(19) SUOMI - FINLAND
(FI)

PATENTTI- JA REKISTERIHALLITUS
PATENT- OCH REGISTERSTYRELSEN
FINNISH PATENT AND REGISTRATION OFFICE

(10) **FI 943016 A7**

(12) **JULKISEKSI TULLUT PATENTTIHAKEMUS**
PATENTANSÖKAN SOM BLIVIT OFFENTLIG
PATENT APPLICATION MADE AVAILABLE TO THE PUBLIC

(21) Patenttihakemus - Patentansökan - Patent application 943016

(51) Kansainvälinen patenttiluokitus - Internationell patentklassifikation - International patent classification
A61C 13/083
A61C 13/20
A61C 13/08 (2006.01)

(22) Tekemispäivä - Ingivningsdag - Filing date **22.06.1994**

(23) Saapumispäivä - Ankomstdag - Reception date **22.06.1994**

(41) Tullut julkiseksi - Blivit offentlig - Available to the public **25.12.1994**

(43) Julkaisupäivä - Publiceringsdag - Publication date **13.06.2019**

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

24.06.1993 US 083137

(71) Hakija - Sökande - Applicant

1 •**Dentsply G.m.b.H.,** Eisenbahnstrasse 180, 63264 Dreieich, SAKSA, (DE)

(72) Keksijä - Uppfinnare - Inventor

1 •**Hofmann, Carmen,** BRD, SAKSA, (DE)
2 •**Gauckler, Ludwig J.,** BRD, SAKSA, (DE)
3 •**Bayer, Gerhard,** BRD, SAKSA, (DE)
4 •**Hofmann, Martin E.,** BRD, SAKSA, (DE)
5 •**Malash, Atef,** BRD, SAKSA, (DE)
6 •**Lüthy, Heinz,** BRD, SAKSA, (DE)
7 •**Krumbholz, Klaus,** BRD, SAKSA, (DE)
8 •**Hauner, Wigbert,** BRD, SAKSA, (DE)
9 •**Janssen, Hansjorg,** BRD, SAKSA, (DE)
10 •**Schärer, Peter,** BRD, SAKSA, (DE)
11 •**Janda, Ralf,** BRD, SAKSA, (DE)

(74) Asiamies - Ombud - Agent

Kolster Oy Ab, Salmisaarenaukio 1, 00180 Helsinki

(54) Keksinnön nimitys - Uppfinningens benämning - Title of the invention
Hammasproteesi
Tandprotes

Hammasproteesi

Keksintö koskee hammasproteesia. Tarkemmin määriteltynä keksintö tarjoaa käyttöön lujuudeltaan hyviä hammasproteeseja. Tämän keksinnön mukaisesti valmistettaviin hammasproteeseihin kuuluvat kuorikot, kruunut, sillat, pinnoitteet, valutäytteet ja valupinnoitteet, esimerkiksi reunakuorikot, kruunut ja sillat, jotka sijoitetaan omien hampaiden tyngille vähintään kahden hampaan jäljellä olevien osien tukemiseksi samanaikaisesti korvaamalla lopullisesti yksi tai useampi puuttuva hammas. Hammasproteeseja, kuten kuorikoita ja runkoja, tukevien metallirakenneosien valmistukseen käytetään metallia suuren lujuutensa vuoksi, mutta esteettisistä syistä se päällystetään hammaskeraami- tai akryylipinnoitemateriaalilla hampaiston muodon, värin ja ääriviivojen aikaansaamiseksi. Metallirakenne valetaan usein muottiin, joka on valmistettu epäorgaanisesta kaavausmateriaalista, mutta se voidaan muodostaa muilla menetelmillä, kuten käyttämällä tietokoneavusteista suunnittelua ja työstöä.

Valettu metallirakenne päällystetään useimmiten hammaskeraamilla tai akryylimuovilla, joka antaa proteeseille luonnollisen hampaan muodon ja värisävyn. Päällystysmateriaalin täytyy olla hyvin läpinäkymätöntä proteesin ulkonäön kannalta epätoivottavan metallirakenteen peittämiseksi. Aiemmat proteesit eivät ole biologisesti täysin yhteensopivia, koska niissä olevan metallin korroosio aiheuttaa lähellä olevan ienkudoksen värjäytymistä ja tulehtumista ja mahdollisesti myös vetäytymistä. Vielä yhtenä epäkohtana ovat metallin korroosio- ja liukenemisilmiöt, jotka aiheuttavat pinnoitteen tai lähellä olevan pehmytkudoksen värjäytymistä.

Tekniikan tasoa vastaavien metallilla tuettujen keraamirakenteiden yhtenä epäkohtana on, että metalli näkyy usein tummana reunuksena proteesin ienkudoksen kanssa kos-

ketuksessa olevassa reunassa. Metalliperusrakenteita ei yleensä päällystetä kokonaan keraamilla tai akryylimuovilla tällä alueella metallien suuremman reunalujuuden hyödyntämiseksi samoin kuin ikenen suojaamiseksi paksujen reunojen aiheuttamilta vaurioilta, ja tämän seurauksena metallinvärinen rengas proteesin reunassa johtaa optimaalista heikompiin esteettisiin tuloksiin. Metallisen perusrakenteen sisältävän proteesin yhtenä lisäepäkohtana on, että vaikka hyvin läpinäkymätön ohut keraami- tai akryylipäällyste estää käytetyn hopeanharmaan metallin näkymistä, niin että simuloidaan hampaan väriä ja muotoa, tämä läpinäkymätön ohut kerros levitetään usein epätäydellisesti tai sitä käytetään riittämättömästi, niin että valmis proteesi näyttää harmaammalta, vihreämmältä tai muuten erilaiselta kuin viereinen oma hampaisto.

US-patenttijulkaisussa RE 32 449 (Claussen *et al.*) esitetään zirkoniumoksidista (ZrO_2) koostuva keraamimassa ja menetelmä sen valmistamiseksi. US-patenttijulkaisussa 4 316 964 (Lange) esitetään Al_2O_3-ZrO_2-keraami. US-patenttijulkaisussa 4 525 464 (Claussen *et al.*) esitetään zirkoniumoksidista (ZrO_2) koostuva keraamimassa ja menetelmä sen valmistamiseksi. US-patenttijulkaisussa 4 565 792 (Knapp) esitetään osittain stabiloituja zirkoniumoksidimassoja. US-patenttijulkaisussa 4 587 225 (Tsukuma *et al.*) esitetään hyvin luja zirkoniumoksidityyppinen sintrattu massa. US-patenttijulkaisussa 4 751 207 (Manning) esitetään alumiinioksidi-zirkoniumoksidikeraami.US-patenttijulkaisussa 4 978 640 (Kelly) esitetään dispersiolujitettu komposiitti. US-patenttijulkaisussa 5 011 673 (Kriechbaum *et al.*) esitetään zirkoniumoksidijauhe. US-patenttijulkaisussa 5 130 210 (Iwasaki *et al.*) esitetään stabiloitu kiinteä zirkoniumoksidielektrolyytti ja menetelmä sen valmistamiseksi. US-patenttijulkaisussa 5 155 071 (Jacobson) esitetään liekkimenetelmällä valmistettu osittain stabiloitu zirkoniumoksidijauhe. US-patenttijulkaisussa 4 772 436

(Tyszblat) esitetään monimutkainen ja aikaavievä menetelmä proteesin valmistamiseksi alumiinioksidista. US-patenttijulkaisuissa 4 744 757, 4 478 641 ja 4 431 420 (Adair ja Adair) esitetään lasikeraamisia hammastuotteita. US-patenttijulkaisuissa 4 764 491, 4 742 030, 4 520 114 ja 4 360 598 (Quadir; Masaki *et al.*; Davis ja vastaavasti Otagiai *et al.*) esitetään zirkoniumoksidikeraameja. US-patenttijulkaisuissa 4 415 673, 4 504 591, 4 506 023, 4 755 228 ja 4 806 168 (Feagin; Guinosis; Sakurai *et al.* ja vastaavasti Ivarsson *et al.*) esitetään tulenkestäviä materiaaleja. US-patenttijulkaisussa 4 111 711 (Hieke *et al.*) esitetään sementtejä. US-patenttijulkaisussa 5 120 340 (Ducheyne *et al.*) esitetään bioreaktiivinen materiaali proteesia varten. CA-patenttijulkaisussa 1 148 306 (Adair) esitetään hammastuotteita ja menetelmiä, joissa käytetään kiillekoostumuksia. CA-patenttijulkaisussa 1 154 793 (Otagiri *et al.*) esitetään zirkoniumoksidikeraami ja menetelmä sen valmistamiseksi. CA-patenttijulkaisussa 1 202 333 (Feagin) esitetään tulenkestävä materiaali. CA-patenttijulkaisussa 1 212 125 (Adair *et al.*) esitetään kiinnitysaine, joka on käyttökelpoinen lasikeraamituotteiden valmistuksessa. CA-patenttijulkaisussa 1 239 656 (Ivarsson *et al.*) esitetään tulenkestävä materiaali ja sen käyttö. CA-patenttijulkaisussa 1 259 507 (Adair *et al.*) esitetään kiinteitä osaproteeseja ja menetelmä niiden valmistamiseksi. CA-hakemusjulkaisussa 1 309 845 (Tyszblat) esitetään menettely proteesin valmistamiseksi. CA-hakemusjulkaisussa 2 024 646 (Duchyne) esitetään proteesimateriaali. CA-hakemusjulkaisussa 2 072 946 (Grebe *et al.*) esitetään harvinaisia maametalleja sisältäviä sulatemateriaaleja, joilla on korkea lasittumislämpötila, ja niiden käyttö lämmönkestävyydeltään parannettujen emalien valmistukseen. CA-hakemusjulkaisussa 2 045 859 (Jones) esitetään koostumuksia. CA-hakemusjulkaisussa 2 044 060 (Andrus *et al.*) esitetään päällystetty tulenkes-

tävä tuote ja menetelmä sen valmistamiseksi. CA-hakemusjulkaisussa 2 042 349 (Ditz *et al.*) esitetään biologisesti yhteensopiva lasi. CA-hakemusjulkaisussa 2 038 695 (Rheinberger *et al.*) esitetään polymeroitavissa olevia hammasmateriaaleja. CA-hakemusjulkaisussa 2 037 343 (Corcilium) esitetään lasikoostumus. CA-hakemusjulkaisussa 2 033 289 (Kubota *et al.*) esitetään sintrattu alumiinioksidi-zirkoniumoksidikomposiittituote ja menetelmä sen valmistamiseksi. CA-hakemusjulkaisussa 2 021 666 (Ricoult *et al.*) esitetään läpinäkyviä lasikeraamisia tuotteita. CA-hakemusjulkaisussa 2 010 595 (Anderson) esitetään menetelmä keraamiyksikön valmistamiseksi. CA-hakemusjulkaisussa 1 300 178 (Tsukuma *et al.*) esitetään keraaminen oikomistuki ja menetelmä sen valmistamiseksi. CA-patenttijulkaisussa 1 292 017 (Akahane *et al.*) esitetään lasijauheita hammaslasi-ionomeerisementtejä varten. CA-patenttijulkaisussa 1 268 490 (Manning) esitetään alumiinioksidi-zirkoniumoksidikeraami. CA-patenttijulkaisussa 1 258 557 (Heurtaux) esitetään keraamipohjakerros keraami-metallihampaankorjausrakenteen metallipeitteen opasiteetin lisäämiseksi. CA-patenttijulkaisussa 1 234 163 (Howard) esitetään tukihiukkasia, jotka on päällystetty bioaktiivisen lasin esiasteilla. CA-patenttijulkaisussa 1 232 620 (Manning) esitetään alumiinioksidikeraami, joka käsittää piisideainetta ja zirkoniumoksidia ja/tai hafniumoksidia. CA-patenttijulkaisussa 1 196 032 (Beall *et al.*) esitetään läpinäkyvä mulliittia sisältävä lasikeraami. CA-patenttijulkaisussa 1 195 702 (Richez) esitetään bioreaktiivisia materiaaleja. CA-patenttijulkaisussa 1 189 092 (Potter *et al.*) esitetään laseja. CA-patenttijulkaisussa 1 156 679 (Schmitt *et al.*) esitetään kalsiumalumiinifluorisilaattilasijauhe. CA -patenttijulkaisussa 1 146 980 (Starling *et al.*) esitetään keraaminen hammasväline ja sen valmistusmenetelmä sekä hammaskeraami sen valmistamiseksi. CA-patenttijulkaisussa 1 129 688 (Perez) esitetään sisäinen keraa-

miydin. CA-patenttijulkaisussa 1 120 960 (Barret *et al.*) esitetään lasikeraamisia hampaankorjausmateriaaleja. CA-patenttijulkaisussa 1 105 498 (Gagin) esitetään emäksiä kestävä lasikuitukoostumus. CA-patenttijulkaisussa 1 078 412 (Neely) esitetään vähän saastuttavia lasikuitukoostumuksia. CA-patenttijulkaisussa 1 074 341 (Ohtomo) esitetään emäksiä kestävä lasikoostumus ja siitä valmistettuja lasikuituja. CA-patenttijulkaisussa 1 053 408 (Sung) esitetään hammassideaineita. CA-patenttijulkaisussa 1 047 756 (Deeg *et al.*) esitetään laseja, joissa esiintyy Faradayn kiertymistä. CA-patenttijulkaisussa 1 040 222 (Ohtomo) esitetään emäksiä kestävä lasi. CA-patenttijulkaisussa 1 015 778 (Atkinson *et al.*) esitetään lasikoostumuksia ja niistä valmistettuja kuituja. CA-patenttijulkaisussa 1 013 775 (Wolf) esitetään lasikoostumus. CA-patenttijulkaisussa 997 791 (Hancock) esitetään sintrattuja zirkoniumoksidimassoja. CA-patenttijulkaisussa 2 059 402 (Tamamaki *et al.*) esitetään sulatettuja tulenkestäviä alumiinioksidi-zirkoniumoksidi-yttriumoksidimateriaaleja.CA-patenttijulkaisussa 2 044 041 (Tamamaki *et al.*) esitetään korkeita lämpötiloja kestäviä ja korroosionkestäviä sulatettuja tulenkestäviä zirkoniumoksidimateriaaleja ja menetelmä niiden valmistamiseksi. CA-patenttijulkaisussa 1 281 340 (Morishita) esitetään zirkoniumoksidikeraameja ja menetelmä niiden valmistamiseksi. CA-patenttijulkaisussa 1 273 648 (Matsuo *et al.*) esitetään tulenkestävä materiaali ja valettavissa oleva tulenkestävä materiaali sulatetulle metallille tarkoitettua säiliötä varten. CA-patenttijulkaisussa 1 272 491 (Bush *et al.*) esitetään magnesiumoksidilla osittain stabiloitu zirkoniumoksidi. CA-patenttijulkaisussa 1 259 079 (Colombet *et al.*) esitetään zirkoniumoksidin stabilointiaineita. CA-patenttijulkaisussa 1 236 855 (Guile) esitetään sitkeydeltään parannattuja stabiloituja zirkoniumoksidimassoja. CA-patenttijulkaisussa 1 228 372 (Sugie) esitetään menetelmä tulenkestävän

zirkoniumoksidimassan valmistamiseksi ja kyseisellä menetelmällä valmistettu tuote. CA-patenttijulkaisussa 1 216 007 (Knapp) esitetään osittain stabiloituja zirkoniumoksidimassoja. CA-patenttijulkaisussa 1 135 728 (Garvie *et al.*) esitetään osittain stabiloituja zirkoniumoksidikeraameja. CA-patenttijulkaisussa 1 134 869 (Schulz *et al.*) esitetään alumiinifosfaatilla geeliytettyihin piidioksidisooleihin perustuva tiksotrooppinen tulenkestävä sideaine. CA-patenttijulkaisussa 1 053 709 (Garvie *et al.*) esitetään keraamisia materiaaleja. CA-patenttijulkaisussa 1 041 557 (Linton) esitetään hapon- ja lämmönkestäviä laasteja huokoslasia varten. CA-hakemusjulkaisussa 2 037 372 (Labant *et al.*) esitetään emalioostumuksia. CA-hakemusjulkaisussa 2 017 884 (Becker) esitetään lasikoostumus. CA-patenttijulkaisussa 1 279 154 (Klaus *et al.*) esitetään hammaskoostumuksia, poltettuja hammasposliineja ja menetelmiä niiden valmistamiseksi ja käyttämiseksi. CA-patenttijulkaisussa 1 275 185 (Bailey *et al.*) esitetään lasikeraamisideainehammastuotteita.CA-patenttijulkaisussa 1 274 857 (Klimas *et al.*) esitetään lyijyttömiä lasisulatekoostumuksia. CA-patenttijulkaisussa 1 272 222 (Katz) esitetään hyvin lujia hammasposliineja. CA-patenttijulkaisussa 1 251 306 (Heurtaux) esitetään keraamivälikerros keraami-metallihampaankorjausrakennetta varten. CA-patenttijulkaisussa 1 251 305 (Heurtaux) esitetään läpinäkyvä keraamipintakerroskeraami-metallihampaankorjausrakennetta varten. CA-patenttijulkaisussa 1 232 619 (Francel *et al.*) esitetään lyijyttömiä ja kadmiumittomia lasisulatekoostumuksia lasittamista, emalointia ja koristelua varten. CA-patenttijulkaisussa 1 212 970 (Francel *et al.*) esitetään lyijytön ja kadmiumiton lasisulatekoostumus lasittamista, emalointia ja koristelua varten. CA-patenttijulkaisussa 1 156 684 (Hagy *et al.*) esitetään hyvin vähän laajenevia tiivistyssulatteita. CA-patenttijulkaisussa 1 141 396 (Epller) esitetään matalassa lämpötilassa sula-

via, lyijyttömiä keraamisulatteita. CA-patenttijulkaisussa 1 212 302 (Chaung) esitetään mentelmä hammasposliinin sulattamiseksi. CA-patenttijulkaisussa 1 138 155 (Prall) esitetään kordieriittikiteitä sisältävä lasite. CA-hakemusjulkaisussa 2 020 486 (Berbeburg) esitetään alumiinioksidikeraami, jolla on parannetut mekaaniset ominaisuudet.

On tunnettua käyttää hammaskeraamia metallin korvaajana, mutta saatu tuote on useimmiten ollut liian heikkoa tarvittavan mekaanisen lujuuden saavuttamiseksi käytännössä tai käytetty menettely on ollut liian vaikea ja epäluotettava.

Tämän keksinnön yhtenä päämääränä on tarjota käyttöön materiaali ja menetelmä täysin metallittoman proteesin valmistamiseksi, joka käsittää keraamirunkomateriaalia ja esteettistä keraamipinnoitemateriaalia, ja menetelmiä näiden materiaalien valmistamiseksi.

Tämän keksinnön yhtenä päämääränä on tarjota käyttöön keraami-lasihammaskoostumuksia, jotka ovat muovattavissa korkeassa paineessa samalla kuumentaen proteesin ja proteettisten osien muodostamiseksi.

Tämän keksinnön yhtenä päämääränä on tarjota käyttöön zirkoniumoksidia ja/tai alumiinioksidia ja lasijauhetta käsittäviä koostumuksia, joista muovataan hyvin lujia hammasproteesien komponentteja ja osia.

Tämän keksinnön yhtenä päämääränä on tarjoa käyttöön hammasproteesi ja proteesien osia, joita valmistetaan muovaamalla koostumuksia, jotka käsittävät zirkoniumoksidi- ja alumiinioksidijauheita ja niiden seoksia jauhemaisten silikaatti- ja alumiinisilikaattilasien seoksen kanssa, lämmön ja paineen alaisina, jolloin saadaan hyvin lujia proteesien komponentteja ja osia.

Tämän keksinnön yhtenä päämääränä on tarjota käyttöön koostumuksia, jotka käsittävät zirkoniumoksidi- ja/tai alumiinioksidijauheita ja silikaatti- ja/tai alu-

miinisilikaattilasijauheita ja joista muovataan hyvin lujia hammasproteesien komponentteja ja osia, jotka pinnoitetaan esteettisillä hammaskeraameilla.

Tämän keksinnön yhtenä päämääränä on tarjota käyttöön keraamipinnoitemateriaaleja, jotka soveltuvat esteettisten keraamipäällysteiden aikaansaantiin tämän keksinnön mukaisille muovaustuotteille.

Tämä keksinnön yhtenä päämääränä on tarjota käyttöön menetelmä keraami-lasihammasproteesin ja proteettisten komponenttien ja osien muodostamiseksi, joilla on paremmat esteettisyys- ja lujuusominaisuudet.

Tämän keksinnön yhtenä päämääränä on tarjota käyttöön menetelmä hammasproteesin ja proteettisten komponenttien ja osien muodostamiseksi keraami- ja lasijauheita sisältävästä muovauskoostumuksesta kuumentamalla paineen alaisena.

Tämän keksinnön yhtenä päämääränä on tarjota käyttöön menetelmä zirkoniumoksidi- ja/tai alumiinioksidijauheiden ja lasijauheen muovaamiseksi, niin että saadaan hyvin lujia proteettisia komponentteja ja osia.

Tämän keksinnön yhtenä päämääränä on tarjota käyttöön menetelmä zirkoniumoksidi- ja/tai alumiinioksidijauheiden ja silikaatti- ja/tai alumiinisilikaattilasijauheen muovaamiseksi, niin että saadaan hyvin lujia proteettisia komponentteja ja osia, jotka sitten päällystetään hammaskeraamilietteellä ja poltetaan.

Tämän keksinnön yhtenä päämääränä on tarjota käyttöön vahamallikaavausmateriaaleja, jotka soveltuvat muottien valmistamiseen, joissa muovataan keksinnön mukaisia keraami-lasikoostumuksia.

Tämän keksinnön yhtenä päämääränä on tarjota käyttöön muovauslaite, joka soveltuu hammasproteesin muovaamiseen keksinnön mukaisista keraami-lasimateriaaleista korotetussa lämpötilassa ja korkean paineen vallitessa.

Tämän keksinnön yhtenä päämääränä on tarjota käyttöön hammasväline, joka soveltuu hammasproteesin muovaamiseen keksinnön mukaisista keraami-lasimateriaaleista korotetussa lämpötilassa ja korkean paineen vallitessa, samalla kun muottiin imetään alipaine.

Lyhenne mbar tarkoittaa tässä käytettynä millibaaria.

Termi hammasproteesi tarkoittaa tässä käytettynä mitä tahansa tuotetta, jota käytetään korvaamaan suuontelon, erityisesti kovien kudosten ja viereisten pehmytkudosten, hampaiden ja ikenien, jokin puuttuva elementti, mukaan luettuina kuorikot, kruunut, pinnoitteet, sillat, valutäytteet, valupinnoitteet ja tekohampaat tai niiden mitkä tahansa osat.

Kaikki prosenttiosuudet on tässä hakemuksessa laskettu painon mukaan, ellei toisin mainita.

Muotoiltu, hyvin luja hammaskeraamiproteesi saadaan aikaan muovaamalla koostumusta, joka sisältää noin 1 - 50 paino-% lasihiukkasia ja 50 - 99 paino-% keraamihiukkasia, paineen ollessa korkeintaan noin 40 MPa ja lämpötilan ollessa korkeintaan noin 1200 °C.

Kuvio 1 sivukuva osasta puristinta käytettäväksi tämän keksinnön mukaisten proteesien valmistuksessa.

Kuvio 2 on sivukuva puristimesta käytettäväksi tämän keksinnön mukaisten proteesien valmistuksessa.

Kuvio 3 on ylhäältäpäin, kuvion 2 viivaa A-A pitkin piirretty osakuva puristimesta käytettäväksi tämän keksinnön mukaisten proteesien valmistuksessa.

Kuvio 4 on ylhäältäpäin, kuvion 1 viivaa B-B pitkin piirretty halkileikkausosakuva puristimesta käytettäväksi tämän keksinnön mukaisten proteesien valmistuksessa.

Keksintö tarjoaa käyttöön proteesin, joka valmistetaan muovaamalla keraami-lasijauhekoostumuksia lämmön ja paineen vaikutuksen alaisina. Proteesi valmistetaan muodostamalla vahasta tai vahan korvikkeesta muodostettavan

keraamiproteesin muotoinen ja kokoinen malli. Tämä malli ympäröidään sitten muottirenkaassa vahamallikaavausmateriaalilla. Vahamallikaavausmateriaalin annetaan kovettua säädellen lämpötilaa. Malli poistetaan fysikaalisesti tai poltetaan pois kovettuneesta vahamallikaavausmateriaalista korkeassa lämpötilassa, jolloin jäljelle jää muotti, jonka ontelo on muodostettavan hammasproteesin (muottipuristustuotteen) muotoinen ja kokoinen. Sitten onteloon siirretään keraami-lasimuottivalujauhekoostumusta ja kuumennetaan paineen alaisena, jolloin syntyy muottipuristettu hammasproteesi.

Keksinnön yhdessä suoritusmuodossa muottiin imetään alipaine muottipuristuksen ja/tai kuumennuksen aikana. Vahamallikaavausmateriaalissa olevan muottipuristetun hammasproteesin jäähdytysaikaa ja -nopeutta säädellään siten, että muottipuriste tulee temperoiduksi sisäisten jännitysten poistamiseksi. Sitten muottipuristettu hammasproteesi poistetaan muotista. Hammasproteesi pinnoitetaan edullisesti toisella alemmassa lämpötilassa muovautuvalla keraamilla, niin että saadaan yksilöllinen, väriltään ja läpikuultavuudeltaan luonnollisella tavalla vaihteleva proteesi, joka esteettisesti yhteensopivin viereisten hampaiden kanssa. Käytetään pinnoituskeraameja, joilla on hyvä tarttuvuus muottipuristettuun hammasproteesiin ja suunnilleen sama lämpölaajenemiskerroin. Pinnoitekoostumuksia levitetään suoraan muottipuristetulle hammasproteesille jauhetta ja vesipitoista nestettä sisältävänä lietteenä, joka sitten poltetaan lämpötilassa, joka on alempi kuin muottipuristetun hammasproteesin valulämpötila.

Keraami-lasimuottipuristuskoostumus

Niinpä tämän keksinnön mukaisesti muodostetaan hyvin lujia hammasproteeseja, jotka eivät vaadi metalliperusrakennetta, käsittelemällä muotissa oleva keraami-lasijauhekoostumus paineella ja lämmöllä. Keraami-lasijauhekoostumus sisältää edullisesti alumiinioksidijauhetta

ja/tai zirkoniumoksidijauhetta ja lasijauhetta. On havaittu, että lasin lisääminen helpottaa hyvin tulenkestävien keraamijauheiden, kuten alumiinioksidin ja zirkoniumoksidin, muovaamista alemmissa lämpötiloissa, kuin mitä keraamijauheet yksinään vaativat, antaen samalla yllättävästi tulokseksi lujemman proteesin. Keraamijauheen sulamispiste on edullisesti vähintään 1000 °C korkeampi kuin lasijauheen pehmenemislämpötila. Keraami-lasimuottipuristusjauhekoostumus sisältää edullisesti noin 50 - 99 paino-osaa alumiinioksidi- ja/tai zirkoniumoksidijauhetta ja noin 1 - 50 paino-osaa lasijauhetta. Lasin kemiallisen luonteen ja sen fysikaalisten ominaisuuksien, mukaan luettuina pehmenemispiste ja viskositeetti, mukaisesti keraami-lasimuottipuristuskoostumus poltetaan lämpötilassa 800 - 1300 °C. Keraami-lasimuottipuristuskoostumuksen tiivistymisen takaamiseksi polton aikana käytetään painetta, joka on korkeintaan noin 40 MPa. Painetta käytetään keraami-lasikoostumuksen optimaalisen tiivistymisen aikaansaamiseksi. Muottiin imetään edullisesti alipaine ennen polttoa ja/tai sen aikana sisään sulkeutuneen ilman poistamiseksi vahamallikaavausmateriaalista, keraami-lasimuottipuristuskoostumuksesta ja muottiontelosta ja niiden läpi, niin että edistetään proteesien muodostumista, joiden huokoisuutta on vähennetty ja jotka ovat lujempia. Keksinnön mukaisesti valmistettujen proteesien taivutuslujuudet ovat vähintään suurempia kuin noin 150 MPa, edullisemmin suurempia kuin 300 MPa ja edullisimmin suurempia kuin 500 MPa.

Yhdessä edullisessa suoritusmuodossa keksinnön mukainen jauhemainen keraami-lasimuottipuristuskoostumus sisältää noin 50 - 99 paino-osaa jauhemaista alumiinioksidia ja/tai yttriumilla stabiloitua zirkoniumoksidia ja 1 - 50 paino-osaa alumiinisilikaattilasia. Keksinnön mukaisten keraami-lasimuottipuristuskoostumusten komponentteja sekoitetaan edullisesti riittävästi lasi- ja keraami-

hiukkasiten jakauttamiseksi yhtenäisesti. Keraami-lasimuottipuristuskoostumus sisältää edullisemmin 60 - 85 paino-osaa jauhemaista alumiinioksidia tai yttriumilla stabiloitua zirkoniumoksidia ja 15 - 40 paino-osaa alumiinisilikaattilasijauhetta. Keraami-lasimuottipuristuskoostumus sisältää edullisimmin 65 - 80 paino-osaa jauhemaista alumiinioksidia tai yttriumilla stabiloitua zirkoniumoksidia, jonka hiukkaskoko on alle 35 µm, ja 20 - 35 paino-osaa alumiinisilikaattilasia.

Yhdessä toisessa edullisessa suoritusmuodossa keksinnön mukainen keraami-lasimuottipuristuskoostumus sisältää noin 10 - 70 paino-osaa (po) jauhemaista yttriumilla stabiloitua zirkoniumoksidia, 10 - 70 po alumiinioksidia ja 1 - 50 po lantaaniboorisilikaattilasijauhetta. Keksinnön mukainen keraami-lasimuottipuristuskoostumus sisältää edullisemmin 20 - 50 po jauhemaista yttriumilla stabiloitua zirkoniumoksidia, 20 - 50 po alumiinioksidia ja 15 - 40 po lantaaniboorisilikaattilasijauhetta. Keksinnön mukainen keraami-lasimuottipuristuskoostumus sisältää edullisemmin 20 - 50 po jauhemaista yttriumilla stabiloitua zirkoniumoksidia, jonka hiukkaskoko on alle 35 µm, 20 - 50 po alumiinioksidia, jonka hiukkaskoko on alle 35 µm, ja 20 - 35 po lantaanibooorisilikaattilasia, joka on pääasiassa jauheena, jonka hiukkaskoko on alle 100 µm.

Yhdessä toisessa edullisessa suoritusmuodossa muottipuristusjauhe valmistetaan 50 - 99 *po:sta* jauhemaista alumiinioksidia ja/tai yttriumilla stabiloitua zirkoniumoksidia, joka päällystetään 1 - 50 po:lla silikaatti- tai alumiinisilikaattilasia, joka on yhdessä edullisessa suoritusmuodossa lantaanibooorisilikaattilasi, ja hienonnetaan jauheeksi, johon sitten sekoitetaan 1 - 50 po toista jauhettua silikaatti- tai alumiinisilikaattilasia. Yhdessä edullisemmassa suoritusmuodossa päällystetään 50 - 90 po alumiinioksidia tai yttriumilla stabiloitua zirkoniumoksidia 1 - 40 po:lla lantaanibooorisilikaattilasia ja hienon-

netaan jauheeksi, johon sekoitetaan 10 - 50 po jauhemaista alumiinisilikaattilasia. Edullisimmassa suoritusmuodossa päällystetään 50 - 85 po alumiinioksidia tai yttriumilla stabiloitua zirkoniumoksidia 1 - 30 po:lla lantaaniboorisilikaattilasia ja hienonnetaan jauheeksi, johon sekoitetaan 15 - 35 po jauhemaista alumiinisilikaattilasia.

Keraami-lasimuottipuristuskoostumuksen keraamijauheen keskimääräinen hiukkaskoko on edullisesti alle 35 µm, edullisemmin alle 10 µm ja edullisimmin alle 5 µm. Näillä hiukkasilla on edullisesti tiiviiseen pakkautumiseen johtava hiukkaskokojakautuma.

Keraami-lasimuottipuristuskoostumuksen lasijauhehiukkasten lämpölaajenemiskerroin on edullisesti $3 \cdot 10^{-6}$ - $15 \cdot 10^{-6}$/K lämpötila-alueella 25 - 400 °C ja keskimääräinen hiukkaskoko alle 100 µm, edullisemmin alle 35 µm ja edullisimmin alle 5 µm. Keraami-lasimuottipuristuskoostumuksen lasi sisältää edullisesti lantaania, alumiinia, booria, piitä, kalsiumia, zirkoniumoksidia, yttriumia ja pieniä määriä muita alkuaineita, jotka muodostavat helposti kationeja.

Keksinnön yhdessä edullisessa suoritusmuodossa keraami-lasimuottipuristuskoostumuksen lantaaniboorisilikaattilasikomponentti sisältää

5 - 30 paino-% SiO_2:a,
5 - 25 paino-% B_2O_3:a,
5 - 30 paino-% Al_2O_3:a,
20 - 60 paino-% La_2O_3:a,
0 - 15 paino-% CaO:a,
0 - 15 paino-% ZrO_2:a ja
0 - 15 paino-% Y_2O_3:a.

Keksinnön yhdessä edullisemmassa suoritusmuodossa keraami-lasimuottipuristuskoostumuksen lantaaniboorisilikaattilasikomponentti sisältää

10 - 25 paino-% SiO_2:a,
10 - 20 paino-% B_2O_3:a,
10 - 20 paino-% Al_2O_3:a,
30 - 50 paino-% La_2O_3:a,
0 - 10 paino-% CaO:a,
0 - 10 paino-% ZrO_2:a ja
0 - 10 paino-% Y_2O_3:a.

Keksinnön yhdessä mitä edullisimmassa suoritusmuodossa keraami-lasimuottipuristuskoostumuksen lantaaniboorisilikaattilasikomponentti sisältää

15 - 22 paino-% SiO_2:a,
12 - 18 paino-% B_2O_3:a,
14 - 20 paino-% Al_2O_3:a,
35 - 45 paino-% La_2O_3:a,
0 - 5 paino-% CaO:a,
0 - 5 paino-% ZrO_2:a ja
0 - 5 paino-% Y_2O_3:a.

Lasi on edullisesti viskositeeltiltaan alhaista pehmenemispisteensä yläpuolella ja koostumukseltaan sopiva keraami-lasimuottipuristuskoostumusten alumiinioksidi- ja zirkoniumoksidikomponenttien kostuttamiseksi optimaalisesti. Otaksutaan, että lasi toimii pehmitteenä ja liukastusaineena, joka antaa alumiinioksidi- ja zirkoniumoksidille mahdollisuuden yllättävästi sallia koostumuksen olennainen kokoonpuristaminen suhteellisen alhaisissa lämpötiloissa, jotka ovat alempia kuin noin 1200 °C, ja noin 40 MPa:ta alemmissa paineissa ja siten sen muottipuristus lujuudeltaan hyväksi, epäsäännöllisen muotoiseksi proteesiksi.

Keksinnön yhdessä toisessa suoritusmuodossa, jossa lasi- ja keraamijauheet sekoitetaan ja muottipuristetaan suoraan aiemmin mainitun lämpötilan ja paineen vallitessa, on havaittu, että lujuudeltaan hyvät zirkoniumoksidi- ja alumiinioksidihiukkaset voidaan ensin edullisesti päällystää pienellä määrällä edellä kuvattua tyyppiä olevaa lasia, jolla on kyky kostuttaa keraamihiukkaset, sulattamal-

la ne yhdessä lasin kanssa ja hienontamalla ne sitten jauheeksi. Siten muodostettu jauhe sekoitetaan sitten toisen annoksen kanssa hiukkasmaista lasijauhetta, jolla on sama koostumus, tai vaihtoehtoisesti ensin mainittuun liukenevan toisen silikaatti- tai alumiinisilikaattilasin kanssa, millä keinolla helpotetaan koostumuksen muottipuristusta. Yhdessä suoritusmuodossa toinen lasi on alumiinisilikaattilasi, jonka koostumus on yhdessä edullisessa suoritusmuodossa seuraavalla alueella:

	Paino-%
SiO_2	65 - 69
Al_2O_3	9 - 12
K_2O	7 - 10
Na_2O	6 - 9
Li_2O	1 - 2
CaO	2 - 4
BaO	0 - 1
F	0 - 1
CeO_2	0 - 0,5

Muottipuristetun proteesin lasifaasi käsitellään muottipuristuksen jälkeen edullisesti hapoilla tai emäksillä mikroretentiivisen syövytyskuvion aikaansaamiseksi, niin että saadaan aikaan liimautuminen hampaaseen tiivistyssementillä tai -koostumuksella. Keraami-lasipuriste käsitellään samoin edullisesti hyvin tunnetuilla silaaneilla, esimerkiksi 3-metakryloyylioksipropyylitrimetoksisilaanilla, niin että saadaan aikaan tiivistyskomposiittien kanssa vuorovaikutuksessa oleva pinta, jotta edistetään proteesin sitoutumista tiivistyssementtiin tai tiivistyskomposiittiin.

Vahamallikaavausmateriaalikoostumukset

Keksinnön mukaisesti tarjotaan käyttöön vahamallikaavausmateriaaleja, joilla sopiva suuri lujuus ja fysi-

kaaliset ominaisuudet tarvittavien muottipuristuspaineiden ja -lämpötilojen kestämiseksi ja lämpölaajenemiskerroin, joka vastaa muottipuristetun koostumuksen lämpölaajenemiskerrointa, jotta mahdollistetaan kuuman muottipuristetun proteesin jäähtyminen lujuudeltaan hyväksi tuotteeksi, ilman että siihen jää liiallisia jännityseroja, jotka saattaisivat aiheuttaa tuotteeseen murtumia tai lohkeamia. Niinpä keksinnön yhdessä edullisessa suoritusmuodossa vahamallikaavausmateriaalien lämpölaajenemiskerroin on $3 \cdot 10^{-6}$ - $15 \cdot 10^{-6}$/K, edullisemmin $4 \cdot 10^{-6}$ - $13 \cdot 10^{-6}$/K ja edullisimmin $5 \cdot 10^{-6}$ - $12 \cdot 10^{-6}$/K lämpötila-alueella 25 - 1100 °C.

Vahamallikaavausmateriaalin puristuslujuuden täytyy olla suurempi kuin voima, joka laite kohdostaa muottipuristusmateriaaliin muottipuristuslämpötilassa. Puristuslujuus on edullisesti suurempi kuin vähintään noin 15 MPa. Suuremmat lujuudet muottipuristuslämpötilassa mahdollistavat suurempien paineiden käytön keraami-lasimuottipuristuskoostumusten muottipuristuksessa. Muottipuristuksen kätevyyden ja suurimman tarkkuuden kannalta on sekä lämpövaikutusten että kemiallisten muutosten aiheuttama vahamallikaavausmateriaalin mittamuutos materiaalin kovetuttua vahamallin ympärille edullisesti alle 2 %.

Keksinnön yhdessä suoritusmuodossa vahamallikaavausmateriaalikoostumuksia valmistetaan jauheesta ja nesteestä, joita sekoitetaan muotin valmistushetkellä alipaineessa noin 1 min, kunnes saadaan homogeeninen massa. Edullisesti sekoitetaan 100 g jauhetta 5 - noin 30 po:n, edullisemmin 10 - 30 ml:n ja edullisimmin 15 - 20 ml:n, kanssa nestettä. Nesteisiin kuuluu piidioksidin vesisooli, joka sisältää edullisesti 5 - 60 paino-% piidioksidia. Piidioksidin vesisooli sisältää edullisemmin 20 - 50 paino-% piidioksidia. Piidioksidin vesisooli sisältää edullisimmin 25 - 45 paino-% piidioksidia. Jauhe sisältää edullisesti täyteainetta, joko kalsiumilla tai magnesiumilla stabiloitua zirkoniumoksidia, magnesiumoksidia, kvartsia,

kristobaliittia, sulatettua piidioksidia, alumiinioksidia, kalsiumfluoridia tai niiden seoksia. Jauhe sisältää mahdollisesti täyteaineelle tarkoitettua sideainetta, joihin kuuluvat magnesiumoksidi, mono- tai diammoniumvetyfosfaatti, magnesiumvetyfosfaatti ja niiden seokset. Täyteaineet valitaan siten, että saadaan aikaan suuri puristuslujuus ja lämpölaajenemiskerroin, joka on suurin piirtein sama kuin keraami-lasimuottipuristuskoostumuksella. Keksinnön yhdessä suoritusmuodossa kalsiumilla stabiloitu zirkoniumoksidi on edullinen, koska korkeassa lämpötilassa tapahtuva osittainen faasimuutos vähentää vahamallikaavausmateriaalin kutistumista.

Sideainetta lisätään edullisesti lämpölaajenemiskertoimen säätämiseksi ja tuorelujuuden parantamiseksi. Mainitunlaisessa sideaineessa magnesiumoksidin suhde fosfaatteihin on edullisesti 0,5:1,5 - 1,5:0.5 ja edullisemmin noin 1:2. Sideaineen osuus keraami-lasimuottipuristuskoostumuksessa on edullisesti 0 - 15 paino-% ja edullisemmin 1 - 10 paino-%.

Muotin valmistus

Metallinen muottirengas, jonka koko on sopiva muottipuristettavalle osalle, vuorataan kerroksella tulenkestävää, vedellä kyllästettyä huopaa ja sijoitetaan työskentelypinnalle. Muottipuristettavan osan vahamalli sijoitetaan renkaaseen ja upotetaan osittain juuri sekoitettuun vahamallikaavausmateriaaliin. Kerros vaseliinia, kynsilakkaa tai muuta erotusmateriaalia levitetään muotin pinnalle, kun vahamallikaavausmateriaali on niin kovaa, että se pystyy kannattamaan pinnalle kaadettavan toisen seoksen painon. Kovettuminen voi kestää jopa noin 2 tuntia koostumuksen mukaan. Ensimmäisen seoksen pinnalle kaadetaan sitten toinen seos. Sitten muottiin suunnataan lämpöä veden poistamiseksi. Lämpöä syötetään ensin hitaasti ja varovasti, jotta vesi pääsee haihtumaan aiheuttamatta murtumia vahamallikaavausmateriaaliin. Myöhemmin lämpöä syötetään

lisää, niin että vahamalli ja muut orgaaniset materiaalit palavat täydellisesti. Vahamallikaavausmateriaalin lämpötila kohotetaan jälleen, noin 1000 - 1300 °C:seen, 30 - 90 min:n ajaksi vahamallikaavausmateriaalin lujittamiseksi. Kontrolloitu jäähdytyssykli saattaa olla tarpeen säröilyn estämiseksi. Sen jälkeen muotti avataan ja muotin erotuspinnat päällystetään tulenkestävällä erotusaineella. Yhdessä edullisessa suoritusmuodossa erotusaineeksi levitetään ohut kerros grafiittia orgaaniseen nesteeseen (asetoniin) valmistetusta dispersiostaan käsin.

Muotin täyttäminen

Keraami-lasijauhemuottipuristuskoostumusmäärä, joka tarvitaan muottipuristetun hammasproteesin muodostamiseen, määritetään punnitsemalla vahamalli. Muotin täyttämiseen tarvittavan keraami-lasijauhemuottipuristuskoostumuksen paino vastaa vahamallimateriaalin painoa. On edullista valmistaa muuntokaavio tai -taulukko muuttamalla vahamallimateriaalin paino vastaavaksi grammamääräksi muottipuristusjauhekoostumusta kummankin materiaalin ominaispainon perusteella. Muotin onteloon panostetaan vahan määrää vastaava määrä keraami-lasimuottipuristuskoostumusta (tämän määrittämiseen on kätevä käyttää kaaviota), joka tarvitaan muottipuristettua proteesia varten, ja muotin onteloon lisätään edullisesti ennalta määrätty ylimäärä keraami-lasimuottipuristuskoostumusta.

Muotin alempaan puoliskoon laitetaan keraami-lasimuottipuristuskoostumusta tai mahdollisesti sen vesipohjaista lietettä, puoliskot yhdistetään ja laitetaan sitten muottipuristuslaitteeseen puristimen pöydälle. Yhdessä edullisessa suoritusmuodossa muottipuristuskoostumusta puristetaan kokoon kuumennuksen aikana muottiin imetyn alipaineen alaisena tarvittava aika ja tarvittavassa lämpötilassa muottipuristetun proteesin tai proteettisen osan muodostamiseksi.

Muottipuristus

Keraami-lasimuottipuristuskoostumuksen muottivalu tehdään keksinnön mukaisesti laitteessa, jolla voidaan saada aikaan tarvittavat muottipuristusvoimat korkeassa lämpötilassa. Suunnilleen arvoon 40 MPa ulottuvat paineet ovat edullisia, sillä keraami-lasikoostumus voi olla hyvin jäykkäliikkeistä jopa korotetuissa muottipuristuslämpötiloissa. Yhdessä keksinnön mukaisessa keraami-lasijauhekoostumussuoritusmuodossa muottiin ja muottionteloon imetään mahdollisesti alipaine tiivistyksen helpottamiseksi, vesihöyryn poistamiseksi ja ilman vähentämiseksi, joka voi muuten sekoittua sulan lasikoostumuksen kanssa ja aiheuttaa valmiin puristeen lisääntynyttä huokoisuutta. Tämä muottionteloon muodostettava vakuumi on edullisesti korkeintaan noin 2 kPa (20 mbar)ja edullisemmin korkeintaan noin 4 kPa (40 mbar).

Muottipuristuslaitteisto

Kuviot 1 - 4 esittävät keksinnön mukaista puristinjärjestelmää 10, jossa mahdollisen puristimen rengas 12 muotin 14 ympärillä. Muotissa 14 on ylempi ja alempi muotin puolisko 16 ja vastaavasti 18, jotka molemmat on valmistettu vahamallikaavausmateriaalista ja sijoitettu puristimen renkaan 12 sisään. Muotin 14 yläpuolella on vastapainekappale 20, joka on valmistettu joko keraamista, kuten alumiinioksidista, tai lujasta metallista. Muotti 14 on pyöreällä pöydällä 22 alipaine-polttokammion ulkoseinän 24 sisäpuolella. Pyöreä pöytä 22 soveltuu nostettavaksi tangolla 26 kohden vastapainekappaletta 20 ja puristettavaksi puristimen yläosaa 28 vasten.

Tarkasteltaessa tarkemmin kuviota 2 nähdään, että puristusjärjestelmässä 10 on liikutettavissa oleva ristikappale 30, pylväät 32 ja hydraulinen paineyksikkö 40. Hydraulinen yksikkö 40 suuntaa muottiin 14 voiman sauvan 26 kautta. Voima välitetään hydraulisesta yksiköstä 40 sauvan 26 kautta pöytään 22. Muotti 14 sisältää keraami-

lasijauhetta ja sijoitetaan kammion ulkoseinän 24 sisäpuolelle. Muotissa 14 on muottiontelo seinämän 42 sisällä. Irrotettavissa oleva vastatuki 20 sisältää lujan metalliosan 46 ja päätylevyt 47, ja sitä ympäröi osa 48, jossa lämmön diffuusio on vähäistä ja joka on valmistettu eristemateriaalista, kuten alumiinioksidikuidusta tai kevyestä tulenkestävästä silikaattitiilestä. Kuviossa 1 metalliosat ovat tulenkestävän tiilen läpi kulkevia sauvoja.

Muottia 14 ympäröivät alipaine-polttokammion kansi 50 ja alipainekammion seinä 24, joka ollessaan kosketuksessa laipan 56 kanssa muodostaa tiiviin sulun, niin että siten muodostuneeseen kammioon voidaan imeä alipaine. Kuumennuselementit 52 sijoitetaan muotin 14 viereen ja eristematerialin 54 sisälle. Kammion seinää 24 tukee tiivisteellä 58 varustettu laippa 56. Laippa 56 on kytketty hydrauliseen yksikköön 40. Puristuspöytä 60 on kytketty hydrauliseen paineyksikköön 49 tangon 26 välityksellä ja ulottuu laipan 56 läpi.

Ristipää 30 on tehty kuviossa 3 esitettävällä tavalla pyöriväksi, jotta mahdollistetaan alipaine-polttokammion kannen 50 poistaminen. Paine muotin sulkemiseksi syötetään jalustan 62 kautta, joka on kytketty irrotettavissa olevalla tavalla puristuspöytään 40. Jalusta 62 sisältää lujan osan 64, jota ympäröi eriste 66. Painetta, joka tarvitaan muotin sulkemiseen ja sen sisällön kokoonpuristamiseen, vastustaa vastatuki 80, joka sisältää lujan metalliosan 81, jota ympäröi eriste 82. Alipaine imetään alipainepumpulla 84 alipaine-polttokammion kannen 50 kautta. Muottipuristuksen jälkeen kierretään ristikappaletta 30 ja poistetaan alipaine-polttokammion kansi 50 ja vastatuki 68, mikä mahdollistaa pääsyn muotille 14.

Vaihtoehtoiset rakenteet ovat mahdollisia ja lienevät ilmeisiä ammattimiehille. Liikuttava voima puristuspöydän aktivoimiseksi voidaan esimerkiksi, ja mainittuihin rajoittumatta, saada aikaan käyttämällä pneumaattisia,

hydraulisia tai mekaanisia elementtejä, kuten paineilmasylinteriä, hydraulista sylinteriä tai kierteitettyä akselia. Puristusvalutoimenpide voisi samoin käsittää siirto- tai ruiskupuristusmenetelmiä yksinään tai yhdistettynä edellä kuvattuun muottipuristusmenetlmään.

Keraami-lasiproteesin pinnoitus

Vaikka proteesit ja proteettiset osat, joita on muodostettu käyttämällä tämän keksinnön mukaisia koostumuksia, eivät ole hopeanharmaita ja ovat siten itsessään esteettisiltä ominaisuuksiltaan parempia kuin metalliperusrakenteet, niiden esteettisyyttä voidaan mielellään parantaa tietyissä tapauksissa, kuten esimerkiksi korvattaessa etuhammas, jolloin näkyvän värin täytyy olla hyvin lähellä viereisten hampaiden väriä. Niinpä värjätään läpikuultavuudeltaan parempia jauhemaisia keraamikoostumuksia luonnollisen hampaan värien approksimoimiseksi ja levitetään niitä pinnoitteeksi muottipuristetulle hammasproteesille. Mainitunlaisten pinnoituskoostumusten täytyy kostuttaa muottipuristettu hammasproteesi, ja niiden laajenemiskertoimien täytyy olla suurin piirtein proteesin lämpölaajenemiskerrointa vastaavia sisäisten jännitysten minimoimiseksi.

Keksinnön yhden suoritusmuodon mukaisesti keraamilasiosa pinnoitetaan käyttämällä sävytettyjä maasälpähammaskeraamijauhekoostumuksia tai muita keraamisia koostumuksia, jotka lietetään veteen tai suolojen tai polymeerien vesiliuokseen, levitetään siveltimellä tai muulla tavalla pinnoitettavalle osalle alalla tunnetuin menetelmin ja poltetaan uunissa keraami-lasiosan muottipuristuslämpötilaa alemmassa lämpötilassa. Muodostuu lujuudeltaan hyvä laminaattikomposiitti, jossa ei ole halkeamia eikä säröjä ja jolla on hyvä murtolujuus. Näiden tulosten saavuttamiseksi keraamimateriaalin lämpölaajenemiskertoimet ovat samanlaisia kuin keraami-lasimateriaalisubstraatin. Niinpä yhdessä edullisessa suoritusmuodossa pinnoituskoos-

tumuksen lämpölaajenemiskerroin on $3 \cdot 10^{-6}$ - $13 \cdot 10^{-6}$/K, edullisemmin $4 \cdot 10^{-6}$ - $12 \cdot 10^{-6}$/K ja edullisimmin $6 \cdot 10^{-6}$ - $10 \cdot 10^{-6}$/K. Keskimääräinen hiukkaskoko on edullisesti alueella 1 - 40 µm, edullisemmin 5 - 35 µm ja edullisimmin 10 - 30 µm.

Pinnoitusmateriaaleina käytettäviksi sopivia keraamijauheita voidaan valmistaa yhdestä sulatemateriaalista tai kahden tai useamman sulatemateriaalin yhdistelmistä. Yhdessä edullisessa suoritusmuodossa hankitaan lämpölaajenemiskertoimeltaan kahdenlaisia keraamisia sulatemateriaaleja, niin että jauhettuja sulatemateriaaleja voidaan yhdistää erilaisina osuuksina saman lämpölaajenemiskertoimen aikaansaamiseksi kuin keraami-lasiosalla, jota kutsutaan myös substraatiksi.

Keksinnön yhdessä edullisessa suoritusmuodossa yhdistetään vähintään kahta sulatemateriaalia keraamin muodostamiseksi. Toinen tällainen sulatemateriaali (sulatemateriaali I) sisältää edullisesti

65 - 75 paino-% SiO_2:a,
10 - 16 paino-% Al_2O_3:a,
7 - 11 paino-% K_2O:a,
2 - 5 paino-% Na_2O:a,
0 - 2 paino-% Li_2O:a,
1 - 4 paino-% CaO:a,
0 - 2 paino-% B_2O_3:a,
0,5 - 1 paino-% Tb_2O_3:a ja
0,1 - 0,3 paino-% CeO_2:a.

Mainitunlainen sulatemateriaali sisältää edullisemmin

67 - 71 paino-% SiO_2:a,
12 - 15 paino-% Al_2O_3:a,
8 - 10 paino-% K_2O:a,
3 - 5 paino-% Na_2O:a,
0 - 1 paino-% Li_2O:a,
1 - 3 paino-% CaO:a,
0 - 1 paino-% B_2O_3:a,
0,5 - 1 paino-% Tb_2O_3:a ja
0,1 - 0,3 paino-% CeO_2:a.

Toinen mainitunlainen sulatemateriaali (sulatemateriaali II) sisältää edullisesti

67 - 77 paino-% SiO_2:a,
8 - 12 paino-% Al_2O_3:a,
6 - 10 paino-% K_2O:a,
2 - 5 paino-% Na_2O:a,
0 - 2 paino-% Li_2O:a,
1 - 4 paino-% CaO:a ja
0 - 4 paino-% B_2O_3:a.

Mainitunlainen sulatemateriaali sisältää edullisemmin

70 - 75 paino-% SiO_2:a,
9 - 11 paino-% Al_2O_3:a,
8 - 10 paino-% K_2O:a,
2 - 4 paino-% Na_2O:a,
0 - 1 paino-% Li_2O:a,
1 - 3 paino-% CaO:a ja
2 - 3 paino-% B_2O_3:a.

Näillä koostumusalueilla olevia pinnoitekeraamisulatemateriaaleja I ja II yhdistetään, niin että muodostuu keraami, jolla on sopivat ominaisuudet keraami-lasisubstraatin pinnoitukseen. Sulatemateriaalin I lämpölaajenemiskerroin on noin $8 \cdot 10^{-6}$/K ja sulatemateriaalin II lämpölaajenemiskerroin on noin $6,7 \cdot 10^{-6}$/K.

Pinnoitekeraamit poltetaan tavanomaisissa uuneissa tavanomaisin keinoin käyttämällä esimerkiksi Multimat MCII -uunia (Dentsply GmbH) 2 - 5 min:n ajan alipaineessa. Polttolämpötila-alue on 900 - 1100 °C, edullisesti 950 - 1050 °C ja edullisimmin 980 - 1020 °C. Keraamit voidaan sävyttää keramiikkateollisuduessa käytettävillä pigmenteillä, esimerkiksi SnO_2:lla, $ZrSiO_4$:llam Zn-Fe-Cr-Al:lla (spinellillä) ja Zr-Si-Pr:llä (zirkonilla). Näiden pinnoitekeraamien taivutuslujuus on suurempi kuin 50 MPa ja liukoisuus alle 0,05, jotka arvot ovat standardin ISO 6872 mukaisia.

Keksintöä valaistaan muutamin esimerkein. Tulisi ymmärtää, että näitä esimerkkejä ei ole tarkoitettu keksinnön suoja-alaa rajoittaviksi vaan yksinomaan valaiseviksi.

Esimerkki 1

Vahamallikaavausmateriaalin valmistus

Vahamallikaavausmateriaali formuloidaan jauheesta ja nesteestä ja käytetään muottien valmistamiseen, joissa esimerkkien 3 - 7, 9 ja 10 mukaiset keraami-lasimuottipuristuskoostumukset muottipuristetaan. Jauhekomponentti koostuu 1,0 g:sta magnesiumoksidia, 1,0 g:sta ammoniummonofosfaattia ja 98,0 g:sta kalsiumilla stabiloitua zirkoniumoksidia (ZrO_2-CaO 95/5, Lonza GmbH, Saksa), jonka hiukkaskoko on alle 100 µm ja koostumus seuraava:

	Paino-%
ZrO_2	93,8
CaO	5,0
MgO	<0,1
SiO_2	<0,4
Al_2O_3	<0,4
Fe_2O_3	<0,1
TiO_2	<0,2

Nestekomponentti on piidioksidin vesisooli (Lewasil 200, 30 %, Bayer AG, Saksa). Sooli sisältää 30 paino-% piidioksidia. Valmistetaan vahamalli muottipuristettavasta hammasproteesista. Muottirengas asetetaan työskentelypinnalle. Renkaan sisäpuoli vuorataan 1 mm:m paksuisella vedellä kyllästetyllä tulenkestävällä huovalla. Sekoitetaan 100 g jauhetta ja 17 ml nestemäistä vahamallikaavausmateriaalia alipaineessa noin 1 min:n ajan, kunnes saadaan homogeeninen massa. Muottiin kaadetaan riittävä annos juuri sekoitettua vahamallikaavausmateriaalia muottipuristettavan esineen vahamallin upottamiseksi puoliksi ja anne-

taan seistä kunnes materiaali kovettuu. Tämä kestää noin 60 min. Kovettuneen vahamallikaavausmateriaalin pinta päällystetään erotusaineena toimivalla vaseliinilla, kaadetaan sen päälle juuri sekoitettua vahamallikaavausmateriaalia, niin että muottirengas täyttyy, ja annetaan materiaalin kovettua. Muottia kuumennetaan 5 tunnin kuluttua uunissa seuraavasti: 300 °C nopeudella 4 °C/min, sitten pito lämpötilassa 300 °C 0,5 tuntia, sitten kuumennus lämpötilaan 1100 °C nopeudella 9 °C/min ja sitten pito tässä lämpötilassa 1 tunti. Tämä prosessi poistaa veden, polttaa pois mallivahan, säätää kutistuman 1 %:ksi ja lujittaa vahamallikaavausmateriaalin muotiksi. Muotin vahamallikaavausmateriaalin lämpölaajenemiskerroin on $8,8 \cdot 10^{-6}$/°C, kutistuma sintrauksen jälkeen 1 % ja puristuslujuus yli 25 MPa.

Esimerkki 2

Muottipuristusmenettely

Esimerkissä 1 muodostetun muotin annetaan jäähtyä huoneenlämpötilaan ja se avataan, niin että muottiontelo tulee esille. Grafiittijauhelietteen (Leit-C nach Goecke, Neubauer Chemikalien) muodossa olevaa erotusainetta levitetään muotin erotuspinnoille ja onteloon.

Keraami-lasimuottipuristusjauhekoostumusmäärä, joka tarvitaan myotin täyttämiseen, määritetään vahamallin painosta ja laitetaan valmistetun muotin alempaan puoliskoon. Muotin ylempi puolisko laitetaan alemman puoliskon päälle ja molemmat puoliskot laitetaan edellä kuvatun ja kuvioiden 1 - 4 esittämän puristusjärjestelmän alipainekammioon. Vastapainetuki, polttokammion kansi ja sitten pyöritettävissä oleva ristikappale asetetaan paikoilleen kokoonpanon lukitsemiseksi. Imetään alipaine 4 ± 2 kPa (40 ± 20 mbar) ja muotti kuumennetaan nopeudella 15 - 20 °C/min lämpötilaan 1100 ± 50 °C, jossa lämpötilassa siihen suunnataan 25 MPa:n mittaripaine. Tämä lämpötila ja paine pidetään yllä 25 - 30 min. Muotti ja siinä oleva muottipuristettu

hammasproteesi jäähdytetään lämpötilaan 800 °C nopeudella 10 - 15 °C/min, minkä jälkeen ne jäähdytetään lämpötilaan 600 °C nopeudella 1 °C/min, jona aikana hammaproteesikoostumus temperoituu, niiin että lujuus optimoituu. Tämän jälkeen muotti jäähdytetään lämpötilaan 200 °C nopeudella 10 - 15 °C/min, minkä jälkeen puristusjärjestelmä avataan muotin poistamiseksi ja hammasproteesin irrottamiseksi. Hammasproteesiin mahdollisesti kiinni jäänyt vahamallikaavausmateriaali poistetaan hiekkapuhaltamalla.

Esimerkki 3

Hammasproteesin valmistaminen zirkoniumoksidi-lasikoostumuksesta

Sekoitetaan keskenään 90 g zirkoniumdioksidijauhetta ja 10 g lantaaniboorialumiinisilikaattilasijauhetta keraami-lasimuottipuristusjauhekoostumukseksi. Keraami-lasimuottipuristusjauhekoostumuksen valmistukseen käytettävä zirkoniumoksidijauhe on monikiteistä tetragonaalista zirkoniumoksidia, joka on stabiloitu 5 paino-%:lla yttriumoksidia (Tosoh Corporation, Tokio, Japani) ja jonka kidekoko on 26 nm, lämpölaajenemiskerroin $10 \cdot 10^{-6}/K$ ja keskimääräinen hiukkaskoko 0,1 - 5 µm. Keraami-lasimuottipuristusjauhekoostumuksen valmistukseen käytettävä lasijauhe on lantaanialumiinibooorisilikaattilasia, jonka lämpölaajenemiskerroin on $6,2 \cdot 10^{-6}/K$ ja keskimääräinen hiukkaskoko alle 5 µm, ja sillä on seuraava kemiallinen koostumus:

	Paino-%
SiO_2	18,4
B_2O_3	14,3
Al_2O_3	16,4
La_2O_3	40,9
CaO	2,8
ZrO_2	4,1
Y_2O_3	3,1

Tämä keraami-lasikoostumus laitetaan muottiin (valmistettu vahamallikaavausmateriaalista esimerkissä 1 kuvatulla tavalla). Muotti, jossa on keraami-lasikoostumusta, laitetaan esimerkissä 2 kuvattuun puristusjärjestelmään ja kuumennetaan sitten lämpötilaan 1100 °C. Tämä lämpötila pidetään yllä 30 min, samalla kun muottiin suunnataan 25 MPa:n paine ja imetään alipaine 4 KPa (40 mbar) muottipuristetun hammasproteesin muodostamiseksi. Muotti ja siinä oleva hammasproteesi jäähdytetään sitten lämpötilaan 800 °C nopeudella 10 - 15 °C/min. Sitten ne jäähdytetään temperointinopeudella 1 °C/min 800 °C:sta 600 °C:seen, jolloin vältetään jännityksen syntyminen lasittumislämpötilassa. Tämän temperoinnin jälkeen ne jäähdytetään 600 °C:sta 200 °C:seen nopeudella 10 - 15 °C/min. Sitten ne poistetaan puristusjärjestelmästä ja muotti irrotetaan hammasproteesista. Hammasproteesin taivutuslujuus on 470 MPa testattuna standardin ISO 6872 mukaisesti.

Esimerkki 4

Hammasproteesin valmistaminen zirkoniumoksidi-lasikoostumuksesta

Sekoitetaan keskenään 80 g zirkoniumdioksidijauhetta ja 20 g lantaaniboorialumiinisilikaattilasijauhetta (esimerkissä 3 käytettyä) keraami-lasimuottipuristusjauhekoostumukseksi. Tämä keraami-lasikoostumus laitetaan muottiin (valmistettu vahamallikaavausmateriaalista esimerkissä 1 kuvatulla tavalla). Muotti, jossa on keraami-lasikoostumusta, laitetaan esimerkissä 2 kuvattuun puristusjärjestelmään ja kuumennetaan sitten lämpötilaan 1100 °C. Tämä lämpötila pidetään yllä 30 min, samalla kun muottiin suunnataan 25 MPa:n paine ja imetään alipaine 4 KPa (40 mbar) muottipuristetun hammasproteesin muodostamiseksi. Muotti ja siinä oleva hammasproteesi jäähdytetään sitten lämpötilaan 800 °C nopeudella 10 - 15 °C/min. Sitten ne jäähdytetään temperointinopeudella 1 °C/min 800 °C:sta 600 °C:seen, jolloin vältetään jännityksen syntyminen la-

sittumislämpötilassa. Tämän temperoinnin jälkeen ne jäähdytetään 600 °C:sta 200 °C:seen nopeudella 10 - 15 °C/min. Sitten ne poistetaan puristusjärjestelmästä ja muotti irrotetaan hammasproteesista. Hammasproteesin taivutuslujuus on 550 MPa testattuna standardin ISO 6872 mukaisesti.

Esimerkki 5

Hammasproteesin valmistaminen zirkoniumoksidi-lasikoostumuksesta

Sekoitetaan keskenään 75 g zirkoniumdioksidijauhetta ja 25 g lantaanibooorialumiinisilikaattilasijauhetta (esimerkissä 3 käytettyä) keraami-lasimuottipuristusjauhekoostumukseksi. Tämä keraami-lasikoostumus laitetaan muottiin (valmistettu vahamallikaavausmateriaalista esimerkissä 1 kuvatulla tavalla). Muotti, jossa on keraami-lasikoostumusta, laitetaan esimerkissä 2 kuvattuun puristusjärjestelmään ja kuumennetaan sitten lämpötilaan 1100 °C. Tämä lämpötila pidetään yllä 30 min, samalla kun muottiin suunnataan 25 MPa:n paine ja imetään alipaine 4 KPa (40 mbar) muottipuristetun hammasproteesin muodostamiseksi. Muotti ja siinä oleva hammasproteesi jäähdytetään sitten lämpötilaan 800 °C nopeudella 10 - 15 °C/min. Sitten ne jäähdytetään temperointinopeudella 1 °C/min 800 °C:sta 600 °C:seen, jolloin vältetään jännityksen syntyminen lasittumislämpötilassa. Tämän temperoinnin jälkeen ne jäähdytetään 600 °C:sta 200 °C:seen nopeudella 10 - 15 °C/min. Sitten ne poistetaan puristusjärjestelmästä ja muotti irrotetaan hammasproteesista. Hammasproteesin taivutuslujuus on 620 MPa testattuna standardin ISO 6872 mukaisesti.

Esimerkki 6

Hammasproteesin valmistaminen zirkoniumoksidi-lasikoostumuksesta

Sekoitetaan keskenään 70 g zirkoniumdioksidijauhetta ja 30 g lantaanibooorialumiinisilikaattilasijauhetta (esimerkissä 3 käytettyä) keraami-lasimuottipuristusjauhekoostumukseksi. Tämä keraami-lasikoostumus laitetaan muot-

tiin (valmistettu vahamallikaavausmateriaalista esimerkissä 1 kuvatulla tavalla). Muotti, jossa on keraami-lasikoostumusta, laitetaan esimerkissä 2 kuvattuun puristusjärjestelmään ja kuumennetaan sitten lämpötilaan 1100 °C. Tämä lämpötila pidetään yllä 30 min, samalla kun muottiin suunnataan 25 MPa:n paine ja imetään alipaine 4 KPa (40 mbar) muottipuristetun hammasproteesin muodostamiseksi. Muotti ja siinä oleva hammasproteesi jäähdytetään sitten lämpötilaan 800 °C nopeudella 10 - 15 °C/min. Sitten ne jäähdytetään temperointinopeudella 1 °C/min 800 °C:sta 600 °C:seen, jolloin vältetään jännityksen syntyminen lasittumislämpötilassa. Tämän temperoinnin jälkeen ne jäähdytetään 600 °C:sta 200 °C:seen nopeudella 10 - 15 °C/min. Sitten ne poistetaan puristusjärjestelmästä ja muotti irrotetaan hammasproteesista. Hammasproteesin taivutuslujuus on 600 MPa testattuna standardin ISO 6872 mukaisesti.

Esimerkki 7

Hammasproteesin valmistaminen zirkoniumoksidi-lasikoostumuksesta

Sekoitetaan keskenään 60 g zirkoniumdioksidijauhetta ja 40 g lantaaniboorialumiinisilikaattilasijauhetta (esimerkissä 3 käytettyä) keraami-lasimuottipuristusjauhekoostumukseksi. Tämä keraami-lasikoostumus laitetaan muottiin (valmistettu vahamallikaavausmateriaalista esimerkissä 1 kuvatulla tavalla). Muotti, jossa on keraami-lasikoostumusta, laitetaan esimerkissä 2 kuvattuun puristusjärjestelmään ja kuumennetaan sitten lämpötilaan 1100 °C. Tämä lämpötila pidetään yllä 30 min, samalla kun muottiin suunnataan 25 MPa:n paine ja imetään alipaine 4 KPa (40 mbar) muottipuristetun hammasproteesin muodostamiseksi. Muotti ja siinä oleva hammasproteesi jäähdytetään sitten lämpötilaan 800 °C nopeudella 10 - 15 °C/min. Sitten ne jäähdytetään temperointinopeudella 1 °C/min 800 °C:sta 600 °C:seen, jolloin vältetään jännityksen syntyminen lasittumislämpötilassa. Tämän temperoinnin jälkeen ne jääh-

dytetään 600 °C:sta 200 °C:seen nopeudella 10 - 15 °C/min. Sitten ne poistetaan puristusjärjestelmästä ja muotti irrotetaan hammasproteesista. Hammasproteesin taivutuslujuus on 300 MPa testattuna standardin ISO 6872 mukaisesti. Tämä koostumus, joka sisälsi 40 5 lasia, oli helposti muottipuristettavissa, vaikkakin sen lujuus oli jonkin verran heikompi kuin esimerkeissä 3, 4, 5 ja 6. Niinpä otaksutaan, että on olemassa optimiformula kullekin keraami-lasimuottipuristusjauheyhdistelmälle.

Esimerkki 8

Hammasproteesin valmistaminen alumiinioksidi-lasikoostumuksesta

Sekoitetaan keskenään 70 g alumiinioksidijauhetta (Alcoa Chemical and Minerals Inc., Type A-16, joka on 99,7-%:isesti puhdas alumiinioksidi, jonka pinta-ala on 9 m^2/g ja kidekoko 0,03 - 3,5 µm) ja 30 g esimerkin 2 mukaista lantaaniboorialumiinisilikaattilasijauhetta keraami-lasikoostumukseksi. Tämä keraami-lasikoostumus laitetaan muottiin (valmistettu vahamallikaavausmateriaalista esimerkissä 11 kuvatulla tavalla). Muotti, jossa on keraami-lasikoostumusta, laitetaan esimerkissä 2 kuvattuun puristusjärjestelmään ja kuumennetaan sitten lämpötilaan 1100 °C. Muotin ympärille ei imetä alipainetta. Tämä lämpötila pidetään yllä 30 min, samalla kun muottiin suunnataan 25 MPa:n paine muottipuristetun hammasproteesin muodostamiseksi. Muotti ja siinä oleva hammasproteesi jäähdytetään sitten lämpötilaan 800 °C nopeudella 10 - 15 °C/min. Sitten ne jäähdytetään temperointinopeudella 1 °C/min 800 °C:sta 600 °C:seen (jolloin vältetään jännityksen syntyminen lasittumislämpötilassa). Tämän temperoinnin jälkeen ne jäähdytetään 600 °C:sta 200 °C:seen nopeudella 10 - 15 °C/min. Sitten ne poistetaan puristusjärjestelmästä ja muotti irrotetaan hammasproteesista. Hammasproteesin taivutuslujuus on 300 MPa testattuna standardin ISO 6872 mukaisesti.

Esimerkki 9

Hammasproteesin valmistaminen zirkoniumoksidi-alumiinioksidi-lasikoostumuksesta

Sekoitetaan keskenään 56 g zirkoniumdioksidijauhetta (esimerkissä 3 käytettyä), 14 g alumiinioksidijauhetta (Alcoa Chemical and Minerals Inc., Type A-16, joka on 99,7-%:isesti puhdas alumiinioksidi, jonka pinta-ala on 9 m^2/g ja kidekoko 0,03 - 3,5 µm) ja 30 g esimerkin 2 mukaista lantaaniboorialumiinisilikaattilasijauhetta keraami-lasikoostumukseksi. Tämä keraami-lasikoostumus laitetaan muottiin (valmistettu vahamallikaavausmateriaalista esimerkissä 1 kuvatulla tavalla). Muotti, jossa on keraami-lasikoostumusta, laitetaan esimerkissä 2 kuvattuun puristusjärjestelmään ja kuumennetaan sitten lämpötilaan 1100 °C. Tämä lämpötila pidetään yllä 30 min, samalla kun muottiin suunnataan 25 MPa:n paine muottipuristetun hammasproteesin muodostamiseksi. Muotti ja siinä oleva hammasproteesi jäähdytetään sitten lämpötilaan 800 °C nopeudella 10 - 15 °C/min. Sitten ne jäähdytetään temperointinopeudella 1 °C/min 800 °C:sta 600 °C:seen (jolloin vältetään jännityksen syntyminen lasittumislämpötilassa). Tämän temperoinnin jälkeen ne jäähdytetään 600 °C:sta 200 °C:seen nopeudella 10 - 15 °C/min. Sitten ne poistetaan puristusjärjestelmästä ja muotti irrotetaan hammasproteesista. Hammasproteesin taivutuslujuus on 600 MPa testattuna standardin ISO 6872 mukaisesti.

Esimerkki 10

Hammasproteesin valmistaminen zirkoniumoksidi-alumiinioksidi-lasikoostumuksesta

Sekoitetaan keskenään 42 g zirkoniumdioksidijauhetta (esimerkissä 3 käytettyä), 28 g alumiinioksidijauhetta (Alcoa Chemical and Minerals Inc., Type A-16, joka on 99,7-%:isesti puhdas alumiinioksidi, jonka pinta-ala on 9 m^2/g ja kidekoko 0,03 - 3,5 µm) ja 30 g esimerkin 2 mukaista lantaaniboorialumiinisilikaattilasijauhetta keraa-

mi-lasikoostumukseksi. Tämä keraami-lasikoostumus laitetaan muottiin (valmistettu vahamallikaavausmateriaalista esimerkissä 11 kuvatulla tavalla). Muotti, jossa on keraami-lasikoostumusta, laitetaan esimerkissä 2 kuvattuun puristusjärjestelmään ja kuumennetaan sitten lämpötilaan 1100 °C. Tämä lämpötila pidetään yllä 30 min, samalla kun muottiin suunnataan 25 MPa:n paine ja imetään alipaine 4 KPa (40 mbar) muottipuristetun hammasproteesin muodostamiseksi. Muotti ja siinä oleva hammasproteesi jäähdytetään sitten lämpötilaan 800 °C nopeudella 10 - 15 °C/min. Sitten ne jäähdytetään temperointinopeudella 1 °C/min 800 °C:sta 600 °C:seen (jolloin vältetään jännityksen syntyminen lasittumislämpötilassa). Tämän temperoinnin jälkeen ne jäähdytetään 600 °C:sta 200 °C:seen nopeudella 10 - 15 °C/min. Sitten ne poistetaan puristusjärjestelmästä ja muotti irrotetaan hammasproteesista. Hammasproteesin taivutuslujuus on 600 MPa testattuna standardin ISO 6872 mukaisesti.

Esimerkkien 9 ja 10 mukaisen hammasproteesin taivutuslujuus on yllättävästi suurempi kuin esimerkissä 8 muodostettun hammasproteesi, jonka taivutuslujuus on 300 MPa.

Esimerkin 8 mukaisen keraami-lasimuottipuristuskoostumuksen muottipuristukseen käytettyjen muottien valmistukseen käytetään esimerkissä 11 kuvatulla tavalla valmistettua vahamallikaavausmateriaalia. Esimerkin 11 mukaisella vahamallikaavausmateriaalilla on alempi lämpölaajenemiskerroin kuin esimerkin 1 mukaisella vahamallikaavausmateriaalilla.

Esimerkki 11

Vahamallikaavausmateriaali

Vahamallikaavausmateriaali valmistetaan sekoittamalla keskenään 1,0 g magnesiumoksidia, 1,0 g monoammoniumfosfaattia ja 98,0 g magnesiumilla stabiloitua zirkoniumoksidijauhetta (ZrO_2-MgO 94/6, Lonza GmbH, Saksa), jon-

ka hiukkaskoko on alle 100 µm ja kemiallinen koostumus seuraava:

	Paino-%
ZrO_2 ja HFO_2	93,8
MgO	6,0
SiO_2	<0,4
CaO	<0,2
Al_2O_3	<0,2
Fe_2O_3	<0,1
TiO_2	<0,2

Tämä jauheseos sekoitetaan perusteellisesti ja yhdistetään 17 ml:aan piidioksidin vesisoolia (Lewasil 200, 30 %, Bayer AG, Saksa), joka sisältää 30 paino-% piidioksidia. Sekoitetaan alipaineessa noin 1 min, kunnes saadaan homogeeninen vahamallikaavausmateriaalimassa. Kovetun vahamallikaavausmateriaalin lämpölaajenemiskerroin on $5,0 \cdot 10^{-6}$/K ja kutistuma sintrauksen jälkeen alle 1 %. Vahamallikaavausmateriaalin puristuslujuus on yli 25 MPa.

Esimerkki 12

Hammasproteesin pinnoitus

Esimerkin 5 mukaisella menettelyllä valmistetun muottipuristetun hammassillan lämpölaajenemiskerroin on noin $6,5 \cdot 10^{-6}$/K. Silta päällystetään pinnoituskeraamijauheella, jonka koostumus on seuraava:

	Paino-%
SiO_2	73,8
Al_2O_3	10,4
K_2O	8,3
Na_2O	4,0
CaO	1,2
B_2O_3	2,3

Pinnoituskeraamijauheen mediaanihiukkaskoko on 18 µm. Se sekoitetaan yhteen sopivien pigmenttien ja opasiteettia lisäävien aineiden kanssa, niin että saadaan haluttu hampaan värisävy. Seosta levitetään perusrakenteen pinnalle vesilietteestä käsin. Pinnoituskeraamin lämpölaajenemiskerroin on $6,7 \cdot 10^{-6}$/K ja taivutuslujuus ja happoliukoisuus 66 MPa ja vastaavasti 0,02 % määritettyinä standardin ISO 6872 mukaisesti. Pinnoitejauheella päällystetty hammassilta poltetaan lämpötilassa 1000 °C, jolloin muodostuu pinnoitettu hammassilta, jossa ei esiinny murtumia eikä muita visuaalisesti havaittavissa olevia merkkejä vioista.

Esimerkki 13

Hammasproteesin pinnoitus

Esimerkin 10 mukaisella menettelyllä valmistetun muottipuristetun hammassillan lämpölaajenemiskerroin on noin $8,05 \cdot 10^{-6}$/K. Silta päällystetään pinnoituskeraamijauheella, jonka koostumus on seuraava:

	Paino-%
SiO_2	68,9
Al_2O_3	14,5
K_2O	8,6
Na_2O	4,3
CaO	1,8
Li_2O	0,8
Tb_2O_3	0,8
CeO_2	0,2

Pinnoituskeraamijauheen hiukkaskoko on 18 µm, ja sitä levitetään pigmentin lisäämisen jälkeen vesilietteenä muottipuristetun hammassillan pinnalle. Tämä päällystetty hammassilta poltetaan lämpötilassa 1000 °C, jolloin muodostuu pinnoitettu hammassilta, jossa ei esiinny murtumia eikä muita visuaalisesti havaittavissa olevia merkkejä

vioista. Pinnoituskeraamin lämpölaajenemiskerroin on $7,9 \cdot 10^{-6}/K$, Sen liukoisuus happoon on 0,01 % ja taivutuslujuus 78 MPa määritettyinä standardin ISO 6872 mukaisesti.

Taulukko 1

Esimerkkien 3 - 10 mukaiset keraami-lasikoostumukset ja tuotteet

Esimerkki	3	4	5	6	7	8	9	10
Koostumus (paino-%)								
Zirkoniumoksidi ZrO_2	90	80	75	70	60	0	56	42
Alumiinioksidi Al_2O_3	0	0	0	0	0	70	14	28
Lantaanialumiiniboorisilikaattilasi	10	20	25	30	40	30	30	30
Tuotteen fysikaaliset ominaisuudet								
Taivutuslujuus (MPa)	470	550	620	600	300	300	600	600

Esimerkki 14

Vahamallikaavausmateriaali

Vahamallikaavausmateriaali valmistetaan sekoittamalla 100 g keraamijauhetta, jonka hiukkaskoko on alle 100 µm ja jolla on seuraava koostumus:

	Paino-%
Ca-stabiloitu zirkoniumoksidi	50
Kvartsi	20
Kristobaliitti	9
Sulatettu piidioksidi	15
Magnesimoksidi	2,25
Monoammoniumvetyfosfaatti	2,25
Magnesiumfosfaatti	1,50

19 ml:n kanssa piidioksidin vesisoolia, joka sisältää 35 paino-% piidioksidia. Sekoitus tehdään alipaineessa noin 1 min:n ajan, kunnes saadaan homogeeninen vahamallikaavausmateriaali. Tämän vahamallikaavausmateriaalin lämpölaajenemiskerroin on $11 \cdot 10^{-6}$/K.

Esimerkki 15

Muotinvalmistusmenettely

Valmistettavaan muottipuristettavan hammasproteesin vahamalli. Muottirengas (kuvio 1, osa 40) asetetaan työskentelypinnalle. Renkaaseen laitetaan 1 mm:n paksuinen tulenkestävä huopavuoraus (Kaoliner, Dentsply GmbH), joka on kyllästetty vedellä. Muottiin kaadetaan riittävä annos juuri sekoitettua, esimerkissä 14 kuvatulla tavalla valmistettua vahamallikaavausmateriaalia muottipuristettavan hammasproteesin vahamallin upottamiseksi puoliksi ja annetaan seistä kunnes materiaali kovettuu. Tämä kestää noin 30 min. Kovettuneen vahamallikaavausmateriaalin pinta päällystetään erotusaineena toimivalla vaseliinilla, kaadetaan sen päälle juuri sekoitettua vahamallikaavausmateriaalia, niin että muottirengas täyttyy, ja annetaan materiaalin kovettua. Muotti avataan noin tunnin kuluttua. Vahamalli poistetaan fysikaalisesti ja muottiontelo täytetään esimerkin 16 mukaisella keraami-lasijauhekoostumuksella.

Esimerkki 16

Hammasproteesin valmistaminen zirkoniumoksidi-lasijauhekoostumuksesta

Sekoitetaan keskenään 97 g zirkoniumoksidia (3Y-TZP) ja 3 g esimerkin 2 mukaista lantaaniboorialumiinisilikaattilasia ja sintrataan seosta 1 tunti lämpötilassa 1100 °C. Jäähdytyksen jälkeen sintrattu materiaali jauhetaan jauheeksi, jonka hiukkaskoko on alle 10 µm. Sitten tämä jauhe sekoitetaan 20 g:n kanssa lasia, jolla on seuraava koostumus:

	Paino-%
SiO_2	66,7
Al_2O_3	10,5
K_2O	8,3
Na_2O	7,4
Li_2O	1,8
CaO	3,2
BaO	0,9
CeO_2	0,5
F	0,7

Tämä keraami-lasikoostumus laitetaan muottiin (valmistettu esimerkissä 15 kuvatulla menettelyllä). Muotti, joka sisältää keraami-lasikoostumusta, asetetaan esimerkissä 2 kuvatun kaltaiseen puristusjärjestelmään, pidetään sitä sitten 1 tunti lämpötilassa 120 °C veden haihtumisen varmistamiseksi ja kuumennetaan se sitten lämpötilaan 1100 °C ja pidetään tässä lämpötilassa. Tätä lämpötilaa pidetään yllä 30 min suunnaten samalla muottiin 25 MPa:n paine muottipuristetun hammasproteesin valmistamiseksi. Muotti ja siinä oleva hammasproteesi jäähdytetään sitten lämpötilaan 800 °C nopeudella 10 - 15 °C/min. Sitten ne jäähdytetään temperointinopeudella 1 °C/min 800 °C:sta 600 °C:seen (jolloin vältetään jännityksen syntyminen lasittumislämpötilassa). Tämän temperoinnin jälkeen ne jäähdytetään 600 °C:sta 200 °C:seen nopeudella 10 - 15 °C/min. Sitten ne poistetaan puristusjärjestelmästä ja muotti irrotetaan hammasproteesista. Muottipuristetun koostumuksen lämpölaajenemiskerroin on $10 \cdot 10^6/K$.

Tulisi ymmärtää, että vaikka tätä keksintöä on kuvattu huomattavan yksityiskohtaisesti sen tiettyjen erityissuoritusmuotojen suhteen, sitä ei tulisi ymmärtää mainitunlaisiin suoritusmuotoihin rajoittuvaksi, vaan sitä voidaan käyttää muilla tavoin poikkeamatta keksinnön hengestä ja joutumatta liitteenä olevien patenttivaatimusten suoja-alan ulkopuolelle.

Patenttivaatimukset:

1. Muotoiltu, suurilujuuksinen hammasproteesi, t u n n e t t u siitä, että se käsittää proteesin rungon, joka on muodostettu muottipuristamalla ja kuumentamalla keraamista muottipuristuskoostumusta, mainittu muottipuristuskoostumus käsittää 1 - 50 paino-osaa lasihiukkasia ja 50 - 99 paino-osaa keraamihiukkasia, ja mainittu kuumennus tehdään lämpötilassa 800 - 1300 °C.

2. Patenttivaatimuksen 1 mukainen hammasproteesi, t u n n e t t u siitä, että mainitut keraamihiukkaset ovat hiukkasia, joiden suurin läpimitta on alle 35 µm, ja mainitut lasihiukkaset ovat hiukkasia, joiden suurin läpimitta on alle 100 µm.

3. Patenttivaatimuksen 1 mukainen hammasproteesi, t u n n e t t u siitä, että mainittu lasi on silikaatti- tai alumiinisilikaattilasi.

4. Patenttivaatimuksen 1 mukainen hammasproteesi, t u n n e t t u siitä, että mainittu lasi käsittää piitä, alumiinia, lantaania, zirkoniumoksidia, booria, kalsiumia ja yttriumia.

5. Patenttivaatimuksen 1 mukainen hammasproteesi, t u n n e t t u siitä, että mainittu lasi on lantaaniboorisilikaattilasi.

6. Patenttivaatimuksen 1 mukainen hammasproteesi, t u n n e t t u siitä, että mainittu muottipuristus käsittää korkeintaan noin 40 MPa:n paineen kohdistamisen mainittuun muottipuristuskoostumukseen.

7. Patenttivaatimuksen 1 mukainen hammasproteesi, t u n n e t t u siitä, että mainitut keraamihiukkaset koostuvat yttriumilla stabiloidusta monikiteisestä tetragonaalisesta zirkoniumoksidista ja/tai alfa-alumiinioksidista.

8. Patenttivaatimuksen 1 mukainen proteesi, t u n n e t t u siitä, että mainitut keraamihiukkaset käsittävät zirkoniumoksidia ja/tai alumiinioksidia.

9. Patenttivaatimuksen 1 mukainen proteesi, t u n n e t t u siitä, että mainituilla lasihiukkasilla on jokin pehmenemislämpötila ja mainittujen keraamihiukkasten sulamispiste on vähintään 1000 °C korkeampi kuin manittu pehmenemislämpötila.

10. Muotoiltu, suurilujuuksinen hammasproteesi, t u n n e t t u siitä, että se käsittää proteesin rungon, joka on muodostettu muottipuristamalla ja kuumentamalla keraamista muottipuristuskoostumusta, mainittu muottipuristuskoostumus käsittää 1 - 50 paino-osaa lasihiukkasia ja 50 - 99 paino-osaa keraamihiukkasia, mainitut keraamihiukkaset käsittävät zirkoniumoksidia ja/tai alumiinioksidia, mainitut keraamihiukkaset päällystetään pienellä määrällä ensimmäistä lasia ja hienonnetaan jauheeksi, mainittu jauhe sekoitetaan sitten toisen lasijauheen kanssa, jolloin muodostuu mainittu muottipuristuskoostumus, ja mainittu muottipuristuskoostumus muottipuristetaan ja kuumennetaan suunnilleen lämpötilaan 800 - 1300 °C, jolloin muodostuu mainittu proteesi.

11. Patenttivaatimuksen 10 mukainen proteesi, t u n n e t t u siitä, että mainittu ensimmäinen ja toinen lasi ovat silikaatti- tai alumiinisilikaattilaseja.

12. Patenttivaatimuksen 10 mukainen proteesi, t u n n e t t u siitä, että mainittu ensimmäinen lasi on lantaaniboorisilikaattilasi.

13. Patenttivaatimuksen 10 mukainen proteesi, t u n n e t t u siitä, että mainitut päällystetyt keraamihiukkaset hienonnetaan hiukkaskokoon, joka on alle 35 µm, ja mainitut toisen lasihiukkaset hienonnetaan hiukkaskokoon, joka on alle 100 µm.

14. Patenttivaatimuksen 10 mukainen proteesi, t u n n e t t u siitä, että mainittu muottipuristus kä-

sittää korkeintaan noin 40 MPa:n paineen kohdistamisen mainittuun muottipuristuskoostumukseen.

15. Patenttivaatimuksen 10 mukainen hammasproteesi, t u n n e t t u siitä, että mainitut keraamihiukkaset koostuvat yttriumilla stabiloidusta monikiteisestä tetragonaalisesta zirkoniumoksidista ja/tai alfa-alumiinioksidista.

16. Patenttivaatimuksen 10 mukainen hammasproteesi, t u n n e t t u siitä, että sen taivutuslujuus on yli 150 MPa.

17. Muotoiltu, suurilujuuksinen hammasproteesi, t u n n e t t u siitä, että se käsittää proteesin rungon, joka on muodostettu muottipuristamalla muottipuristuskoostumusta muotissa, mainittu muottipuristuskoostumus käsittää 1 - 50 paino-osaa lasia ja 50 - 99 paino-osaa keraamihiukkasia, mainitut keraamihiukkaset käsittävät zirkoniumoksidia ja/tai alumiinioksidia, mainittu muotti muodostetaan sijoittamalla mainitun proteesin rungon vaha- tai vahankorvikemalli kovetettavissa olevaan vahamallikaavausmateriaalikoostumukseen, kovetetaan mainittu vahamallikaavausmateriaali, poistetaan mainittu malli mainitusta vahamallikaavausmateriaalista, jolloin muodostuu muotti, jossa on muottiontelo, täytetään mainittu muottiontelo mainitulla keraami-lasimuottipuristuskoostumuksella, puristetaan ja kuumennetaan mainittua muottipuristuskoostumusta suunnilleen lämpötilassa 800 - 1300 °C, jolloin muodostuu muottipuristettu proteesin runko, ja jäähdytetään mainittu muottipuristettu proteesin keraami-lasirunko suunnilleen lämpötilaan 23 °C.

18. Patenttivaatimuksen 17 mukainen hammasproteesi, t u n n e t t u siitä, että mainitut keraamihiukkaset koostuvat yttriumilla stabiloidusta monikiteisestä tetragonaalisesta zirkoniumoksidista ja/tai alfa-alumiinioksidista.

19. Patenttivaatimuksen 17 mukainen hammasproteesi, t u n n e t t u siitä, että mainittu muottipuristus käsittää lisäksi korkeintaan 4 kPa:n (40 mbar) vakuumin imemisen mainittuun muottiin.

20. Patenttivaatimuksen 17 mukainen hammasproteesi, t u n n e t t u siitä, että mainitun proteesin taivutuslujuus on vähintään 300 MPa.

21. Patenttivaatimuksen 17 mukainen hammasproteesi, t u n n e t t u siitä, että mainittu vahamallikaavausmateriaali käsittää täyteainetta ja sideainetta.

22. Patenttivaatimuksen 21 mukainen hammasproteesi, t u n n e t t u siitä, että mainittu täyteaine käsittää zirkoniumoksidia.

23. Patenttivaatimuksen 22 mukainen hammasproteesi, t u n n e t t u siitä, että mainittu zirkoniumoksidi on kalsiumilla tai magnesiumilla stabiloitu zirkoniumoksidi.

24. Patenttivaatimuksen 21 mukainen hammasproteesi, t u n n e t t u siitä, että mainittu sideaine käsittää piidioksidia, magnesiumoksidia, ammoniumfosfaattia ja/tai magnesiumfosfaattia.

25. Patenttivaatimuksen 24 mukainen hammasproteesi, t u n n e t t u siitä, että mainitulla muottipuristuskoostumuksella on lämpölaajenemiskerroin ja mainitulla vahamallikaavausmateriaalilla on lämpölaajenemiskerroin ja mainitun muottipuristuskoostumuksen mainittu lämpölaajenemiskerroin on suurin piirtein sama kuin mainitun vahamallikaavausmateriaalin mainittu lämpölaajenemiskerroin.

26. Patenttivaatimuksen 17 mukainen hammasproteesi, t u n n e t t u siitä, että mainittu proteesi pinnoitetaan hammaskeraamipinnoituskoostumuksella ja mainitun pinnoituskoostumuksen sulamispiste on vähintään 50 °C alempi kuin mainitun keraami-lasimuottipuristuskoostumuksen polttolämpötila.

27. Patenttivaatimuksen 17 mukainen hammasproteesi, t u n n e t t u siitä, että mainittu proteesi on kruunu, silta, valutäyte tai -pinnoite tai tekohampaat.

28. Patenttivaatimuksen 17 mukainen hammasproteesi, t u n n e t t u siitä, että mainittu proteesi lisäksi syövytetään ja käsitellään, niin että hammassementti pääsee tehokkaasti kiinnittämään mainitun proteesin hampaiston tukirakenteeseen.

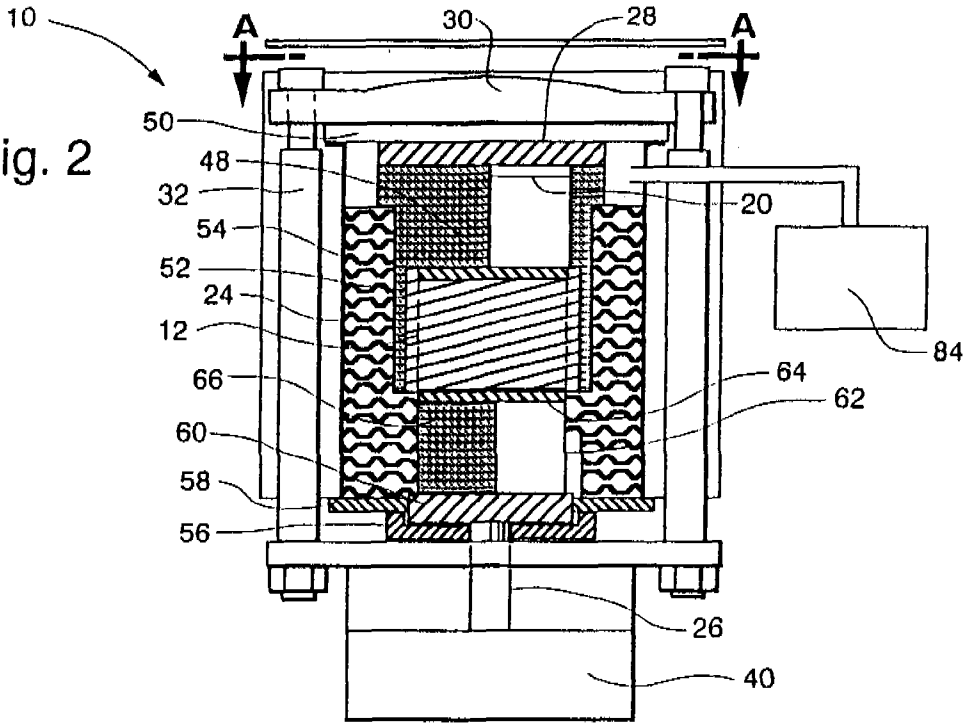

Fig. 2

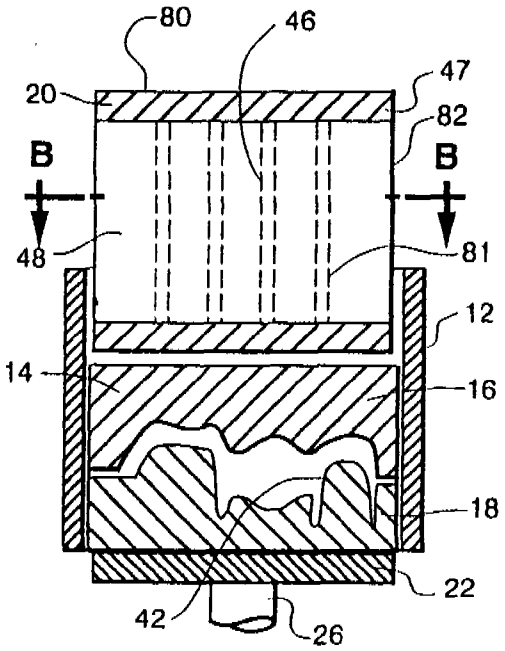

Fig. 1

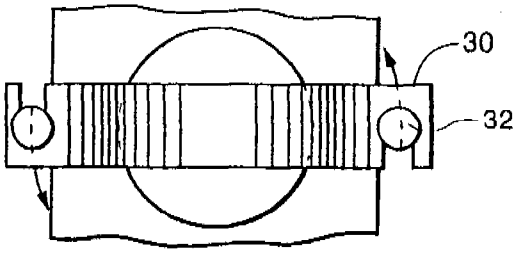

Fig. 3

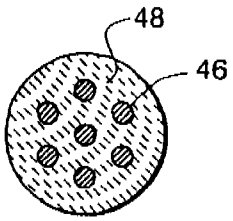

Fig. 4