

(12) NACH DEM VERTRAG ÜBER DIE INTERNATIONALE ZUSAMMENARBEIT AUF DEM GEBIET DES
PATENTWESENS (PCT) VERÖFFENTLICHTE INTERNATIONALE ANMELDUNG

(19) Weltorganisation für geistiges Eigentum
Internationales Büro



(43) Internationales Veröffentlichungsdatum
15. Januar 2004 (15.01.2004)

PCT

(10) Internationale Veröffentlichungsnummer
WO 2004/004595 A2

(51) Internationale Patentklassifikation⁷: **A61C 13/271**,
13/00, 13/265

(21) Internationales Aktenzeichen: PCT/EP2003/007019

(22) Internationales Anmeldedatum:
2. Juli 2003 (02.07.2003)

(25) Einreichungssprache: Deutsch

(26) Veröffentlichungssprache: Deutsch

(30) Angaben zur Priorität:
102 2 718.5 2. Juli 2002 (02.07.2002) DE
102 48 629.8 18. Oktober 2002 (18.10.2002) DE

(71) Anmelder (für alle Bestimmungsstaaten mit Ausnahme
von US): **DEGUDENT GMBH** [DE/DE]; Rodenbacher
Chaussee 4, 63457 Hanau (DE).

(72) Erfinder; und

(75) Erfinder/Anmelder (nur für US): **MEIER, Hans-Ullrich**

[DE/DE]; Thüringer Str. 37, 46149 Oberhausen (DE).
VON SCHROETER, Philip [DE/DE]; Barbarossastr. 5,
63517 Rodenbach (DE). **KREUDER, Peter** [DE/DE];
Dunkerstr. 3, 61231 Bad Nauheim (DE). **SCHUCK,**
Manfred [DE/DE]; Danziger Str. 7, 63791 Karlstein
(DE). **FUCHS, Frank** [DE/DE]; Tannenweg 47, 64354
Reinheim (DE). **HÖRHOLD, Heiner** [DE/DE]; Am
Molkenborn 64, 63654 Büdingen (DE). **WÖLKI, Bianca**
[DE/DE]; Limesstr. 40, 63654 Büdingen (DE). **DÖRING,**
Thomas [DE/DE]; Johannes-Machern-Str. 13b, 63456
Hanau (DE). **KIENZLE, Walter** [DE/DE]; Schmiedgasse
13, 76332 Bad Herrenalb-Neusatz (DE).

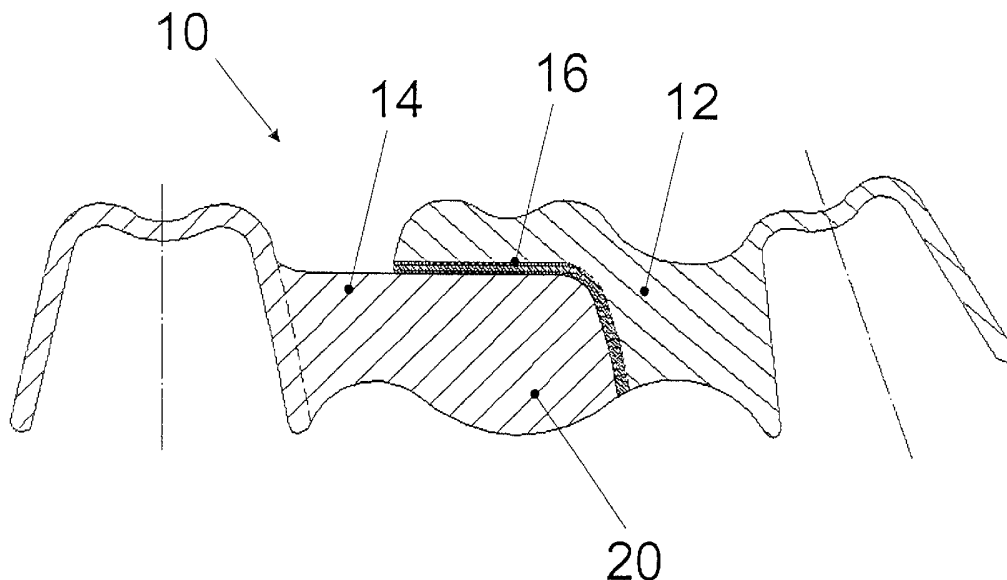
(74) **Anwalt: STOFFREGEN, Hans-Herbert**; Friedrich-
Ebert-Anlage 11b, 63450 Hanau (DE).

(81) **Bestimmungsstaaten (national):** AE, AG, AL, AM, AT,
AU, AZ, BA, BB, BG, BR, BY, BZ, CA, CH, CN, CO, CR,
CU, CZ, DE, DK, DM, DZ, EC, EE, ES, FI, GB, GD, GE,
GH, GM, HR, HU, ID, IL, IN, IS, JP, KE, KG, KP, KR,

[Fortsetzung auf der nächsten Seite]

(54) **Title:** METHOD FOR THE PRODUCTION OF A DENTAL BRIDGE FRAME AND POSITIVE MODEL THEREFOR

(54) **Bezeichnung:** VERFAHREN ZUR HERSTELLUNG EINES DENTALEN BRÜCKENGERÜSTS SOWIE POSITIVMO-
DELL FÜR EIN SOLCHES



(57) **Abstract:** The invention relates to a method for the production of a dental bridge frame made of a ceramic material more particularly containing or consisting of zircon oxide. One aim of the invention is to produce a ceramic bridge frame whereby the length thereof is greater than that of the ceramic blanks usually available therefor. Another aim of the invention is to enable bridge frames to be placed on teeth stumps which do not necessarily run parallel or which do not run in a substantially parallel manner in relation to each other. The bridge frame thus consists of two sliding parts. Each sliding part is made of a ceramic blank which is machined in a CAM process. A CAD model or hand-modelled model is used as a basis for the machining of the at least one blank.

[Fortsetzung auf der nächsten Seite]

WO 2004/004595 A2



KZ, LC, LK, LR, LS, LT, LU, LV, MA, MD, MG, MK, MN, MW, MX, MZ, NI, NO, NZ, OM, PG, PH, PL, PT, RO, RU, SC, SD, SE, SG, SK, SL, SY, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA, UG, US, UZ, VC, VN, YU, ZA, ZM, ZW.

PT, RO, SE, SI, SK, TR), OAPI-Patent (BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GQ, GW, ML, MR, NE, SN, TD, TG).

Veröffentlicht:

— *ohne internationalen Recherchenbericht und erneut zu veröffentlichen nach Erhalt des Berichts*

(84) Bestimmungsstaaten (regional): ARIPO-Patent (GH, GM, KE, LS, MW, MZ, SD, SL, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), eurasisches Patent (AM, AZ, BY, KG, KZ, MD, RU, TJ, TM), europäisches Patent (AT, BE, BG, CH, CY, CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR, GB, GR, HU, IE, IT, LU, MC, NL,

Zur Erklärung der Zweibuchstaben-Codes und der anderen Abkürzungen wird auf die Erklärungen ("Guidance Notes on Codes and Abbreviations") am Anfang jeder regulären Ausgabe der PCT-Gazette verwiesen.

(57) Zusammenfassung: Die Erfindung bezieht sich auf ein Verfahren für die Herstellung eines dentalen Brückengerüsts aus insbesondere Zirkonoxid enthaltendem oder aus diesem bestehendem Keramikmaterial. Dabei soll ein Brückengerüst aus Keramik herstellbar sein, dessen Länge grösser ist als üblicherweise zur Verfügung stehende Keramik-Rohlinge. Auch soll die Möglichkeit gegeben sein, Brückengerüste auf Zahnstümpfe aufzubringen, die nicht zwingend parallel oder im Wesentlichen parallel zueinander laufen. Hierzu wird vorgeschlagen, dass das Brückengerüst aus zumindest zwei Geschiebeteilen besteht, dass jedes Geschiebeteil aus einem im CAM-Verfahren bearbeiteten Rohling aus keramischem Material besteht und dass als Vorlage für das Bearbeiten von zumindest einem Rohling ein CAD-Modell oder ein handmodelliertes Modell dient.

Verfahren zur Herstellung eines dentalen Brückengerüsts sowie Positivmodell für ein solches

Die Erfindung bezieht sich auf ein Verfahren für die Herstellung eines dentalen Brückengerüsts aus insbesondere Zirkonoxid enthaltendem oder aus diesem bestehendem Keramikmaterial. Ferner nimmt die Erfindung Bezug auf ein Positivmodell für ein aus keramischem Material wie insbesondere Zirkonoxid bestehendes oder dieses enthaltendes Brückengerüst, das aus einem Rohling aus vorzugsweise vorgesintertem Keramikmaterial wie Zirkonoxid auf der Basis des Positivmodells im CAM-Verfahren herstellbar ist. Insbesondere bezieht sich die Erfindung auch auf ein Brückengerüst unter Verwendung von zumindest einem Rohling aus keramischem Material, das durch CAM-Verfahren bearbeitet ist.

Es sind eine Vielzahl von Vorrichtungen und Verfahren zur Herstellung von künstlichen Zahnbrücken bekannt. Im Allgemeinen wird nach der zahnärztlichen Präparation, bei der die zur Verankerung dienenden Zähne zur Aufnahme der Zahnbrücke durch Beschleifen vorbereitet werden oder z. B. ein Stift implantiert wird, ein Abdruck der die Brücke aufnehmenden Zahnstümpfe, deren Umgebung und des Kiefers angefertigt. Dies erfolgt üblicherweise mit Silikon-Vergussmassen, gleichwenn auch andere Materialien Verwendung finden können.

Aus dem Abdruck, der die Situation im Mund des Patienten negativ darstellt, wird über eine Gipsabformung ein sogen. Meistermodell hergestellt. Dieses Meistermodell zeigt die Situation im Mund des Patienten positiv. An diesem Meistermodell modelliert der Zahntechniker mit seinen handwerklichen Fähigkeiten ein Positivmodell des Grundgerüsts des Zahnersatzes aus Wachs oder aus bei niedriger Temperatur schmelzendem und polymerisierend aushärtendem Kunststoff. Ein so hergestelltes Positivmodell dient sodann zur Grundlage für den Zahnersatz.

Traditionell wird das von dem Zahntechniker erstellte Positivmodell in feuerfeste Massen eingebettet und ausgeschmolzen. In der so entstandenen Gussform kann das Grundgerüst in den üblichen metallischen Dentallegierungen durch Feinguss erstellt werden. Dabei werden zumindest Frontzahnbereiche mit einer Verblendung aus Keramik oder Kunststoff versehen.

Aus der WO 99/47065 ist es bekannt, im Anschluss an die Bildung eines Wachsmodells dessen äußere und innere Oberfläche vollständig zu digitalisieren. Hierzu kann das Wachsmodell bis zu 180° gedreht werden, um die okklusal und kavital zugänglichen Oberflächen zu digitalisieren. Auf der Basis eines so hergestellten Modells wird sodann der Zahnersatz hergestellt.

Metallische Brückengerüste sind in verschiedenen Ausführungen bekannt. Dabei gibt es auch sogen. Geschiebe, die als lösbare Verbindungen für herausnehmbare Teilprothesen oder Suprakonstruktionen oder als fest zementierte oder adhäsiv befestigte Verbindungen dienen. Dabei können konfektionierte Hilfsteile für Wachsmodellationen zur Erzeugung von Geschiebeteilen an gegossenen metallischen Brückengerüsten verwendet werden. Auch sind individuell modellierte Wachskonstruktionen zur Erzeugung von Geschiebeteilen an gegossenen metallischen Brückengerüsten bekannt.

Ferner sind einteilige Brückengerüste aus Hochleistungskeramik bekannt, die z. B. aus Zirkonoxid bzw. Yttriumoxid-stabilisiertem Zirkonoxid bestehen.

Aus der US 5,788,498 ist ein Verfahren zur Herstellung von Zahnkronen und Zahnbrücken unter Verwendung eines vorgefertigten keramischen Verstärkungselementes bekannt, das als Geschiebe ausgebildet ist. Das vorgefertigte Verstärkungselement wird ein- oder zweidimensional bearbeitet, um den Einsatz teurer CAD-/ CAM-Systeme zu vermeiden.

Aus der DE 195 41 701 A1 ist ein Primärteil eines Geschiebes zum Verbinden von Implantaten bekannt, das an einer Krone angegossen oder angelötet wird. Das Primärteil wird gegossen, wobei ein die Form des Primärteils aufweisender Gusskern verwendet wird, der aus Kunststoff besteht und beim Gießen rückstandslos verbrennt.

Der vorliegenden Erfindung liegt das Problem zu Grunde, ein Verfahren und ein Positivmodell der eingangs genannten Art zur Herstellung eines Brückengerüsts aus Keramik herzustellen, dessen Länge größer ist als üblicherweise zur Verfügung stehende Keramik-Rohlinge. Auch soll die Möglichkeit gegeben sein, Brückengerüste auf Zahnstümpfe aufzubringen, die nicht zwingend parallel oder im Wesentlichen parallel zueinander laufen.

Das Problem wird erfindungsgemäß im Wesentlichen dadurch gelöst, dass das Brückengerüst aus zumindest zwei Geschiebeteilen besteht, dass jedes Geschiebeteil aus einem im CAM-Verfahren bearbeiteten Rohling aus keramischem Material besteht und dass als Vorlage für das Bearbeiten von zumindest einem Rohling ein CAD-Modell oder ein handmodelliertes Modell dient.

Insbesondere wird zur Herstellung eines entsprechenden Brückengerüsts aus Keramikmaterial vorgeschlagen,

- Anfertigen eines Abdrucks eines Kiefers umfassend Zahnstümpfe und deren Umgebung, die das herzustellende Brückengerüst aufnimmt,
- Anfertigung eines Meistermodells von dem Abdruck,
- Modellieren eines Kappchens auf einen (ersten) der Zahnstümpfe des Meistermodells,

- Verbinden des Kämpchens mit einem konfektionierten Modellierhilfsteil zum Ausbilden eines Primärteils,
- handwerkliches Bearbeiten des Modellierhilfsteils unter Berücksichtigung von Mindestgeometrien einer aus dem Primärteil zumindest im CAM-Verfahren herzustellenden Patrize,
- Handmodellieren eines auf das Modellierhilfsteil oder auf einer auf der Basis des Modellierhilfsteils aus einem Keramikrohling hergestellten Patrize aufzusetzenden den weiteren Zahnstumpf abdeckenden Sekundärteils,
- Entfernen des Primär- und Sekundärteils bzw. des Sekundärteils von dem Meistermodell und Herstellung entweder von Matrize und der Patrize bei Handmodellieren des Sekundärteils auf dessen Modellierhilfsmittel oder von Matrize bei Handmodellieren des Sekundärteils auf der Patrize aus jeweils einem Keramikrohling zur Herstellung des Brückengerüsts mit Teilungsgeschiebe.

Dabei kann das Brückengerüst bzw. die Matrize, d. h. das gesinterte Sekundärteil, und die Patrize, d. h. das gesinterte Primärteil, nach deren Herstellung zumindest im Frontbereich der Zähne verblendet werden.

Durch die erfindungsgemäße Lehre wird unter Verwendung des konfektionierten Modellierhilfsteils ein Primärteil eines Positivmodells für ein Teilungsgeschiebe einer Zahnbrücke zur Verfügung gestellt, um Längen zu erzielen, die über die vorhandenen Rohlingslängen hinausgehen. Dabei wird durch die Auslegung des konfektionierten Modellierhilfsmittels auf Mindestgeometrien des herzustellenden Brückengerüsts, d. h. der Patrize sichergestellt, dass Zugspannungen und spannungserhöhende Kerbwirkungen begrenzt werden, Einflüsse, die für metallische Brückengerüste dem Grunde nach unbeachtlich sind.

Die Fertigung von Brückengerüsten aus hochfester Strukturkeramik wird in der Praxis grundsätzlich computergestützt mit spanender Bearbeitung vorgenommen. Im Vergleich zur metallischen Gießtechnik gelten andere Konstruktionsregeln. Somit sind Geometriebeschränkungen bei Keramikteilen gegeben, insbesondere dann, wenn das Positivmodell optisch digitalisiert wird.

Dabei wird insbesondere ein konfektioniertes Modellierhilfsteil verwendet, das aus Kunststoff besteht und aus einem konusförmigen Steg und einem Kegelstumpf zusammengesetzt ist, wobei der Steg mit dem Kämpchen derart verbunden ist, dass das Modellierhilfsteil auf den von dem Sekundärteil aufzunehmenden zweiten Zahnstumpf so ausgerichtet wird, dass Längsachse des Kegelstumpfs parallel oder in etwa parallel zu dem zweiten Zahnstumpf, d.h. Einschubrichtung verläuft, entlang der die Matrize des Teilungsgeschiebes auf den zweiten Zahnstumpf aufgeschoben wird.

Insbesondere gibt das konfektierte Modellierhilfsteil einen Mindestquerschnitt und/oder Mindestradien an Flächenkanten der aus dem Primärteil herzustellenden Patrizie vor.

Nach einem weiteren hervorzuhebenden Merkmal der Erfindung wird das Modellierhilfsteil mit einem Mindestradius in basalseitig verlaufendem Rand vorgebenden Fräswerkzeug bearbeitet.

Durch diese Maßnahmen und durch die Geometrievorgaben des konfektionierten Modellierhilfsteils kann eine Minimierung auftretender mechanischer Zugspannungen erreicht werden.

Des Weiteren ist vorgesehen, dass der Steg und der Kegelstumpf innen- und außenseitig derart ausgelegt werden, dass das Primärteil in zwei um 180° oder in etwa 180° zueinander gedrehten Stellungen vollständig oder nahezu vollständig über seine gesamte Innen- und Außenfläche digitalisiert werden kann.

Nach einem weiteren Vorschlag der Erfindung wird ein konfektioniertes Modellierhilfsteil verwendet, das Markierungen aufweist, die kennzeichnen, wann beim Bearbeiten Mindestgeometrien erreicht werden. Selbstverständlich kann das Modellierhilfsteil auch additiv bearbeitet werden.

In weiterer Ausbildung der Erfindung ist vorgesehen, dass auf den Kegelstumpf eine Folie vor dem Handmodellieren des Sekundärteils aufgebracht wird, um in der aus dem Sekundärteil herzustellenden Matrize einen Zementspalt zur Patrize auszubilden.

Ein Positivmodell für ein insbesondere aus Zirkonoxid bestehendes oder dieses enthaltendes Brückengerüst, wobei aus einem Rohling wie vorgesintertem Zirkonoxid oder dieses enthaltend unter Zugrundelegung des Positivmodells im CAM-Verfahren das Brückengerüst herstellbar ist, zeichnet sich dadurch aus, dass das Positivmodell aus einem Primärteil und einem Sekundärteil besteht, dass das Primärteil aus einem ersten Zahnstumpf umgebenden Kämpchen und ein mit diesem verbundenen konfektionierten Modellierhilfsenteil besteht, das seinerseits aus einem mit dem Kämpchen verbundenen Steg und einem von diesem ausgehenden Kegelstumpf besteht, dass der Steg und der Kegelstumpf außenseitig eine Konusgeometrie derart aufweisen, dass ein vollständiges oder nahezu vollständiges Digitalisieren von Innen- und Außenfläche bei Scannen des Modellierhilfsteils in zwei um 180° oder nahezu 180° gedrehten Position gegeben ist, und dass das Modellierhilfsenteil Mindestgeometrien für eine aus dem Primärteil herzustellende Patrize vorgibt. Dabei sind die Mindestgeometrien insbesondere Querschnitt des Stegs und/oder Radien an jeweiligen Flächenkanten des Kegelstumpfs.

Des Weiteren zeichnet sich das Modellierhilfsenteil dadurch aus, dass dieses in unbearbeitetem Zustand beabstandet zu seiner Außenfläche verlaufend und beim Bearbeiten nach Erreichen einer Mindestgeometrie zumindest eine sichtbare oder sichtbar werdende Markierung aufweist.

In Weiterbildung der Erfindung wird vorgeschlagen, dass zwischen dem Primärteil und dem Sekundärteil des auf einem Meistermodell angeordneten Positivmodells eine Folie zur Ausbildung eines Spalts im Überlappungsbereich von aus dem Primär- und Sekundärteil herzustellender Matrize und Patrize vorgesehen ist. Die Folie stellt somit einen entfernbaren Platzhalter dar und kann durch gleichwirkende andere Elemente ausgetauscht werden. Die Spaltausbildung bietet außerdem den Vorteil, Fertigungstoleranzen auszugleichen.

Erfindungsgemäß wird ein zweiteiliges Positivmodell, bestimmt für ein aus hochfester Keramik bestehendes Brückengerüst, in Form eines Teilungsgeschiebes zur Verfügung gestellt. Dabei kann durch den Einsatz des konfektionierten Modellierhilfsteils sichergestellt werden, dass das Brückengerüst in seiner Endgeometrie Mindestmaße erhält, die mögliche Zugspannungen minimieren. Gleichzeitig ist gewährleistet, dass ein sicheres Ausrichten der Matrize sowohl auf den durch den Kegelstumpf vorgegebenen Abschnitt der Matrize als auch den abzudeckenden Zahnstumpf möglich ist.

Auch besteht die Möglichkeit, das Zwischenglied derart auszubilden, dass dieses basal-seitig ausschließlich oder im Wesentlichen ausschließlich konvex verläuft, ohne dass Nachteile bei der Befestigung gegeben sind.

Insbesondere ist die Erfindung jedoch durch ein Brückengerüst unter Verwendung von zumindest einem Rohling aus keramischem Material, das durch CAM-Verfahren bearbeitet ist, gekennzeichnet, wobei das Brückengerüst aus zumindest zwei Teilen, jedes Teil aus einem im CAM-Verfahren bearbeiteten Rohling aus keramischem Material besteht und als Vorlage für das Bearbeiten von zumindest einem Rohling ein CAD-Modell oder ein handmodelliertes Modell dient. Bei Verwendung eines CAD-Modells werden die Nebenbedingungen im Wesentlichen erfüllt, die auch für das zuvor beschriebene handmodellierte Modell gelten, insbesondere in Bezug auf die Mindestgeometrien.

Anstelle eines handmodellierten Positivmodells oder Teils von diesem als Vorlage für das Herstellen eines Geschiebeteils durch Bearbeiten eines Rohlings im CAM-Verfahren kann die Vorlage auch auf Grund durch Scannen des Meistermodells gewonnener digitalisierter Daten und Generieren eines CAD-Modells auf der Grundlage dieser Daten erzeugt werden. Hierzu kann auf Basis der durch Abtasten des Meistermodells gewonnenen Daten das Modell eines Kappchens berechnet werden und mit aus Bibliotheken zu entnehmenden Daten verknüpft werden, in denen Außengeometrien von herzustellenden Geschiebeteilen unter Berücksichtigung tatsächlicher Geometrie des Meistermodells bzw. dessen Bereiche, die an dem einzusetzenden Brückengerüst anschließen, abgelegt sind.

Weitere Einzelheiten, Vorteile und Merkmale der Erfindung ergeben sich nicht nur aus den Ansprüchen, den diesen zu entnehmenden Merkmalen –für sich und/oder in Kombination-, sondern auch aus der nachfolgenden Beschreibung eines der Zeichnung zu entnehmenden bevorzugten Ausführungsbeispiels.

Es zeigen:

- Fig. 1 einen Längsschnitt durch ein dreigliedriges Brückengerüst, das ein Teilungsgeschiebe und divergente Pfeiler aufweist,
- Fig. 2 Primärteil eines Positivmodells bzw. Patrize des Teilungsgeschiebes gemäß Fig. 1,
- Fig. 3 eine Seitenansicht eines Modellierhilfsteils,
- Fig. 4 das Modellierhilfsteil gemäß Fig. 3 mit aufgesetzter Folie,
- Fig. 5 Rückansicht des Modellierhilfsteils gemäß Fig. 3,
- Fig. 6 eine Prinzipdarstellung zur Generierung eines CAD-Modells und
- Fig. 7 ein CAD-Modell.

Die erfindungsgemäße Lehre ermöglicht die Schaffung eines Teilungsgeschiebes für keramische Gerüste mit spezieller Geometrie zur Minimierung mechanischer Zugspannungen. Hierzu wird zunächst ein Positivmodell hergestellt, das aus einem Primärteil und einem Sekundärteil besteht. Die Geometrie des Positivmodells entspricht der des Brückengerüsts. Unter Zugrundelegung von Primär- und Sekundärteil werden unter Berücksichtigung gezielt vorgegebener Geometrieoffsets eine Matrize und eine Patrize hergestellt. Geometrieoffsets sind insbesondere dann zu berücksichtigen, wenn aus ei-

nem Keramikrohling aus vorgesintertem insbesondere Yttriumoxid-stabilisiertem Zirkonoxid, das anschließend gesintert wird, Matrize und Patrize hergestellt werden.

In Fig. 1 ist ein Längsschnitt durch ein dreigliedriges Brückengerüst 10 dargestellt, das aus einer Matrize 12 - einem gesinterten Sekundärteil - und einer Patrize 14 - einem gesinterten Primärteil 28 - zusammengesetzt ist. Zwischen der Matrize 12 und der Patrize 14 verläuft ein definierter Spalt 16, in den Bindungsmittel wie Zement oder Klebstoff eingebracht wird, um die Matrize 12 mit der Patrize 14 zu verbinden. Die Patrize 14 wird auf einen ersten Zahnstumpf und die Matrize 12 auf einen zweiten Zahnstumpf geschoben, die aufgrund der erfindungsgemäßen Lehre nicht zwingend parallel zueinander verlaufen müssen.

Um die Matrize 12 und die Patrize 14 aus einem Rohling herzustellen, wird zunächst ein Positivmodell an einem Meistermodell oder entsprechenden Modell modelliert, wobei erfindungsgemäß zumindest ein konfektioniertes Modellierhilfsteil 18 benutzt wird, das bei der Patrize 14 den Bereich 20 bildet.

Das Modellierhilfsteil 18 besteht aus einem kegelstumpfförmigen äußeren Abschnitt (Kegelstumpf 22), der über einen Steg 24 mit einem Käppchen 26 verbunden wird, das zunächst auf einen ersten Zahnstumpf, aufgesetzt wird.

Das Modellierhilfsteil 18 bildet zusammen mit dem Käppchen 26 ein Primärteil 28, das Vorlage für die Patrize 14 ist. Um diese unter Zugrundelegung des Primärteils 28 auszubilden, verlaufen die Außenflächen des Stegs 24 und des Kegelstumpfs 22 sowie Innen- und Außenflächen des Käppchens 26 entlang von Koni, so dass die Möglichkeit besteht, Unter- und Oberseite des Modellierhilfsteils 18 und des Käppchens 26 vollständig zu digitalisieren, indem das Primärteil 28 in zwei um 180° gedrehten Stellungen digitalisiert wird.

Das Modellierhilfsteil 18 ist des Weiteren derart ausgelegt, dass Mindestgeometrien für die herzustellende Patrize 14 eingehalten werden. Diese Mindestgeometrien beziehen

sich u. a. auf den Querschnitt des Stegs 24 sowie Innenradien 30, 32 an allen Flächenkanten.

Des Weiteren ist vorgesehen, dass mittels eines Fräswerkzeuges beim Abarbeiten des unteren Randes des Steges 24, also der basalen Bereiche, ein gewünschter Mindestradius 27 eingehalten wird. Beim additiven Ausarbeiten der Basalkontur kann zur Erzielung eines gewünschten Mindestradius 27 auch eine Modellierhilfe (Rundelement) verwendet werden.

Durch die vorgegebenen Mindestgeometrien und dadurch, dass das Modellierhilfsteil 18 konfektioniert ist, ergibt sich der Vorteil, dass Bearbeitungskanten minimiert und sowohl ein definierter Minimalquerschnitt im Stegbereich als auch gewünschte Innenradien im Übergangsbereich zwischen dem Steg und den angrenzenden Flächen eingehalten werden, so dass eine Minimierung mechanischer Zugspannungen erzielbar ist.

Da das Modellierhilfsteil 18 mit dem Käppchen 26 verarbeitungsseitig zusammengefügt wird, nachdem das Käppchen 26 auf den entsprechenden Zahnstumpf aufgesetzt ist, ergibt sich der weitere Vorteil, dass die Achsrichtung des als kegeliges Hauptteil des Modellierhilfsteils 18 zu bezeichnenden Kegelstumpfs 22 parallel zum Stumpf ausgerichtet werden kann, auf den die Matrize 12 aufschiebbar ist (parallel zur Einschubrichtung).

Ferner sind unterhalb unbearbeiteter Außenfläche des Modellierhilfsteils 18 eine oder mehrere Markierungen 36 vorgesehen, die kennzeichnen, wann beim Bearbeiten vorgegebene Minimalgeometrien erreicht werden. Dadurch wird signalisiert, dass von einem weiteren Materialabtrag abzusehen ist.

Aus der Fig. 1 wird auch erkennbar, dass das Geschiebe intra-koronal ausgebildet ist, d. h., dass das Geschiebe in einem Zwischenglied verläuft.

Wie die Rückansicht des Modellierhilfsteils 18 gemäß Fig. 5 verdeutlicht, verlaufen die Außenflächen sowohl des Steges 24 als auch des kegeligen Abschnitts 22 konusförmig, so dass die gewünschte Digitalisierung der gesamten Außenfläche möglich ist.

Um gezielt den Spalt 16 zwischen der Matrize 12 und der Patrize 14 auszubilden, ist nach einer Weiterbildung der Erfindung vorgesehen, dass auf den kegelstumpfförmigen Abschnitt 22 des Modellierhilfsteils 18 und bereichsweise entlang des Stegs 24 sich erstreckend ein kappenförmiges Element aufgebracht wird, auf der eine Vorlage für die Matrize 12 bildendes Sekundärteil des Positivmodells modelliert wird. Vor dem Scannen des entsprechenden Sekundärteils wird sodann das konfektionierte Kappenelement 38 entfernt, so dass infolge dessen bei der fertigen Matrize 12 ein gewünschter Spalt zu dem Abschnitt 20 der Patrize 14 ausgebildet ist.

Anstelle des kappenförmigen Elementes 38 kann eine Folie (Platzhalter) vorgesehen sein.

Um aus dem so hergestellten Positivmodell, also dem Primärteil 28 und dem nicht dargestellten Sekundärteil das erfindungsgemäße Teilungsgeschiebe in Form der Matrize 12 und der Patrize 14 des keramischen Brückengerüsts herzustellen, wird das Primärteil 28 bzw. das Sekundärteil in einem Halterahmen eingespannt, der seinerseits auf einer Welle montiert ist, um ein Drehen um 180° zu ermöglichen. Weiterhin ist die Welle auf einem in drei Achsen x, y, z präzise verfahrbaren Tisch montiert. Die Drehachse der Welle liegt beispielsweise in y-Richtung. Der Antrieb des Tisches kann in einem Gerätegehäuse montiert sein. Die für die Verfahrbewegung des Tisches erforderliche Öffnung in dem Gerätegehäuse kann in jeder an sich bekannten Weise abgedeckt sein, z. B. durch einen Faltenbalg oder über eine Manschette.

Weiterhin ist in dem Gerätegehäuse eine optische Abtasteinheit zur Entfernungsmessung untergebracht. Die Abtasteinheit umfasst eine nicht näher dargestellte Laserstrahlquelle, z. B. eine Laserdiode, sowie zweckmäßig eine Einrichtung zur Einspiegelung des Lichts der Laserdiode in den Strahlengang der Abtasteinheit und weitere optische Elemente, sowie eine in der Empfindlichkeit auf den Laser abgestimmte CCD-Kamera.

Vor der CCD-Kamera ist ein doppelbrechender Kristall angeordnet, der das von dem Primär- bzw. Sekundärteil reflektierte Laserlicht in einen ordentlichen und einen außerordentlichen Teil auf trennt, wodurch auf dem CCD-Bildaufnehmer Hologramme mit Grenzbereichen entstehen, die genau messbar sind und anhand derer der genaue Abstand zum gemessenen Punkt ermittelt werden kann.

Die Abtasteinheit ist so in dem Gerätegehäuse befestigt, dass ein ausgesandtes Laserstrahlenbündel entlang der z-Achse verläuft. Nach einmaliger Kalibrierung bei der Montage liefert die Abtasteinheit absolute Informationen über die Entfernung zu dem den Laserstrahl reflektierenden Objekt, also zu dem in dem Halterahmen eingespannten Primär- oder Sekundärteil nach der sogenannten konoskopischen Holographie. Einzelheiten dieses Messverfahrens sind beispielsweise in WO 99/64916, US 5,953,137, WO 99/42908, US 5,892,602, US 5,291,314, EP 0 394 137, EP 0 394 138 und US 4,976,504 beschrieben.

Die hohe Intensität des Laserlichts erlaubt die Verwendung eines Abbildungsobjektivs mit verhältnismäßig kleiner Öffnung, so dass sich eine Schärfentiefe ergibt, die größer ist, als beispielsweise die typische Höhe der Zahnbrücke.

Da die zuvor beschriebene Abtasteinheit Messwerte über die absolute Entfernung des von dem Laserstrahl beleuchteten Punktes aufgrund der Reflexion als Messwert ausgibt, wird bei der Montage des Gerätes nicht nur die Abtasteinheit derart justiert, dass der Laserstrahl parallel zu der z-Achse des Tisches verläuft, sondern über eine Referenzplatte, die in dem Halterahmen eingespannt wird, die Abtasteinheit auch kalibriert. Dabei kann zugleich der Bereich der tolerierbaren Unschärfe (Schärfentiefe) durch entsprechendes Verfahren des Tisches in z-Richtung ermittelt werden.

Bei einer späteren Vermessung des Positivmodells bzw. dessen Teile wird der Halterahmen über den Tisch entlang der z-Achse des Tisches entsprechend in den Fokusbereich der Abtasteinheit verfahren. Das Gips- oder Positivmodell wird nun digitalisiert, indem der Halterahmen und der Tisch definiert entlang der x- und y-Achse verfahren, z. B. zeilen- oder spaltenweise, und diese Information mit der von der Abta-

steinheit ermittelten Abstandsinformation verknüpft wird. Die Position des Tisches und damit des zu vermessenden Modells in z-Richtung wird zur Bildung des Messdatensatzes von dem Abstandswert, den die Abtasteinheit ausgibt, subtrahiert. Während der Abtastung des Modells wird der Tisch entlang der z-Achse nicht verfahren, sondern nur in x- und y-Richtung.

Durch Verknüpfung der x- und y-Positionswerte mit der Abstandsinformation der Abtasteinheit wird ein Datenmuster erzeugt, das die dreidimensionale Gestaltung der der Abtasteinheit zugewandten Seite des Positivmodells bzw. dessen Teile wiedergibt.

Zur vollständigen dreidimensionalen Erfassung des gesamten Modells wird jedes Teil des Positivmodells mitsamt dem Halterahmen nach Durchlauf der Abtastung einer Seite um 180° z. B. um die y-Achse gedreht und die Rückseite wird in gleicher Weise vermessen.

Es kann aber auch vor Beginn der Messung der ersten Seite des Positivmodells ein Pre-scan (Vorabdurchlauf des Verfahrens) vorgenommen werden, um einen Extremwert des Positivmodells in z-Richtung zu ermitteln, z. B. dem Modellpunkt mit dem geringsten Abstand zu der Abtasteinheit, und der zugehörige z-Wert der Koordinaten als Referenzwert erfasst und somit die Abstandsinformation auf den Modellpunkt als Referenzpunkt normiert werden. Dieser Referenzwert kann zur Bildung einer Bezugsebene senkrecht zur z-Achse herangezogen werden. Auf diese Weise können die Maximalausdehnungen des vermessenen Modells direkt aus dem erzeugten Datensatz entnommen werden.

Soweit durch die Vermessung von zwei Seiten redundante Messdaten erzeugt werden, können diese durch entsprechende Nachbearbeitung durch Software später bei der Bildung des Volumenmodells entfernt werden, um Fehlfunktionen bei der späteren Ansteuerung einer Bearbeitungsmaschine bzw. eines Bearbeitungswerkzeuges wie einem Fräser zu vermeiden.

Ein solcher Fräser ist zweckmäßig mit in ein Gehäuse integriert, beispielsweise bezogen auf den Tisch gegenüberliegend von der optischen Abtasteinheit. Zweckmäßig weist der Fräser eine feststehende Spindel auf. Ein Keramikrohling, beispielsweise aus einem vorgesinterten Yttriumoxid-stabilisierten Zirkonoxid, wird in einem weiteren Halterahmen, der mit dem rückseitigen Ende der Welle verbunden ist, eingespannt. Die zur Bearbeitung der dem Fräser zugewandten Seite des Rohlings erforderlichen Vorschubbewegungen in x-, y- und z-Richtung werden durch entsprechendes Verfahren des Tisches mit der Welle und dem Halterahmen durchgeführt. Ist die dem Fräser zugewandte Seite des Rohlings fertig bearbeitet, kann der Rohling durch Vorschub in z-Richtung von dem Fräser weggefahren werden und der Halterahmen wie bei der Abtastung des Positivmodells bzw. dessen Teile um 180° gedreht werden, um die andere Seite des Rohlings zu bearbeiten.

Anzumerken ist, dass bevorzugterweise nach dem Handmodellieren des Modellierhilfsteils auf dessen Basis eine Patrizie aus einem Keramikrohling wie Zirkonoxid hergestellt werden kann, das anschließend gesintert wird. Diese Patrizie bildet sodann Basis für das herzustellende Sekundärteil.

In Fig. 6 ist rein prinzipiell eine Anordnung wiedergegeben, mit der ein Positiv-Modell bzw. Primär- oder Sekundärteil eines solchen nicht durch Handmodellation, sondern durch Scannen eines Meistermodells 40 als CAD-Modell 42 generiert wird. Hierzu wird das Meistermodell 40 in gewohnter Weise mit einer Scanner 44 abgetastet. Aus den so gewonnenen digitalisierten Daten wird in einem Rechner 46 das Modell eines Käppchens ⁵⁰ berechnet und mit Daten einer Bibliothek verknüpft, in der Außengeometrien von herzustellenden Positivmodellen bzw. Teilen dieser in Form von Geschiebeteilen abgespeichert sind. Die entsprechenden Daten werden mit den digitalisierten Daten des Meistermodells 40 verknüpft, um das CAD-Modell 42 zu generieren, auf dessen Basis aus einem Rohling im CAM-Verfahren der Zahnersatz bzw. das Geschiebeteil hergestellt wird. Ein entsprechendes CAD-Modell 42 ist in vergrößerter Darstellung der Fig. 7 zu entnehmen.

Patentansprüche

Verfahren zur Herstellung eines dentalen Brückengerüsts sowie Positivmodell für ein solches

1. Dentales Brückengerüst unter Verwendung von zumindest einem Rohling aus keramischem Material, das durch CAM-Verfahren bearbeitet ist,
d a d u r c h g e k e n n z e i c h n e t ,
dass das Brückengerüst aus zumindest zwei Geschiebeteilen besteht, dass jedes Geschiebeteil aus einem im CAM-Verfahren bearbeiteten Rohling aus keramischem Material besteht und dass als Vorlage für das Bearbeiten von zumindest einem Rohling ein CAD-Modell oder ein handmodelliertes Modell dient.
2. Verfahren zur Herstellung des dentalen Brückengerüsts nach Anspruch 1 aus keramischem Material wie Zirkonoxid oder dieses enthaltend, gekennzeichnet durch die Verfahrensschritte
 - Anfertigen eines Abdrucks eines Kiefers umfassend Zahnstümpfe und deren Umgebung, die das herzustellende Brückengerüst aufnimmt,
 - Anfertigung eines Meistermodells von dem Abdruck,
 - Modellieren eines Kämpchens auf einen (ersten) der Zahnstümpfe des Meistermodells,
 - Verbinden des Kämpchens mit einem konfektionierten Modellierhilfsteil zum Ausbilden eines Primärteils eines Positivmodells,
 - handwerkliches Bearbeiten des Modellierhilfsteils unter Beachtung von Mindestgeometrien für eine nach dem Primärteil zumindest im CAM-Verfahren herzustellende Patrizie des Brückengerüsts,
 - Handmodellieren eines auf das Modellierhilfsteil aufsetzbaren Sekundärteils oder Herstellen der Patrizie aus einem Keramikrohling auf Basis des Modellierhilfsteils,
 - entweder Entfernen des Primär- und Sekundärteils von dem Meistermodell und Herstellen der Patrizie und einer Matrize oder Entfernen des Sekundärteils von

dem Meistermodell und Herstellen einer Matrize auf der Basis des Sekundärteils jeweils aus einem Keramikrohling im CAM-Verfahren.

3. Verfahren nach Anspruch 2,
d a d u r c h g e k e n n z e i c h n e t ,
dass die Matrize und/oder Patrize in gewünschtem Umfang verblendet wird.
4. Verfahren nach Anspruch 2 oder 3,
d a d u r c h g e k e n n z e i c h n e t ,
dass als Modellierhilfsteil ein aus Kunststoff bestehendes fräsbares Element verwendet wird, das aus einem im Querschnitt konusförmigen Steg und einem Kegelstumpf besteht, wobei der Steg mit dem Käppchen derart verbunden wird, dass das Modellierhilfsteil auf das Sekundärteil aufnehmenden (zweiten) Zahnstumpf so ausgerichtet wird, dass Längsachse des Kegelstumpfs parallel oder im Wesentlichen parallel zu dem zweiten Zahnstumpf verläuft.
5. Verfahren nach zumindest einem der vorhergehenden Ansprüche,
d a d u r c h g e k e n n z e i c h n e t ,
dass das Modellierhilfsteil eine Mindestgeometrie für die aus dem Primärteil herzustellenden Patrize zur Vermeidung unzulässiger Zugspannungen in dem Brückengerüst vorgibt.
6. Verfahren nach zumindest einem der vorhergehenden Ansprüche,
d a d u r c h g e k e n n z e i c h n e t ,
dass das Modellierhilfsteil einen Mindestquerschnitt in dem Steg vorgibt.
7. Verfahren nach zumindest einem der vorhergehenden Ansprüche,
d a d u r c h g e k e n n z e i c h n e t ,
dass das Modellierhilfsteil mit einem einen Mindestradius im basalseitigen Randbereich vorgebenden Fräswerkzeug bearbeitet wird.

8. Verfahren nach zumindest einem der vorhergehenden Ansprüche,
d a d u r c h g e k e n n z e i c h n e t ,
dass beim additiven Bearbeiten der Basalkontur zur Erzielung eines gewünschten Radius eine Modellierhilfe wie Rundelement verwendet wird.
9. Verfahren nach zumindest einem der vorhergehenden Ansprüche,
d a d u r c h g e k e n n z e i c h n e t ,
dass das Modellierhilfsteil bei Erreichen einer einzuhaltenden Mindestgeometrie zumindest eine sichtbar werdende Markierung aufweist.
10. Verfahren nach zumindest einem der vorhergehenden Ansprüche,
d a d u r c h g e k e n n z e i c h n e t ,
dass der Steg und der Kegelstumpf des Modellierhilfsteils derart ausgelegt werden,
dass das Primärteil in zwei um 180° oder in etwa 180° zueinander gedrehten Stellungen vollständig oder nahezu vollständig über seine gesamte Ober- und Unterseite digitalisierbar ist.
11. Verfahren nach zumindest einem der vorhergehenden Ansprüche,
d a d u r c h g e k e n n z e i c h n e t ,
dass auf den Kegelstumpf eine Folie vor dem Handmodellieren des Sekundärteils aufgebracht wird.
12. Positivmodell für ein aus einem keramischen Material wie Zirkonoxid oder Zirkonoxid enthaltendes im CAM-Verfahren hergestelltes Brückengerüst,
d a d u r c h g e k e n n z e i c h n e t ,
dass das Positivmodell aus einem Primärteil (28) und einem Sekundärteil besteht,
dass das Primärteil aus einem einen ersten Zahnstumpf umgebenden Käppchen (26) und einem mit diesem verbundenen konfektionierten Modellierhilfsteil (18) besteht,
das aus einem mit dem Käppchen verbundenen Steg (24) und einem von diesem ausgehenden Kegelstumpf (22) besteht, und dass das Modellierhilfsteil Mindestgeometrien für eine im CAM-Verfahren auf der Basis des Primärteils hergestellte Patrizie des als Teilungsgeschiebe ausgebildeten Brückengerüsts (10) vorgibt.

13. Positivmodell nach Anspruch 12,
dadurch gekennzeichnet,
dass die Mindestgeometrie Querschnitt des Stegs (24) des Modellierhilfsteils (18)
und/oder Radien (30) an Flächenkanten zwischen dem Steg (24) und dem Kegel-
stumpf (22) sind.
14. Positivmodell nach einem der Ansprüche 12 und 13,
dadurch gekennzeichnet,
dass das konfektionierte Modellierhilfsteil (18) zur Kennzeichnung von erreichten
Mindestgeometrien zumindest eine Markierung (36) aufweist.
15. Positivmodell nach einem der Ansprüche 12 bis 14,
dadurch gekennzeichnet,
dass zwischen dem Primärteil (18) und dem Sekundärteil eine entfernbare Folie (38)
als Platzhalter angeordnet ist.
16. Positivmodell nach einem der Ansprüche 12 bis 15,
dadurch gekennzeichnet,
dass das Positivmodell allseitig oder im Wesentlichen allseitig basalseitig konvex
verlaufende Oberfläche aufweist.
17. Teilungsgeschiebe, das im CAM-Verfahren auf der Basis des Positivmodells nach
einem der Ansprüche 12 bis 16 hergestellt ist, wobei Matrize und Patrize des Tei-
lungsgeschiebes aus jeweils einem Rohling hergestellt ist, der aus Zirkonoxid oder
Zirkonoxid enthaltendem Keramikmaterial besteht.

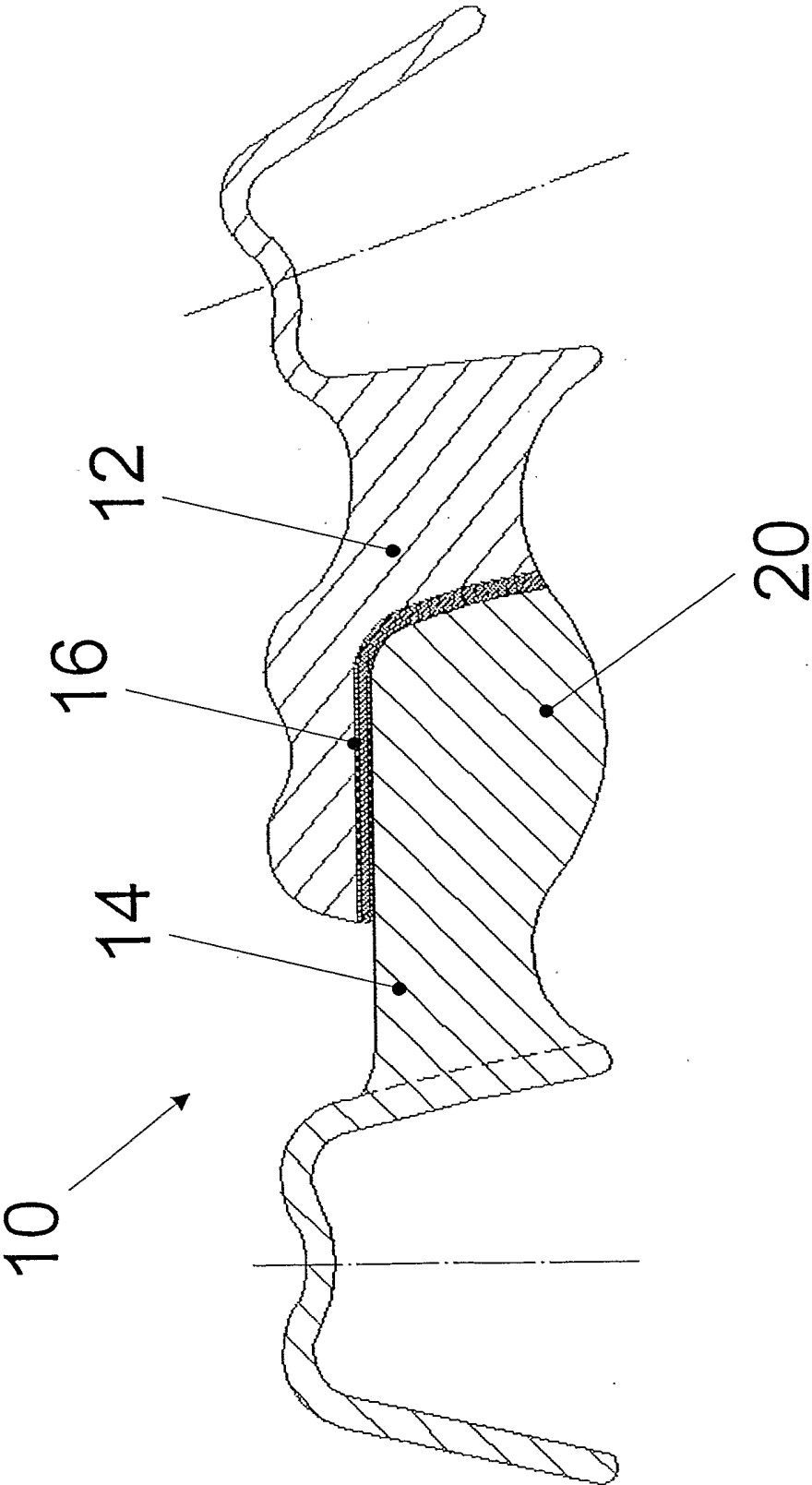


Fig. 1

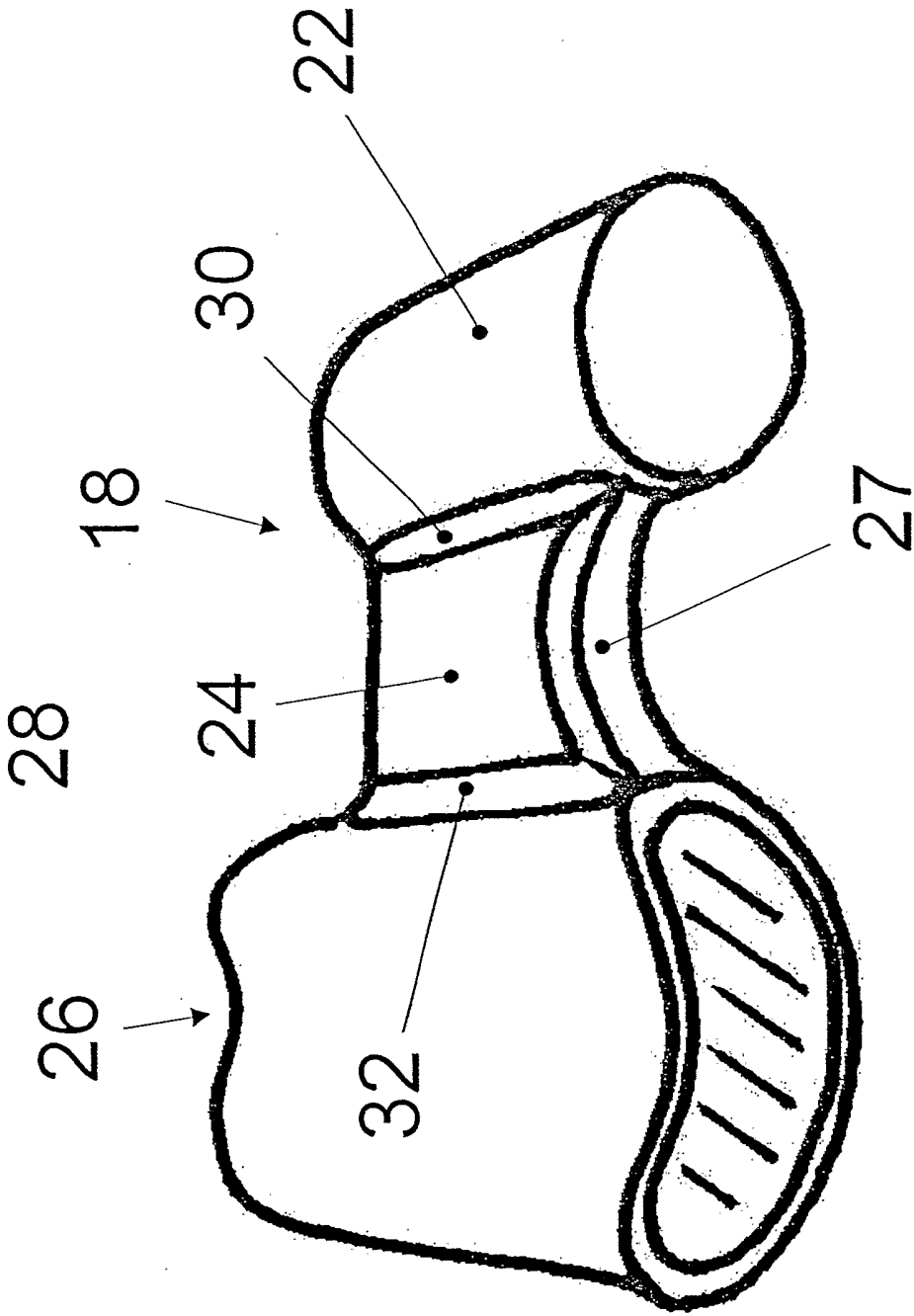


Fig. 2

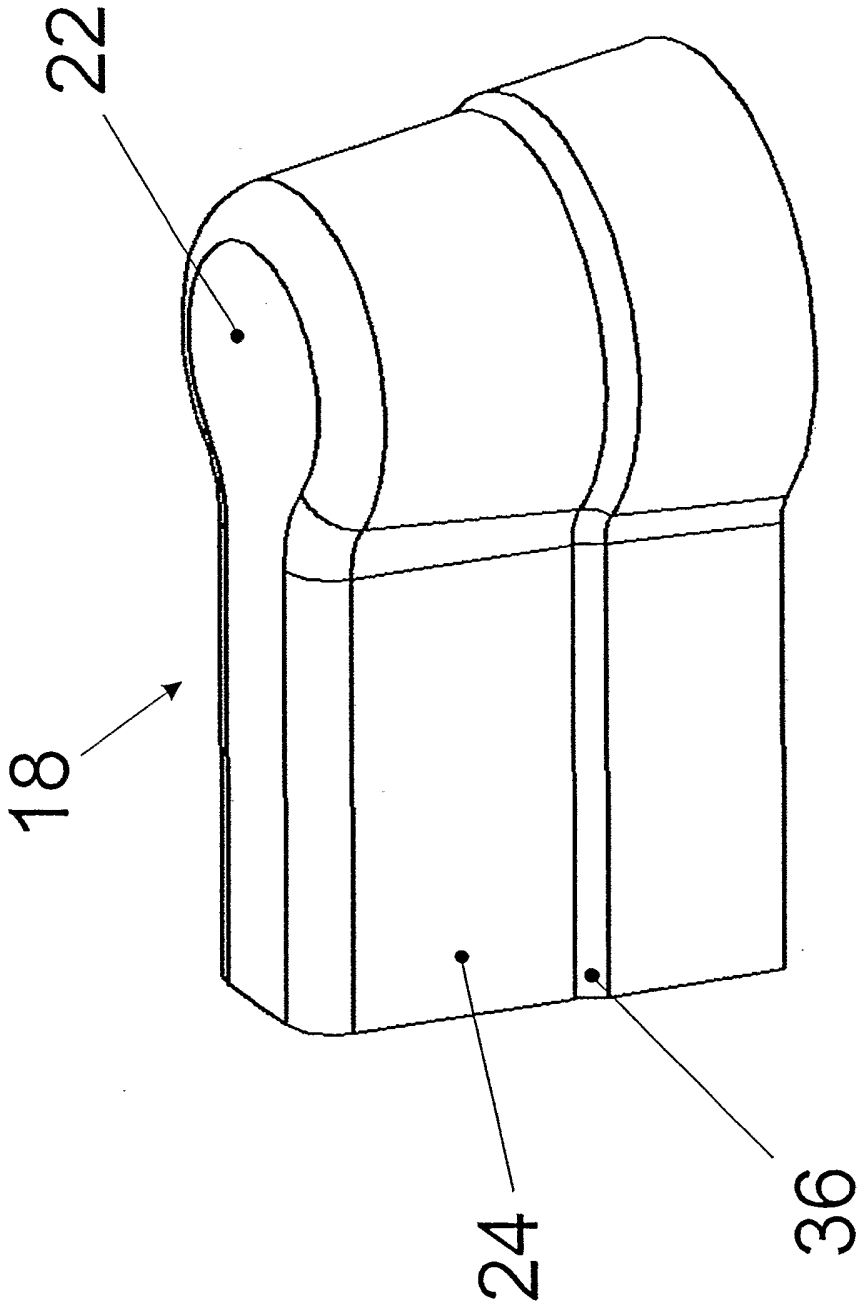


Fig. 3

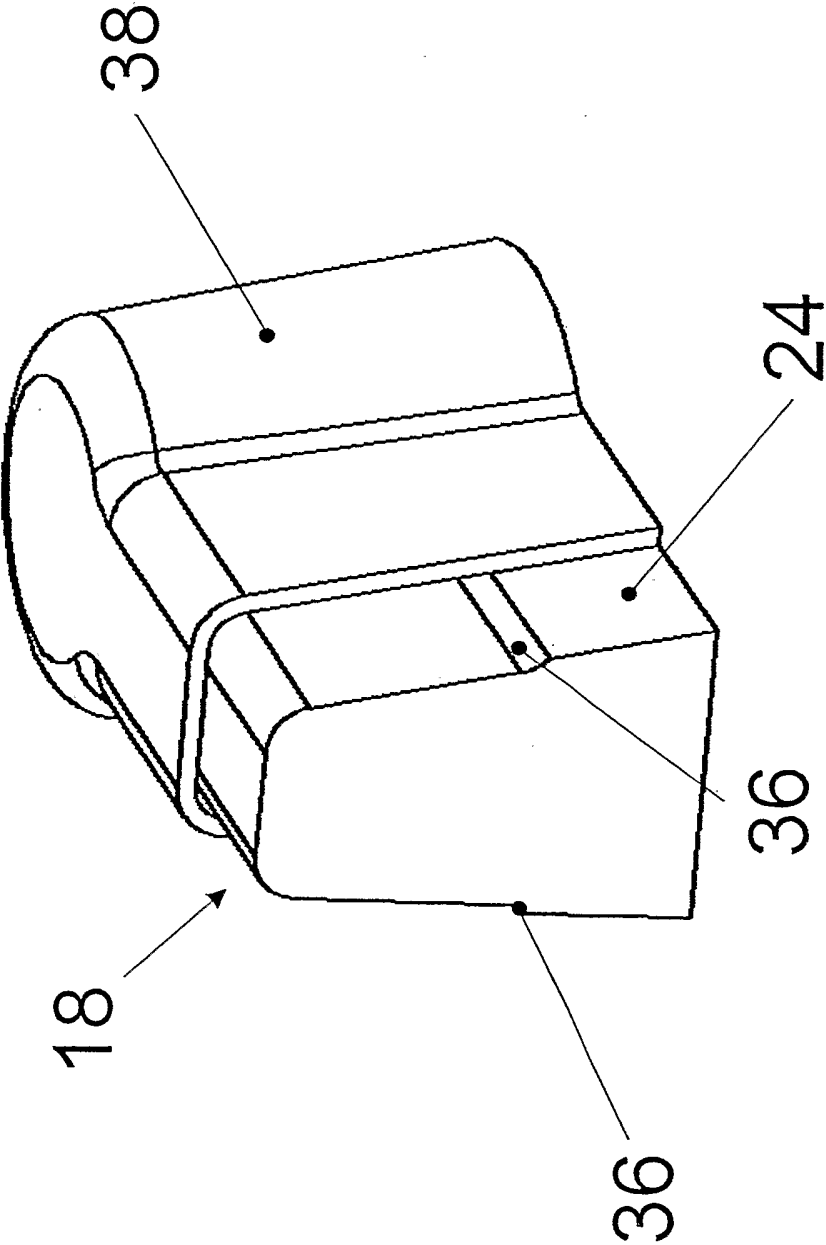


Fig. 4

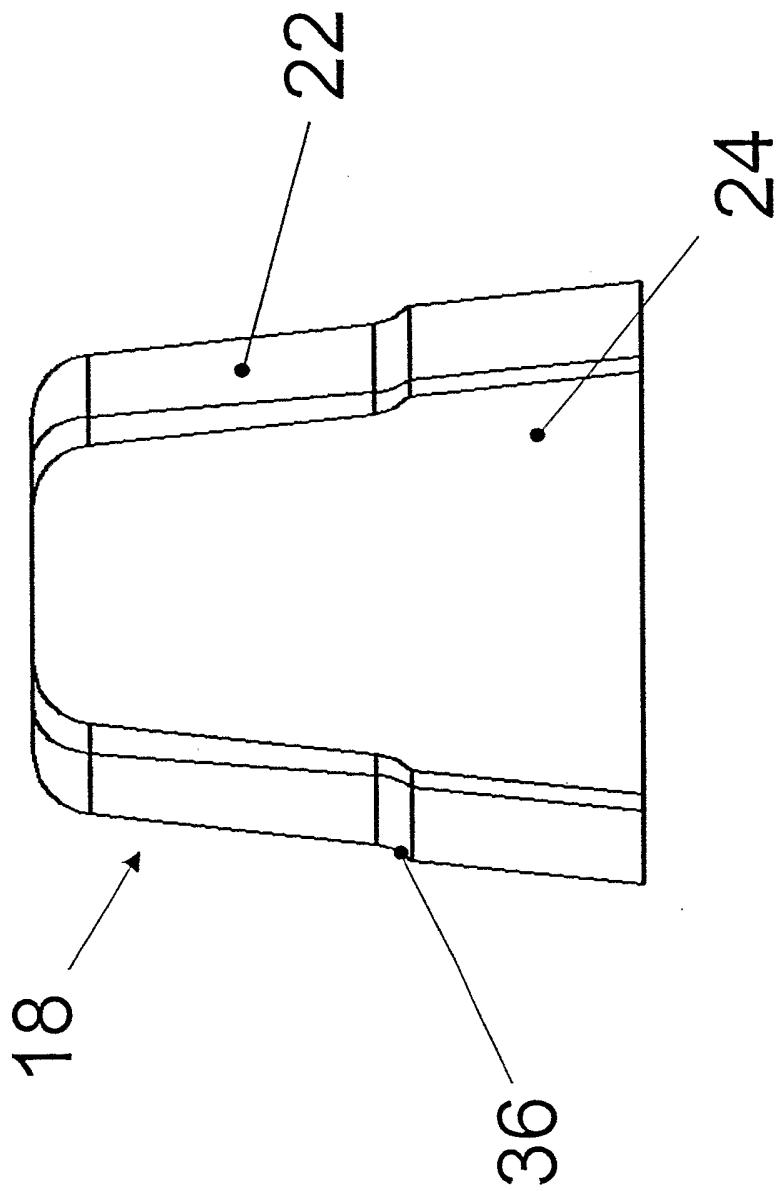


Fig. 5

