



Europäisches  
Patentamt  
European  
Patent Office  
Office européen  
des brevets



(11)

EP 3 483 542 A1

(12)

## EUROPÄISCHE PATENTANMELDUNG

(43) Veröffentlichungstag:  
15.05.2019 Patentblatt 2019/20

(51) Int Cl.:  
**F27B 17/02** (2006.01)  
**F27D 9/00** (2006.01)  
**H05B 3/64** (2006.01)

**A61C 13/20** (2006.01)  
**F27D 11/02** (2006.01)

(21) Anmeldenummer: 17201096.9

(22) Anmeldetag: 10.11.2017

(84) Benannte Vertragsstaaten:  
**AL AT BE BG CH CY CZ DE DK EE ES FI FR GB  
GR HR HU IE IS IT LI LT LU LV MC MK MT NL NO  
PL PT RO RS SE SI SK SM TR**  
Benannte Erstreckungsstaaten:  
**BA ME**  
Benannte Validierungsstaaten:  
**MA MD**

(71) Anmelder: **Ivoclar Vivadent AG**  
9494 Schaan (LI)

(72) Erfinder:  

- JUSSEL, Rudolf**  
6800 Feldkirch (AT)
- SCHLEGEL, Manuel**  
8887 Mels (CH)

(74) Vertreter: **Baronetzk, Klaus**  
**Splanemann**  
**Patentanwälte Partnerschaft**  
Rumfordstrasse 7  
80469 München (DE)

### (54) DENTALOFEN SOWIE VERFAHREN ZUM BETRIEB EINES DENTALOFENS

(57) Die Erfindung betrifft einen Dentalofen, insbesondere Hochtemperatur-Dentalofen für Oxidkeramiken wie Zirkondioxid mit Sintertemperaturen zwischen 1300 und 1850 ° C, mit einem Heizelement (10), das dafür bestimmt ist, Heizenergie an den Brennraum abzugeben, wobei das Heizelement (10) insbesondere mindestens einen ersten elektrischen Anschluß (16) und einen zweiten elektrischen Anschluß (18) aufweist und als Widerstand-Heizelement ausgebildet ist. Insbesondere ist jeder elektrische Anschluß an dem Dentalofen außerhalb des Brennraums abgestützt und trägt je einen angrenzenden Teil des Heizelements (10). Es ist vorgesehen, dass das Heizelement (10) mindestens zwei Heizelement-Abschnitte (48, 50) aufweist, die an einem nicht stromdurchflossenen und/oder sich seitlich weg erstreckenden Übergangsbereich (34) aneinander angrenzen, dass der Übergangsbereich (34) an einer von den elektrischen Anschlüssen (16, 18) beabstandeten Stelle, insbesondere am freien Ende, an dem Dentalofen abgestützt ist und mindestens die zwei angrenzende Teile von Heizelement-Abschnitten (48, 50) trägt.

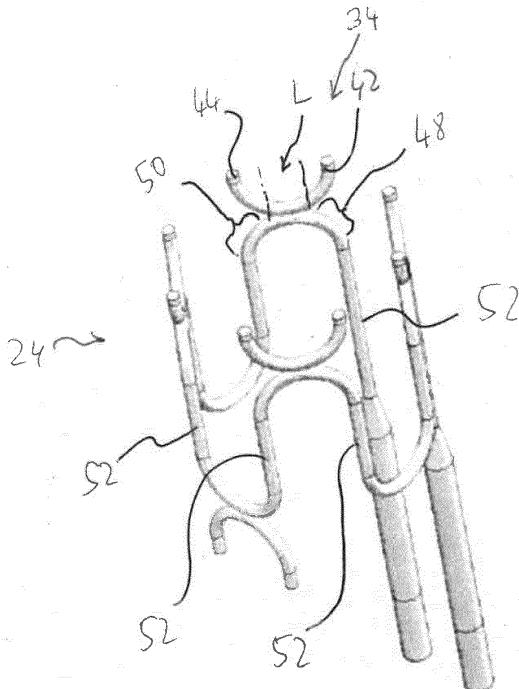


Fig. 2b

## Beschreibung

**[0001]** Die Erfindung beschreibt einen Dentalofen, insbesondere ein Hochtemperatur-Dentalofen, gemäß dem Oberbegriff von Anspruch 1 sowie ein Verfahren zum Betrieb eines Dentalofens, gemäß dem Oberbegriff von Anspruch 13.

**[0002]** Für derartige Dentalöfen werden Heizelemente unterschiedlicher Provenienz eingesetzt.

**[0003]** Bei Realisierung als Widerstands-Heizelement, aber auch bei Induktionsöfen, ist die elektrische Leitfähigkeit und entsprechende Dimensionierung, sowie der Einbau des Heizelements wesentlich, für einen langlebigen Einsatz bei den geforderten hohen Ofentemperaturen

**[0004]** Selbstverständlich ist es ferner wichtig, dass das Heizelement eine ausreichende mechanische Festigkeit hat. In Abhängigkeit von dem je verwendeten Material ist der Übergang der Werkstoffeigenschaften des Heizelements von fest zu duktil in einem Temperaturbereich, der deutlich unterhalb der Schmelztemperatur ist.

**[0005]** Der Abstand der Übergangstemperatur zur Schmelztemperatur kann durchaus mehrere 100° betragen. So beträgt die maximale Anwendungstemperatur bei Molybdändisilicid ( $\text{MoSi}_2$ ) 1850°, während der Übergangstemperaturbereich bereits bei 1200° beginnt und sich bis 1850° Celsius erstreckt.

**[0006]** Häufig bestehen hierzu jedoch auch nur ungesicherte Daten, so dass die Hersteller von Heizelementen empfehlen, mit einer entsprechenden Sicherheitsreserve zu arbeiten.

**[0007]** Ferner sind bei direkt elektrisch beheizten  $\text{MoSi}_2$ -Heizelementen häufig die für den elektrischen Anschluss verwendeten Materialien weniger temperaturfest als das Heizelement selbst. Um im Anschlussbereich eine Temperaturabsenkung zu realisieren, ist es dementsprechend vorgeschlagen worden, das Heizelement den Anschlüssen benachbart mit einer größeren Stärke und entsprechender Länge auszuführen, so dass die Leitfähigkeit pro Längeneinheit dort größer und dementsprechend die abgegebene Heizleistung geringer ist.

**[0008]** Um auch in den duktilen Temperaturbereich, oberhalb von 1200°C, von Heizelementen noch sicher arbeiten zu können, ist es ferner vorgeschlagen worden, die Heizelemente hängend einzubauen, also dergestalt, dass die elektrischen Anschlüsse oben angeordnet sind und trotz des Eigengewichts des Heizelements dieses aufgrund seiner Kohäsion trotz eines duktilen Zustandes nicht reisst.

**[0009]** Dieses Verfahren ist bis zu gewissen Grenzen tatsächlich so realisierbar, wobei dann darauf zu achten ist, dass es nicht zu mechanischen Erschütterungen des duktilen Heizelements während des Heizbetriebs kommt.

**[0010]** Ungünstig hierbei ist ferner die fest vorgegebene Anordnung des Anschlußorts oben. Die das Heizelement umgebende Luft steigt auf, dass hierdurch die obenliegenden Anschlüsse erwärmt werden. Auch ist in

vielen Fällen die Leistungselektrik von Öfen unten, also in der Ofenbasis angeordnet, so dass auch insofern die Verlagerung der Anschlüsse nach oben ungünstig ist. Ebenfalls wäre es vorteilhaft, im Hinblick auf die hohen elektrischen Heizströme die Anschlüsse zur Leistungselektronik kurz zu halten. Je nach Ausgestaltung und Dimensionierung sind Ströme von 100A und mehr möglich.

**[0011]** Eine massgebliche Einschränkung bei Verwendung eines Heizelementes aus dem metallkeramischen Material Molybdändisilizid ( $\text{MoSi}_2$ ) ist aber, dass die das Heizelement schützende  $\text{SiO}_2$ -Schicht, welche dem Heizelement eine gute Oxidationsbeständigkeit bis zum Einsatz zur Maximaltemperatur von bis zu 1850°C verleiht, nicht verletzt oder entfernt werden darf. Diese Schutzschicht schützt das Basismaterial vor extremer Oxidation und Verunreinigung bzw. Korrosion. Gerade aber Verunreinigungen, welche zum Beispiel durch den Kontakt mit der Wärmedämmung auf diese  $\text{SiO}_2$ -Schutzschicht gelangen, können auch mit dieser  $\text{SiO}_2$ -Schicht reagieren

und deren Schmelzpunkt heruntersetzen, oder aber bei hohen Temperaturen diese dann erweichte Schicht einfach mechanisch abtragen. Dies führt dann letztlich wieder zum Freilegen des Basismaterials.

**[0012]** Die Folgen sind dann eine eventuell reduzierte Lebensdauer des Heizelementes, obgleich die Schutzschicht normalerweise bei Vorhandensein von ausreichend Sauerstoff wieder gebildet wird. Noch mehr gefürchtet ist aber eine gelb/grün-Verfärbung von zu sintierenden dentalen  $\text{ZrO}_2$ -Restaurationen. Diese Verfärbung führt zum Verlust und der Unbrauchbarkeit der zahntechnischen Arbeit!

**[0013]** Bei Verwendung von  $\text{MoSi}_2$ -Material als Suszeptor für Induktionsheizung ist eine Auflagerung des Heizelementes nicht vermeidbar und daher bedeutet dies ohne weitere Massnahme eine Einschränkung der max. Ofentemperatur.

**[0014]** Um diese Probleme bei elektrisch direkt beheizten  $\text{MoSi}_2$ -Heizelementen zu reduzieren, sind auch andere Bauformen von Heizelementen vorgeschlagen worden. So sind mechanische Befestigungselemente bekannt geworden, die das Heizelement bei hohen Temperaturen gegen Deformation schützen sollen. Die Befestigungselemente haben hierbei allerdings einen zwar losen aber direkten Kontakt zu den Heizelementen, was die maximale Elementtemperatur auf bspw. 1600° Celsius begrenzt. Die Ofentemperatur liegt je nach Heizrate und Dimensionierung der Brennkammer dann nochmals deutlich tiefer.

**[0015]** Es besteht ferner die Gefahr, dass durch die Mikrobewegung, welche insbesondere bei sehr hohen Heizraten zunehmen, in diesem Kontaktbereich von Heizelement zu Befestigungselement die schützende Oxidschicht beschädigt wird, was zum Verlust des Heizelements führen kann. und die schützende Oberflächenschicht aus  $\text{SiO}_2$  ist insofern für die Stabilität des Heizelements aus  $\text{MoSi}_2$  wesentlich.

**[0016]** Auch ist der Einbau von diesen Befestigungselementen, welche in der Regel ebenfalls aus  $\text{MoSi}_2$ -Ma-

terial bestehen oft ungünstig und mit Kosten verbunden.

**[0017]** In Summe wird neben der maximalen Einsatztemperatur auch die max. Heizrate limitiert.

**[0018]** Bei Dentalöfen, die entsprechende Heizelemente verwenden, ist es zudem wesentlich, die schützende Oxidschicht zu erhalten und zu verhindern, dass Molybdän nicht aus dem Heizelement abdampft, da das zu der bereits erwähnten unansehnlichen gelb/grünen Verfärbung der Dentalrestauration führen würde.

**[0019]** Um dies zu verhindern, ist es bekannt geworden, sogenannte Regenerationsbrände vorzunehmen, bei welchen keine Dentalrestaurationsteile in den Dentalöfen eingesetzt sind und bei welchen die  $\text{SiO}_2$ -Schich wieder aufgebaut wird. Dies erfolgt beim Vorhandensein von ausreichendem Sauerstoffangebot und hohen Temperaturen durch Oxidation von Si aus dem  $\text{MoSi}_2$  Heizelement heraus.

**[0020]** Ein weiteres Problem stellt ein unkontrolliertes Abplatzen der  $\text{SiO}_2$ -Schich dar. Diese wird durch die Oxidation aufgebaut und ist deutlich spröder als  $\text{MoSi}_2$ . An den Stellen, an denen die Oxidschicht abplatzt, ist das Heizelement mechanisch geschwächt, zumindest, bis sich erneut eine Oxidschicht gebildet hat. Das Abplatzen erfolgt aufgrund der unterschiedlichen Wärmeausdehnungskoeffizienten von  $\text{MoSi}_2$  und  $\text{SiO}_2$  bei einer gewissen Schichtstärke, wobei der Schichtaufbau selbst wiederum von zahlreichen Parametern, insbesondere aber der Temperatur des Heizelements an der jeweils betrachteten Stelle, abhängt. Bevorzugt sind Heizelemente, die sehr dünne  $\text{SiO}_2$ -Schichten haben.

**[0021]** Eine Temperaturerhöhung bedingt andererseits eine stärkere mögliche Oxidation, so dass insofern zwei Effekte, die Leistungsfähigkeit des Heizelements beeinträchtigen: zum einen die Materialerweichung aufgrund der Temperaturerhöhung und zum anderen die Oxidation und die damit einhergehende größere Wahrscheinlichkeit, dass die Oxidationsschicht abplatzt. Ein Effekt, der bei zunehmenden Heizraten wahrscheinlicher wird.

**[0022]** Demgegenüber liegt der Erfindung die Aufgabe zugrunde, einen Dentalofen gemäß dem Oberbegriff von Anspruch 1 sowie ein Verfahren zum Betrieb eines Dentalofens gemäß dem Oberbegriff von Anspruch 13 zu schaffen, das eine bessere Temperaturstabilität des verwendeten Heizelements ermöglicht.

**[0023]** Diese Aufgabe wird erfundungsgemäß durch Anspruch 1 bzw. 13 gelöst. Vorteilhafte Weiterbildungen ergeben sich aus den Unteransprüchen.

**[0024]** Die Erfindung zeichnet sich durch speziell konstruierte Übergangsbereiche zwischen Abschnitten des Heizelements aus. Die Übergangsbereiche sind mit dem Heizelement fest verbunden, erstrecken sich jedoch von dessen Längsstreckung weg. Daher sind sie nicht von dem Strom durchflossen, der das Heizelement erwärmt, werden also durch den Heizstrom nicht aktiv beheizt. Die Übergangsbereiche, genauer gesagt, ihre jeweiligen Stützabschnitte, sind erfundungsgemäß ihrerseits abgestützt, und zwar an einer Stelle, die von den angrenzen-

den Heizelement-Abschnitten beabstandet ist, oder mindestens auch an dieser.

**[0025]** Durch die Abstützung in der Ofenumgebung erfolgt bereits eine Kühlung der Übergangsbereiche, die insofern auch als "kalte Enden" bezeichnet werden können. Die Kühlung bewirkt auch gleichzeitig in gewissem Maße eine Kühlung der angrenzenden Heizelement-Abschnitte. Die Übergangsbereiche bestehen bevorzugt aus dem gleichen metallischen Material wie die Heizelemente im Übrigen. Hierdurch wird die Temperatur des Heizelements - über seine Länge betrachtet - automatisch immer wieder abgesenkt, so dass sich kurze relativ heiße Abschnitte an kurze relativ kalte Abschnitte anschließen.

**[0026]** Des führt zu einer wesentlich verbesserten Stabilität des Heizelements bzw. der schützenden  $\text{SiO}_2$ -Glasschicht insbesondere in den Bereichen, wo dieses Heizelement auflagert, also von den Stützabschnitten abgestützt ist..

**[0027]** Die Verbindung zwischen dem Übergangsbereich und dem Heizelement, also den angrenzenden Heizelement-Abschnitten des Heizelements, lässt sich in beliebiger geeigneter Weise herstellen. Bevorzugt geschieht dies durch Schweißen, wobei bspw. Molybdän-disilicid nach Entfernen einer etwaigen Oxidschicht gut schweißbar ist.

**[0028]** Erfundungsgemäß wird das Heizelement insofern unter seinem Verlauf durch mehrere, mindestens zwei oder aber je nach Länge des Heizelements auch bis zu 10 kalte Enden oder Übergangsbereiche abgestützt.

**[0029]** Die Übergangsbereiche sind mindestens teilweise nicht vom Heizstrom durchflossen. Insbesondere bei Realisierung des Heizelements als induktives Heizelement können über den Verlauf der Heizelement-Abschnitte angeschweißte Teile des Übergangsbereichs im Bereich der Schweißverbindung auch über eine kurze Strecke von Strom durchflossen sein.

**[0030]** Jedoch bestehen stets freie Enden der Übergangsbereiche. Diese dienen der Abstützung an einem Auflagebereich. Auflagebereich sei hier ein beliebiger Ort des Dentalofens z.B. dessen Wärmedämmung, der für die Abstützung des Heizelements bestimmt ist.

**[0031]** Bspw. kann in der Wärmedämmsschicht des Dentalofens für jeden Übergangsbereich eine Ausnehmung vorgesehen sein, und diese Ausnehmung kann dann das freie Ende des Übergangsbereichs tragen.

**[0032]** Der Stützabschnitt des Übergangsbereichs erstreckt sich seitlich weg, so dass er in einem freien Ende endet. Das Wegerstrecken kann insofern nach oben, unten, horizontal oder schräg erfolgen.

**[0033]** Das freie Ende ist dann mit Spiel in der Ausnehmung, die es trägt, aufgenommen. Die Ausnehmung in der Wärmedämmung ist daher bevorzugt deutlich größer als das freie Ende des Übergangsbereichs, und zwar sowohl radial als auch axial.

**[0034]** Mit dem insofern erwünschtem Spiel wird die thermische Ausdehnung des Heizelements berücksich-

tigt.

**[0035]** Mindestens ein großer Teil der Übergangsbereiche und deren zugehöriger Stützabschnitte ist nicht von Strom durchflossen. Daher entsteht dort kein Spannungsabfall und demnach auch keine Erwärmung. Vielmehr ist der Stützabschnitt dann je von Luft umgeben, die kälter als die Temperatur des Heizelements ist. Diese kühlte den Stützabschnitt und damit den Übergangsbereich. Hierdurch werden auch die zugehörigen Schweißverbindungen des Übergangsbereichs gekühlt, und dadurch wiederum die angrenzenden Heizelement-Abschnitte.

**[0036]** Erfindungsgemäß ist es auch günstig, dass durch die indirekte Kühlung der benachbarten Heizelement-Abschnitte bei Erwärmung des Heizelementes im zulässigen Bereich keine Steifigkeitssprünge vorliegen. Im Bereich abruper Querschnittsänderungen also bspw. an den Schweißstellen, ist das Material des Heizelements soweit gekühlt, dass es fest und jedenfalls nicht mehr duktil ist. Ausgehend von dieser Kontaktstelle zwischen Übergangsbereich und den angrenzenden Heizelement-Abschnitten nimmt die Temperatur in dem duktilen Bereich hinein zu. Dort erstrecken sich die Heizelement-Abschnitte mit gleichbleibendem Querschnitt, wie es bei derartigen Heizelementen typisch ist.

**[0037]** Bevorzugt ist der Querschnitt an Stellen erhöht, an denen elektrische Anschlüsse vorgesehen sind. Dies reduziert in an sich bekannter Weise den ohmschen Widerstand des Heizelements und damit die Temperatur an dieser Stelle.

**[0038]** Die Erfindung ist besonders vorteilhaft im Vergleich mit einer an sich bekannten mechanischen Abstützung des Heizelements über seinen Verlauf, wie sie bspw. aus Fig. 8 der DE 31 13 347 C2 bekannt ist. Aufgrund der thermischen Ausdehnung des Heizelements entsteht dort eine Mikrobewegung zwischen derartigen mechanischen Abstützungen und dem Heizelement, die die Oberfläche des Heizelements beschädigt, so dass Oxidschichten unkontrolliert abplatzen können. Dies kann zur vollständigen Zerstörung des Heizelements führen, gerade, wenn ein MoSi<sub>2</sub>-Heizelement verwendet wird.

**[0039]** Wenn SiO<sub>2</sub> herausoxidiert ist, verbleibt rein metallisches Molybdän, das einen Schmelzpunkt um die 700°C hat und insofern keineswegs temperaturstabil ist.

**[0040]** Erfindungsgemäß ist es auch günstig, dass die elektrischen Anschlüsse ohne weiteres in den unteren kühleren Bereich der Brennkammer verlegt werden können. Dort sind sie auch typischerweise der Leistungselektronik benachbart.

**[0041]** Erfindungsgemäß lassen sich mit den Heizelementen, wie sie hier beschrieben sind, auch sehr schnelle Aufheiz-Temperaturgradienten von bis zu 300° pro Minute oder mehr, je nach verfügbarer Leistung und Brennraumgrösse, realisieren. Aufgrund der erfindungsgemäß besonderen Abstützung kann mit einer vergleichsweise geringen Masse des Heizelements gearbeitet werden, was einen großen Temperaturgradienten erlaubt.

**[0042]** Ein erfindungsgemäßes Heizelement kann in beliebiger Weise meanderförmig sein oder sich im Wesentlichen auch linear erstrecken. Unter meanderförmig sei hier eine abwechselnde Abstützung unten und oben verstanden. Das Heizelement kann aber auch lediglich oben abgestützt sein, so dass die Übergangsbereiche lediglich oben vorgesehen sind und Heizelement-Schläufen von dort nach unten hängen.

**[0043]** Bei einer Abstützung unten ist es auch möglich, die Abstützung oben der gestalt auszubilden, dass lediglich ein seitliches Abkippen der betreffenden Heizelement-Schlaufe verhindert wird.

**[0044]** Erfindungsgemäß lässt sich der Kontakt zwischen den aktiv beheiztem Heizelementbereichen, den stromdurchflossenen Heizelement-Abschnitten, und der Wärmedämmung vermeiden. Eine etwaige Relativbewegung der nicht beheizten und kühleren Befestigungsteilen führt daher nicht dazu, dass eine schützende Oxidschicht abgerieben wird oder eine Korrosion durch Herabsetzung der Schmelztemperatur entsteht.

**[0045]** Bevorzugt ist die Verbindung zwischen dem Übergangsbereich und den Heizelement-Abschnitten metallisch. Sie ist jedenfalls in solcher Weise fest, dass eine mechanische Bewegung zwischen dem Übergangsbereich und dem Heizelement-Abschnitt nicht möglich ist.

**[0046]** In bevorzugter Ausgestaltung ist der Übergangsbereich einstückig zu dem Heizelement.

**[0047]** In vorteilhafter Ausgestaltung lässt sich das kalte Ende des Übergangsbereichs auch gezielt kühlen, um die Wärmeabfuhr aus der Brennkammer bei Bedarf zu beschleunigen.

**[0048]** Erfindungsgemäß günstig ist es auch, dass durch die kühleren Heizelement-Abschnitte, die an die Übergangsbereiche angrenzen, beim schnellen Abkühlen des Heizelements bspw. bei geöffneten Ofen sich weniger Druckspannungen in dem Heizelement aufbauen. Die Druckspannungen können sich nicht über das gesamte Heizelement in seiner vollen Längserstreckung aufbauen, sondern lediglich in den kurzen durchhängenden Abschnitten des Heizelements.

**[0049]** Erfindungsgemäß lässt sich mit einem MoSi<sub>2</sub>-Heizelement, das auf eine Maximaltemperatur von 1850° Celsius aufgeheizt wird, ein stabiles Heizen des Ofeninnenraums auf 1800° C bewerkstelligen, und zwar mit einer raschen Aufheizrate und bei Bedarf mit einer ebenfalls raschen Abkühlrate pro Zeiteinheit. Die Limitierung der Heizrate und der erreichbaren max. Ofentemperatur ist durch die am Heizelement entstehende Elementtemperatur, welche jedenfalls grösser als die Ofentemperatur ist, gegeben.

**[0050]** Vorteilhaft ist, - dass das Heizelement aus Molybdändisilicid besteht oder mindestens Molybdändisilicid aufweist. Der Dentalofen kann dann das Molybdändisilicid auf eine Temperatur erhitzen, bei welcher die mechanische Zugfestigkeit auf weniger als die Hälfte der jeweiligen Raumtemperatur reduziert ist, insbesondere auf weniger als 100 MPa bei einer Temperatur von 1600

Grad Celsius. Aufgrund der spröderen und damit festeren Oxidschicht im kühleren Auflagerbereich bleibt das Heizelement dennoch stabil.

[0051] Jedenfalls wird der Dentalofen das Heizelement auf eine Temperatur erwärmen, bei welcher die Festigkeit der das Heizelement umgebenden Oxidschicht größer als diejenige des Kernes des Heizelements ist. Die maximale Ofentemperatur kann z.B. 1800 Grad C bei einer Heizelement-Temperatur von 1850 Grad C betragen.

[0052] In der Wärmedämmung ist bevorzugt ein Auflagerbereich für das Metallelement des Übergangsbereichs vorgesehen. Dort ist dessen kaltes Ende abgestützt. An den Übergangsbereich angrenzend sind Heizelement-Abschnitte vorgesehen. Dem Übergangsbereich benachbart liegt der größte Temperaturgradient in dem Heizelement über dessen Verlauf betrachtet vor.

[0053] Es ist bevorzugt, dass die Wärmedämmung, die von dem Heizelement durchtreten ist, aus Aluminiumsilikat Faser besteht oder dieses aufweist.

[0054] Vorteilhaft ist es, dass mindestens das kalte Ende des Übergangsbereichs, oder der gesamte Übergangsbereich, welches auch als Stützabschnitt des Heizelements bezeichnet werden kann, nicht vom Heizstrom durchflossen ist und durch die Umgebung des Stützabschnitts, insbesondere die Wärmedämmung, die der Stützabschnitt berührt, das Heizelement abschnittsweise gekühlt wird.

[0055] Es ist günstig, dass das Heizelement als Rundrohr ausgebildet ist oder ein Rundrohr aufweist.

[0056] Ferner ist es vorteilhaft, dass das Heizelement teilweise gebogen ausgebildet ist und Bögen des Heizelements im untersten Bereich ausgebildet sind, während sich oberhalb der Bögen gerade Bereiche des Heizelements erstrecken. Das Heizelement hängt dann und hat daher die größtmögliche Formstabilität.

[0057] In einer modifizierten Ausgestaltung ist es vorgesehen, dass das Heizelement als Induktions-Heizelement ausgebildet ist und nicht vom Strom durchflossene Stützabschnitte das Heizelement an stromdurchflossenen Heizelement-Abschnitten in metallischem Kontakt, insbesondere einstückig, stützen und halten.

[0058] Gut ist es auch, wenn die Übergangsbereiche an deren freien Enden, also insbesondere diesseits der Wärmedämmung, gekühlt sind, insbesondere durch eine aktive Kühlung.

[0059] Günstig ist es erfindungsgemäß insofern, dass die Heizelement-Abschnitte durch Übergangsbereiche oder Stützabschnitte miteinander verbunden sind oder aneinander angrenzen, welche mindestens teilweise nicht von Strom durchflossen sind und das Heizelement, das sich - bezogen auf seine elektrischen Anschlüsse - nach unten erstreckt, in seinem Verlauf abstützen.

[0060] Vergleichsversuche haben ergeben, dass bei konventionellen Dentalofen mit gleichem Heizprofil und gleicher Materialwahl für das Heizelement häufig ein rasches Versagen des Heizelements bzw. die besonders ungünstige Verfärbung von dentalen Restaurationen

auftritt, auch wenn Regenerationsbrände durchgeführt werden.

[0061] Bei einem erfindungsgemäßen Verfahren zum Betrieb eines Dentalofens besteht das Heizelement aus 5 Molybdändisilicid oder weist mehr als 50% Molybdändisilicid auf. Das Heizelement wird durch Erwärmung an seiner Oberfläche oxidiert.

[0062] Das Brennen und Sintern von Dentalkeramiken ist bei Temperaturen von 1300°C bis 1800°C vorgesehen.

[0063] Typischerweise hat die Oxidschicht bei hohen Temperaturen wie 1300 bis 1850 Grad eine höhere Festigkeit als der metallische Kern des Heizelements.

[0064] Die Oxidation nimmt bei höheren Temperaturen 15 zu. Dies führt zu einer Oxidschicht, deren Dicke temperaturabhängig ist, also an heißeren Stellen des Heizelements dicker und an kälteren dünner.

[0065] Dickere Oxidschichten platzen leicht ab. Daher wird das Heizelement bevorzugt insofern regelmäßig 20 überprüft.

[0066] Wenn erforderlich, wird es einem Regenerationsbrand unterworfen. Bei diesem wird der Dentalofen auf eine Oxidierungstemperatur des Molybdändisilicids gebracht, jedoch ohne das Einstellen von Dentalrestaurationsteilen.

[0067] Hierdurch ist eine gleichmäßige Dicke der Oxidschicht gewährleistet.

[0068] Weitere Vorteile, Einzelheiten und Merkmale ergeben sich aus der nachfolgenden Beschreibung mehrerer Ausführungsbeispiele der Erfindung anhand der Zeichnung.

[0069] Es zeigen:

Fig. 1 eine schematische perspektivische Darstellung eines bekannten Dentalofens, nämlich des Heizelements;

Fig. 2a eine perspektivische Ansicht einer erfindungsgemäßen Ausführungsform des Heizelements;

Fig. 2b eine geänderte Ausführungsform des erfindungsgemäßen Heizelements, ebenfalls in perspektivischer Ausführung;

Fig. 3a eine perspektivische Ansicht einer geänderten Ausführungsform des Heizelements;

Fig. 3b eine noch etwas geänderte Ausführungsform des erfindungsgemäßen Heizelements, ebenfalls in perspektivischer Ausführung;

Fig. 4a eine perspektivische Ansicht einer geänderten Ausführungsform des Heizelements;

Fig. 4b eine noch etwas geänderte Ausführungsform des erfindungsgemäßen Heizelements, ebenfalls in perspektivischer Ausführung;

- Fig. 5 eine Seitenansicht einer weiteren Form eines erfindungsgemäßen Heizelements;
- Fig. 6 eine Seitenansicht einer weiteren Ausführungsform eines erfindungsgemäßen Heizelements;
- Fig. 7 eine Seitenansicht einer weiteren Ausführungsform eines erfindungsgemäßen Heizelements;
- Fig. 8 eine perspektivische Darstellung eines erfindungsgemäßen Heizelements in einer weiteren Ausführung;
- Fig. 9 eine weitere Ausführungsform eines erfindungsgemäßen Heizelements; und
- Fig. 10 eine weitere Ausführungsform eines erfindungsgemäßen Heizelements.

**[0070]** Fig. 1 zeigt ein Heizelement 10 als Teil eines erfindungsgemäßen Ofens, insbesondere Dentalofens, wobei das Heizelement verdickte Bereiche 12, 14 aufweist. An dem unteren Ende der verdickten Bereiche befinden sich elektrische Anschlüsse 16, 18, die in Fig. 1 nicht dargestellt sind.

**[0071]** Das Heizelement 10 erstreckt sich von den verdickten Bereichen nach oben und weist vertikale Schenkel 20, 22 auf. Im eigentlichen Heizbereich 24 ist es - in der Draufsicht betrachtet - kreisförmig angeordnet und umgibt einen nicht dargestellten Brennraum. Es ist in einer Wärmedämmung in einer ringförmigen Aussparung aufgenommen, die nach einwärts offen ist. Das Heizelement 10 ist dort an seinem unteren Ende abgestützt, und zwar in der dargestellten Ausführungsform an drei Stellen. Hierzu ist das Heizelement gleichsam meanderförmig ausgebildet, so dass drei nach oben offene und drei nach unten offene Heizelement-Schlaufen gebildet sind. Die nach oben offenen Heizelement-Schlaufen 26, 28 und 30 sind unten ausgerundet, und dort ist das Heizelement im Heizbereich 24 abgestützt.

**[0072]** Die Abstützung dort hat den Nachteil, dass ein mechanischer Kontakt zwischen dem dort heißen Heizelement und der gegenüber kühleren Wärmedämmung realisiert ist. Durch die Erwärmung dehnt sich zudem das Heizelement aus, so dass es zu einer Relativbewegung zwischen Wärmedämmung und Heizelement kommt. Die  $\text{SiO}_2$ -Schicht wird beschädigt und eine mögliche Verfärbung der dentalen Restauration ist die Folge. Verzichten man auf diesen Kontakt, dann ist bei zu hohen Temperaturen die mechanische Festigkeit des Heizelementes nicht ausreichend, dies führt in der Folge zu Deformation und letztlich dennoch zum Kontakt mit der das Heizelement umgebenden Wärmedämmung.

**[0073]** Diese Nachteile des Standes der Technik vermeidet die Erfindung. Hierzu sind bei der Ausführungsform gemäß Fig. 2a Übergangsbereiche 34, 36, 38 und

40 ausgebildet. Die Übergangsbereiche weisen metallische Elementen auf, die mit dem Heizelement 10 intensiv verbunden sind, insbesondere angeschweißt sind. Die metallischen Elemente, die auch als Stützabschnitte bezeichnet werden können, erstrecken sich im Heizbereich 24 je von dem Heizelement über dessen Verlauf betrachtet seitlich weg.

**[0074]** Hier sei unter Stützabschnitt das metallische Element verstanden, das sich quer zur Hauptstreckungsrichtung des Heizelementes 10 wederstreckt. Zusammen mit der Schweißverbindung oder sonstigen metallischen Verbindung zu den benachbarten Heizabschnitten bildet es den Übergangsbereich. Jeder Übergangsbereich grenzt - wie es aus den Figuren ersichtlich ist - an 2 Heizabschnitte.

**[0075]** In der hier dargestellten ersten Ausführungsform der Erfindung erstrecken sich die Übergangsbereiche und natürlich deren zugehörige Stützabschnitte - mit ihren freien Enden in nicht dargestellte Ausnehmungen in die Wärmedämmung hinein. Dort sind sie abgestützt, und zwar hinsichtlich des sich nach unten erstreckenden Metallelements oder Stützabschnitts 40 vertikal und hinsichtlich der sich nach oben erstreckenden Metallelemente oder Stützabschnitte 32 - 38 seitlich.

**[0076]** Das Heizelement 10 wird bei dieser Ausgestaltung von dem freien Ende 42 des Stützabschnitts 40 und den vertikalen Schenkeln 20 und 22 des Heizelements getragen. Diese liegen einander bezogen auf den Kreis des Heizelements diametral gegenüber.

**[0077]** In dieser Ausführungsform sind die Stützabschnitte 32 - 40 als U-förmige Bögen ausgebildet, deren Mittelschenkel an das Heizelement angeschweißt ist. Der U-förmige Bogen erstreckt sich mit seinem offenen Ende dann je von dem offenen Ende der benachbarten Heizelement-Schlaufen 26 bis 30 weg.

**[0078]** Dem Übergangsbereich benachbarte Bereiche des Heizelements, die hier als Heizelement-Abschnitte bezeichnet sind, werden durch dieses gekühlt und damit stabilisiert. Während das Heizelement 10 vollständig durch Strom durchflossen ist, sind mindestens die freien Enden 42 des jeweils betrachteten Übergangsbereichs 30 - 40 bzw. des entsprechenden Metallelements frei und werden nicht von Heizstrom durchflossen. Sie sind daher gleichsam automatisch kühler.

**[0079]** Dies sei anhand von Fig. 2b noch im Einzelnen betrachtet.

**[0080]** Fig. 2b zeigt eine weitere Ausgestaltung eines erfindungsgemäßen Heizelement 10. Hier wie auch in den weiteren Figuren sind gleiche oder entsprechende Teile mit den gleichen Bezugssymbolen versehen.

**[0081]** Das Metallelement 34 ist hier ebenfalls U-förmig ausgebildet, jedoch mit einer Breite des Bogens, die der Breite der jeweils vorliegenden Heizelement-Schlaufen entspricht. Über eine Länge L ist es an dem Heizelement 10 angeschweißt. Hier von ausgehend erstrecken sich zwei freie Enden 42 und 44 des Stützabschnitts 34 von dem Heizelement 10 weg, in den dargestelltem Stützabschnitt nach oben, nachdem sich das Heizele-

ment 10 von der Länge L ausgehend gebogen nach unten erstreckt.

**[0082]** Über die Länge L hat der Stützabschnitt 34 einen intensiven metallischen Kontakt mit dem Heizelement 10. An diesen Kontaktbereich schließen sich Heizelement-Abschnitte 48 und 50 an. Diese sind nicht in Kontakt mit dem Stützabschnitt 34.

**[0083]** Aufgrund der kühlenden Wirkung des Stützabschnitts 34 über die Länge L ist am Übergang zwischen dem Heizelement-Abschnitt 48 bzw. dem Heizelement-Abschnitt 50 und dem Abschnitt L die Temperatur dort recht gering, bspw. 1200 oder 1300° C. Sie nimmt über den Heizelement-Abschnitt 48 bzw. 50 von dort ausgehend zu, nachdem das Heizelement 10 gleichmäßig von Strom durchflossen ist. In den vertikalen Schenkeln 52 des Heizelements 10 erreicht die Temperatur ihren Maximalwert von 1850°. Dies hält das erfindungsgemäße Heizelement aus, nachdem es aus MoSi<sub>2</sub> besteht.

**[0084]** Bei dieser Lösung ist im gesamten Heizbereich 24 dementsprechend der heiße und duktile Bereich zwischen den oberen und unteren Heizelement-Abschnitten vergleichsweise kurz, was der mechanischen Stabilität zu Gute kommt, so dass das Heizelement bis an die Grenzen des duktilen Bereichs gefahren werden kann.

**[0085]** Eine weiter modifizierte Ausführungsform der Erfindung ist aus Fig. 3a ersichtlich. Dort sind die Übergangsbereiche als Stützabschnitt e 32, 34, 36 und 38 ausgebildet, die sich ausschließlich oben an dem Heizelement erstrecken. Die Metallelemente sind wiederum je U-förmige gebogen, wobei die Erstreckungsrichtung der offenen Us radial nach außen ist, so dass sich die Metallelemente horizontal erstrecken.

**[0086]** Bei dieser Lösung werden die Heizelement-Schlaufen 26, 28, 30 hängend von den je benachbarten Stützabschnitten 32 bis 38 getragen. Die vertikalen Schenkel 20 und 22 des Heizelements 10 werden zudem sowohl von den benachbarten Stützabschnitten 36 und 38 getragen als auch von den verdickten Bereichen 12 und 14 abgestützt.

**[0087]** Eine weitere Ausführungsform, die gegenüber der Ausführungsform in Fig. 3a etwas modifiziert ist, ist aus Fig. 3b ersichtlich. Hier sind die U-förmigen Stützabschnitte 32 und 34 breiter, erstrecken sich jedoch wiederum radial nach außen und horizontal.

**[0088]** Aus Fig. 4a ist eine weiter modifizierte Ausgestaltung des erfindungsgemäßen Heizelements 10 ersichtlich. Bei dieser Lösung sind die Stützabschnitte 32, 34, 36 und 38 je als Stäbe ausgebildet, die sich zur Bildung der kalten Enden radial nach auswärts erstrecken und je oben an den betreffenden Heizelement-Schlaufen angeschweißt sind. Die Abstützung erfolgt auch hier in Bohrungen oder Ausnehmungen der Wärmedämmung; die Heizelement-Schlaufen 26, 28 und 30 hängen von dort ausgehend nach unten durch.

**[0089]** Die Ausführungsform gemäß Fig. 4a ist in Fig. 4b leicht modifiziert in einer anderen Perspektive und in einer anderen Darstellung ersichtlich. Die kalten Enden oder Stützabschnitte 32 bis 38 sind bei dieser Aus-

führungsform etwas länger und dementsprechend etwas kälter als in Fig. 4a.

**[0090]** Aus Fig. 5 ist eine weitere Ausführungsform eines erfindungsgemäßen Heizelements ersichtlich. Die Ausführungsform gemäß den Fig. 5 bis 7 sind in der Abwicklung dargestellt, was bedeutet, dass sie sich an sich kreisförmig erstrecken, jedoch hier linear dargestellt sind.

**[0091]** Es versteht sich, dass bei anderen Ausführungsformen des erfindungsgemäßen Heizelements auch eine tatsächlich lineare Ausgestaltung realisiert werden kann, die auch durchaus eine wesentlich größere Anzahl von Übergangsbereichen und Heizelement-Schläufen aufweisen kann.

**[0092]** In der Ausgestaltung gemäß Fig. 5 sind Heizelement-Anschlüsse 60 und 62 vorgesehen. Diese sind auf einer Wärmedämmung 64 abgestützt. Die Wärmedämmung 64 ist je von dem Heizelement 10 durchgetreten, wobei drei Heizelement-Schläufen 26, 28 und 30 ausgebildet sind, deren obere Enden je wiederum die Wärmedämmung 64 durchtreten.

**[0093]** Es sind zwei Übergangsbereiche 34 und 36 ausgebildet, die gleichsam diesseits der Wärmedämmung erstrecken und insofern auf aufgrund der größeren Leitungsquerschnitts kühler sind.

**[0094]** Bei der Ausgestaltung gemäß Fig. 6 sind wiederum elektrische Anschlüsse 60 und 62 vorgesehen, die sich von dem Heizelement 10 diesseits der Wärmedämmung seitlich wegstrecken. Die Übergangsbereiche 34 und 36 sind ebenfalls diesseits der Wärmedämmung 64 gebildet, und zwar durch ein Befestigungselement, das auf der Wärmedämmung 64 abgestützt ist. Die Heizelement-Schläufen 26 und 28 gehen jenseits des Übergangsbereichs 34 ineinander über; dies gilt gleichermaßen auch für die Heizelement-Schläufen 28 und 30 hinsichtlich des Übergangsbereichs 36.

**[0095]** Bei dieser Ausführungsform verläuft der Stromfluss nicht durch die Übergangsbereiche 34 und 36 diesseits der Wärmedämmung 64 hindurch, sondern lediglich jenseits der Wärmedämmung 64. Durch den Stromfluss wird ein die Heizleistung bereitstellender Bereich gebildet, der Wärmehandlungsbereich, in welchem sich die Heizelemente 10 erstrecken, oder mindestens teilweise erstrecken.

**[0096]** Dies gilt auch für die Ausgestaltung gemäß Fig. 7. Hier sind die Übergangsbereiche durch Stützabschnitte 34 und 36 ausgebildet, die mit ihren kalten freien Enden an der Wärmedämmung 64 abgestützt sind und an dem Heizelement 10 angeschweißt sind. Diese Lösung erlaubt eine materialsparende und Biegungen einsparende Herstellung.

**[0097]** Eine weitere Ausgestaltung der Erfindung ist aus Fig. 8 ersichtlich. Bei dieser Lösung erstrecken sich die kalten Enden oder Übergangsbereiche 34, 36, 38 und 40 vertikal, wobei durch diese Lösung die betreffenden Heizelement-Schläufen 26, 28 und 30 aufgehängt sind. Hierzu sind die Stützabschnitte 34 bis 40 an der Wärmedämmung festgeklemmt.

[0098] Aus Fig. 9 ist eine Lösung mit Gleichteilen ersichtlich, die dementsprechend recht preisgünstig zu fertigen ist. Die Gleichteile sind je aneinander angeschweißt, wobei je an den Übergangsbereichen ein kurzes kaltes Ende 66 mit einem langen kalten Ende 68 kombiniert ist, die über die Länge des kurzen kalten Endes 66 aneinander angeschweißt sind.

[0099] Die langen kalten Enden 68 sind dann je in Ausnehmungen der Wärmedämmung 64 aufgenommen, so dass das Heizelement dort abgestützt ist.

[0100] Fig. 10 zeigt eine weitere Ausführungsform eines erfindungsgemäßen Heizelements 10.

[0101] In dieser Ausführungsform wird eine induktive Heizung vorgenommen. Hierzu weist das Heizelement geschlossene Stromkreise auf, von denen die Stromkreise 70 und 72 in Fig. 10 bezeichnet sind. Ein elektromagnetisches Wechselfeld induziert in an sich bekannter Weise Ströme in den Stromkreisen des Heizelements 10. Durch diese und deren Innenwiderstand entsteht je ein Spannungsabfall, also Verlustleistung, die als Heizenergie verwendet wird. Insofern ist auch hier das Heizelement ein Widerstands-Heizelement.

[0102] Zu den Stromkreisen gehören horizontale Schenkel 74 und 76 des Heizelements 10. Durch Erwärmung verlieren diese teilweise ihre Festigkeit, so dass sie im heißen Zustand durchhängen.

[0103] Sie sind aufgehängt an Pfosten 78, 80 und 82. Diese sind an Ihrem unteren Stützabschnitt 84, 86 und 88 je nicht von Strom durchflossen, so dass sie kalt und fest verbleiben, und zugleich umliegenden Bereiche der Stromkreise 70, 72, die Übergangsbereiche 34, 36, kühlen und dort die Festigkeit etwas erhöhen.

[0104] Diese Stützabschnitte sind in oder an der hier nicht dargestellten Wärmedämmung des Ofens gelagert.

[0105] Es versteht sich, dass die Bildung beliebiger anderer Stromkreise möglich ist, ohne den Bereich der Erfindung zu verlassen. So können z.B. gerade bei der induktiven Heizung die horizontalen Schenkel kürzer als die vertikalen Schenkel ausgebildet sein, um ein Durchhängen weiter zu reduzieren.. Eine hängende Abstützung an den Pfosten 78, 80, 82 ist ebenfalls möglich.

[0106] Alternativ ist es bei der induktiven Auslegung der Heizung auch möglich, eine deutlich höhere Anzahl an Stützabschnitten zu verwenden, und/oder auch seitliche Stützabschnitte, also solche, die sich quer zu den stromdurchflossenen Abschnitten des Heizelements erstrecken, und zwar horizontal oder schräg nach oben oder unten.

[0107] Auch derartige Stützabschnitte sind dann je mit Ihrem freien Ende in oder an der Wärmedämmung gelagert.

nem Heizelement (10), das dafür bestimmt ist, Heizenergie an den Brennraum abzugeben, wobei das Heizelement (10) insbesondere mindestens einen ersten elektrischen Anschluß (16) und einen zweiten elektrischen Anschluß (18) aufweist und als Widerstand-Heizelement ausgebildet ist, wobei insbesondere jeder elektrische Anschluß an dem Dentalofen außerhalb des Brennraums abgestützt ist und je einen angrenzenden stromdurchflossenen Teil des Heizelements (10) trägt, **dadurch gekennzeichnet, dass** das Heizelement (10) mindestens zwei stromdurchflossene Heizelement-Abschnitte (48, 50) aufweist, die an einem nicht stromdurchflossenen und/oder sich seitlich von dem Heizelement-Abschnitt (48,50) weg erstreckenden Übergangsbereich (34) aneinander angrenzen, dass der Übergangsbereich (34) mindestens die zwei angrenzenden Heizelement-Abschnitte (48, 50) abstützt und seinerseits an einer von den elektrischen Anschlüssen (16, 18) beabstandeten Stelle, insbesondere an dem freien Ende seines Stützabschnitts, an dem Dentalofen abgestützt ist.

2. Dentalofen nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet, dass** jeder Heizelement-Abschnitt (48, 50) an seinen Enden aufgehängt oder abgestützt ist, wobei ein Ende (42) eines ersten Heizelement-Abschnitts an dem elektrischen Anschluß und ein Ende (42) eines letzten Heizelement-Abschnitts an dem anderen elektrischen Anschluß aufgehängt oder abgestützt ist und dass benachbarte Enden aneinander angrenzender Heizelement-Abschnitte (48, 50) gemeinsam an dem Übergangsbereich (34) aufgehängt oder abgestützt sind.
3. Dentalofen nach einem der vorherigen Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** Übergangsbereiche (32,34,36,38,40) mit Ihren Stützabschnitten in die Wärmedämmung (64) eindringen und die elektrischen Anschlüsse (16, 18) jenseits der Wärmedämmung (64), also auf der dem Brennraum gegenüberliegenden Seite, und der Heizelement-Abschnitte (48, 50) angeordnet sind.
4. Dentalofen nach einem der vorherigen Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** einander benachbarte Heizelement-Abschnitte (48,50) mit einem Stützabschnitt (34) verbunden sind, insbesondere einstückig und/oder metallisch, wobei insbesondere die Stützabschnitte (32,34,36,38,40) das Heizelement (10) in die Heizelement-Abschnitte (48, 50) aufteilen.
5. Dentalofen nach einem der vorherigen Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** Stützabschnitte an dem Heizelement (10) angeschweißt sind und dass die Stützabschnitte in oder an einer Wärmedämmung (64) gelagert sind, während die Heizelement-

## Patentansprüche

1. Dentalofen, insbesondere Hochtemperatur-Dentalofen für Oxidkeramiken wie Zirkondioxid mit Sintertemperaturen zwischen 1300 und 1850 ° C, mit ei-

- Abschnitte (48, 50) im Übrigen sich diesseits der Wärmedämmung (64), also auf deren Brennraumseite, erstrecken und den Brennraum beheizen.
6. Dentalofen nach einem der vorherigen Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** sie die Heizelement-Abschnitte (48, 50) sich nach unten hängend aus einer Wärmedämmung (64) heraus erstrecken und die Wärmedämmung (64) ein Auflager für Stützabschnitte der Heizelement-Abschnitte (48, 50) oben auf der Wärmedämmung (64) bildet. 5
7. Dentalofen nach einem der vorherigen Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** der Dentalofen das Heizelement (10) auf eine Elementtemperatur von 1850 ° C erwärmt. 15
8. Dentalofen nach einem der vorherigen Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** der Dentalofen, insbesondere an den Stellen seiner Wärmedämmung (64), an denen der Stützabschnitt des Übergangsbereichs (40) aufliegt oder anliegt, durch thermischen Kontakt und Wärmeleitung durch den Stützabschnitt hindurch angrenzende Abschnitte des Heizelements (10) kühlt und damit stabilisiert. 20
9. Dentalofen nach einem der vorherigen Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** und dass das Heizelement eine Oxidschicht aufweist und die Stützabschnitte (32,34) eine thermomechanisch belastbarere Oxidschicht als die stromdurchflossenen Heizelement-Abschnitte (48,50) -aufweisen. 30
10. Dentalofen nach einem der vorherigen Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** in den Heizelement-Abschnitten (48,50) den Übergangsbereichen (34 bis 40) benachbart der größte Temperaturgradient in dem Heizelement (10) über dessen stromdurchflossenen Verlauf betrachtet vorliegt. 35
11. Dentalofen, nach einem der vorherigen Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** das Heizelement (10) aus Molybdändisilicid besteht oder grossteils Molybdändisilicid aufweist, und dass der Dentalofen das Molybdändisilicid auf eine Temperatur erhitzt, bei welcher die mechanische Zugfestigkeit auf weniger als die Hälfte derjenigen bei Raumtemperatur reduziert ist, insbesondere auf weniger als 100 MPa bei einer Temperatur von 1600° C. 40
12. Dentalofen, nach einem der vorherigen Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** das Heizelement (19) als Induktions-Heizelement ausgebildet ist und nicht vom Strom durchflossene Stützabschnitte (34) stromdurchflossene Heizelement-Abschnitte (48,50) des Heizelements (10) in metallischem Kontakt, insbesondere einstückig, stützen und halten. 55
13. Dentalofen, nach einem der vorherigen Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** die stromdurchflossenen Heizelement-Abschnitte (48,50) frei von Kontakt mit der Wärmedämmung (64) und sonstigen Teilen des Ofens sind und dass die die Wärmedämmung (64) berührenden, nicht stromdurchflossenen Stützabschnitte (34) zur Kompensation von temparurbedingten Größenänderungen des Heizelements (10) an der Wärmedämmung beweglich gelagert sind.
14. Verfahren zum Betrieb eines Dentalofens mit einem Heizelement (10) aus Molybdändisilicid oder welches Heizelement (10) Molybdändisilicid aufweist, **dadurch gekennzeichnet, dass** das eine Oxidschicht aufweisende Heizelement (10), für das Brennen und Sintern von Dentalkeramiken insbesondere Oxidkeramiken bei Temperaturen von 1300°C bis 1800° C und ggf. nach regelmäßigen Überprüfungen, einem Regenerationsbrand unterworfen wird, bei welchem der Dentalofen auf eine Oxidierungs-temperatur des Molybdändisilicids gebracht wird, jedoch ohne das Einstellen von Dentalrestaurations-teilen. 25
15. Verfahren nach Anspruch 14, **dadurch gekennzeichnet, dass** Heizelement-Abschnitte (48,50) des Heizelements von Strom durchflossen werden und zwei Heizelement-Abschnitte (48,50) an einem mit diesen metallisch verbundenen Übergangsbereich aneinander angrenzen, der einen Stützabschnitt (34) aufweist, der nicht von Strom durchflossen wird und sich quer zu den Heizelement-Abschnitten (48,50) von diesen weg erstreckt, und dass der Stützabschnitt (34) seinerseits an einer Wärmedämmung (64) des Dentalofens abgestützt ist. 30

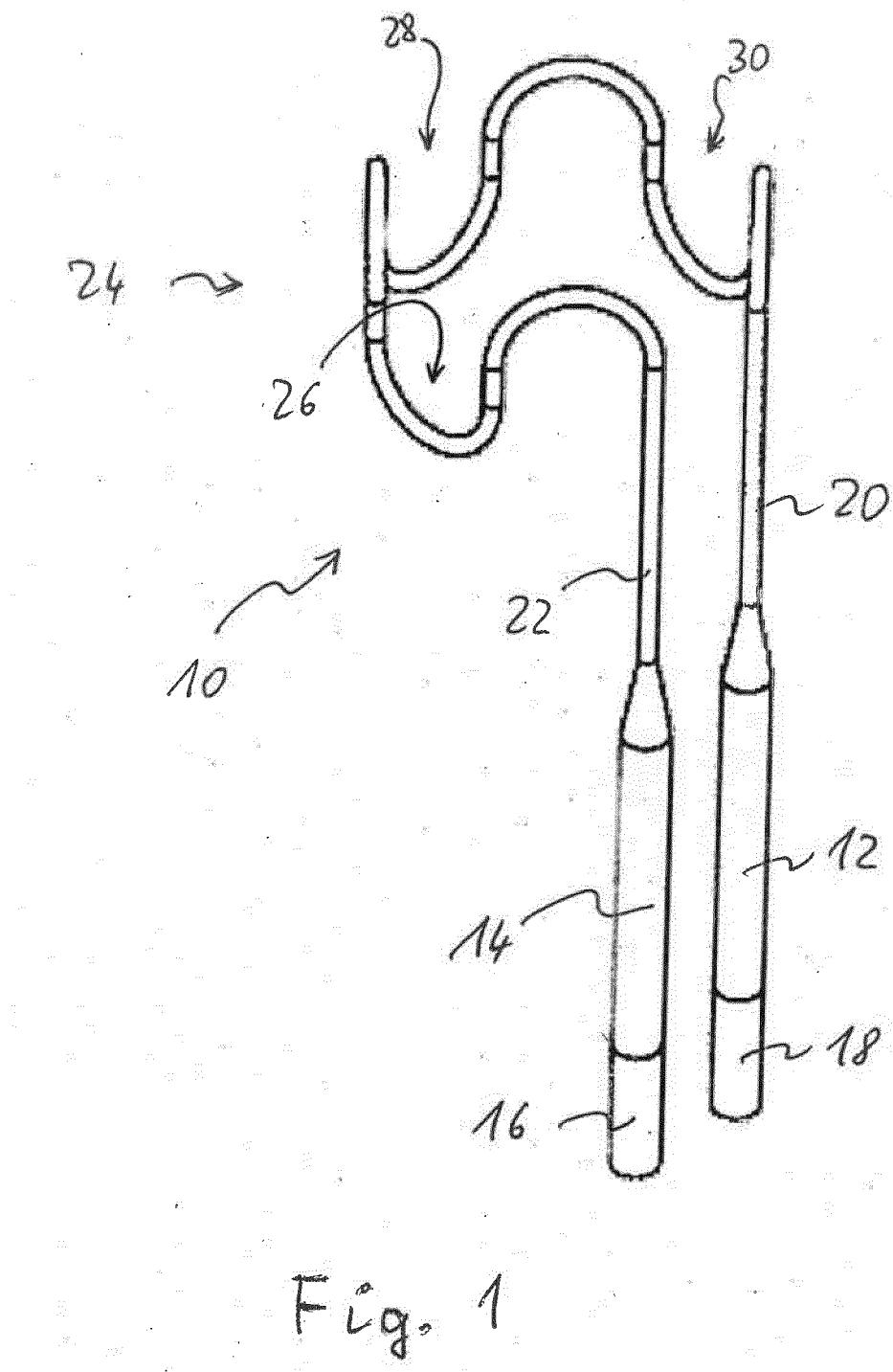


Fig. 1

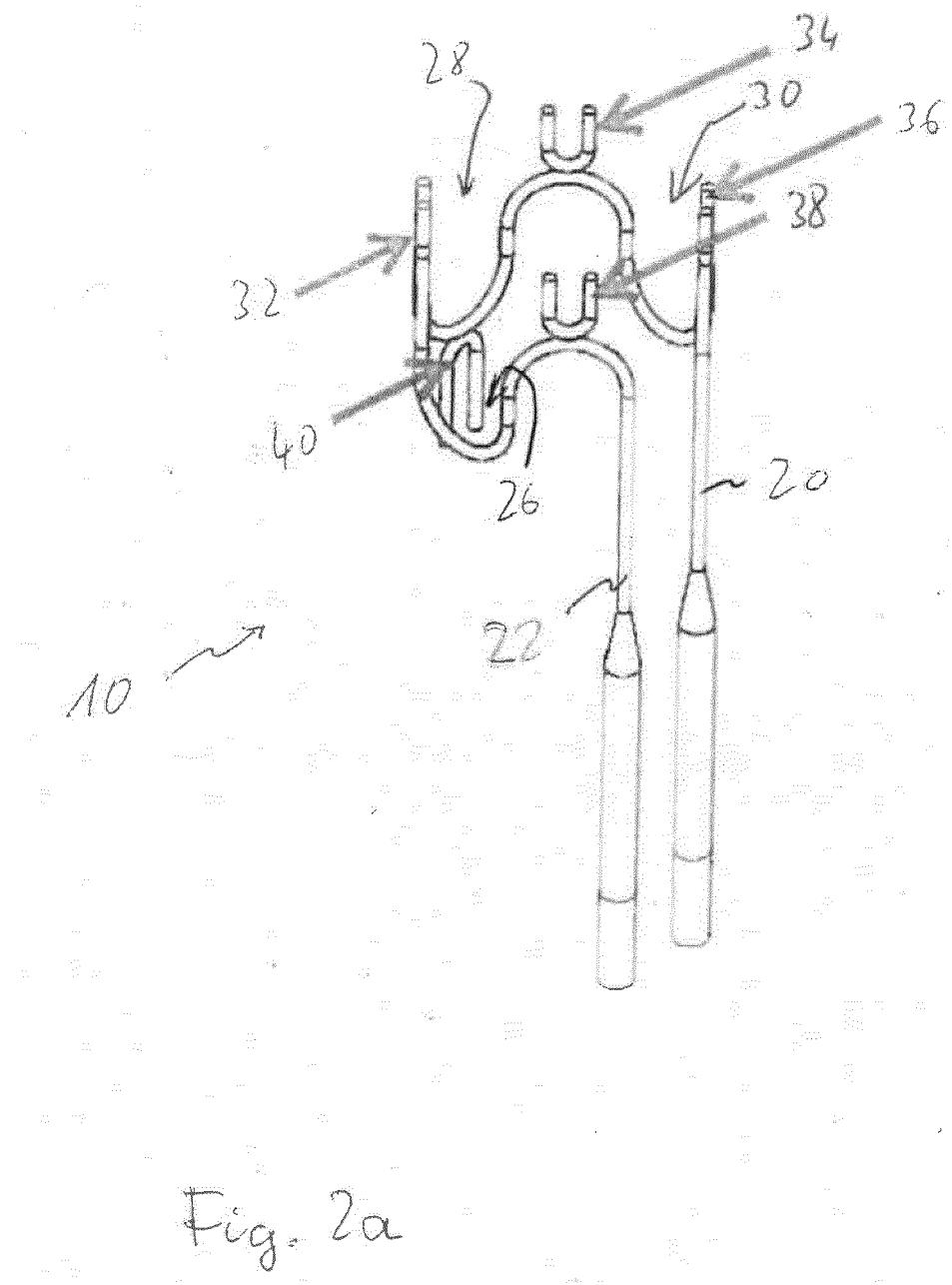


Fig. 2a

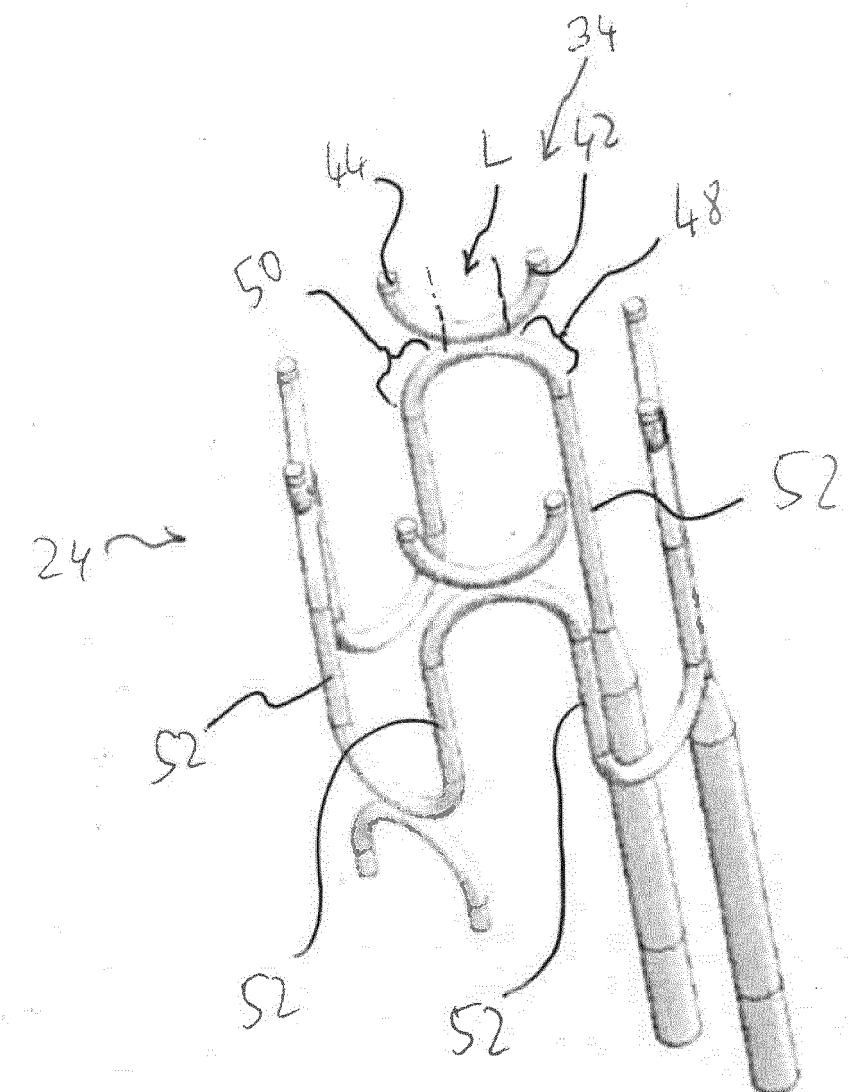
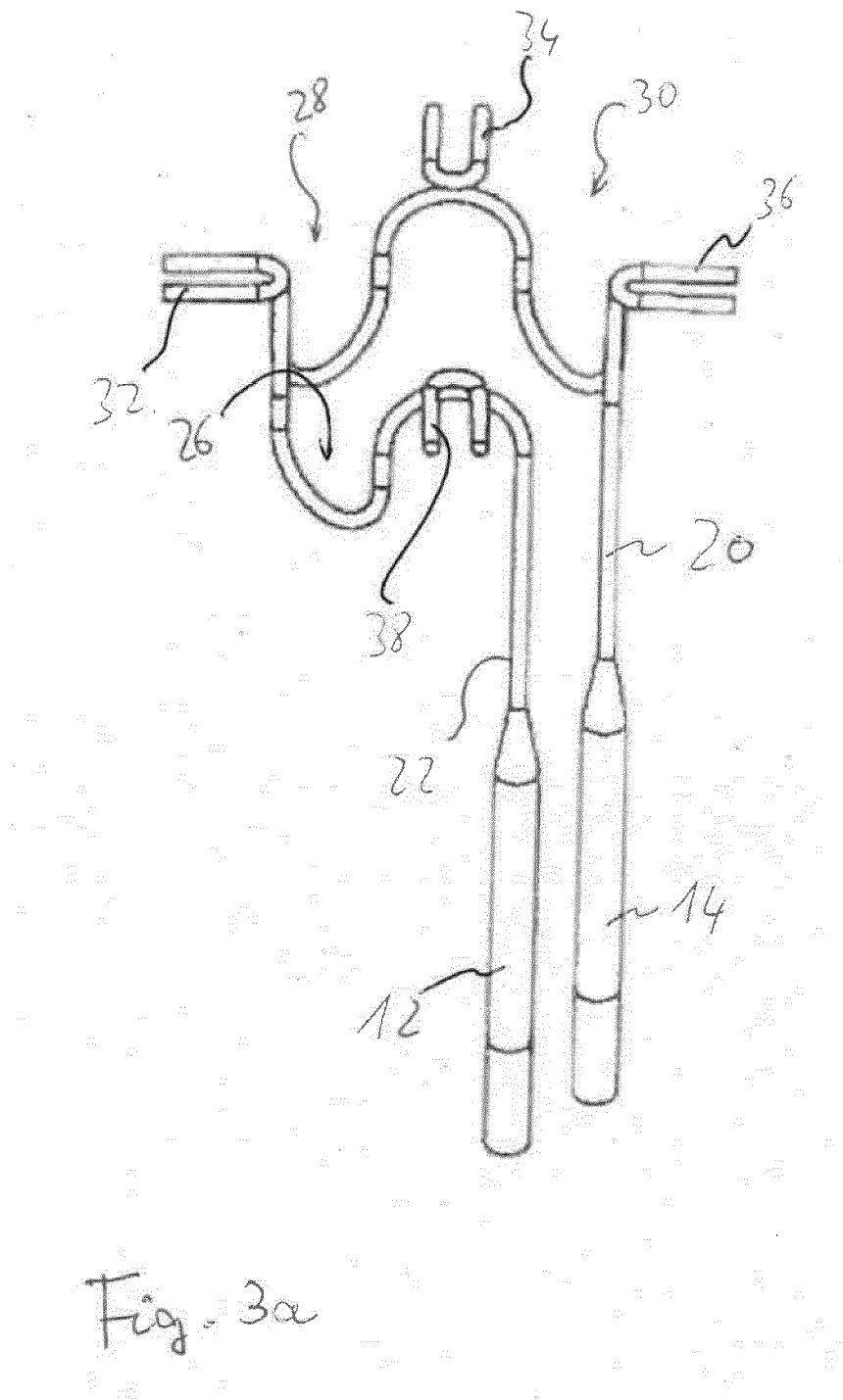


Fig. 2b



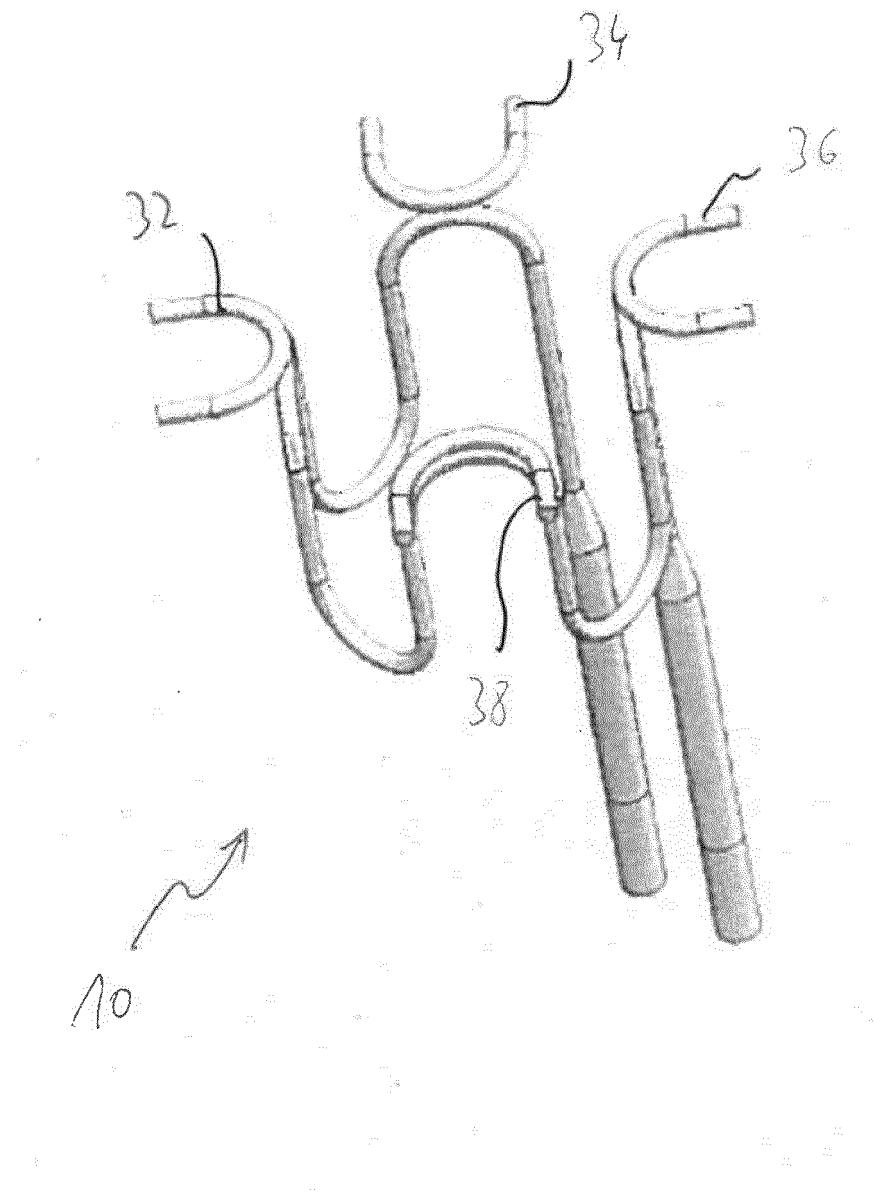


Fig. 3b

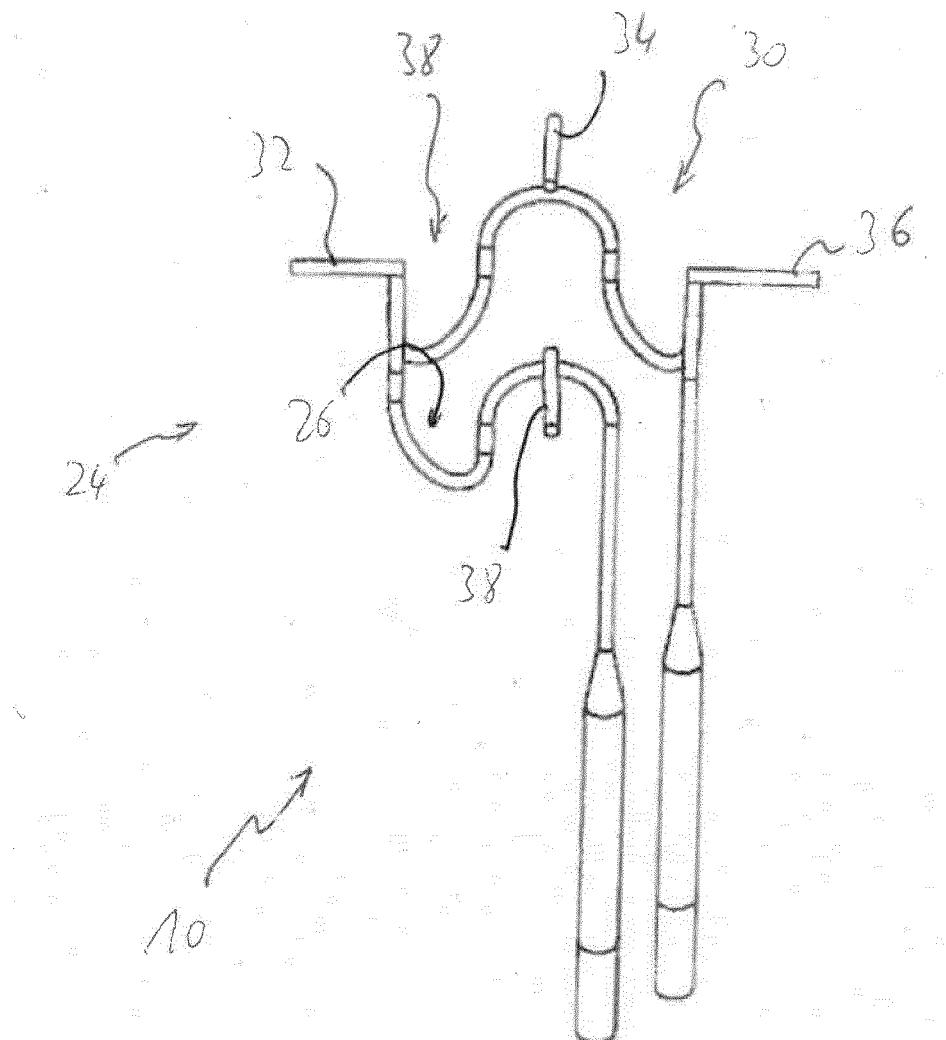


Fig. 4a

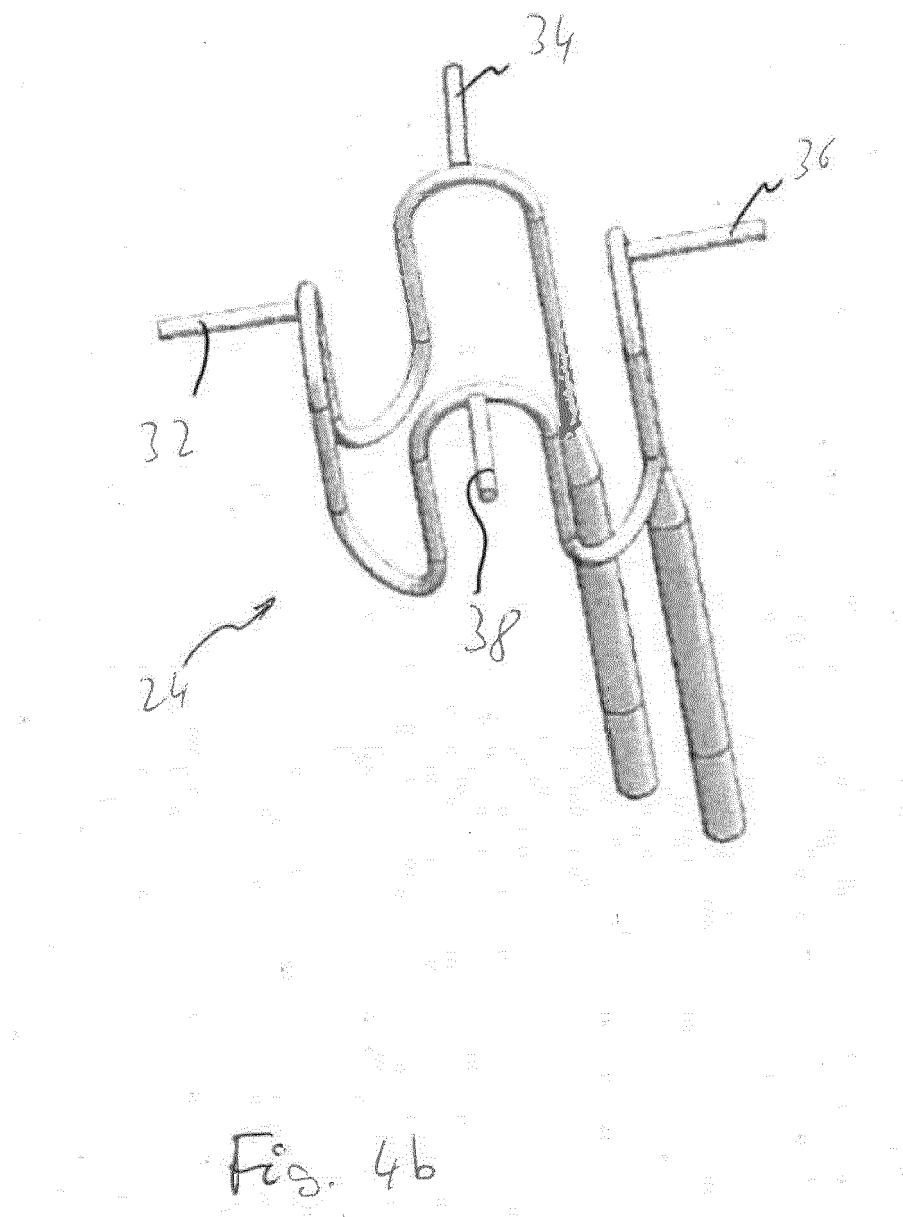


Fig. 4b

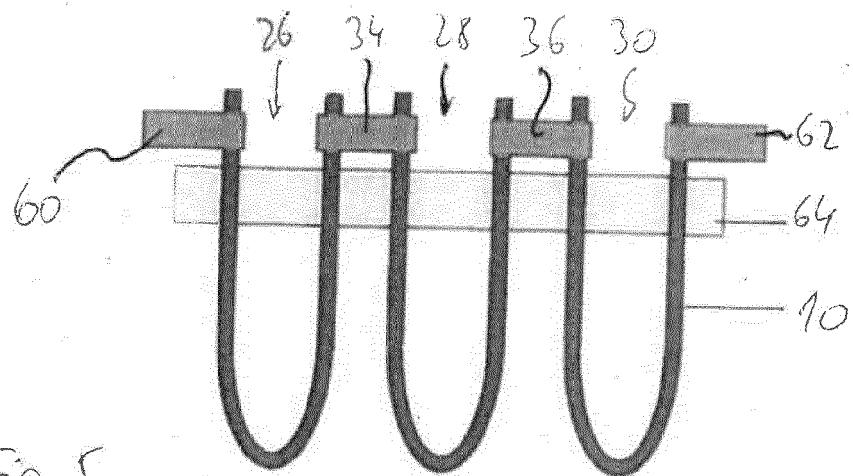


Fig. 5

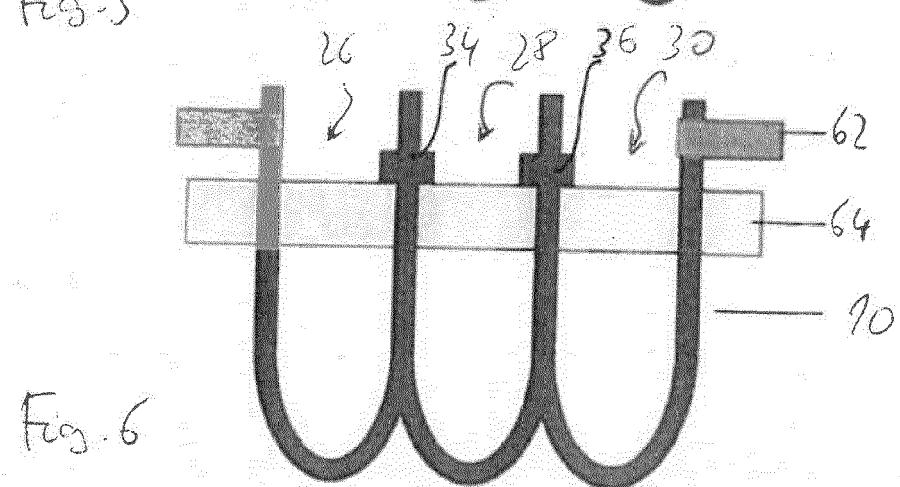


Fig. 6

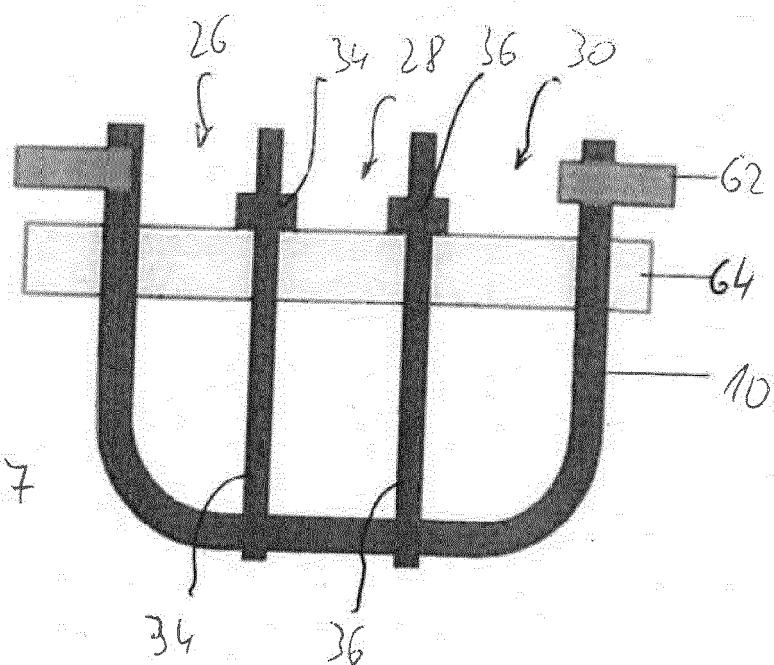
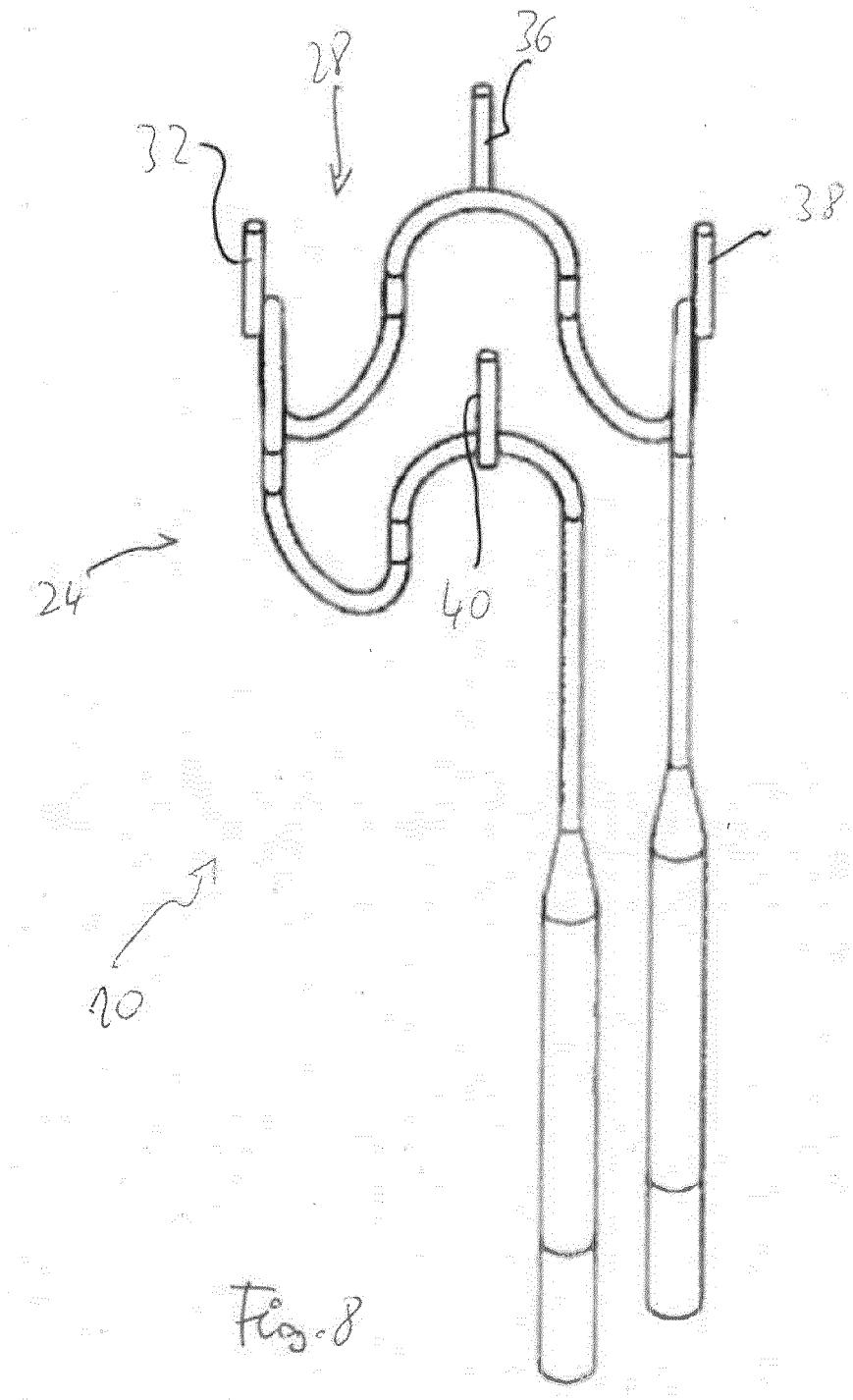


Fig. 7



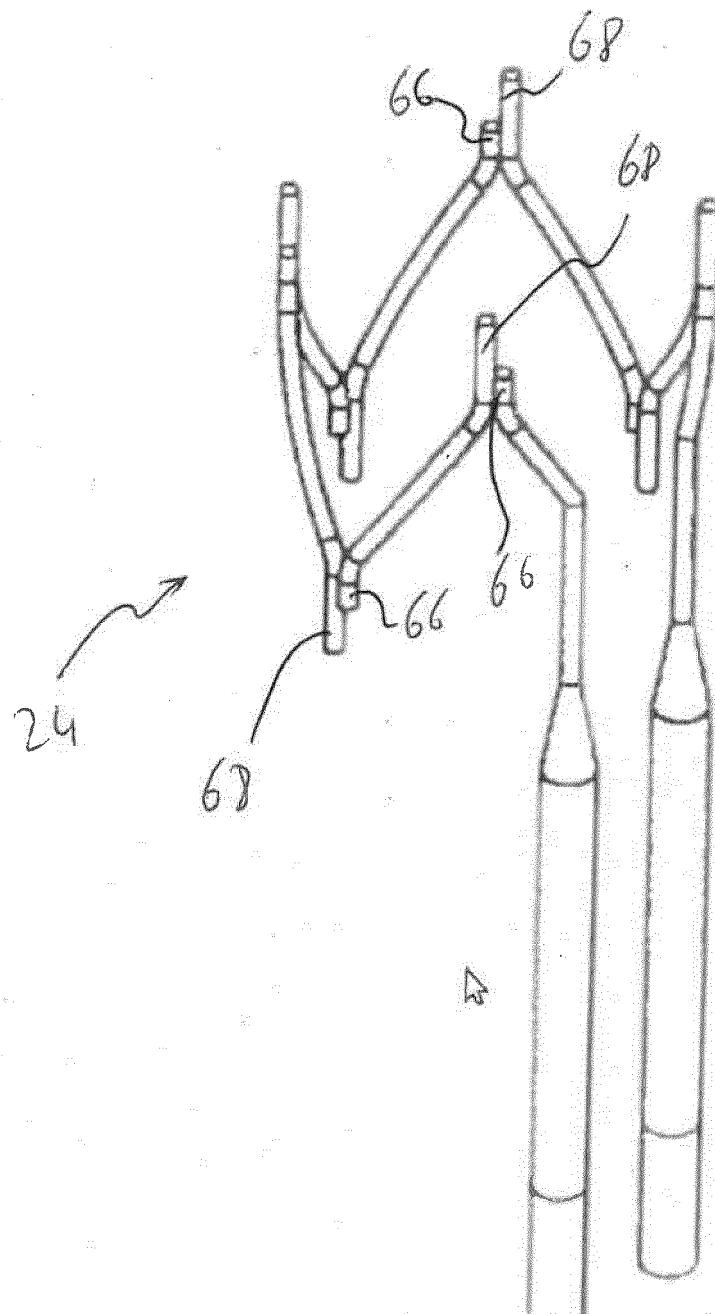
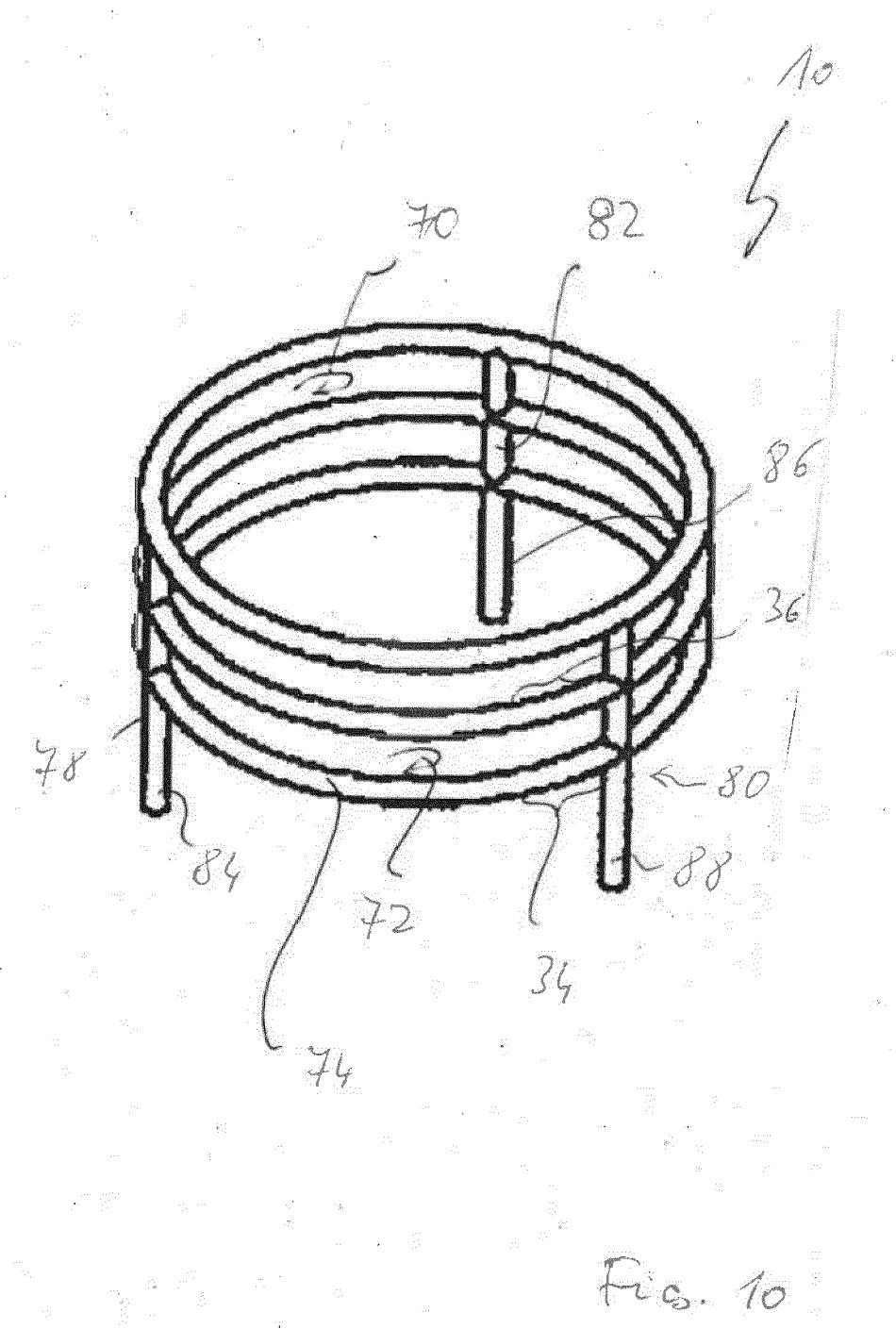


Fig. 9



Figs. 10



## EUROPÄISCHER RECHERCHENBERICHT

Nummer der Anmeldung  
EP 17 20 1096

5

EINSCHLÄGIGE DOKUMENTE			
Kategorie	Kennzeichnung des Dokuments mit Angabe, soweit erforderlich, der maßgeblichen Teile	Betrikt Anspruch	KLASSIFIKATION DER ANMELDUNG (IPC)
10 Y	WO 2016/128534 A1 (SIRONA DENTAL SYSTEMS GMBH [DE]) 18. August 2016 (2016-08-18) * Seite 1, Zeile 5 - Zeile 17 * * Seite 9, Zeile 24 - Seite 11, Zeile 27 * * Seite 12, Zeile 4 - Zeile 12 * * Seite 12, Zeile 28 - Seite 13, Zeile 2 * * Abbildungen 1, 8, 3, 5-7 * -----	1-12	INV. F27B17/02 A61C13/20 F27D9/00 F27D11/02 H05B3/64
15 Y	US 6 008 477 A (NAKAO KEN [JP] ET AL) 28. Dezember 1999 (1999-12-28) * Abbildungen 3, 4, 6, 7, 8 * * Spalte 1, Zeile 6 - Zeile 33 * * Spalte 5, Zeile 5 - Zeile 56 * * Spalte 6, Zeile 54 - Zeile 59 * -----	1-12	
20 A	US 4 267 435 A (BEST ALBERT B) 12. Mai 1981 (1981-05-12) * Abbildungen 1-3 * * Spalte 1, Zeile 35 - Zeile 60 * * Spalte 2, Zeile 54 - Spalte 3, Zeile 54 *	1-14	
25	X Aegis Communications ET AL: "Hot Alone Will Not Do the Trick!   IDT   aegisdentalnetwork.com", Inside Dental Technology, 2. Januar 2017 (2017-01-02), XP055469894, Gefunden im Internet: URL: <a href="https://www.aegisdentalnetwork.com/idt/2017/01/hot-alone-will-not-do-the-trick">https://www.aegisdentalnetwork.com/idt/2017/01/hot-alone-will-not-do-the-trick</a> [gefunden am 2018-04-24] * Seite 2, Zeile 17 - Zeile 22 * -----	14,15	RECHERCHIERTE SACHGEBIETE (IPC)
30			
35	A	1-13	F27B F27D H05B A61C
40			
45	1		
50			
55	EPO FORM 1503 03-82 (P0403)	Der vorliegende Recherchenbericht wurde für alle Patentansprüche erstellt	
	Recherchenort	Abschlußdatum der Recherche	Prüfer
	Den Haag	24. April 2018	Jung, Régis
	KATEGORIE DER GENANNTEN DOKUMENTE		
	X : von besonderer Bedeutung allein betrachtet Y : von besonderer Bedeutung in Verbindung mit einer anderen Veröffentlichung derselben Kategorie A : technologischer Hintergrund O : nichtschriftliche Offenbarung P : Zwischenliteratur		
	T : der Erfindung zugrunde liegende Theorien oder Grundsätze E : älteres Patentdokument, das jedoch erst am oder nach dem Anmeldedatum veröffentlicht worden ist D : in der Anmeldung angeführtes Dokument L : aus anderen Gründen angeführtes Dokument ..... & : Mitglied der gleichen Patentfamilie, übereinstimmendes Dokument		

**ANHANG ZUM EUROPÄISCHEN RECHERCHENBERICHT  
ÜBER DIE EUROPÄISCHE PATENTANMELDUNG NR.**

EP 17 20 1096

5 In diesem Anhang sind die Mitglieder der Patentfamilien der im obengenannten europäischen Recherchenbericht angeführten  
Patentdokumente angegeben.  
Die Angaben über die Familienmitglieder entsprechen dem Stand der Datei des Europäischen Patentamts am  
Diese Angaben dienen nur zur Unterrichtung und erfolgen ohne Gewähr.

24-04-2018

10	Im Recherchenbericht angeführtes Patentdokument	Datum der Veröffentlichung	Mitglied(er) der Patentfamilie		Datum der Veröffentlichung
15	WO 2016128534 A1	18-08-2016	AU 2016217856 A1		07-09-2017
			CA 2975032 A1		18-08-2016
			CN 107208975 A		26-09-2017
			DE 102015202600 A1		18-08-2016
			EP 3256804 A1		20-12-2017
			KR 20170115551 A		17-10-2017
			US 2018051931 A1		22-02-2018
20			WO 2016128534 A1		18-08-2016
	US 6008477 A	28-12-1999	JP H10233277 A		02-09-1998
			TW 363214 B		01-07-1999
			US 6008477 A		28-12-1999
25	US 4267435 A	12-05-1981	KEINE		
30					
35					
40					
45					
50					
55					

EPO FORM P0461

Für nähere Einzelheiten zu diesem Anhang : siehe Amtsblatt des Europäischen Patentamts, Nr.12/82

**IN DER BESCHREIBUNG AUFGEFÜHRTE DOKUMENTE**

*Diese Liste der vom Anmelder aufgeführten Dokumente wurde ausschließlich zur Information des Lesers aufgenommen und ist nicht Bestandteil des europäischen Patentdokumentes. Sie wurde mit größter Sorgfalt zusammengestellt; das EPA übernimmt jedoch keinerlei Haftung für etwaige Fehler oder Auslassungen.*

**In der Beschreibung aufgeführte Patentdokumente**

- DE 3113347 C2 [0038]