunut yleensä kiertävien timantti- tai kovametallityökalujen avulla tai käyttämällä vastaavasti teräviä tai meisselimäisiä käsityökaluja.

Tällaiset käsittelytyökalut aiheuttavat huomattavaa tärinää, epämiellyttävää melua ja toisaalta sangen paljon kipua. On olemassa vaara käsittelyn alaisten elävien kudosten ylikuumenemisen suhteen, mikä saattaa vahingoittaa peruuttamattomalla tavalla orgaanisia aineosia tai toisaalta vieressä olevia elimiä, kuten esimerkiksi hammasydintä. Lisäksi ei valikoiva materiaalien, esimerkiksi hammasmädän muuttamien kovien hammasosien, valikoiva poisto ole mahdollista ilman niitä rajoittavan terveen kudoksen vahingoittumista. Leikkausinstrumenttien käytön yhteydessä esiintyy usein irtoamisia ja halkeamien muodostumista hauraiden epäorgaanisten kudososien tai kudosten sisällä, esimerkiksi siinä määrin, että hampaan päällyskiille mahdollisesti irtautuu hammasluusta kiillettä käsiteltäessä timanttityökaluilla. Lisäksi työkalujen käyttökohtaista vähimmäisjäykkyyttä varten vaadittava minimaalinen poikkileikkaus-pituussuhde estää niiden käytön vaikeapääsyisillä alueilla, esimerkiksi ohuissa pitkänomaisissa onteloissa, ontoissa hammasydintiloissa ja

hammasjuuria pitkin kulkevissa pintaosissa ja niiden välissä. Kiertävät leikkuutyökalut tai esimerkiksi käsityökalujen vahingossa tapahtuvat luiskahdukset aiheuttavat vieressä oleviin pehmeisiin osiin kohdistuvan suuren vioittumisvaaran.

Tuloksena oleva ontelogeometria aiheutuu esimerkiksi kiertävän työkalun geometrisesta muodosta sekä työkalun ja työkappaleen välisestä suhteellisesta liikkeestä, jolloin valmiiksi mitoitettujen geometristen muotojen valmistaminen ei ole mahdollista.

Hoitokohtainen ontelonvalmistus tapahtuu ennalta annettujen perussääntöjen (asiantuntijaohjeiden) mukaisesti, joita ei kuitenkaan voida käyttää yksilöllisesti muodostettujen ontelomuotojen johdosta "tietoaineistona" esimerkiksi hammas- tai vastaavasti luukorvausosien valmistukseen. Entistyksien valmistus vaatii sen johdosta kaikkien työstettyjen pintojen tarkkaa muokkausta, jolloin pieniä muokkausvirheitä ei kyetä korjaamaan vierekkäisten tarkasti muokattujen pintaosien kulkuintegraation avulla.

Elävien kovakudosten käsittely laserenergian avulla johtaa termisiin sekä lämpöiskujen indusoimiin mekaanisiin vaurioihin muokatuissa kovamateriaaleissa tai vastaavasti kudoksissa ja käsittää tavanomaisiin muokkausmenetelmiin verrattuna kalliin ja epätaloudellisen vaihtoehdon.

Lisäksi määrättyjen ontelojen valmistusta vaikeuttavat määrittelemätön ontelosyvyys sekä työkalujen hallitsematon vapaa käyttö. Lisäksi on olemassa pehmeiden kudosten vaurioitumisen suhteen välittömän säteily- tai vastaavasti heijastusvaikutusten johdosta.

Hammaskovakudosten käsittely hienojen alumiinioksidirae-säteilylaitteiden avulla on poistoprosessin johdosta, joka ei juuri mahdollista kumisulun hallittua käsittelyä ja sitä ennen tapahtuvaa tarvittavaa levitystä, rajoitettu vain kapealle käyttösektorille

ja se muodostaa kalliin menetelmän. Lisäksi potilaiden ja käsittelyhenkilökunnan keuhkot voivat helposti vahingoittua väistämättömän pölynmuodostuksen johdosta.

Hammas- ja luukudosten käsittely värähteleviä työkaluja käyttämällä on ollut tunnettua jo useiden vuosikymmenien ajan.

Julkaisussa US 2 874 470 (High frequency dental tool, 1959) selostetaan hammaskovakudosten käsittely magnetostriktiivisiä värähteleviä työkaluja ja hankaavia nesteitä käyttämällä.

Julkaisussa DE 11 00 424 selostetaan ultraääniporauslaitteessa olevalle värähtelysolmutasolle asetettu hampaiden käsittelyä varten tarkoitettu amplitudimuuntaja, joka helpottaa siten erilaisten käsittelytyökalujen käyttöä.

Sähkömekaanisia ja magnetostriktiivisiä (lamelli)muuntajia on selostettu julkaisussa US 3 075 288 hampaiden käsittelyä varten värähtelevien työkalujen avulla hankaavien nesteiden käytön yhteydessä.

Tässä yhteydessä esitellyt nykyaikaiset ultraäänikäsittelytyökalut käsittävät esimerkiksi pietsosähköisen vibraattorin, jonka sisältämän pietsokvartsin molemmat etupinnat on varustettu koaksiaalisesti kiinnitetyillä kiertosymmetrisillä päätemassoilla värähtelyjen voimistamista varten koko järjestelmän resonanssitaajuusvirityksen avulla. Amplitudivahvistusta varten ovat lisäksi yksipuoliset koaksiaalisesti kiinnitetyt kiertosymmetriset päätemassat (sonotrodit) osoittautuneet luotettaviksi, jotka on myös viritetty resonanssivärähtelyyn värähtelyjä synnyttävän järjestelmän kanssa ja joiden läpimitta sopivimmin kapenee etäisyyden lisääntyessä pietsokvartsista. Sonotrodin etupinnan suhteen koaksiaalisesti voidaan liittää resonanssitaajuuteen viritetty lisäpäätemassa käsittelytyökalun tavoin.

Tämä kokonaisjärjestelmä johtaa harmonisiin pitkittäisvärähtelyihin pituusakselia pitkin, jolloin suurimmat amplitudit esiintyvät vibraattorin pietsokvartsia päin

olevilla etupinnoilla ja järjestelmä on varustettu vähintään yhdellä solmutasolla, joka kulkee kohtisuorasti järjestelmän pituusakseliin (= vibraattorin pituusakseliin) nähden pietsokvartsin keskipisteen kautta.

Edellä mainittujen hammaskäsittelytyökalujen käyttö ultraäänitaajuusalueella (noin 18 – 30 kHz) johtaa resonanssitaajuuden ja aallonpituuden välisten fysikaalisten suhteiden johdosta nesteen ympäröimän sopivimmin metallisen työkalun riittäviin työamplitudeihin ja mahdollistaa siten tehokkaan ontelonmuodostuksen, erityisesti hammaskiven poistoa varten. Toisaalta resonanssikäyttöisen ultraäänikäsittelylaitteen aallonpituus määrittää työkalun käyttöpituuden järjestelmän pituusakselilla estäen siten käytön vaikeapääsyisillä alueilla. Erityisesti sivuhampaiden käsittelyä fysiologisesti rajoitetussa suuaukossa, jonka leveys on noin 40 – 50 mm, ei juuri voida toteuttaa tähän asti saatavissa olleiden ultraäänikäsittelytyökalujen avulla.

Näiden ongelmien ratkaisemiseksi käytännössä on Caitron Ultrasonics -niminen liikeyritys selostanut vuonna 1956 (US 492 924) työkaluja kovien hammasmateriaalien ultraäänikäsittelyä varten, näiden työkalujen tunnusmerkillisenä ominaisuutena ollessa järjestelmän pituusakselin suhteen epäkeskeinen massajakautuma. Tällaisia työkaluja on selostettu myös julkaisuissa DE 1 258 017, US 2 990 616 ja H.H. Postlen tieteellisessä artikkelissa julkaisussa Prosth. Dent. nidos 8, 1958, ss. 153 – 160. Massaepäkeskeisten työkalujen värähtelyherätys järjestelmän pituusakselilla johtaa käsittelytyökalujen poikittaisten, erityisesti elliptisten, tilavärähtelyjen induktioon, jolloin jokaisessa tilavuussuunnassa esiintyy yksi amplitudiosa. Tämä amplitudiosa ei ole kuitenkaan riittävä järjestelmän pituusakselin (käsittelyakselin) suhteen eniten kohtisuorasti kulkevassa käsittelysuunnassa hammasonteloiden muodostamiseksi. Tilavuusvärähtelyt estävät lisäksi jatkuvan nestekalvon muodostumisen työkalun ja käsiteltävän pinnan väliin, mikä on kuitenkin edellytyksenä energiansiirrolle ja materiaalinpoistolle esimerkiksi ontelovaikutuksen avulla.

Lisäksi kysymykseen tulee erilaisissa tilavuussuunnissa esiintyvien hallitsemattomien, osittain suurten amplitudien johdosta aiheutuva hauraiden hammaskovaku-

dosten mekaaninen vahingoittuminen (H. Sprange ja G. Haim, ZWR, nidos 22, 1969, ss. 1028 – 1031). Hammaspäällysteiden poistaminen tällaisten ultraäänityökalujen, joita nykyisin käytetään vielä ilman muutoksia, välityksellä johtaa edelleen käsiteltyjen hammaspintojen huomattavaan karhennukseen, mikä edesauttaa päällysteiden uudelleenmuodostusta. On myös huomautettava, että suuri amplitudi suojaa kova- ja pehmytkudoksia termiseltä vahingoittumisvaaralta.

Esimerkiksi hammaslääketieteellisiä ultraäänityökaluja käytettäessä jatkuvan vesijäähdytyksen alaisina ei siten ikenen alaisen hammaskiven poiston yhteydessä ole tähän asti ollut mahdollista muodostaa määrättyjä onteloita, puhdistaa ikenen alaisia hammaspintoja erityisesti ientaskuissa, käyttää apuna hammasydinonteloiden haluttua lastuavaa käsittelyä tai valmistaa hammas- tai vastaavasti luukorvausmateriaaleja.

Ultraäänen avulla toimivia kiertäviä työkaluja, joita käytetään yhdessä tähänastisten leikkaavien käsittelytyökalujen kanssa (timanttityökaluja niihin liitettyine rakeineen tai leikkaavia kovametallityökaluja) on selostettu julkaisuissa US 4 281 987, US 4 289 849 sekä L. Balamuthin yhteenvedossa, IEEE, 1963, ss. 96 – 101. Poistomekanismit eivät eroa tähän asti käytetyistä kiertävistä (ilma- tai moottorikäyttöisistä) työkaluista, joten ultraäänikäyttö on sangen epätaloudellista.

Julkaisussa AT 290 005 selostetaan laite hampaiden toistettavaksi poistamiseksi "kiinteän" holkin avulla, joka tulee näkyväksi "ultraäänikentän" vaikutuksen alaisena. Tätä "ultraäänikenttää" ei lähemmin selosteta, vaikka oheen liitetty grafiikka esittääkin holkin käyttöä sivuhammasalueella.

Tähän mennessä tunnettujen ultraäänikäsittelylaitteiden yhteydessä ei edellä mainittujen fysikaalisten perusteiden johdosta erityisesti sivuhammasalueella ole ollut mahdollista käyttää tällaista holkkia yhdessä hampaan pituusakselin suuntaisesti materiaalia lastuavalla tavalla hajottavien pituussuuntaisten työamplitudien kanssa. Sivuttais- tai vastaavasti tilavuusvärähtelyt johtaisivat tämän käyttötavan yhteydessä

värähtelykuvion kasautumiseen valmiin työkalumuodon ollessa kysymyksessä ja siten myös huomattaviin kuvavirheisiin holkkia alas laskettaessa. Rekonstruktio tämän holkkimuodon kaltaisella tavalla esivalmistettujen hammaskruunujen avulla ei ole mahdollista käsittelytyökalun tai vastaavasti holkin tilavuusvärähtelyjen yhteydessä värähtelygeometriasta johtuvien, hampaantynkien käsiteltyjen pintojen ja entistettyjen sisäpintojen välisten muotoepäyhtenäisyyksien johdosta.

Toisaalta ei valmistustyökalujen, kuten edellä mainitun holkin tai julkaisussa US 2 874 470 selostetun työkalun, käyttö yhteisen asetusontelon aikaansaamiseksi yksittäisten hammasmuotojen ja muuttuvien hammaskokojen perusteella säästä kovinkaan paljon materiaalia eikä tarjoa mitään varmuutta esimerkiksi sairaiden kudososien täydellisen poistamisen suhteen. Lisäksi vaarana on vieressä olevien, esimerkiksi hammasytimien sisältämien onteloiden vahingossa tapahtuva avautuminen.

Esillä olevan keksinnön tarkoituksena on siten saada aikaan ultraäänikäsittelylaite, jonka yhteydessä työkalussa säilytetään materiaalinpoiston suhteen tehokkaat työamplitudit, jotka esiintyvät olennaisesti lyhyemmällä pituudella kuin tähän asti tunnetuissa ultraäänikäsittelylaitteissa, ja jota voidaan käyttää aikaisemmin tunnettujen kulmatyökalujen tavoin ergonomisesti edullisella tavalla, jolloin tämä ratkaisu mahdollistaa tällaisen työkalun taloudellisen käytön vaikeapääsyisillä alueilla, esimerkiksi suunsisäisen kovakudoskäsittelyn yhteydessä.

Tämä tarkoitus saavutetaan patenttivaatimuksen 1 mukaisen laitteen avulla.

Tämä laite käsittää vibraattorin ja käsittelytyökalun väliin asetetun vähintään yhden ohjauspään, jonka toiminta aktivoidaan vibraattorin pituusakselia pitkin värähtelytoimintaa varten ja joka liikkuu käsittelytyökalun pituussuunnassa, jolloin vibraattorin pituusakseli muodostaa käsittelytyökalun kanssa arvosta 0° eroavan kulman.

Tällaiset ohjauspäät voidaan valmistaa varustettuina jopa vähemmälläkin rakennekorkeudella kuin itse värähtelyn synnyttävä järjestelmä, mikä helpottaa edelleen käsittelytyökalun käyttöä.

Ultraäänivärähtelyn suuntaa muuttavan ohjauspään geometrinen muoto on tehty käyttökohtaisella tavalla, kysymyksen ollessa useilla värähtelykuvuilla varustetusta värähtelykappaleesta, joka muodostaa ohjauspään käytönalaisen ja käyttävän osan, jolloin sen ominaistaajuus sekä myös käsittelytyökalun suunnassa indusoitu värähtelymuoto määritetään käytetyn materiaalin tai materiaalien mukaisesti.

Erityisen sopivia kiinteiden ohjauspää-värähtelykappaleiden yhdessä käytettäviksi ovat joustavat, sopivimmin metalliset materiaalit, erityisesti C-teräkset varustettuina sopivimmin martensiittisillä tai bainiittisilla saumoilla, jotka erityisen edullisesti pintanuorrutetaan ja/tai vakioidaan, tai titaani- tai pronssiseokset.

Kiinteiden värähtelykappaleiden geometrisen muodon on mahdollistettava itse joustava värähtely resonanssissa värähtelyt synnyttävän järjestelmän kanssa, jolloin värähtelykappale sekä muuttaa muotoaan värähtelyt synnyttävän järjestelmän pituussuunnassa sopivimmin ilman vaihesiirtoa että myös värähtelee 60 – 120° suunnissa värähtelyt synnyttävän järjestelmän pituusakselin suhteen. Tämä merkitsee ottaen huomioon koordinaattisuuntien kulmasiirtymä tai koordinaattisiirroksen yhteydessä, joka tapahtuu värähtelygeneraattorista ohjauspään kautta työkalun läpi, värähtelygeneraattorin poikkeamaosan ja työkalun samanvaiheista liikettä.

Käsittelytyökalu on asetettu ohjauspäähän 60 – 120°, erityisen edullisesti 90°, kulmassa värähtelyt synnyttävän järjestelmän pituusakselin suhteen, sen muodon, pituuden ja massan ollessa sellaisia, että se värähtelee resonanssissa ohjauspään tai vastaavasti värähtelyt synnyttävän järjestelmän kanssa.

Erityisen sopivia suunsisäistä käyttöä varten ovat pallomaiset, levymäiset tai rengasmaiset ohjausvärähtelykappaleet, joiden läpimitta on alle 30 mm, erityisesti alle 20

mm. Vaikutusasteen parantamiseksi on onton pallon, renkaan tai erityisesti sylinterimäisen holkin muotoisten värähtelykappaleiden käyttö osoittautunut myös edulliseksi.

Ohjauspään liittämiseksi värähtelyt synnyttävään järjestelmään sekä käsittelytyökalun liittämiseksi ohjauspäähän voidaan sopivalla tavalla käyttää tähän asti tunnettuja liitostekniikoita ja jaollisia liitäntöjä. Ohjauspää voidaan liittää värähtelyt synnyttävään järjestelmään ja käsittelytyökalu ohjauspäähän erityisesti juottamalla, hitsaamalla, liimaamalla, ruuvien avulla, sitomalla, kiilaamalla tai kitkakartion välityksellä, jolloin erityisesti ruuviliitännän ja kitkakartion muodostama yhdistelmä on osoittautunut luotettavaksi. On itsestään selvää, että värähtelyt synnyttävän järjestelmän värähtelyvahvistin ja ohjauspää ja/tai käsittelytyökalu ja ohjauspää voidaan tehdä samana kappaleena. Liitännät tehdään yleensä värähtelygeneraattorin akselin ja työkaluakselin määrittämän ohjauspään symmetriatason kautta.

On siis havaittu, että ultraääniohjausta varten soveltuvat hämmästyttävää kyllä myös suljettuihin kaareviin ohjauskanaviin suljetut nesteet tai korkean paineen alaiset kaasut tai niiden yhdistelmät. Tällainen suljettu neste- ja/tai kaasujärjestelmä muodostetaan sopivimmin siten, että neste- ja kaasumäärä saatetaan värähtelemään värähtelyt synnyttävän järjestelmän pituussuuntaisen herätyksen yhteydessä erityisesti resonanssivärähtelyn tavoin. Nesteen tai vastaavasti kaasun värähtely voidaan tällöin siirtää erityisesti pituus-, muoto- ja massatasauksen välityksellä määrätyn käsittelytyökalun resonanssitaajuuteen ilman vaihesiirtymien induktiota (käyrät koordinaatit ohjauskanavan akselia pitkin).

Erityisen sopivia ovat neste- ja/tai korkean paineen alaiset kaasutilavuudet, jotka on asetettu suljetun kotelon kaarevan ohjauskanavan vähintään yhden kalvon avulla tiiviisti suljetun tai esimerkiksi liikkuvan meistin avulla tiivistetyn syöttö- ja poistoaukon väliin. Tämä kotelo on muodostettu käyttökohtaisella tavalla, jolloin kotelon seinät eivät siirry nestepylvään värähtelyn, erityisesti resonanssivärähtelyn, johdosta.

Erityisen edullisiksi ovat osoittautuneet ultraäänivaikutuksen alaiset, erityisesti vähäisellä viskositeetilla varustetut nesteet, kuten esimerkiksi vesipitoiset tai alkoholia sisältävät liuokset, öljyt, elohopea, sulat nikkeliseokset tai erittäin tehokkaasti kokoonpuristetut kaasut, erityisesti jalokaasut, joiden paine on sopivimmin yli 10 baria, ja edullisesti yli 50 baria. Kun nesteet, kuten vesi, voidaan muuttaa kaasuiksi, nesteestä poistetaan kaasu ennen sen tuloa ohjauskanavaan.

Suunsisäisiä käyttötarkoituksia varten ovat osoittautuneet edullisiksi ohjauspään sisältämät suljetut ruostumattomat metallikotelot, joiden sisältämä nestemäärä on suuruudeltaan noin 0,1 – 30 ml, erityisesti 0,5 – 5 ml ja jotka on tiiviisti suljettu joustavan kalvon, erityisesti metallikalvon avulla, joka on sopivimmin tehty pintakarkaistusta jousiteräksestä. Molemmat joustavat kalvot ovat yhteydessä täytetyn neste- ja/tai kaasumäärän kanssa.

Kalvojen liitäntää varten värähtelyt synnyttävän järjestelmän tai vastaavasti käsittelytyökalun kanssa voidaan käyttää kaikkia edellä selostettuja liitäntä- tai vastaavasti saumaustekniikoita, jolloin kalvot sisältävät täyttömateriaaleja vastassa olevalla etupinnallaan mahdollisesti laipan. On lisäksi osoittautunut edulliseksi järjestelyksi liittää nämä kalvot värähtelyt synnyttävän järjestelmän tai käsittelytyökalun pituusakselista lähtien keskeisesti värähtelyt synnyttävän järjestelmän tai vastaavasti käsittelytyökalun kuhunkin etupintaan. Värähtelyt synnyttävän järjestelmän ja/tai käsittelytyökalun etupintoja voidaan tietenkin myös käyttää kalvona.

Erityisen luotettaviksi ovat osoittautuneet kalvot, jotka on asetettu kohtisuorasti värähtelyt synnyttävän järjestelmän tai käsittelytyökalun pituusakselin suhteen. Ohjauspään värähtelytavan parantamiseksi ovat lisäksi osoittautuneet luotettaviksi sellaiset kalvot, joiden kerrospaksuus kehältä (ohjauspään kiinnityskohdasta) keskustaan mentäessä jatkuvasti vähenee. Resonanssivirityksen yksinkertaistamiseksi on ollut erityisen edullista käyttää tulo- ja poistokalvona kvalitatiivisesti samanlaisia kalvoja.

Yhteydessä olevien kalvojen tai vastaavasti nestepylväiden parasta mahdollista värähtelyä varten olisi kalvon läpimitan olla vähintään hieman suurempi kuin värähtelyt synnyttävän järjestelmän tai vastaavasti käsittelytyökalun liitosyhteydessä olevien etupintojen läpimitta, jolloin tulo- ja poistokalvon läpimittasuhteella on välitön vaikutus tulo- ja poistovärähtelyjen amplitudisuhteeseen. Erityisen edulliseksi käsittelytyökalun amplitudinvahvistusta varten on osoittautunut tulo- ja poistokalvon suuruudeltaan noin 2:1, erityisesti noin 1,5:1 oleva läpimittasuhde.

Tällaiset ohjauspäät voidaan tehdä sangen pieneen tilaan ja ne on helppo puhdistaa tai vastaavasti steriloida. Lisäksi on joustavasti muotoaan muuttava kokonaismetallimäärä rajoittunut vain molempiin kalvoihin, mikä vähentää lämmönkehitystä ja nostaa hyötysuhdetta kiinteisiin ohjauspäihin verrattuna.

Ohjauspää voi tietenkin käsittää myös erilaiset toistensa kanssa yhteydessä olevat neste- ja kaasumäärät tai kiinteän ohjauspään ja suljetun neste- ja kaasumäärän yhdistelmät. Tällaiset ohjauspäät voivat erityisesti olla tehtyinä kovista, esimerkiksi metallisista, erityisesti kovametallisista sulavista päällysteseoksista, kuten sulavista nikkeliseoksista, jotka ovat huonelämpötilassa lähes kiinteitä ja muuttavat ultraäänen vaikutuksen alaisena vaihetilaansa nesteytymisen kaltaisella tavalla ainakin osittain ja saavat siten aikaan "kiinteän" ohjauspään hyötysuhteen lisääntymisen.

Käsittelytyökaluiksi sopivat erityisen hyvin metalliset työkalut, kuten esimerkiksi sylinterimäiset, putkimaiset, liekkimäiset, pallomaiset, silmumaiset tai kartiomaiset työkalut, joita tarvitaan esimerkiksi hammaslääketieteessä, mutta jotka eivät kuitenkaan sisällä rakeista pintaa. Ontelot muodostetaan työkalun ainakin osittaisen alaslaskemisen ja/tai työkalun ja käsiteltävän pinnan suhteellisen liikkeen avulla. Lisäksi voidaan käyttää määrättyjä puristustyökaluja, joita lasketaan alaspäin ainakin osittain puristustyökalun akselin suuntaisesti käsiteltävän pinnan sisään.

Hampaat puhdistetaan työkalujen avulla, joiden muoto voi olla golf- tai jääkiekkomailan kaltainen tai jotka sisältävät tasaiset lapiomaiset käyttöosat ja ovat käyristettyjä hampaan kaarevuuden mukaisella tavalla.

Energiakytkentää varten käsiteltäviin pintoihin värähtelevä työkalu huuhdellaan jatkuvasti nestemäisellä tai tiksotrooppisella geelimäisellä käsittelyaineella, esimerkiksi vedellä tai kemiallisten vaikutusaineiden vesipitoisten liuosten avulla, jolloin työkalun ja käsitellyn pinnan väliin on asetettu suljettu nestekerros.

Värähtelevän käsittelytyökalun nopea edestakaisliike johtaa työkalun välittömään ympäristössä, erityisesti työkalun etupinnassa ontelovaikutuksiin sekä ontelokuplien äkilliseen sortumiseen nesteen täyttämässä työtilassa, minkä tuloksena on eimetallisten materiaalien lastuava pintamuokkaus eroosioprosessin tavoin. Toisaalta kovien hammasmateriaalien värähtelevä mikrolastuja irrottava käsittely mahdollistaa suurin piirtein kivuttoman hoidon ilman nukutusaineita.

Lastujen poisto vähenee työetäisyyden lisääntyessä ja loppuu nestekalvon irrotessa. Värähtelevän käsittelytyökalun liian pieni työetäisyys ja liian korkea puristuspaine käsiteltäviä pintoja vasten vaikeuttaa ontelovaikutusten muodostumista ja johtaa prosessiseisokkiin.

Toisaalta voidaan käsittelytyökalun erilaisten manuaalisten puristuspaineiden avulla käsiteltävää pintaa vasten vaihdella työetäisyyttä ja siten energiakytkentää, mikä ensiksikin tarjoaa mahdollisuuden ilman työkalun vaihtoa tai vastaavasti käsittelylaitetta muuttamatta muokata käsittelypintaa tasoittavalla tavalla ja viimeistellä tai vastaavasti kiillottaa sitä hellävaraisella tavalla.

Lisäksi on osoittautunut edulliseksi sekoittaa käsittelyväliaineeseen poistotehon lisäämiseksi hienoja hankaavia kovia rakeita (joita kutsutaan seuraavassa lyhyesti hankaushiukkasiksi), kuten esimerkiksi metallioksidihiukkasia, erityisesti alumiinioksidihiukkasia, magnesiumoksidihiukkasia, piinitridihiukkasia, boorikarbidihiuk-

kasia tai lasihiukkasia tai vastaavasti timanttirakeita, jolloin hiukkasten raekoon on erityisesti parasta mahdollista kiihdytystä varten työtilassa ja siitä johtuvaa optimaalista poistotehoa varten oltava suunnilleen kaksinkertaisen amplitudin mukaisessa suuruusjärjestyksessä, siis käsittelytyökalun ultraäänivärähtelyjen kokonaisiskun sisällä. Hankaussuspensioiden käyttö, joiden koostumus sisältää hankaushiukkasia 3 – 50, sopivimmin 5 – 20 tilavuusosaa ja erityisen edullisesti 10 tilavuusosaa nestettä, on suotavaa, jolloin nämä rakeet pidetään epämääräisessä tilassa esimerkiksi suspension jatkuvan sekoittamisen tai kaasun läpitulvimisen avulla esimerkiksi vaihdettavassa varastosäiliössä.

Hämmästyttävää kyllä on havaittu, että hammasluun käsittelyn yhteydessä avautuneet hammaskanavat voidaan sulkea lisäämällä hienoja raeosia (joita seuraavassa kutsutaan myös sulkuhiukkasiksi) suspensioon poistoprosessin aikana haavasiteen tavoin. Erityisesti on teräväreunaisten särmikkäiden (seuraavassa lyhyesti lohkomaiseksi kutsuttujen) hienojen metallioksidihiukkasten, erityisesti hienojen alumiinioksidihiukkasten, joiden läpimitta on alle 3 µm, erityisesti alle noin 1 µm, lisääminen osoittautunut edulliseksi. Luotettavat sekoitussuhteet käsittävät 2 – 20 tilavuusosaa hienoja raeosia ja sopivimmin noin 10 tilavuusosaa hankaushiukkasia.

Keksintöön liittyvä menetelmä käsittelyn aikana muodostuneiden hammaskanavien sulkemiseksi hienoilla raeosilla johtaa hampaan läpäisevyyden huomattavaan vähentymiseen ja poistaa tarpeen käyttää kallista haavasidettä tai vastaavasti alatäytettä.

Toisaalta käytössä on erityisesti lohkomaisten hienojen rae-osasten vetolujan kiilauksen ansiosta kyseisessä hammasrajapinnassa ensiksikin määrätty alustakerros, jota voidaan käyttää välttäen hammassyövytysveden ja/tai tartuntaa vain hieman parantavien hammastartunta-aineiden ongelmallinen soveltaminen plastisten hammastäyttömateriaalien, erityisesti polymeeriseosten tai lasitusliimojen, tartunnan aikaansaamiseksi.

Hämmästyttävää kyllä voidaan käyttää myös ainakin osittain piipitoisia tai silisoituja sekä vähintään osittain polymeeripitoisia rakeistettuja tuotteita suorassa kemiallisessa yhteydessä polymerisoitavien hammastäyttömassojen kanssa, jolloin näiden tuotteiden mahdollinen siirtyminen vastustaa hampaan rajapinnassa hammastäyttömateriaalien polymerisaatiokutistumista. Lisäksi voidaan käyttää ainakin osittain piipitoisia raemaisia tuotteita esimerkiksi yhdessä polyakryylihappoa sisältävien täyttöliimojen kanssa.

Hiomahiukkaset, hienot raeosaset ja vesisuspensio (lietemassa) syötetään suuttimien välityksellä käsi-instrumenttiin tai käsittelytyökaluun käyttäen erityisesti käsittelytyökalun ympärille asetettua rengassuutinta tai suunnilleen putkimaista käsittelytyökalua. Toisaalta voidaan ulkoisen lietesyötön yhteydessä parantaa poistotehokkuutta sekä näkövalvontaa, erityisesti syvien onteloiden yhteydessä, putkimaisten käsittelytyökalujen kautta tapahtuvan imuvaikutuksen avulla.

Vesipitoisten suspensioiden sijasta tai niitä täydentäen voidaan lisäksi käyttää suunnilleen geelimäisiä raelietteitä, jotka sisältävät edellä mainittuja hankaushiukkasia ja/tai hienoja raeosasia yhdessä esimerkiksi glyseriinigeelin tai gelatiinin tai 1 – 10 prosenttisen klooriheksidiglukonaattigeelin kanssa. Tällaisten geelien viskositeettia voidaan vaihdella esimerkiksi lisäämällä niihin käyttökohtaisesti aerosoleja, jolloin tulokseksi saadaan mahdollisesti valinnainen sovellusmuoto, joka vaikuttaa erityisesti myös painovoimaa vastaan, jolloin voidaan luopua jatkuvan vesipitoisen hioma-aineen syötöstä tai vastaavasti imutoimenpiteestä. Ultraäänivaikutuksen avulla saavutetaan geelin tiksotropian ansiosta valinnainen viskositeetin vähennys värähtelevän työkalun välittömässä ympäristössä ja siten myös tehokkaat ontelovaikutukset tai vastaavasti riittävä hioma-aineen kiihdytys työtilassa.

Erityisen edulliseksi on tällaisten geelien käyttö vaikeapääsyisillä alueilla, kuten erityisesti ientaskuissa, hampaiden välisissä tiloissa tai hammasydinonteloissa, sekä hampaita entistettäessä, osoittautunut edulliseksi vaihtoehdoksi jatkuvalle hioma-aineen syötölle.

Nesteisiin tai vastaavasti geeleihin voidaan tietenkin lisätä myös kemiallisia tehoaineita, kuten esimerkiksi kalsiumkelaattimuodostajaa (EDTA-liuosta) kovakudoksen poiston tukemiseksi tai pehmytkudosjäänteiden liuottamiseksi esimerkiksi hammasydinonteloiden käsittelyn yhteydessä, tai orgaanisia happoliuoksia käytön aikana esiintyvien voidekerrosten samanaikaiseksi poistamiseksi ja/tai käsiteltyjen pintojen mikromorfologiseksi uudelleenstrukturoimiseksi, tai tehoaineita taudinsiemenien vähentämiseksi käsitellyissä pinnoissa tai niiden ympäristössä (esimerkiksi taudinsiemenien vähentämiseksi ientaskuissa).

Niinpä on osoittautunut edulliseksi karioottisten (hammasmätäisten) kovahammasaineiden valinnaista poistamista varten luopua karkeiden hankaushiukkasten käytöstä ja käyttää niiden sijasta nesteitä tai vastaavasti geelejä yhdessä natriumhypokloridiliuoksen kanssa.

Tietenkin voidaan myös nesteyttää erittäin viskoosisia nesteitä, esimerkiksi polymeerikomposiitteja tiksotrooppisesti ultraäänivaikutuksen alaisena ja puristaa ne ohueksi kalvoksi vahvistuskomposiitteina hammasonteloiden väliin ultraäänen alaisten hammasentistysten yhteydessä.

Hammaslääketieteessä karioottisten kovahammasaineiden lastuavan poiston yhteydessä tulokseksi saatujen kovakudospuutteiden johdosta otetaan huomioon suoritettavien entistysten stabiliteetin tai reunakestävyyden parantamiseksi tarkat valmistusohjeet (asiantuntemus) onteloiden tai vastaavasti hampaantynkien ollessa kysymyksessä.

Suunsisäiset ontelot voidaan jakaa toisistaan erkanevien vastakkaisten seinien avulla esimerkiksi täyttösovitteiden tai osittaisten hammaskruunujen vastaanottamista varten

yhdeksi tai useammaksi asiantuntemuksen määrittämäksi suljetuksi ontelosegmentiksi ja/tai yhdeksi tai useammaksi likimääräiseksi tai poski- tai suuontelosegmentiksi.

Keksinnön mukaisesti tätä asiantuntemusta voidaan soveltaa useisiin kooltaan erilaisiin standardoituihin käsittelytyökaluihin, jolloin jokainen käsittelytyökalu on muodostettu valmistettavan ontelosegmentin negatiivisena matriisina. Erityisen edulliseksi on osoittautunut vähintään yhden puristustyökalun valmistaminen suljettujen ontelosegmenttien käsittelemiseksi ja/tai ainakin yhden puristustyökalun valmistaminen likimääräisten tai poski- tai suuonteloiden käsittelemiseksi ainakin yhdessä koossa, edullisesti erilaisella kokoporrastuksella. Ontelon muodostukseen liittyy esimerkiksi karioottisen kovahammasaineen poistaminen ja se tapahtuu upottamalla pituusakselin suuntaisesti yksi tai useampi keksintöön liittyvä värähtelevä puristustyökalu sopivimmin esikäsiteltyjen pintojen sisään. Yhteenliitetyt ontelomuodot saadaan tulokseksi laskemalla vierekkäin erilaiset segmenttityökalut alas, erityisesti sopivien puristustyökalukokojen esivalinnan jälkeen.

Keksintöön liittyvä tällaisten onteloiden entistys suoritetaan käyttämällä vähintään yhtä, muodoltaan tässä yhteydessä käytetyn käsittelyinstrumentin tai -instrumenttien kaltaista sovitus- tai täyttökappaletta, joka valitaan vastaavien puristustyökalujen geometrian mukaisten muotojen ja kokoporrastusten suhteen yhteensopivien muotokappaleiden joukosta. Erityisen edulliseksi on osoittautunut kiinnitarttuvien entistysmenetelmien käyttö yhdessä polymeerikomponenttien sekä ontelopintojen materiaalikohtaisen pintavakioinnin ja ontelopintoja tai vastaavasti vieressä olevia täyttökappalesegmenttejä päin olevien täyteainepintojen pintavakioinnin kanssa.

Onteloiden valmistus ja lopullinen entisöinti tapahtuu siten samassa käsittelyvaiheessa ilman monimutkaista muovaustekniikkaa tai yksittäisten sovitteiden kallista laboratoriovalmistusta.

Keksintöön liittyviä puristustyökaluja voidaan käyttää lisäksi myös erityisesti hammastynkäpintojen pintasegmenttien valmistukseen esimerkiksi päällyskuorien tai kruunutynkien muodostamisen yhteydessä. Tässäkin tapauksessa käytetään asiantuntemusta suunnilleen hampaan pituusakselin suuntaisesti kulkevien tynkäpintojen muodostamisessa kooltaan tai vastaavasti kaarevuussäteeltään erilaisten, suunnilleen lapiomaisten valmistustyökalujen sarjan yhteydessä. Asiantuntemusta voidaan erityisesti käyttää reunaylimenokohtien, nimenomaan kruunureunojen, esimerkiksi porrastettujen tai katkaistun kartion muotoisten siirtymäkohtien valmistuksessa, jotka on varustettu reunarajoituksella tai ovat ilman sitä, puristustyökalua käyttäen, joka on ainakin osittain muodostettu negatiivisena käsiteltäviin pintamuotoihin verrattuna. Reunasiirtymäkohtien valmistus tapahtuu pääasiassa siten, että tällaista työkalua ohjataan ympyrän muotoisin liikkein työkalun pituusakselin suuntaisesti koko muodostettavan tai vastaavasti viimeisteltävän reunasiirtymäkohdan ympäri. Erityisen edulliseksi tämä menettely on osoittautunut silloin, kun mahdolliset muodostustarkkuudet voidaan integroida toimenpiteen aikana vierekkäisten tarkasti muodostettujen mallityнkäpintaosien välityksellä asiantuntemus huomioonottaen, sopivimmin mallitynkien jälkikäsittelyn avulla identtisiä puristustyökaluja käyttäen itse menettelyssä.

Hammasjuuripintojen tai vastaavasti -pintasegmenttien mukaisen sarjan kaltaisten, suunnilleen lapiomaisten tai golf- tai jääkiekkomailojen muotoisten työkalujen käyttö mahdollistaa lisäksi hammaspäällysteiden ja adsorboitujen kovien aineiden, kuten hammaskiven, poiston ikenien päällä ja alla olevista juuripinnoista, jolloin käytössä olevien käsittelyväliaineiden (esimerkiksi veden tai hankaavien suspensioiden) koostumus sekä työkalujen värähtelymuoto mahdollistaa hammaskiven ja mahdollisten kuorettumien likimääräisen valinnaisen poiston poistamatta suurempia määriä tervettä kovaa hammaskudosta tai muuttamatta hampaan pintakarheutta.

Lisäksi voidaan ainakin soikeiden käsittelytyökalujen käytön avulla muodostaa nimenomaan hammasydinontelot enimmäkseen muodoltaan soikeiksi juuriläpimittaa vastaavalla instrumentaalisella tavalla.

Hämmästyttävää kyllä on lisäksi havaittu, että suunnilleen lankamaisia, lieriömäisiä tai teräviä työkaluja, jotka on tehty kromi- ja nikkelipitoisista metalliseoksista, voidaan valinnaisesti kuumentaa ilman vesijäähdytystä sisäisten kitkavaikutusten johdosta ja käyttää pehmytkudosten leikkauskäsittelyyn tai vastaavasti avattujen verisuonien hyydyttämiseen. Erikoisen edullisiksi ovat osoittautuneet käsittelytyökalut, jotka edesauttavat kitkalämmön syntymistä ultraäänivaikutuksen alaisina esimerkiksi ainakin kahden erilaisen materiaalin yhteenliittämisen tai vastaavasti käsittelytyökalun ohjauspään suhteen tapahtuvien liikkeiden aiheuttaman induktion johdosta. Tällaisten työkalujen avulla voidaan pehmytkudoksia leikata CO_2-laserin tai sähköisten suurtaajuustyökalujen tavoin, ilman että haitalliset optiset heijastusilmiöt tai sähköinen kipinänmuodostus aiheuttaisi vaurioita.

Lämpöä synnyttäviä työkaluja voidaan käyttää erityisesti myös hammasydinten käsittelyssä juurikanavakäsittelyn jälkeen käyttämällä sopivimmin muodoltaan samanlaisia käsittelytyökaluja täyteaineena. Lämpöinduktio mahdollistaa tällöin esimerkiksi kestomuovisten juuritäyttömateriaalien muokkaamisen, jotka nesteytetään ainakin osittain värähtelevän lämpöä synnyttävän työkalun avulla ja puristetaan työkalua siirtämällä juurikanavaan pienessä tilavuusmäärässä ja jotka toimivat saumausmateriaalina (sealer) ultraäänivärähtelyn poiskytkennän avulla, sopivimmin kovahammaskudos- ja käsittelytyökalupintojen adsorption yhteydessä, jolloin tämä saumausmateriaali sulkee yksittäiset ontelot juurikanavaseinien ja samanaikaisesti makrotäyteaineena toimivan käsittelytyökalun välillä. Työkalun kartiomaisen muodon aiheuttama jäähdytys työkalun kantaosasta lähtevissä kärjissä mahdollistaa työkalun ja juurikanavaseinän välisten onteloiden tiiviin suljennan, jolloin työkalu pysyy irrotuksen jälkeen ohjauspäästä pääasiassa geometrialtaan määrättynä muotokappaleena juurikanavassa täyteaineen tavoin ja tulee edullisesti lyhennetyksi hammasjuuren yksittäiseen pituuteen.

Keksinnön mukaisen käsittelylaitteen käyttö ei ole tietenkään rajoittunut vain hammaslääketieteeseen, vaan sitä voidaan soveltaa myös vastaavanlaisiin lääketieteellisiin ja muihin kuin lääketieteellisiin ja myös teollisiin käyttötarkoituksiin.

Keksintöä selostetaan seuraavassa yksityiskohtaisemmin esimerkkisovellusten avulla oheisiin piirustuksiin viitaten, joissa:

Kuvio 1 esittää aksiaalista leikkauskuvantoa hammasmateriaalin käsittelyä varten tarkoitetun hammaslääketieteellisen kulmatyökalun päästä;

Kuvio 2 esittää suurennettua leikkauskuvantoa kuvion 1 mukaisen käsityökalun ääniohjauspäästä;

Kuvio 3 esittää kaavamaista kuvantoa kuvion 1 mukaisesta käsityökalusta käyttövalmiina;

Kuvio 4 esittää hampaan suurennetun karioottisen (hammasmätäisen) alueen ensimmäistä käsittelyvaihetta kuvion 1 mukaisen työkalun avulla sivuttaisena kuvantona, näyttäen hampaan avoimen sivuleikkauksen;

Kuvio 5 esittää kuvion 4 linjaa V – V pitkin otettua leikkauskuvantoa;

Kuvio 6 esittää kuvion 4 mukaista käsittelyvaihetta seuraavaa toista käsittelyvaihetta, näyttäen hampaan keskiosan sivulta päin katsottuna;

Kuvio 7 esittää kuvion 6 linjaa VII – VII pitkin otettua leikkauskuvantoa;

Kuvio 8 esittää sivukuvantona hampaan käsittelyn ja entistyksen lisävaihetta, joka seuraa kuvioiden 4 – 6 mukaisia vaiheita ja yhtä kuvioissa esittämätöntä vaihetta ja jossa aikaisemmin esitetyn keskihampaan käsittelyn yhteydessä asetetaan korvaavasta materiaalista tehty täyteaine;

Kuvio 9 esittää kuvion 8 linjaa IX – IX pitkin otettua leikkauskuvantoa;

Kuvio 10 esittää sivukuvantoa työvaiheesta, jossa hammastynkää käsitellään ennen kruunun asettamista;

Kuvio 11 esittää kuvion 10 linjaa XI – XI pitkin otettua leikkauskuvantoa;

Kuvio 12 esittää sivukuvantoa työvaiheesta, jossa hammasjuuren ulkopinnan ylempää pääteosaa käsitellään ultraäänityökalun avulla;

Kuvio 13 esittää hammaslääketieteellisten töiden suorittamista ultraäänityökaluja käyttämällä, jolloin leikataan lihaa (kuvion vasen puolisko) tai poistetaan vastaavasti luumateriaalia (kuvion oikea puolisko);

Kuvio 14 esittää sivukuvantoa juurikanavan käsittelyvaiheesta ultraäänityökalun avulla;

Kuvio 15 esittää kuvion 14 linjaa XV – XV pitkin otettua leikkauskuvantoa;

Kuvio 16 esittää kuvion 3 kaltaista kuvantoa, jossa kuitenkin taitettu käsityökalu on esitetty uudelleen kiinteällä ääniohjausosalla varustettuna;

Kuvio 17 esittää yksityiskohtaa kuvion 16 mukaisesta ääniohjausosasta näyttäen lähemmin sen toimintatavan; ja

Kuvio 18 esittää sivukuvantoa ontelon muodostamisesta ultraäänipuristustyökalun avulla, joka toimii samalla muotokappaleena tai täyteaineena.

Kuvio 1 esittää yleensä numerolla 10 merkityn hammaslääketieteellisen kulmatyökalun päätä. Käsityökalu 10 sisältää samalla kahvana toimivan putkimaisen kotelon,

johon on kiinnitetty ripustimien 14 välityksellä yleensä numerolla 16 merkitty ultraäänivärähtelygeneraattori.

Ultraäänivärähtelygeneraattori 16 käsittää pietsosähköisen ultraäänimuuntimen 18, joka voi puolestaan sisältää useita pietsosähköisestä keramiikkamateriaalista tehtyjä aksiaalisesti peräkkäin asetettuja ja mekaanisesti sarjaan kytkettyjä levyjä. Ultraäänimuuntimen 18 etupinnoille on kiinnitetty kiertosymmetriset massakappaleet 22,24, esimerkiksi ruuvien tai liimauksen avulla.

Massakappaleen 24 piirustuksissa näkyvään oikeanpuoleiseen päähän on kiinnitetty vahvistuskappale 26, joka keskittää vasemmanpuolisessa etupinnassaan olevan ultraäänienergian lisääntyvän poikkileikkausvähennyksensä johdosta vapaaseen päähän ja huolehtii siten amplitudin vahvistamisesta. Tällaista vahvistuskappaletta kutsutaan usein myös sonotrodiksi.

Kotelon 12 oikeanpuoleinen pää kannattaa yleensä numerolla 28 merkittyä ohjauspäätä. Tämä ohjauspää sisältää ohjauskotelon 30, jonka ulkoinen muoto on katonreunaprisman kaltainen. Ohjauskotelo 30 sisältää ohjauskanavan 32, jonka keskiakseli muodostaa neljänneskehäkaaren. Ohjauskanavan poikittainen poikkileikkaus on ympyrän muotoinen, jolloin ohjauskanavan 32 piirustuksissa vasemmalla näkyvän pystysuoralla tasolla olevan tuloaukon poikkileikkauspinta-ala vähenee jatkuvasti ohjauskanavan 32 piirustuksissa näkyvään vaakasuoraan alempaan poistoaukkoon asti mentäessä.

Ohjauskanavan 32 päät on suljettu tiiviisti metallikalvojen 33,34, esimerkiksi ohuiden teräskalvojen, avulla.

Ohjauskanavaan 32 on suljettu ääntä hyvin johtava nestemäärä 35. Kysymys on tällöin huonelämpötilassa tai hieman sen yläpuolella (40 – 100 °C) nestemäisessä tilassa olevasta metallista, esimerkiksi elohopeasta tai helposti sulavista nikkeliseoksista tai kiinteistä tai puolikiinteistä tai geelimäisistä väliaineista, jotka nesteyty-

vät ultraäänen vaikutuksen alaisina. Vaihtoehtoisesti voidaan käyttää myös ei-metallisia nesteitä, joista kaasu on poistettu, esimerkiksi kaasutonta vettä tai kaasutonta silikoniöljyä. Vaihtoehtoisesti voidaan ohjauskanavaan 32 sulkea myös tehokkaasti kokoonpuristettuja kaasuja, jotka voivat olla esimerkiksi noin 50 ilmakehän suuruisen paineen alaisia.

Piirustuksissa vasemmalla puolella esitetty kalvo 33 on liitetty vahvistuskappaleen 26 vapaaseen päähän, metallikalvon 34 kannattaessa taas hammaslääketieteellistä työkalua 36, jolla on kuvioiden 1 ja 2 mukainen sauvamainen muoto.

Työkalun 36 vaihtamisen mahdollistamiseksi voidaan kuvion 2 mukaisesti metallikalvoon 36 asettaa asennusosa 38, johon työkalu 36 kiinnitetään ruuveilla.

Kuviossa 3 on kirjaimella H merkitty käsityökalun 44 akselia, joka toimii samalla värähtelygeneraattorin 16 akselina. Kirjaimella W on merkitty työkalun 36 akselia. Nämä molemmat akselit kulkevat kohtisuorasti toistensa suhteen ja siten käsityökalun 44 yhteydessä saavutetaan samat ergonomiset käyttöedellytykset kuin tähän asti käytetyissä mekaanisissa kulmatyökaluissa. Ohjauspää 28 huolehtii värähtelygeneraattorin 16 ultraäänivärähtelyjen johtamisesta työkaluun 36.

Edellä selostettu käsityökalu toimii seuraavalla tavalla:

Ultraäänienergia, joka synnytetään ultraäänimuuntimen 18 ja massakappaleen 22,24 muodostaman värähtelevän järjestelmän avulla, siirretään vahvistuskappaleen 26 välityksellä amplitudivahvistuksen alaisena metallikalvoon 33. Metallikalvon 33 vastaava olennaisesti sinimuotoinen liike, jota on kuviossa 2 merkitty kaavamaisesti numerolla 40 ja jolla on amplitudi a, saa aikaan vastaavat paineaallot nestemäärässä 35. Näiden paineaaltojen johdosta metallikalvo 34 liikkuu vastaavalla tavalla, jolloin taaskin ohjauskanavan 32 poikkileikkauksen vähentymisen ansiosta amplitudivahvistus säilytetään. Metallikalvon 34 olennaisesti sinimuotoista liikettä on merkitty numerolla 42 (amplitudi A). Tämä liike siirretään työkaluun 36 ja se voi auttaa

materiaalin poistamista, kuten seuraavassa yksityiskohtaisesti selostetaan kuvion 3 yhteydessä.

On selvää, että numeroilla 40 ja 42 esitetyt värähtelyamplitudit eivät ole esitettyinä oikeassa mittakaavassa ohjauspään 28 mittoihin verrattuna. Käytännössä työkalun värähtelyamplitudit A ovat alueella noin 2 – 50 μm.

Kuten kuviosta 3 näkyy, hammasmateriaalin poistoa varten tarkoitettu kulmatyökalu 44, joka on ultraäänen muodostuksen ja ääniohjauksen suhteen rakenteeltaan samanlainen kuin kuvion 1 mukainen käsityökalu 10, jolloin vastaavia komponentteja varten on käytetty taas samoja viitenumeroita, on varustettu kotelopäässä lisäksi poistoputkella 46 hankaavaa käsittelyväliainetta varten. Poistoputki 46 on liitetty pumpun 50 poistopäähän, tämän pumpun imiessä hankaavan käsittelyväliaineen sekoitussäiliöstä 52.

Vaihtoehtoisesti voidaan poistoputken 46 sijasta tai sen lisäksi käyttää rengassuutinta, joka ympäröi työkalua 36 sopivimmin sen yläpäässä, ja hankaava käsittelyaine voidaan poistaa työkalun 36 etummaiseen pääteosaan suunnatun usean suuttimen välityksellä.

Sekoitussäiliössä 52 oleva sekoitusvarasto 54 käsittää veden, joka sisältää suuria hankaavia hiukkasia 56, keskikokoisia hankaavia hiukkasia 58 ja hienoja hankaavia sulkuhiukkasia 60. Nämä hiukkaset on erotettu toisistaan kaavamaisesti pisteiden, pienten ympyröiden ja pienten kolmioiden avulla.

Suurten hankaushiukkasten 56 läpimitta vastaa olennaisesti työkalun 36 ultraäänivärähdysliikkeen kokonaisiskua, ollen siis suuruudeltaan noin 2A. Suurten hankaushiukkasten läpimitta on siten alle 100 μm. Suuret hankaushiukkaset sisältävät kovamateriaalin rikkomisen tai jauhamisen avulla saadun särmikkään pinnan ja siten hyvät leikkausominaisuudet. Suurten hankaavien kovarakeiden materiaali valitaan kulloistakin käyttötarkoitusta varten. Suurta poistotehoa varten ovat piikarbidimate-

riaalit osoittautuneet edullisiksi, jolloin on saavutettu hyviä tuloksia alueella 50 - 80 µm olevien hiukkaskokojen avulla.

Pienemmät hankaushiukkaset 60 saavat aikaan hitaamman poiston ja johtavat siten käsitellyn pinnan sileyteen, niiden poikkileikkauksen voidessa käsittää noin puolet tai kolmasosan karkeiden hankaushiukkasten 56 läpimitasta. Näitä hankaushiukkasia varten voidaan myös valita käyttöön materiaaleja, jotka muodostavat heikommat leikkuureunat kuin piikarbidimateriaalit. Tällaisia materiaaleja ovat esimerkiksi alumiinikeramiikkamateriaalit. Käytännössä luotettaviksi ovat osoittautuneet esimerkiksi levymäiset tai laattamaiset alumiinikeramiikkahiukkaset, joiden läpimitta on 25 µm, jolloin näiden hiukkasten pinta sisältää samalla erinomaiset vesihakuiset ominaisuudet. Vesihakuisten hiukkaspintojen etuna ovat valmistuksen suhteen helposti käsiteltävät stabiilit vesilietteet.

Sulkuhiukkaset 60 sisältävät pienen läpimitan. Niiden läpimitta valitaan hammasmateriaalin hammasluukanavien läpimitan suhteen siten, että nämä kanavat voidaan sulkea sulkuhiukkasten 60 avulla, kuten seuraavassa lähemmin selostetaan. Käytännössä näiden sulkuhiukkasten läpimitta on alle 3 µm, sopivimmin noin 1 µm. Sopivia materiaaleja sulkuhiukkasia 60 varten ovat erityisesti taaskin alumiinikeramiikkamateriaalit. Sulkuhiukkasten valmistuksen yhteydessä pidetään taas sopivana teräväreunaista pintaa. Siten näille hiukkasille pyritään antamaan hankaavia ominaisuuksia niiden vähäisestä läpimitasta huolimatta, koska näiden hiukkasten on myös määrä edesauttaa materiaalin poistoa, ja toisaalta sulkuhiukkasten mahdollisimman luotettavan mekaanisen kiinnittymisen varmistamiseksi hammasluukanavien päihin ja käsiteltyjen onteloiden pinnan epäsäännöllisyyksiin. Tällä tavoin sulkuhiukkaset muodostavat kiinnityskohdat, joihin täyttömateriaali voi kiinnittyä ja kerrostua.

Määräsuhteiden suhteen, jotka esiintyvät suurten hankaushiukkasten 56, pienten hankaushiukkasten 58 ja sulkuhiukkasten 60 välillä, viitataan tämän selostuksen johdannossa annettuihin tietoihin.

Edellä olevat tiedot hiukkaskokoa varten käsittävät materiaalin poistoa varten tarkoitetut hiukkaskoot. Jos hiukkaset on tehty hauraasta ultraäänivaikutuksen alaisena hajoavasta materiaalista, voivat syötetyn työväliaineen sisältämät hiukkaset olla suurempia, kunhan vain näitä hiukkasia työpaikalla hajotettaessa saadaan tulokseksi halutut hiukkaskoot.

Ottaen huomioon korkea poistoteho on toivottavaa, että suuret hankaushiukkaset 56, keskikokoiset hankaushiukkaset 58 ja hienot hankaavat sulkuhiukkaset 60 sisältävät vain vähäisen raekoon hajonnan halutun keskimääräisen läpimitan ympärillä.

Sekoitussäiliössä 52 kiertää magneettisesta materiaalista tehty sekoitussauva, joka liikkuu magneettikelan 64 synnyttämän kiertokentän läpi.

Kuvion 3 oikeanpuoleisessa alaosassa näkyvät taas numerolla 64 merkitty hampaan 66 koronaosa sulakerroksineen 68, hammasluumassoineen 70 ja hammasonteloineen 72. Hammasontelosta 72 kulkevat läpimitaltaan pienet hammasluukanavat 74 hammasluun 70 kautta sulakerrokseen 68.

Hampaan 66 puremapinnassa on syvennys 76, joka ulottuu sulakerroksen 68 läpi hammasmassaan 70. Vastaavan materiaalimäärän poisto on tapahtunut siten, että hankaavan käsittelyaineen 48 syötön avulla syöttöputken 46 kautta ja paineistamalla samalla ultraäänen välityksellä työkalu 36 työkalun 36 alempi etupinta ja sivupinnat on painettu hampaan pehmytmateriaalia tai vastaavasti hammasluumateriaalia vasten. Tällöin työkalun värähtelevä pinta aiheuttaa hankaushiukkasille suuren nopeuden, ja kun nämä hiukkaset törmäävät vastakkaista materiaalipintaa vasten, ne irrottavat tämän pienen sirpaleosan. Tällainen materiaalinpoisto on hellävarainen eikä aiheuta suurempia kudosvaurioita, eikä erityisesti mitään säröjä. Siirtämällä työkalua vastaavasti ohjatulla tavalla kolmessa koordinaattisuunnassa ja kiertämällä käsityökalua näitä koordinaattisuuntia vastaavien akselien ympäri (näitä liikkeitä on merkitty symbolisesti numerolla 78), voi hammaslääkäri muodostaa kulloinkin tarvittavan hammasontelon.

Kuvio 3 esittää tilannetta ontelon valmistamisen jälkeen ja siitä voidaan havaita, että ontelon muodostamisen yhteydessä vapautuneet hammasluukanavien 74 päät suljetaan hienojen sulkuhiukkasten 60 avulla. Tämä toimenpide vähentää pääsyä onteloa rajoittavaan hammasluuhun, jolloin muodostuu alatäytteenä toimiva eristyskerros.

Seuraavassa selostetaan kuvioiden 4 – 9 perusteella suurempien karioottisten hammasvikojen korjausta.

Kuviossa 4 ja 5 esitetyssä ensimmäisessä käsittelyvaiheessa poistetaan hampaan karioottinen sivualue käyttäen ensimmäistä puristustyökalua 80, joka on kiinnitetty ohjauspäähän 28. Tämän työkalun poikkileikkausmuotona on kaareva puolisuunnikas ja se on kiilan muotoinen aksiaalisena leikkauksena tarkasteltuna. Puristustyökalua 80 siirrettäessä pelkästään aksiaalisessa suunnassa, sen ollessa ultraäänen alainen ohjauspään 28 välityksellä, ja syöttämällä samalla hankaavaa käsittelyainetta 48, hampaan karioottinen reuna-alue poistetaan, jolloin hampaaseen 66 muodostuu puristustyökalun 80 ulkoista muotoa vastaava syvennys 82. Samanaikaisesti voidaan ontelon reunat muotoilla tarkasti esimerkiksi osittaisen reunaviisteen avulla.

Kuvioiden 6 ja 7 esittämässä toisessa käsittelyvaiheessa hampaaseen 66 muodostetaan keskisyvennys 84, jonka reunaääriviiva on makaavan kahdeksikon muotoinen. Tämän jälkeen siirretään toista poikkileikkaukseltaan vastaavaa puristustyökalua 86 eteenpäin aksiaalisessa suunnassa, jolloin taaskin syötetään hankaavaa käsittelyainetta 48, joka tulee puristustyökalun 86 ulkopinnan ja hammasmateriaalin väliin.

Kuvion 8 mukaisesti molempien syvennysten 82 ja 84 muodostamisen jälkeen syvennykseen 82 asetetaan ensimmäinen täyteainesovite 88, joka käsittää hampaan korvausmateriaalin ja jonka ulkoinen ääriviiva vastaa puristustyökalun 80 muotoa. Täyteainesovite 88 on liitetty saumauskomposiittikerroksen 90 välityksellä hammasmateriaaliin. Täyteainesovitteen 88 ylempi etupinta on muokattu käsittelytyökalun,

joka käytännössä voi olla kuvion 1 esittämän työkalun kaltainen, avulla siten, että se muodostaa uudelleen alkuperäisen puremapinnan.

Keskisyvennykseen 84 asetetaan sitten lisätäyteainesovite 92. Sen ulkoinen ääriviiva vastaa puristustyökalun 86 ulkoista muotoa. Täyteainesovitteen 92 ulkopinnan ja syvennyksen 84 seinäpintojen väliin asetetaan toinen saumauskomposiittikerros 94, jota ei ole kuitenkaan vielä sidottu paikoilleen. Käsityökaluun 10 ohjauspäähän 28 kiinnitetyn painetyökalun 96 avulla täyteainesovitteen 92 yläpäähän siirretään ultraääntä, mikä edesauttaa täyteainesovitteen 92 asetusta syvennykseen 84, koska saumauskomposiittimateriaalin viskositeetti vähenee värähtelyn vaikutuksesta. Täyteainesovitteen tällainen asetus on edullinen mahdollisimman ohuen saumauskomposiitti- tai liimakerrosten olemassaoloa ajatellen.

Kuvio 8 esittää taas standardimallista täyteainesovitetta 92, joka on tarkoitettu hammaslääkärin asetusta varten puristustyökalun 86 muodostamiin syvennyksiin, sen ollessa kuitenkin esitetty vielä muuttumattomassa geometrisessä muodossaan. Saumakomposiittikerroksen 94 kiinnittämisen jälkeen on täyteainesovitteen 92 puremapinnan yli ulottuvat osat poistettava siten, että täyteainesovitteen 92 yläpinta vastaa taas alkuperäistä puremapintaa. Vastaavia ääriviivamuotoja on merkitty ohuilla viivoilla kuviossa 9.

Entistyskäsittelyvaiheen edellä olevan selostuksen perusteella, kuvioon 8 viitaten, voidaan keksintöä ymmärtää havainnollisemmin, kun otetaan huomioon, että täyteainesovite 88 asetetaan ensin paikoilleen ja kiinnitetään komposiittimateriaalin avulla, minkä jälkeen sen ylempi etupinta muokataan halutun puremapintageometrian mukaisesti ja sitten täyteainesovite 92 kiinnitetään hammasonteloon. On selvää, että tämän menettelytavan yhteydessä komposiittikerros kiinnitetään molempien täyteainesovitteiden väliin vasta täyteainesovitteen 92 asetuksen yhteydessä, jolloin molemmat täyteainesovitteet tulevat liitetyiksi tehokkaasti toisiinsa.

Käytännössä menetellään yleensä siten, että molemmat täyteainesovitteet 88 ja 92 kiinnitetään onteloon käyttämällä komposiittimateriaalia ja kummankin täyteainesovitteen ylempi etupinta käsitellään yhdessä halutun puremapintageometrian muodostamiseksi.

Kuviot 10 ja 11 esittävät ultraäänityökalujen käyttöä hammastynkien käsittelyn yhteydessä hammaskruunun myöhemmin tapahtuvaa asetusta varten (oikea puoli: onton keilan valmistus; vasen puoli: viistetyn osan valmistus). Nämä käsittelytoimenpiteet tapahtuvat taaskin samanaikaisesti hankaavan käsittelyaineen 48 syöttämisen kanssa.

Kuvioiden 10 ja 11 vasemmassa puoliskossa esitetään työkalu 98, jolla on pystyleikkauksessa tarkasteltuna suorakaiteen muoto ja poikittaisessa leikkauksessa taivutetun matalan suorakaiteen muoto, jossa on pyöristetyt päät. Poikkileikkauksen kaarevuus on valittu hampaan kaarevuuden mukaisesti käsittelyalueella. Käytännössä hammaslääkärillä on useita tällaisia kaarevuudeltaan erilaisia käsittelytyökaluja työkaluvalikoimassaan.

Kuten kuviosta 10 näkyy, työkalun 98 alla oleva etupinta 98 on alaspäin viisto, jolloin tämä työkalu muodostaa hammastynkään pystysuoran sivupinnan 102, jota alhaalta päin rajoittaa viistosti ulospäin kulkeva ontto kiila 104.

On selvää, että tämän sovellusmuodon vaaka- ja pystysuoran poikkileikkauksen geometria voi olla myös toisenlainen, jolloin se voi pienten läpimittojen yhteydessä olla myös onton kiilan muotoinen ja suurempien läpimittojen yhteydessä viistosti porrastettu.

Kuvioiden 10 ja 11 oikeassa puoliskossa esitetty työkalu 106 on työkalun 98 kaltainen sisältäen kuitenkin vain pienen kehäpidennyksen, jolloin se on yleensä sopiva erilaisilla kehäkaarevuuksilla varustettujen hammastynkien käsittelyä varten. Tämän työkalun 106 alempi etupinta 108 on esimerkiksi porrastettu ja sisältää kohtisuorasti

työkalun akselin suhteen olevan etupintaosan ja siihen liittyvän alaspäin laskeutuvan etupintaosan. Työkalu 106 muodostaa tällä tavoin hammastynkään taas pystysuoran sivupinnan 110 ja ulospäin laskeutuvan viisteen 112, jolloin kuitenkin viisteen 112 ja sivupinnan 110 väliin on vielä muodostettu vaakasuora porrastus 114.

Kuvio 12 esittää materiaalin, erityisesti ikenen päällä ja alla olevan hammaskiven, juurikuorettumien ja/tai plakin hellävaraista poistoa hammasjuurien 116, 118 kaulapäässä. Ensimmäinen työkalu 120 sisältää varren 122, joka voi ulkomuodoltaan olla työkalun 106 kaltainen, tasaisen käyttöosan 124 ollessa kiinnitettynä varren 122 alapäähän, tämän osan 124 ollessa olennaisesti puutarhalapion muotoinen eli siis kehän suunnassa kaareva hammasjuuren kaarevuuden mukaisesti. Työkalu 120 on asetettu ientaskuun 126, joka täytetään käsittelyaineella 130 ruiskun 128 avulla. Tämä käsittelyaine käsittää erittäin viskoosisen nestemäisen perusmateriaalin, johon on taas jaetulla tavalla asetettu hankaushiukkasia 132 ja joka voi lisäksi mahdollisesti sisältää vielä kemiallisia syövytysaineita ja/tai taudinsiemeniä tappavia aineita.

Voidaan käyttää myös käsittelyainetta 130, joka ei sisällä mitään hankaushiukkasia.

Lisäksi voidaan huomauttaa, että työkalujen 120 ja 134 ei tarvitse muutoin kuin klassisina kyretteinä käytettyinä olla varustettuja geometrisesti määrätyillä terillä.

Kuvion 12 oikeanpuoleisessa osassa esitetään taas hammaskiven poistamiseen käytetty työkalu 134 hammasjuuren 118 ulkopinnan käsittelyä varten, tämän työkalun voidessa olla golfmailan tai jääkiekkomailan muotoinen. Työkalu 134 sisältää siten varren 136, joka kannattaa kapeaa poikittaista käyttöosaa 138. Työkalu 134 sopii hyvin myös pituussuunnassa kaarevien hammasjuurien tai sellaisten hammasjuurien käsittelyyn, jotka sisältävät kehän suunnassa koverasti kaareutuvia pintoja.

Kuvion 13 vasen puolisko esittää työkalua 140 (ultraäänileikkausveistä), jota käytetään pehmytkudoksen, erityisesti hammaslihan, poistamiseen tai pehmytkudospuh-

kaisujen suorittamiseen. Varteen 142 on kiinnitetty poikittainen käyttöosa 144, joka on valmistettu materiaalista, joka muuttaa ultraäänienergian lämmöksi. Sopiva materiaali on esimerkiksi kahdesta tai useammasta erilaisesta materiaalikerroksesta valmistettu yhdysmateriaali. Esimerkkeinä tästä voidaan mainita kaksois-
5 metallikaistaleet tai keraamisella päällysteellä varustetut metallit. Esimerkkeinä suuren sisäisen kitkan sisältävistä materiaaleista voidaan mainita ruostumattomat teräkset. Työkalu 140 toimii siten ultraäänisyövyttimenä ja sen avulla voidaan numerolla 146 merkittyyn hammaslihaan tehdä sangen tarkasti ohjattavia viilloksia, poistaa osia tai syövyttää verisuonia.

10

Kuvion 13 oikeanpuoleisessa osassa esitetään taas luukäsittelytyökalu 148 luumateriaalin 150 poistamista varten. Sauvamainen varsi 152 kannattaa esimerkiksi pallomaista käyttöosaa 154. Käyttöosa 154 voi myös sisältää suunnilleen V:n tai pyramidin muotoisen meisselikärjen. Kuvion 13 oikeanpuoleisessa osassa esitettyä
15 työkalua 148 käytetään edullisesti syöttämällä taas samanaikaisesti hankaavaa käsittelyainetta 48.

Kuvio 14 esittää työkalua 146, joka on tarkoitettu hammasjuurikanavan 158 muodostamista varten. Kanava muodostetaan tavanomaisella tavalla tai käyttämällä
20 työkalua, jota on selostettu kuvioihin 1-7 viitaten, ja sitä laajennetaan tavanomaisten työkalujen avulla. Työkalua 156 käytetään hammasjuurikanavan 158 hellävaraiseen jälkikäsittelyyn ja se sisältää tätä varten poikkileikkauksen, joka on pyöristetyillä kulmilla varustetun suorakaiteen muotoinen tai soikea, jolloin tämä poikkileikkaus vähenee työkalun 156 vapaata päätä kohti mentäessä. Pituussuunnassa tarkasteltuna
25 työkalulla 156 on hieman kaarevan kiilan muoto.

Työkalu 156 on otettu sarjasta työkaluja, joiden yksittäiset geometriset muodot vastaavat erilaisten hampaiden tai vastaavasti hammasryhmien juurikanavien keskimääräistä standardi-geometriaa (muoto, koko, läpimitta).

30

Toisin kuin kuvion 14 esittämässä esimerkkisovelluksessa voidaan hammasjuurikanavan valmistusta varten tarkoitettu työkalu varustaa myös nimellisellä murtokohdalla tai jakomerkinnällä, jolloin työkalun käsiteltävää juurikanavaa täydentävä osa voidaan murtokohdassa tapahtuvan murtumisen tai jakomerkinnän kohdalla tapahtuvan taivutuksen jälkeen kiinnittää entistysosana käsiteltyyn juurikanavaan. Työkalun 156 tämä osa, joka muodostaa nastamaisen täyteainesovitteen, voi sitten toimia hampaan rakenneosien kiinnitysvälineenä. Materiaaleina tällaisia työkaluja varten tulevat kysymykseen keraamiset materiaalit, hammasproteeseja tai siirrännäisiä varten käytetyt metallit ja myös muovit.

Kuvioiden 14 ja 15 oikeanpuoleinen puolisko esittää käsittelemätöntä hammasjuurikanavaa 160.

Kuvio 16 esittää hampaita varten tarkoitettua ultraäänikäsittelylaitetta, joka on kuviossa 3 esitetyn laitteen kaltainen. Toiminnaltaan vastaavanlaisia komponentteja on taas merkitty samoilla viitenumeroilla.

Ohjauspää 28 sisältää tässä tapauksessa kuitenkin rengassovitteen 162, joka on materiaalinsa ja geometriansa suhteen valittu siten, että se käsittää neljä 90° kulmassa kehän suunnassa siirrettyä värähtelykupua, kuten kuviosta 17 näkyy, jotka sijaitsevat rengasosissa 162a – 162d. Yhteen rengasosassa 162a olevaan värähtelykupuun on liitetty vahvistuskappaleen 26 pää, rengaskuvussa 162d olevan värähtelykuvun, jota on siirretty 90° kulmassa värähtelygeneraattorin 16 akselin suhteen, ollessa liitettynä työkaluun 36. Rengassovite 162 hoitaa siten ultraäänienergian kulmaohjauksen ilman amplitudivahvistusta. Rengassovitteen 162 mitta kohtisuorasti piirustustasoon nähden, siis aksiaalisessa suunnassa, on niin suuri, että sen värähtelytavat ovat pelkästään hengitysliikkeiden mukaisia ja eivät sisällä ollenkaan tai vain vähäisessä määrin vääntökomponentteja kehän suunnassa.

Jakamalla rengassovite 162 kolmeen värähtelykupuun voidaan käsityökaluakselin H ja työkaluakselin W välinen kulma (ohjauskulma) pitää arvossa 120°. Kun värähte-

lykupuja on n kappaletta, voidaan toteuttaa järjestely, joka sisältää 360°/n ja sen kokonaislukumonikerran suuruisen ohjauskulman.

Välikulmaa haluttaessa voidaan sellainen saada aikaan muuttamalla rengassovitteen seinän paksuutta tai aksiaalista ulottumaa kehän suunnassa, koska tällöin värähtelysolmukohdat eivät enää ole tasaisesti jakautuneet kehän suunnassa.

Toisin kuin rengassovitteen edellä selostetussa sovellusmuodossa voidaan rengassovitteen epäsymmetrinen muoto valita myös siten, että käyttöliikettä varten valmis rengasosa sisältää suuremman amplitudin kuin käytettävä rengasosa. Rengassovite ei ole tällöin enää täysin kiertosymmetrinen, vaan sisältää esimerkiksi kehän suunnassa vaihtelevan seinäpaksuuden tai aksiaalisen mitan.

Eräässä lisämuunnelmassa voidaan silloin, kun värähtelygeneraattorin 16 synnyttämän värähtelyn täyttä amplitudia ei tarvita työkalussa, kiinnittää työkalu 36 myös rengassovitteen 162 rengasosaan, joka sijaitsee värähtelykuvun ja värähtelysolmukohdan välissä.

Kuviosta 17 voidaan myös havaita, että silloin kun värähtelygeneraattorin avulla kohdistetaan painetta rengasosaan 162a, myös rengasosasta 162d kohdistetaan painetta työkaluun. Voimansiirto värähtelygeneraattorista työkaluun tapahtuu siten ilman vaihemuutosta.

Kuviossa 16 esitetyn käsittelylaitteen yhteydessä työkalu 36 on ontto ja liitetty letkun 164 välityksellä toisen pumpun 166 ulosmenoon, tämän pumpun imiessä varastosäiliöstä 168 hankaavaa käsittelyväliainetta 170. Tämä väliaine käsittää käytännössä taas veden, suuret hankaushiukkaset 172 ja esillä olevassa sovellusmuodossa lisäksi hammasluukanavat 74 sulkevat sulkuhiukkaset 174. Sen johdosta, että käsittelyväliaine 170 ei sisällä mitään keskimääräisiä hankaushiukkasia 58 vastaavia hiukkasia, on huomautettava, että tämä käsittelyväliaine 170 eroaa käsittelyväliaineesta 48. Tämä eroavaisuus voi myös käsittää käsittelyväliaineeseen lisättä-

viä muita aineita, joiden avulla säädetään viskositeettia tai joilla on lääkinnällinen tehtävä.

Pumpun 166 imujohdossa olevan kaksoisnuolen avulla ilmoitetaan, että tätä pumppua voidaan käyttää myös tarvittavan käyttöväliaineen imemiseen työkalun 36 kautta.

Kuvio 18 esittää keksinnön erästä lisäsovellusta, jonka yhteydessä puristustyökalu on muodostettu itse myöhemmin hammasmateriaaliin liitettävän täyteainesovitteen avulla.

Täyteainesovitteen 176, jonka geometria vastaa olennaisesti puristustyökalun 86 geometriaa, yläpäähän on valettu kiinnitysosa 178, joka sopii asennusosaan 38. Täyteainesovite 176 on yläosassaan varustettu nimellisellä murtokohdalla 180, jolloin täyteainesovitteen 176 upottamisen jälkeen (syöttämällä samalla hankaavaa käsittelyväliainetta edellä selostetulla tavalla) kiinnitysosa 180 voidaan murtaa tai vastaavasti räjähdyttää rikki iskemällä. Täyteainesovite 176 liimataan sitten hammasmateriaaliin edellä selostetulla tavalla ja täyteainesovitteen 176 yläosa poistetaan puremapinnan uudelleenmuodostamiseksi.

Kuten edellä on kuvioon 14 viitaten jo esitetty, eräs lisäesimerkki täyteainesovitteesta, jota samalla voidaan käyttää puristustyökaluna, käsittää työkalun hammasjuurikanavien käsittelyä varten.

Tällaisia samanaikaisesti työkaluina toimivia täyteainesovitteita varten sopivia materiaaleja ovat metalliseokset, esimerkiksi titaaniseokset, kuten oksidiset tai eioksidiset keraamiset aineet, erityisesti alumiinioksidia sisältävät keraamiset materiaalit tai piikarbidi-metallikeraamiset materiaalit.

Patenttivaatimukset

1. Laite ihmisen tai eläimen kova- tai pehmytkudosten ja hampaan tai luun korvaavien materiaalien valmistamiseksi ultraäänen avulla käyttäen ultraäänivärähtelygeneraattoria (16) sekä sen avulla toimivaa työkalua (36;80;86,96;98;106;120;134;140;148;156;176), t u n n e t t u siitä, että värähtelygeneraattorin (16) ja työkalun väliin on asetettu ääniohjauspää (28), joka käsittää värähtelygeneraattorin (16) pituusakselin suuntaisesti liikkuvan, värähtelygeneraattorin (16) käyttämän tuloelementin (33;162a) ja työkalua (36) käyttävän lähtöelementin (34;162d), jolloin tämä lähtöelementti liikkuu akselia pitkin, joka muodostaa värähtelygeneraattorin akselin suhteen arvosta 0° eroavan kulman, ja että työkalu (36;80;86;96;98;106;120;134;140;148;156;176) on liitetty ohjauspään (28) käyttävään lähtöelementtiin (34;162d).

2. Patenttivaatimuksen 1 mukainen laite, t u n n e t t u siitä, että työkalu (36;80;86;96;98;106;120;134;140;148;156;176) värähtelee pituusakselinsa suuntaisesti.

3. Patenttivaatimuksen 1 tai 2 mukainen laite, t u n n e t t u siitä, että ohjauspää (28) sisältää värähtelevän kappaleen (162), joka sisältää värähtelygeneraattorin (16) käyttötaajuuden kanssa yhtäpitävän resonanssitaajuuden, jolloin värähtelykappaleen (162) synnyttämä värähtely käsittää useita kehän suunnassa etäisyyden päässä toisistaan olevia värähtelykupuja ja että ensimmäiseen värähtelykupuun liitetty rengasosa (162a) on kytketty värähtelygeneraattoriin (16) ja toiseen värähtelykupuun liitetty toinen rengasosa on kytketty työkaluun (36;80;86;96;98;106;120;134;140;148;156;176).

4. Patenttivaatimuksen 3 mukainen laite, t u n n e t t u siitä, että värähtelykappaleella on renkaan, holkin tai onton pallon muoto.

5. Patenttivaatimuksen 1 tai 2 mukainen laite, t u n n e t t u siitä, että ohjauspää (28) sisältää ohjauskoteloon (30) muodostetun ohjauskanavan (32), johon on suljettu nestettä ja/tai kaasua.

6. Patenttivaatimuksen 5 mukainen laite, t u n n e t t u siitä, että ohjauskanavan (32) päät on suljettu kalvon (33,34) tai liikkuvan meistin avulla tiiviisti virtausväliaineen suhteen.

7. Patenttivaatimuksen 6 mukainen laite, t u n n e t t u siitä, että kalvot (33,34) tai meistit on asetettu kohtisuorasti värähtelygeneraattorin (16) pituusakselin tai vastaavasti työkalun (10) akselin suhteen.

8. Patenttivaatimuksen 7 mukainen laite, t u n n e t t u siitä, että sopivimmin metallista tai metalliseoksesta valmistettujen kalvojen (33,34) paksuus vähenee ohjauskoteloon (30) liittyvästä reunasta keskiosaan mentäessä.

9. Minkä tahansa patenttivaatimuksen 5 – 8 mukainen laite, t u n n e t t u siitä, että ohjauskanavassa (32) oleva nestemäärä (35) sisältää alhaisen viskositeetin ainakin ultraäänivaikutuksen alaisena.

10. Patenttivaatimuksen 9 mukainen laite, t u n n e t t u siitä, että nestemäärä (35) käsittää elohopean, veden, alkoholin tai alkoholin ja veden seokset tai silikoniöljyn tai nesteytetyt nikkeliseokset.

11. Minkä tahansa patenttivaatimuksen 1 – 10 mukainen laite, t u n n e t t u siitä, että värähtelygeneraattorin (16) pituusakselin (H) ja työkalun (36;80;86;96;98;106; 120;134;140;148;156;176) akselin (W) välinen kulma on noin 60 – 120°.

12. Minkä tahansa patenttivaatimuksen 1 – 10 mukainen laite, t u n n e t t u siitä, että värähtelygeneraattorin (16) pituusakselin (H) ja työkalun (36;80;86;96;98;106; 120;134;140;148;156;176) pituusakselin (W) välinen kulma on noin 90°.

13. Minkä tahansa patenttivaatimuksen 1 – 12 mukainen laite, t u n n e t t u siitä, että koko järjestelmä, joka koostuu värähtelygeneraattorista (16), ohjauspäästä (28)

ja työkalusta (36;80;86;96;98;106;120;134;140;148;156;176), värähtelee resonanssitaajuudella.

14. Minkä tahansa patenttivaatimuksen 1 – 13 mukainen laite, t u n n e t t u siitä, että työkalu (80;86;156;176) muodostaa kudoskorvausmateriaalista, esimerkiksi hammaskorvausmateriaalista tehdyn täyteainesovitteen (88;92;176) negatiivisen matriisin ja että työkalu (80;86;156;176) ja ohjauspää (28) on muodostettu siten, että työkalu (80;86;156;176) voidaan värähtelyn alaisena laskea alas käsiteltävään materiaaliin.

15. Patenttivaatimuksen 14 mukainen laite, t u n n e t t u siitä, että se käsittää sarjan erilaisia työkaluja (80;86;156;176), jotka on tarkoitettu erilaisia hammaskokoja ja/tai erilaisia minimivalmistussyvyyksiä varten, jotka ovat esimerkiksi ominaisia käytössä olevalle entistysmateriaalille, ja jotka on varustettu erilaisia täyteainesovitteita (88;92;176) vastaavilla negatiivisilla matriiseilla.

16. Patenttivaatimuksen 15 mukainen laite, t u n n e t t u siitä, että tämä laite käsittää sarjan täyteainesovitteita (88;92;176), joilla on samat muodot ja kokoporrastukset kuin työkaluilla (80;86;156;176), joita käytetään onteloiden valmistukseen.

17. Patenttivaatimuksen 15 tai 16 mukainen laite, t u n n e t t u siitä, että täyteainesovitteet (88;92;176) on tehty keraamisesta materiaalista tai polymeerikomposiittimateriaalista tai metallista, esimerkiksi titaanista, ja että niiden pinnat on kostutettu ainakin osittain kiinnitysmateriaaleilla, erityisesti polymeerisideaineilla tai liimoilla, tai liitetty muoto- tai voimajäykästi paikoilleen.

18. Minkä tahansa patenttivaatimuksen 1 – 13 mukainen laite, t u n n e t t u siitä, että työkalu (140) sisältää käyttöosan (144), joka on tehty materiaalista, joka kuumenee ultraäänen vaikutuksen alaisena.

19. Patenttivaatimuksen 18 mukainen laite, t u n n e t t u siitä, että työkalun (140) käyttöosa (144) kuumenee kitkalämmön, erityisesti sisäisen kitkalämmön, vaikutuksesta, tämän käyttöosan käsittäessä useita erilaisia materiaalikerroksia.

20. Minkä tahansa patenttivaatimuksen 1 – 19 mukainen laite, t u n n e t t u siitä, että se käsittää vähintään yhden laitteen (46,50,52;164,166,168) hankaavan käsittelyväliaineen (48;170) syöttämiseksi työkaluun (36;80;86;98;106;120;134;148;156; 176) jolloin tämä hankaava käsittelyväliaine (48;170) sisältää sopivimmin pieniä hankaavia sulkuhiukkasia (60), joiden keskimääräinen osaläpimitta on alle 5 µm.

21. Patenttivaatimuksen 20 mukainen laite, t u n n e t t u siitä, että hankaavien sulkuhiukkasten (60) keskimääräinen osaskoko on noin 1 µm.

22. Patenttivaatimuksen 20 tai 21 mukainen laite, t u n n e t t u siitä, että hankaushiukkasten joukkoon on asetettu sulkuhiukkasia (69), jotka on tehty oksidi- ja/tai silikaatti- ja/tai karbidi- ja /tai nitridi- ja/tai polymeerimateriaaleista ja että näiden sulkuhiukkasten pinta voidaan saattaa ainakin osittain kemialliseen yhteyteen silaanien ja/tai polymeerien kanssa ainakin osittain happopitoisten geeliytyvien saumaustäyteaineiden vaikutuksen alaisena, erityisesti valovaikutteisten tai kemiallisesti kovettuvien lasitusliimojen tai kompomeerien välityksellä, muodostuvassa geelissä, jolloin hankaushiukkaset sisältävät sopivimmin 2 – 20, edullisesti noin 10 tilavuusosaa sulkuhiukkasia.

23. Minkä tahansa patenttivaatimuksen 20 – 22 mukainen laite, t u n n e t t u siitä, että käsittelyväliaine (130) on vähintään yhden geelin muodossa.

24. Patenttivaatimuksen 23 mukainen laite, t u n n e t t u siitä, että käsittelyväliaine (130) sisältää aerosolin tai geeliytyvien kantoaineiden, esimerkiksi gelatiinin, lisäyksen avulla muutetun viskositeetin ja että geeliytyvä käsittelyaine nesteytyy ainakin osittain ultraäänivaikutuksen alaisena.

25. Patenttivaatimuksen 23 tai 24 mukainen laite, t u n n e t t u siitä, että käsittelyväliaineen (130) peruskomponentti käsittää glyseriinigeelin tai noin 1 – 10 prosenttisen klooriheksidigeelin tai gelatiinin.

26. Minkä tahansa patenttivaatimuksen 14 – 25 mukainen laite, t u n n e t t u siitä, että työkalu ja kudosonteloon asetettava täyteainesovite muodostetaan yhdessä kudoksen mukaisesta kovasta materiaalista valmistetun täyteainesovitteen (156;176) kanssa.

27. Patenttivaatimuksen 26 mukainen laite, t u n n e t t u siitä, että täyteainesovite (156;176) on tehty oksidikeraamisista tai ei-oksidikeraamisista aineista tai metallimateriaalista.

28. Patenttivaatimuksen 26 tai 27 mukainen laite, t u n n e t t u siitä, että täyteainesovite (176) sisältää ohjauspään (28) käyttävään lähtöosaan (34;162d) liitettävän kiinnitysosan (178), joka on liitetty, esimerkiksi ruuvien, liiman tai juottamisen avulla täyteainesovitteen (176) kudosonteloon asetettavaan osaan.

29. Minkä tahansa patenttivaatimuksen 20 – 28 mukainen laite, t u n n e t t u siitä, että käsittelyväliaine (48;170) sisältää hankaushiukkasia (56), joiden läpimitta vastaa pääasiassa työkalun (36;80;86;98;106;120;134;148;156;176) ultraäänivärähtelyn kokonaisiskua, jolloin sopivimmin yksi tilavuusosa hankaushiukkasia asetetaan 3 – 50, edullisesti 5 – 20 ja vielä edullisemmin noin 10 tilavuusosaan nestettä.

30. Minkä tahansa patenttivaatimuksen 20 – 29 mukainen laite, t u n n e t t u siitä, että hankaushiukkaset (56,58,60) sisältävät vesihakuisen pinnan tai vesihakuisen pintapäällysteen.

31. Minkä tahansa patenttivaatimuksen 20 – 30 mukainen laite, t u n n e t t u siitä, että se käsittää lisälaitteen (46,40,52) käsittelyväliaineen (48) syöttämiseksi työkalun (36;80;86;98;120;134;148;156;176) ulkosivulle.

32. Minkä tahansa patenttivaatimuksen 1 – 31 mukainen laite, t u n n e t t u siitä, että työkalu (36;80;86;96;106;120;134;148;156) on ainakin osittain ontto ja liitetty hankaavan käsittelyväliaineen (170) syöttämistä varten tarkoitettuun laitteeseen (164, 166,168).

33. Minkä tahansa patenttivaatimuksen 1 – 32 mukainen laite, t u n n e t t u siitä, että työkalu (96) sisältää vähintään yhden pullean värähtelypään.

34. Minkä tahansa patenttivaatimuksen 1 – 32 mukainen laite, t u n n e t t u siitä, että työkalu (86;98;120;138;176) sisältää kaarevan poikkileikkauksen.

35. Minkä tahansa patenttivaatimuksen 1 – 32 mukainen laite, t u n n e t t u siitä, että työkalu (120) sisältää kourun tai lapion muotoisen käyttöosan (124).

36. Minkä tahansa patenttivaatimuksen 1 – 32 mukainen laite, t u n n e t t u siitä, että työkalun (98;106) vapaa etupinta sisältää työkalun akselin suhteen vinosti kulkevan tai onton keilan tavoin kaareutuvan osan.

37. Patenttivaatimuksen 36 mukainen laite, t u n n e t t u siitä, että työkalun (106) vapaa etupinta (108) sisältää kohtisuorasti työkalun pituusakselin suhteen kulkevan osan.

38. Minkä tahansa patenttivaatimuksen 1 – 32 mukainen laite, t u n n e t t u siitä, että työkalu (134) sisältää varren (136) ja sen vapaaseen päähän kiinnitetyn poikittaisen käyttöosan (138).

39. Minkä tahansa patenttivaatimuksen 1 – 32 mukainen laite, t u n n e t t u siitä, että työkalu (148) sisältää meisselikärjen (154).

40. Minkä tahansa patenttivaatimuksen 1 – 32 mukainen laite, t u n n e t t u siitä, että työkalulla (156) on hammasjuurikanavan (158) geometriaa vastaava geometrinen muoto.

41. Minkä tahansa patenttivaatimuksen 1 – 40 mukainen laite, t u n n e t t u siitä, että työkalu sisältää pituusakselinsa suhteen poikittaisesti värähtelevän pääteosan.

42. Minkä tahansa vaatimuksen 1 – 41 mukainen laite, t u n n e t t u vähintään kahdesta samansuuntaisesti siirrettävästä kudokseen alaslaskettavasta erilaisesta työkalusta (98;106), jotka yhdessä aikaansaavat kudokseen muodostettavan ontelon muodon.

43. Minkä tahansa patenttivaatimuksen 1 – 41 mukaisen laitteen käyttö valmistettaessa hampaan tai luun korvaavia materiaaleja ultraäänen avulla.

Patentkrav

1. Anordning för preparering av hårda eller mjuka vävnader hos människa eller djur och av tand- eller benersättningsmaterial med hjälp av ultraljud genom användning av en ultraljudsvängningsgenerator (16) och ett med hjälp av denna fungerande verktyg (36;80;86,96;98;106;120;134;140;148;156;176), k ä n n e t e c k n a d därav, att mellan svängningsgeneratorn (16) och verktyget är anordnat ett ljudstyrningshuvud (28), som omfattar ett parallellt med längdaxeln av svängningsgeneratorn (16) rörligt, av svängningsgeneratorn (16) driven ingångselement (33;162a) och ett verktyg (36) drivande utgångselement (34;162d), varvid detta utgångselement rör sig längs en axel som bildar en från värdet 0° avvikande vinkel relativt axeln av svängningsgeneratorn, och att verktyget (36;80;86;96;98;106;120;134;140;148;156; 176) är anslutet till det drivande utgångselementet (34;162d) på styrhuvudet (28).

2. Anordning enligt patentkravet 1, k ä n n e t e c k n a d därav, att verktyget (36; 80;86;96;98;106;120;134;140;148;156;176) svänger i riktningen av sin längdaxel.

3. Anordning enligt patentkravet 1 eller 2, k ä n n e t e c k n a d därav, att styrhuvudet (28) innefattar en svängkropp (162), som uppvisar en med drivfrekvensen av svängningsgeneratorn (16) överensstämmande resonansfrekvens, varvid den av svängkroppen (162) alstrade svängnigen omfattar flera i perifeririktningen på avstånd från varandra belägna svängningsutbuktningar och att en till en första svängningsutbuktning ansluten ringdel (162a) är kopplad till svängningsgeneratorn (16) och en till en andra svängningsutbuktning ansluten andra ringdel är kopplad till verktyget (36;80;86;96;98;106;120;134;140;148; 156;176).

4. Anordning enligt patentkravet 3, k ä n n e t e c k n a d därav, att svängkroppen har formen av en ring, en hylsa eller en ihålig boll.

5. Anordning enligt patentkravet 1 eller 2, k ä n n e t e c k n a d därav, att styrhuvudet (28) innefattar en i ett styrhus (30) bildad styrkanal (32), i vilken en vätska och/eller en gas är innesluten.

6. Anordning enligt patentkravet 5, k ä n n e t e c k n a d därav, att ändarna av styrkanalen (32) är tätt tillslutna med avseende på ett strömningsmedium med hjälp av en membran (33,34) eller en rörlig kolv.

7. Anordning enligt patentkravet 6, k ä n n e t e c k n a d därav, att membranerna (33,34) eller kolvarna är anordnade vinkelrätt i förhållande till längdaxeln av svängningsgeneratorn (16) resp. axeln av verktyget (10).

8. Anordning enligt patentkravet 7, k ä n n e t e c k n a d därav, att tjockleken av de lämpligast av metall eller metallegering tillverkade membranerna (33,34) avtar från den till styrhuset (30) anslutna kanten i riktning mot mittpartiet.

9. Anordning enligt vilket som helst av patentkraven 5 – 8, k ä n n e t e c k n a d därav, att den i styrkanalen (32) befintliga vätskevolymen (35) uppvisar en låg viskositet åtminstone under ultraljudinverkan.

10. Anordning enligt patentkravet 9, k ä n n e t e c k n a d därav, att vätskevolymen (35) består av kvicksilver, vatten, alkohol eller blandningar av alkohol och vatten eller silikonolja eller i flytande form överförda nickellegeringar.

11. Anordning enligt vilket som helst av patentkraven 1 – 10, k ä n n e t e c k n a d därav, att vinkeln mellan längdaxeln (H) av svängningsgeneratorn (16) och axeln (W) av verktyget (36;80;86;96;98;106;120;134;140;148;156;176) är cirka 60 – 120°.

12. Anordning enligt vilket som helst av patentkraven 1 – 10, k ä n n e t e c k n a d därav, att vinkeln mellan längdaxeln (H) av svängningsgeneratorn (16) och längdaxeln (W) av verktyget (36;80;86;96;98;106;120;134;140;148;156;176) är cirka 90°.

13. Anordning enligt vilket som helst av patentkraven 1 – 12, k ä n n e t e c k n a d därav, att hela systemet, som består av svängningsgeneratorn (16), styrhuvudet (28) och verktyget (36;80;86;96;98;106;120;134;140;148;156;176), svänger med resonansfrekvens.

14. Anordning enligt vilket som helst av patentkraven 1 – 13, k ä n n e t e c k n a d därav, att verktyget (80;86;156;176) bildar negativformen av en formfyllningskropp (88;92;176), som är framställd av vävnadsersättningsmaterial, exempelvis tandersättningsmaterial, och att verktyget (80;86;156;176) och styrhuvudet (28) är utformade på sådant sätt, att verktyget (80;86;156;176) under oscillation kan insänkas i materialet som skall bearbetas.

15. Anordning enligt patentkravet 14, k ä n n e t e c k n a d därav, att den omfattar en sats olika verktyg (80;86;156;176), som är avsedda för olika tandstorlekar och/eller olika minimipreparеringsdjup, som exempelvis är specifika för det använda restaureringsmaterialet, och som är försedda med negativformer motsvarande olika formfyllningskroppar (88;92;176).

16. Anordning enligt patentkravet 15, k ä n n e t e c k n a d därav, att den omfattar en sats formfyllningskroppar (88;92;176), som har samma former och storleksavtrappningar som verktygen (80;86;156;176), som används för kavitetspreparering.

17. Anordning enligt patentkravet 15 eller 16, k ä n n e t e c k n a d därav, att formfyllningskropparna (88;92;176) består av keramiskt material eller polymerkompositmaterial eller metall, exempelvis titan, och att ytorna av dessa är åtminstone delvis fuktade med fästmaterial, särskilt polymerbindämnen eller lim eller form- eller kraftstyvt anslutna på plats.

18. Anordning enligt vilket som helst av patentkraven 1 – 13, k ä n n e t e c k n a d därav, att verktyget (140) innefattar en arbetsdel (144), som är tillverkad av ett material som blir varmt under inverkan av ultraljud.

19. Anordning enligt patentkravet 18, k ä n n e t e c k n a d därav, att arbetsdelen (144) av verktyget (140) blir uppvärmd genom inverkan av friktionsvärme, särskilt inre friktionsvärme, varvid denna arbetsdel omfattar flera olika materialskikt.

20. Anordning enligt vilket som helst av patentkraven 1 – 19, k ä n n e t e c k n a d därav, att den omfattar minst en anordning (46,50,52;164,166,168) för tillförsel av ett slipande behandlingsmedium (48;170) till verktyget (36;80;86;98; 106;120;134; 148;156;176), varvid detta slipande behandlingsmedium (48;170) innehåller lämpligast små slipande förseglingspartiklar (60), vilkas genomsnittliga deldiameter är under 5 µm.

21. Anordning enligt patentkravet 20, k ä n n e t e c k n a d därav, att den genomsnittliga delstorleken av de slipande förseglingspartiklarna (60) är cirka 1 µm.

22. Anordning enligt patentkravet 20 eller 21, k ä n n e t e c k n a d därav, att bland friktionspartiklarna är anordnade förseglingspartiklar (69), som består av oxid- och/eller silikat- och/eller karbid- och/eller nitrid- och/eller polymermaterial och att ytan av dessa förseglingspartiklar åtminstone delvis kan bringas i kemisk förbindning med silaner och/eller polymerer under inverkan av åtminstone delvis syrahaltiga gelbildande fogfyllningsmedel, i synnerhet genom förmedling av glasningslim eller kompomerer som härdar genom inverkan av ljus eller kemiskt, i en sig bildande gel, varvid friktionspartiklarna innehåller företrädesvis 2 – 20, fördelaktigt cirka 10 volymandelar förseglingspartiklar.

23. Anordning enligt vilket som helst av patentkraven 20 – 22, k ä n n e t e c k n a d därav, att behandlingsmediet (130) har formen av minst en gel.

24. Anordning enligt patentkravet 23, k ä n n e t e c k n a d därav, att behandlingsmediet (130) uppvisar en med hjälp av tillsättning av aerosol eller gelbildande bärämnen, exempelvis gelatin, förändrad viskositet och att det gelformiga behandlingsmediet övergår i vätska åtminstone delvis under ultraljudinverkan.

25. Anordning enligt patentkravet 23 eller 24, k ä n n e t e c k n a d därav, att grundkomponenten av behandlingsmediet (130) omfattar glyceringel eller cirka 1 – 10 procentig klorhexidgel eller gelatin.

26. Anordning enligt vilket som helst av patentkraven 14 – 25, k ä n n e t e c k n a d därav, att verktyget och en formfyllningskropp som skall insättas i en vävnadskavitet bildas tillsammans med en formfyllningskropp (156;176) som är tillverkad av vävnadsenligt hårt material.

27. Anordning enligt patentkravet 26, k ä n n e t e c k n a d därav, att formfyllningskroppen (156;176) består av oxidkeramiska eller icke-oxidkeramiska ämnen eller metallmaterial.

28. Anordning enligt patentkravet 26 eller 27, k ä n n e t e c k n a d därav, att formfyllningskroppen (176) innefattar en till den drivande utgångsdelen (34;162d) på styrhuvudet (28) anslutbar fästdel (178), som är ansluten till den del av formfyllningskroppen (176) som skall insättas i vävnadskaviteten med hjälp av exempelvis skruvar, lim eller lödning.

29. Anordning enligt vilket som helst av patentkraven 20 – 28, k ä n n e t e c k n a d därav, att behandlingsmediet (48;170) innehåller friktionspartiklar (56), vilkas diameter huvudsakligen motsvarar den totala slaglängden av ultraljudsvängningen av verktyget (36;80;86;98;106;120;134;148;156;176), varvid företrädesvis en volymandel friktionspartiklar insätts i 3 – 50, fördelaktigt 5 – 20 och ännu fördelaktigare cirka 10 volymandelar vätska.

30. Anordning enligt vilket som helst av patentkraven 20 – 29, k ä n n e t e c k n a d därav, att friktionspartiklarna (56,58,60) uppvisar en hydrofil yta eller en hydrofil ytbeläggning.

31. Anordning enligt vilket som helst av patentkraven 20 – 30, k ä n n e t e c k n a d därav, att den omfattar en tilläggsanordning (46,40,52) för tillförsel av behandlingsmedium (48) till utsidan av verktyget (36;80;86;98;120;134;148;156;176).

32. Anordning enligt vilket som helst av patentkraven 1 – 31, k ä n n e t e c k n a d därav, att verktyget (36;80;86;96;106;120;134;148;156) är åtminstone delvis ihåligt och anslutet till en anordning (164,166,168) avsedd för tillförsel av slipande behandlingsmedium (170).

33. Anordning enligt vilket som helst av patentkraven 1 – 32, k ä n n e t e c k n a d därav, att verktyget (96) uppvisar minst ett kullrigt vibrationshuvud.

34. Anordning enligt vilket som helst av patentkraven 1 – 32, k ä n n e t e c k n a d därav, att verktyget (86;98;120;138;176) uppvisar ett böjt tvärsnitt.

35. Anordning enligt vilket som helst av patentkraven 1 – 32, k ä n n e t e c k n a d därav, att verktyget (120) uppvisar en rännformig eller spadformig arbetsdel (124).

36. Anordning enligt vilket som helst av patentkraven 1 – 32, k ä n n e t e c k n a d därav, att den fria frontytan av verktyget (98;106) uppvisar ett i förhållande till axeln av verktyget snett förlöpande eller som en hålkäl böjt avsnitt.

37. Anordning enligt patentkravet 36, k ä n n e t e c k n a d därav, att den fria frontytan (108) av verktyget (106) uppvisar ett vinkelrätt i förhållande till längdaxeln av verktyget förlöpande avsnitt.

38. Anordning enligt vilket som helst av patentkraven 1 – 32, k ä n n e t e c k n a d därav, att verktyget (134) uppvisar ett skaft (136) och en i den fria änden av detta fäst tvärstående arbetsdel (138).

39. Anordning enligt vilket som helst av patentkraven 1 – 32, k ä n n e t e c k n a d därav, att verktyget (148) uppvisar en mejselspets (154).

40. Anordning enligt vilket som helst av patentkraven 1 – 32, k ä n n e t e c k n a d därav, att verktyget (156) har en geometrisk form motsvarande geometrin av en tandrotkanal (158).

41. Anordning enligt vilket som helst av patentkraven 1 – 40, k ä n n e t e c k n a d därav, att verktyget uppvisar en i förhållande till sin längdaxel tvärsvängande ändel.

42. Anordning enligt vilket som helst av patentkraven 1 – 41, k ä n n e t e c k n a d av minst två olika parallellförskjuten i vävnad insänkta formverktyg (98;106), vilka gemensamt bildar formen av kaviteten, som ska bildas i vävnaden.

43. Användning av en anordning enligt vilket som helst av patentkraven 1 – 41 för preparering av tand- eller benersättningsmaterial med hjälp av ultraljud.

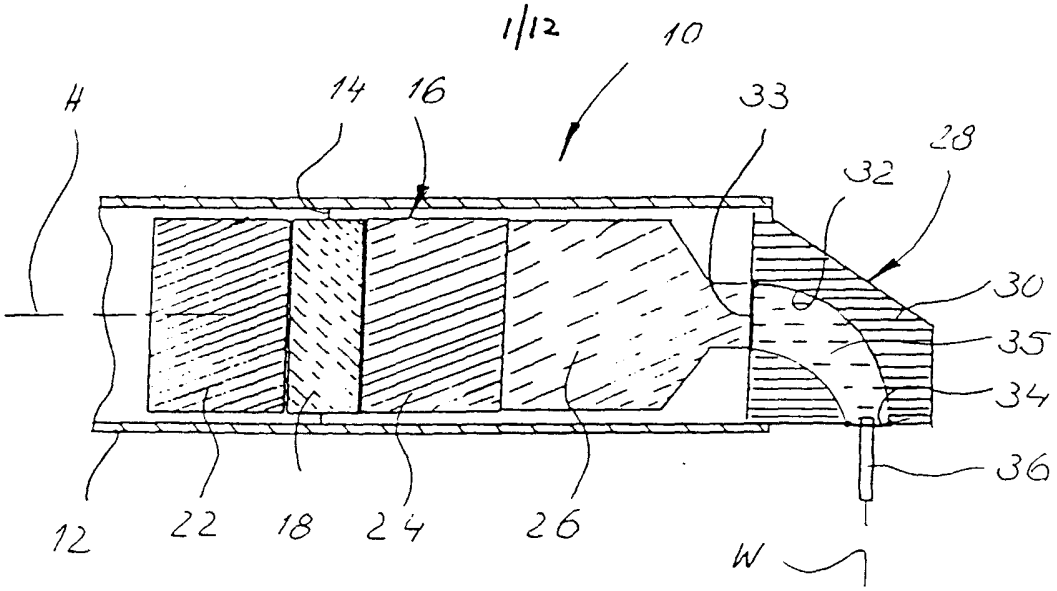

10
H
14
16
33
28
32
30
35
34
36
12
22
18
24
26
W

Fig. 1

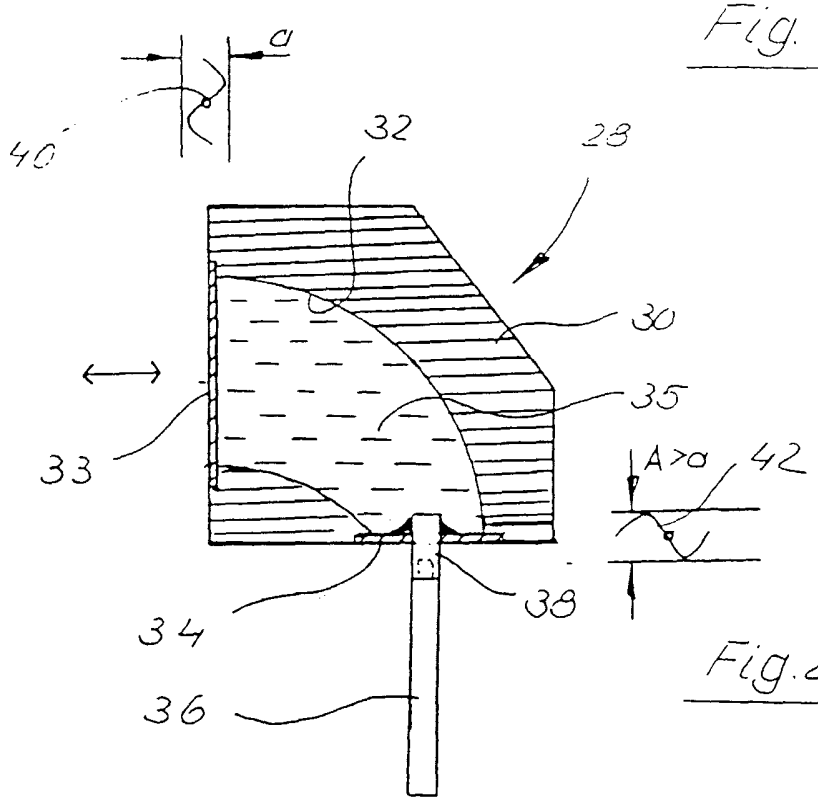

a
40
32
28
30
35
33
A>a
42
38
34
36

Fig. 2

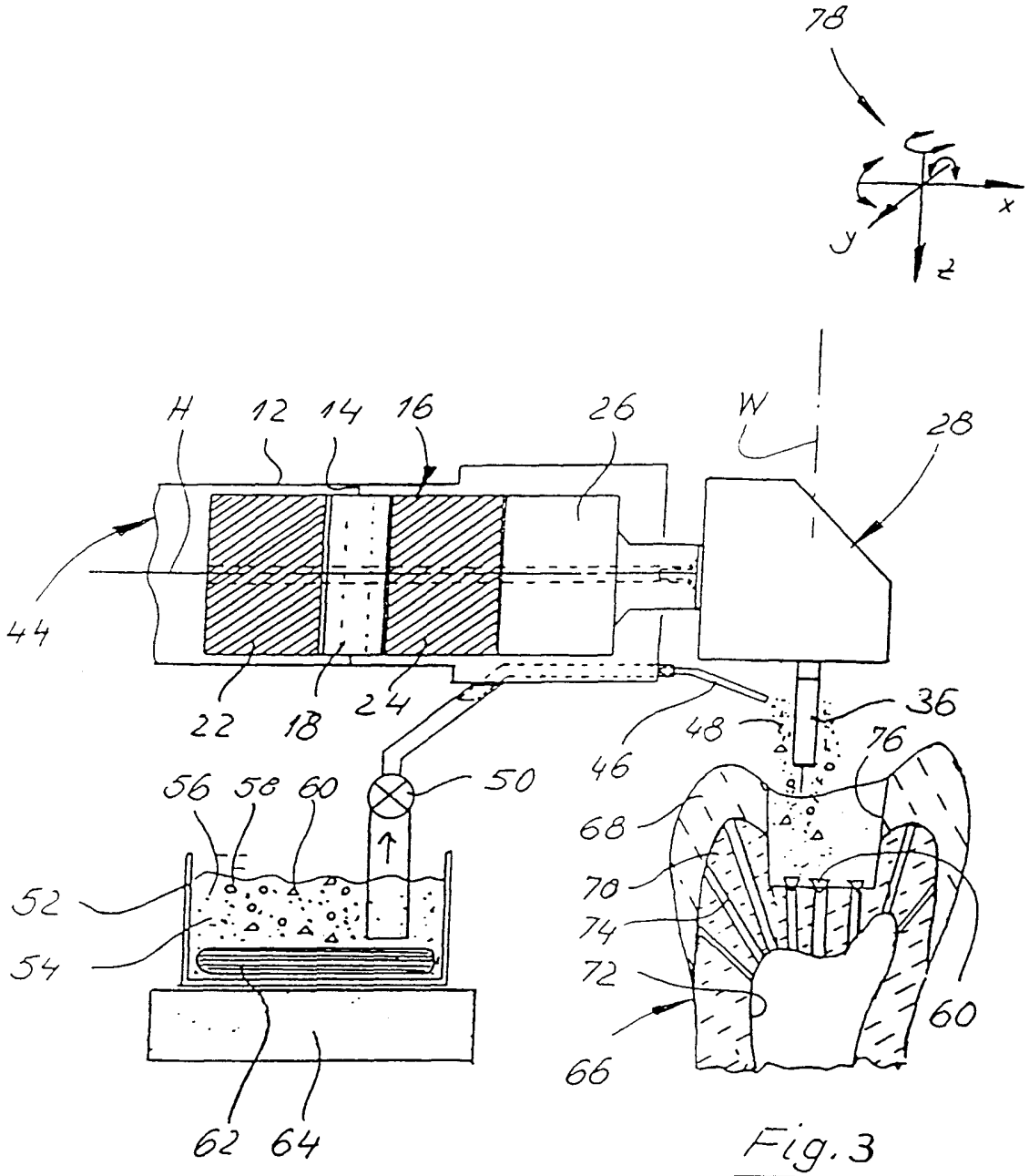

78
x
y
z
H
12
14
16
26
W
28
44
22
18
24
46
48
36
76
56
58
60
50
52
54
68
70
74
72
66
60
62
64

Fig. 3

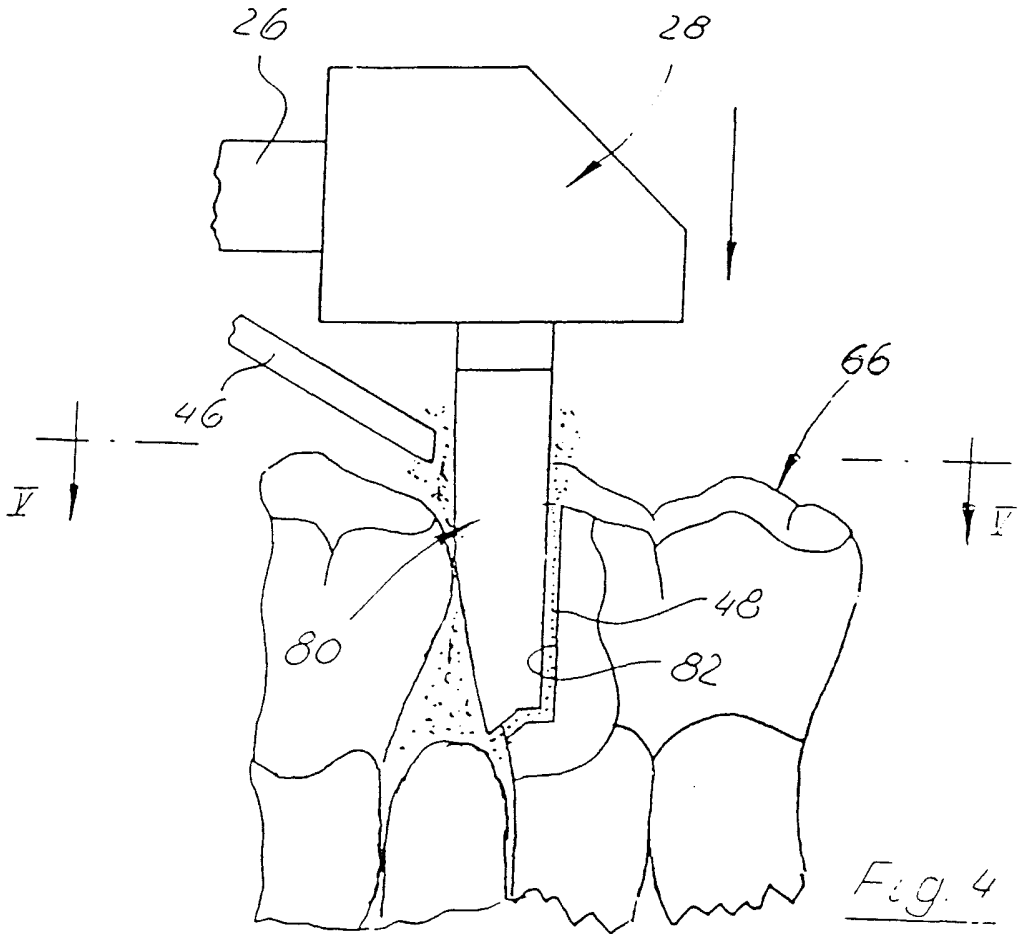


Fig. 4

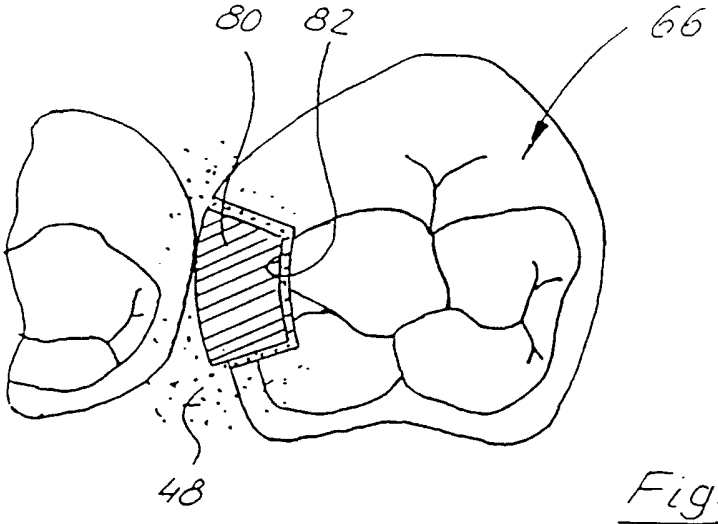


Fig. 5

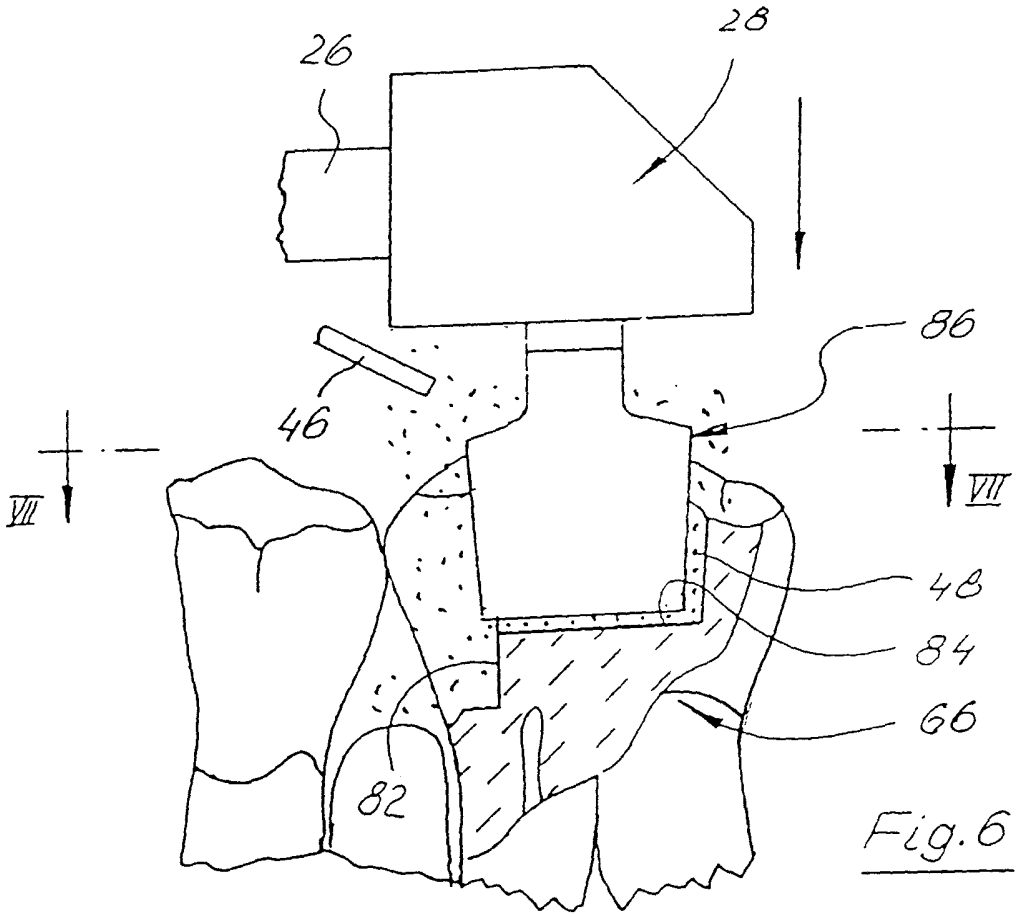


Fig.6

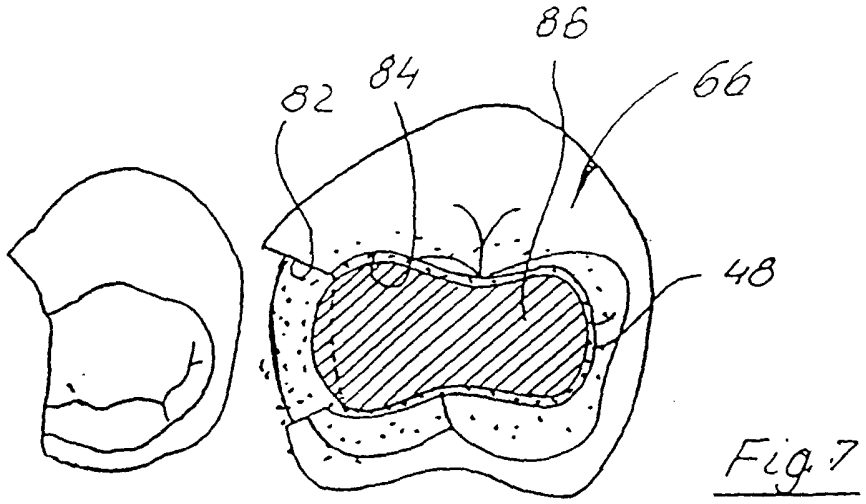


Fig.7

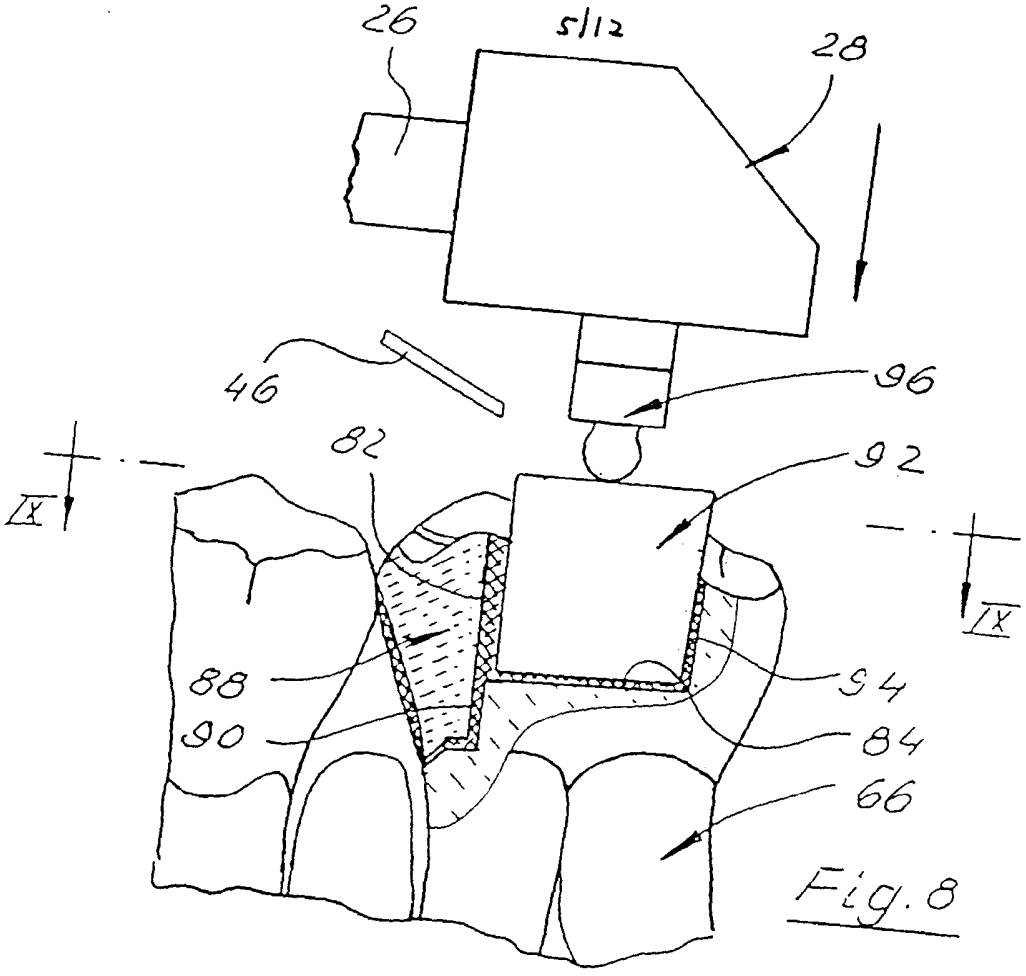


Fig. 8

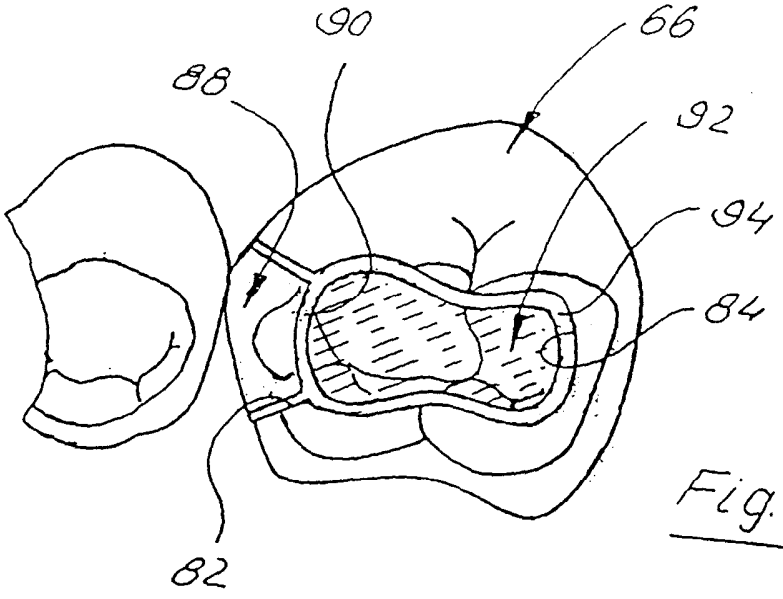


Fig. 9

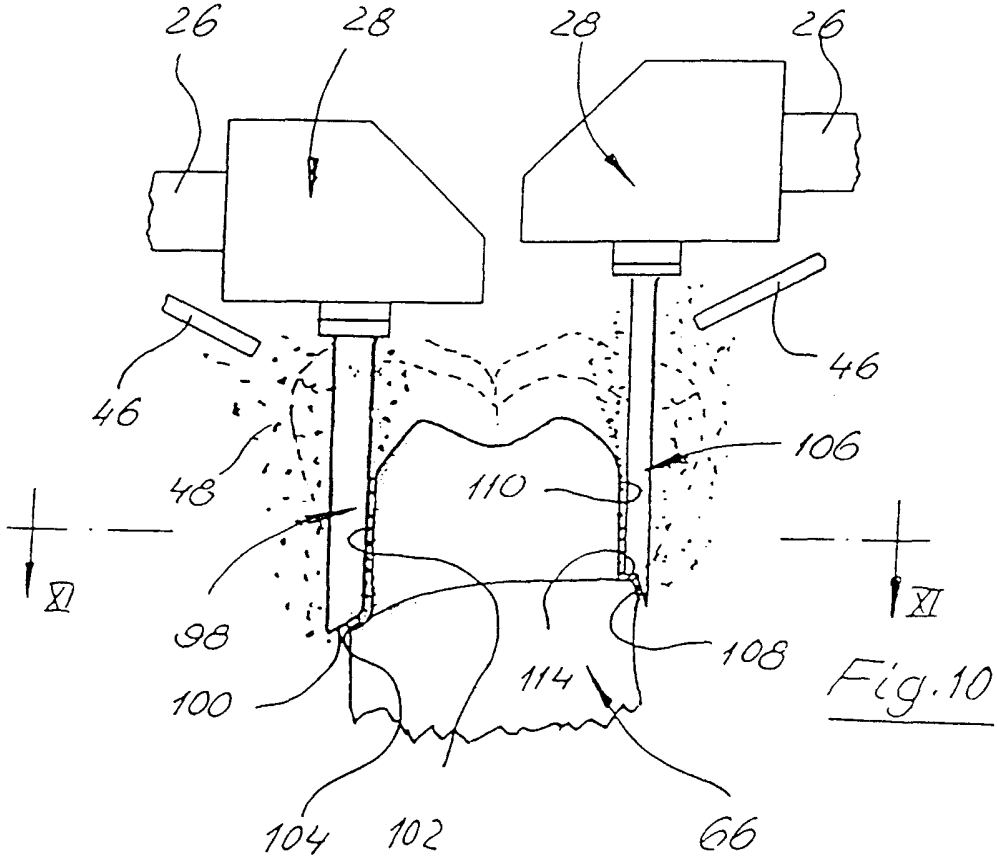

26
28
28
26
46
46
48
106
110
XI
XI
98
108
100
114
104
102
66

Fig.10

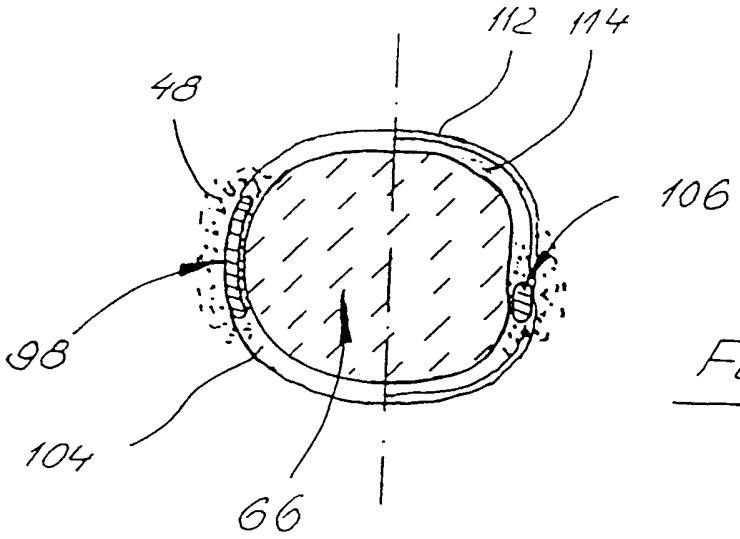

112
114
48
106
98
104
66

Fig.11

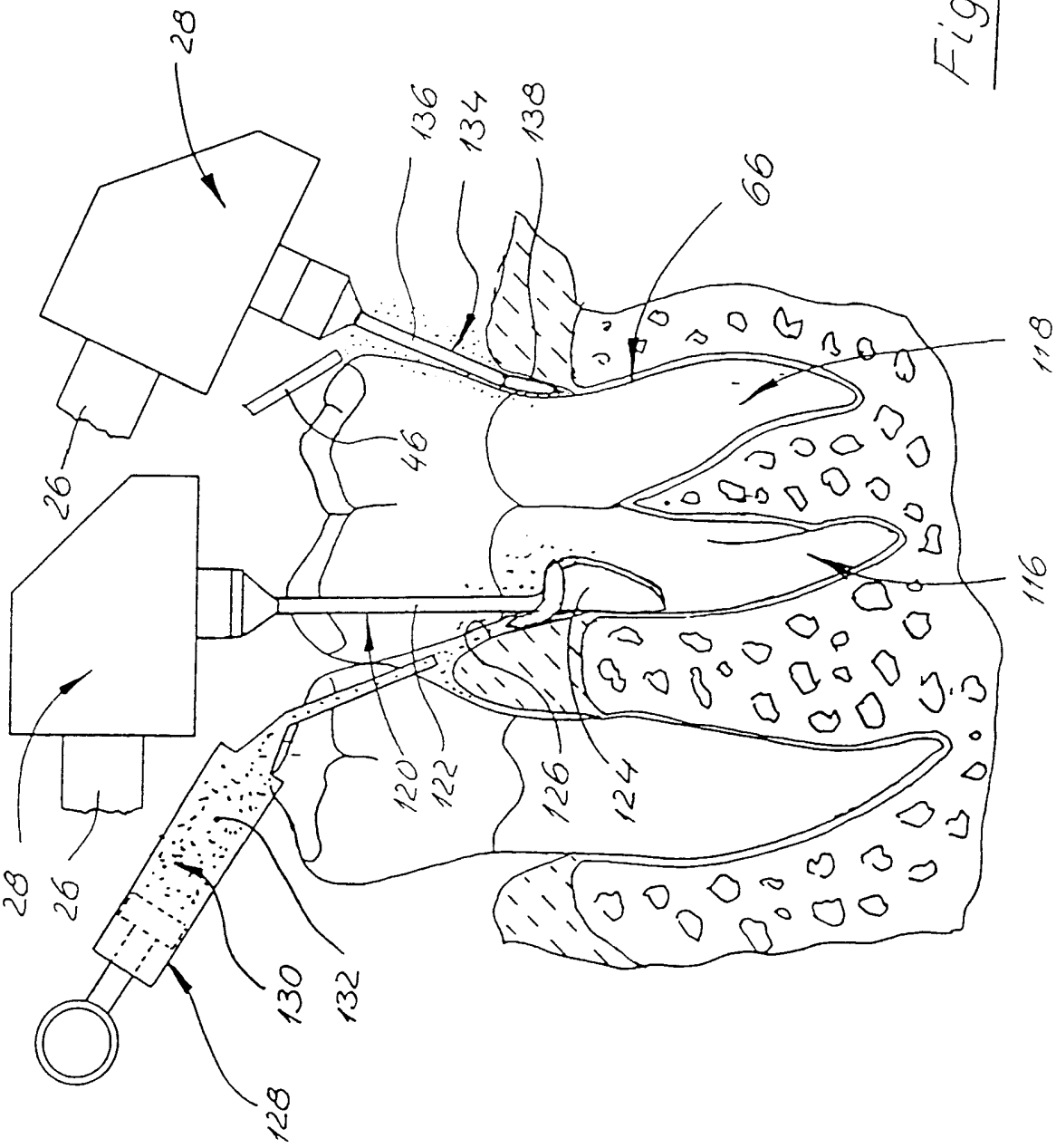


Fig. 12

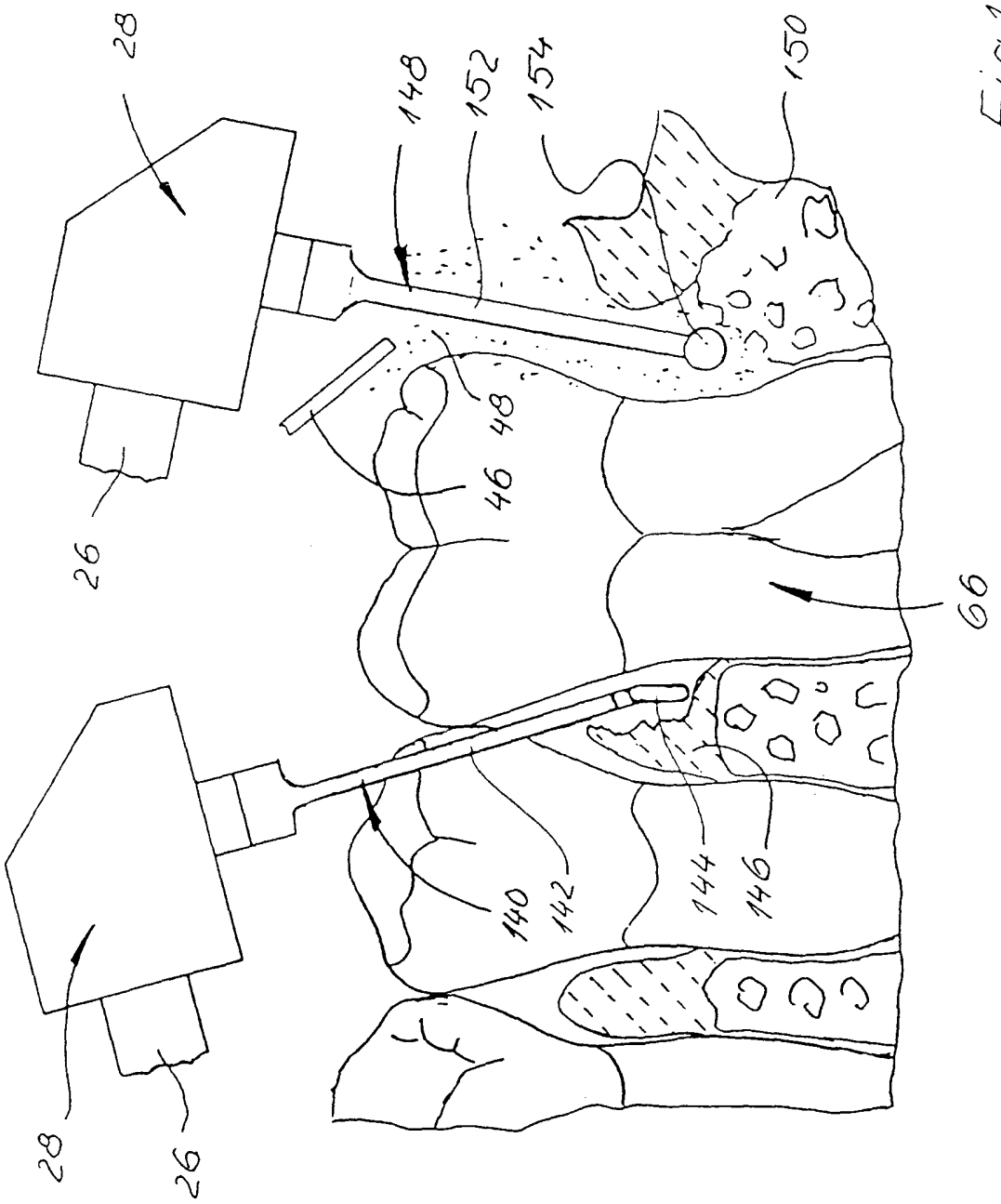


Fig. 13

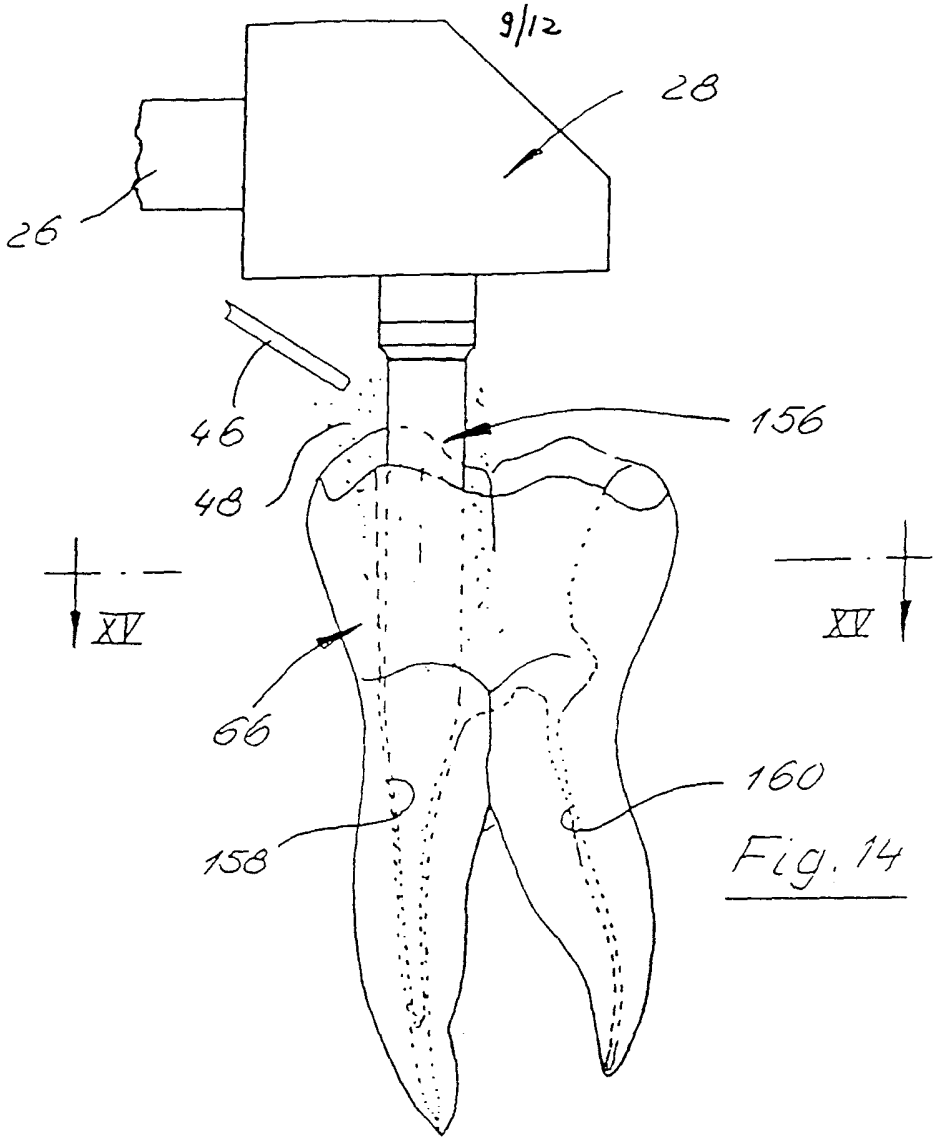


Fig. 14

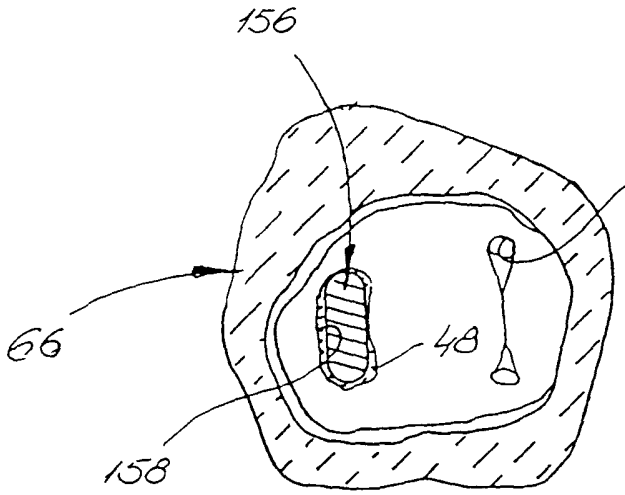


Fig. 15

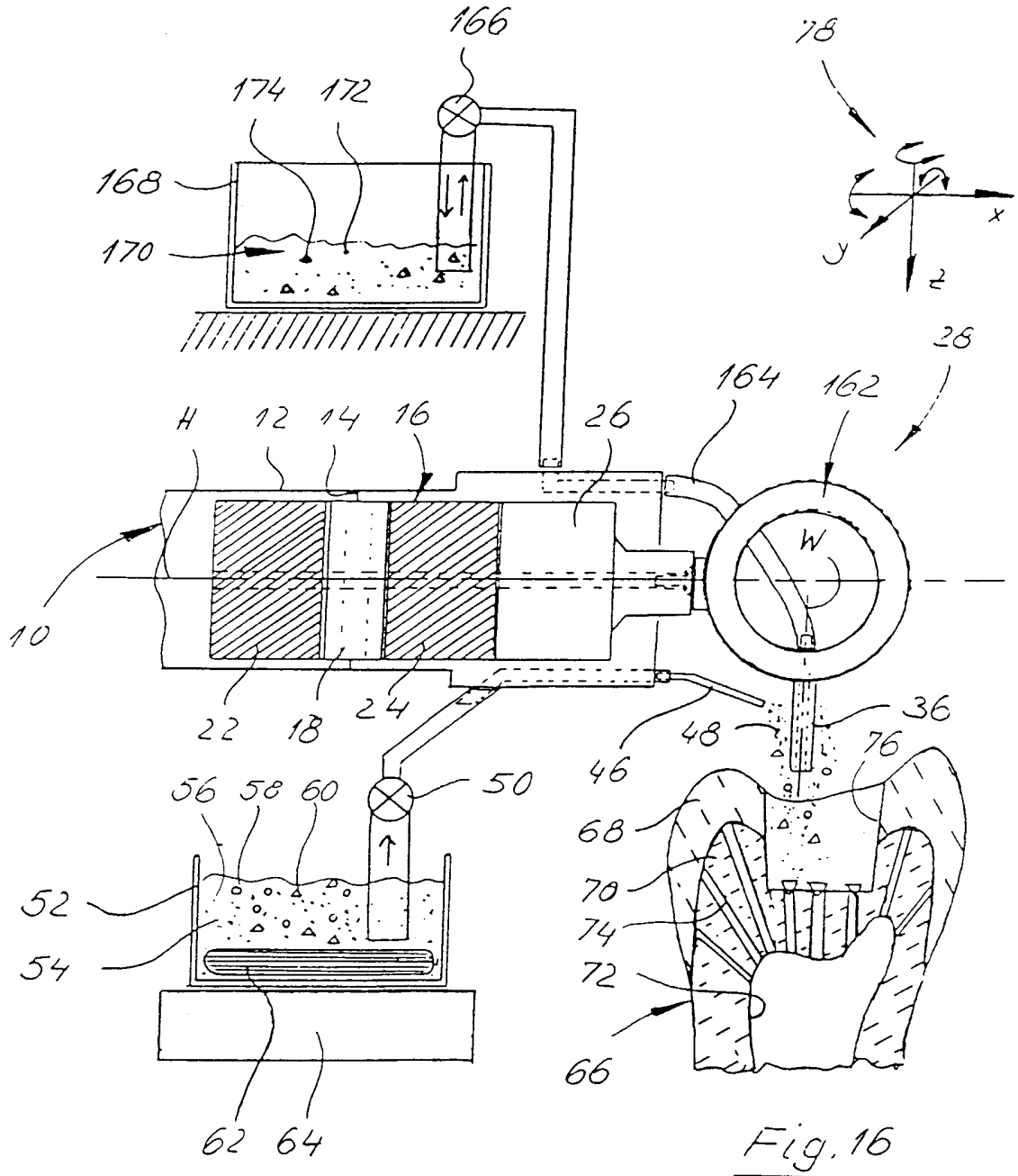

166
174
172
168
170
78
x
y
z
28
164
162
H
12
14
16
26
W
10
22
18
24
46
48
36
76
56
58
60
50
68
70
74
72
52
54
66
62
64

Fig. 16

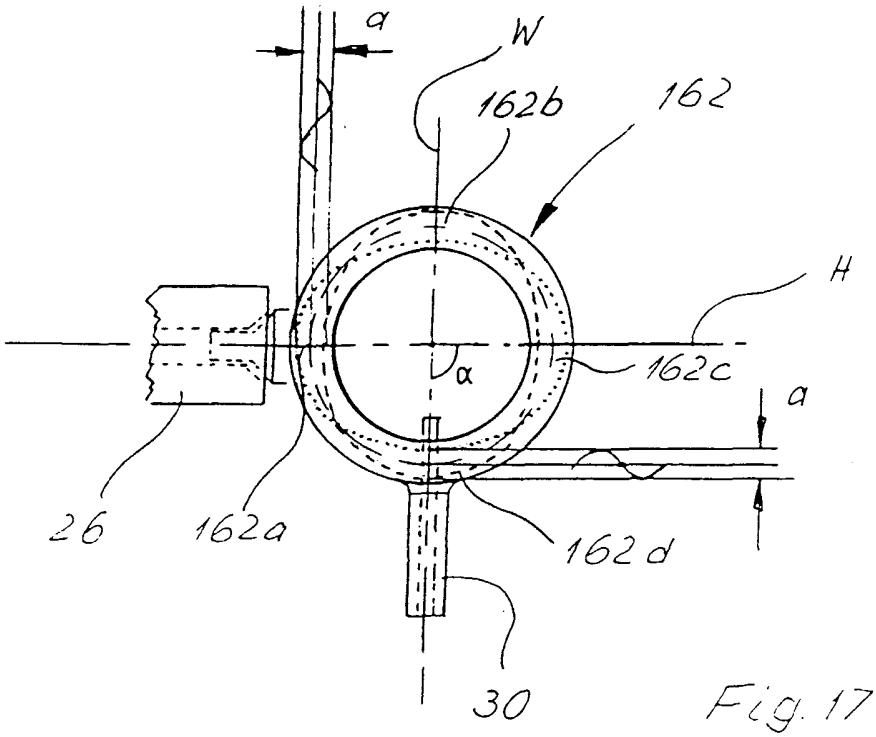


Fig. 17

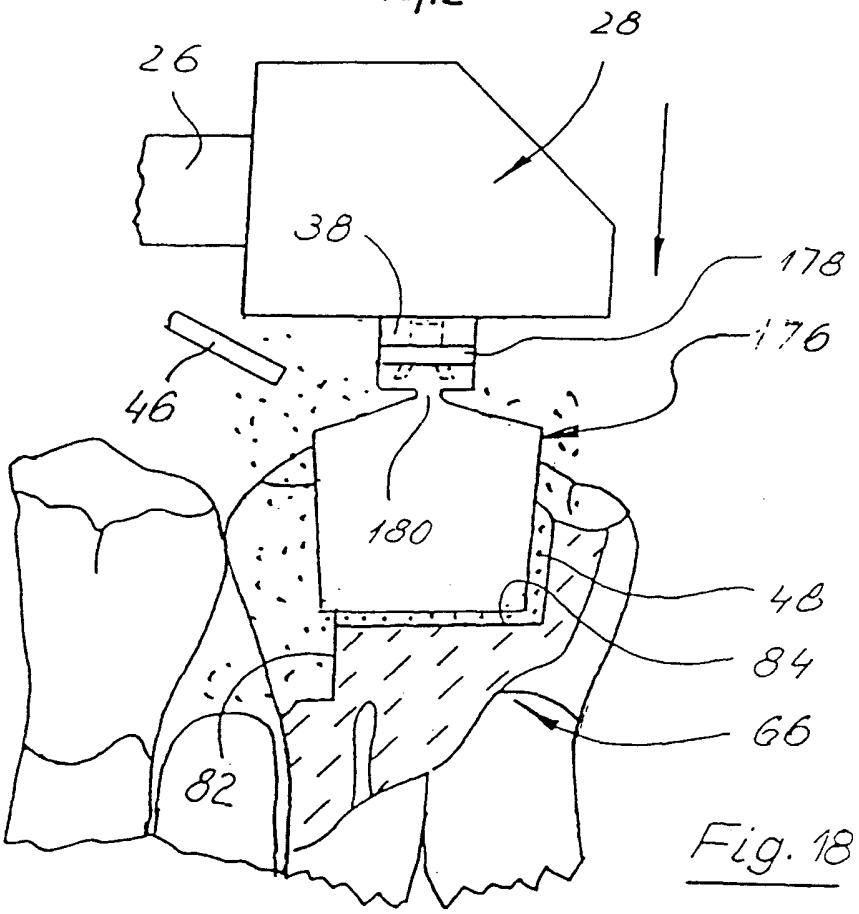


Fig. 18