



(12) **Offenlegungsschrift**

(21) Aktenzeichen: **10 2016 119 935.4**  
 (22) Anmeldetag: **19.10.2016**  
 (43) Offenlegungstag: **19.04.2018**

(51) Int Cl.: **A61K 6/06 (2006.01)**  
**C03C 10/04 (2006.01)**  
**C03C 3/083 (2006.01)**

(71) Anmelder:  
**DeguDent GmbH, 63457 Hanau, DE**

(74) Vertreter:  
**Stoffregen, Hans-Herbert, Dipl.-Phys. Dr.rer.nat.,  
 63450 Hanau, DE**

(72) Erfinder:  
**Vollmann, Markus, Dr., 63571 Gelnhausen,  
 DE; Wiesner, Carsten, Dipl.-Ing., 35519  
 Rockenberg, DE; Fecher, Stefan, Dipl.-Ing., 63867  
 Johannesburg, DE; Völkl, Lothar, Dr., 63773  
 Goldbach, DE**

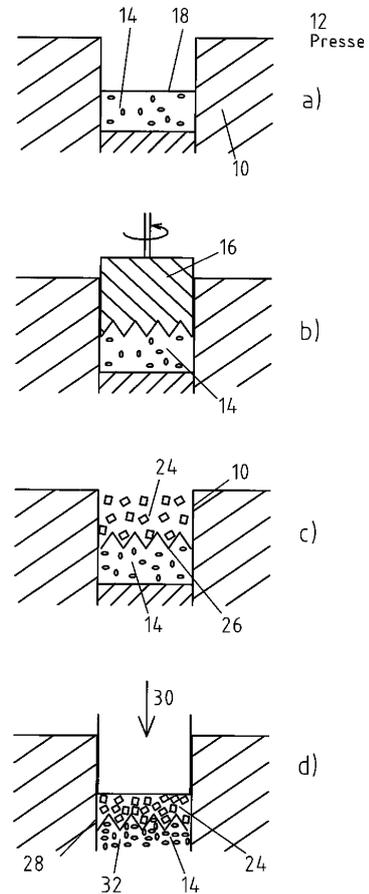
(56) Ermittelter Stand der Technik:

<b>DE</b>	<b>14 58 477</b>	<b>A</b>
<b>US</b>	<b>2014 / 0 000 314</b>	<b>A1</b>
<b>EP</b>	<b>1 149 058</b>	<b>B1</b>
<b>WO</b>	<b>2013/ 053 865</b>	<b>A2</b>

Prüfungsantrag gemäß § 44 PatG ist gestellt.

**Die folgenden Angaben sind den vom Anmelder eingereichten Unterlagen entnommen.**

(54) Bezeichnung: **Verfahren zur Herstellung einer dentalen Restauration**



(57) Zusammenfassung: Die Erfindung bezieht sich auf ein Verfahren zur Herstellung einer Restauration aus einem Rohling bestehend aus Lithiumsilikatglaskeramik oder diese enthaltend, wobei ein Ausgangslithiumsilikatglas geschmolzen, die Glasschmelze abgeschreckt und zu einem Pulver zerkleinert und das Pulver zu einem Körper gepresst und der Körper zur Bildung des Rohlings gesintert wird. Aus dem Rohling wird durch mechanisches Bearbeiten die dentale Restauration hergestellt.

**Beschreibung**

**[0001]** Die Erfindung bezieht sich auf ein Verfahren zur Herstellung einer dentalen Restauration aus einem Rohling bestehend aus Lithiumsilikatglaskeramik oder diese enthaltend, wobei ein Ausgangslithiumsilikatglas geschmolzen, die Glasschmelze abgeschreckt und zu einem Pulver zerkleinert und das Pulver zu einem Körper gepresst und der Körper zur Bildung des Rohlings gesintert wird.

**[0002]** Auch bezieht sich die Erfindung auf die Verwendung eines Rohlings zur Herstellung einer dentalen Restauration.

**[0003]** Der EP 1 149 058 B1 ist ein Verfahren zur Herstellung eines dentalen Produktes aus Lithiumdisilikat zu entnehmen, bei dem eine Lithiumsilikatglaschmelze in eine Stahlform gegossen und abgekühlt wird, um sodann durch Temperaturbehandlung das Glas in eine Glaskeramik umzuwandeln. Anschließend wird die Glaskeramik zu einem Pulver zerkleinert und verdichtet und der so hergestellte Rohling vorgesintert. Der Rohling wird sodann in einem Muffelsystem verpresst, um eine Zahnrestauration herzustellen.

**[0004]** Der DE 103 36 913 B4 ist die Verwendung eines Lithiumsilikatrohling zu entnehmen, der Lithiummetasilikat als eine Hauptkristallphase enthält und zur Herstellung einer dentalen Restauration bestimmt ist. Zur Herstellung des Rohlings wird Glasschmelze in eine Form gegossen, um einen Block zu erhalten, der sodann einer Wärmebehandlung unterzogen wird, um eine Lithiummetasilikatglaskeramikrohling zur Verfügung zu stellen, um aus diesem z.B. mittels Fräsens oder Schleifens eine dentale Restauration herzustellen.

**[0005]** Ein Lithiumdisilikatglaskeramikprodukt ist der DE 197 50 794 A1 zu entnehmen. Dabei kann aus einem zu einem Block gegossenen Rohling durch Heißpressen oder computergesteuerte Frästechnik ein Dentalprodukt hergestellt werden. Die durch mechanisches Bearbeiten hergestellte dentale Restauration muss einer weiteren Wärmebehandlung unterzogen werden, um die gewünschte Festigkeit zu erzielen.

**[0006]** Der vorliegenden Erfindung liegt die Aufgabe zugrunde, ein Verfahren unter Verwendung eines Rohlings zuvor beschriebener Art so weiterzubilden, dass problemlos Dentalrestaurationen gewünschter Abmessungen zur Verfügung stehen, wobei mit einfachen Maßnahmen gegebenenfalls eine gewünschte Färbung und/oder Transluzenz erzielbar ist. Insbesondere soll die Möglichkeit geschaffen werden, nach Herstellung der dentalen Restauration aus dem Rohling von weiteren Wärmebehandlungsschritten Abstand nehmen zu können.

**[0007]** Zur Lösung der Aufgabe sieht die Erfindung im Wesentlichen vor, dass aus dem Rohling durch mechanisches Bearbeiten die dentale Restauration hergestellt wird.

**[0008]** Abweichend vom vorbekannten Stand der Technik wird ein aus gepresstem Pulver hergestellter Rohling benutzt, der maschinell bearbeitet wird, wie z.B. durch Schleifen und Fräsen, um eine gewünschte Dentalrestauration zu erhalten. Es werden keine gegossenen Blöcke benutzt.

**[0009]** Dadurch, dass gepresstes Pulver für den Rohling benutzt wird, kann problemlos eine individuelle Färbung oder Transluzenz erzielt werden, indem zuvor Pulver unterschiedlicher Farb- und/oder Transluzenzeigenschaften im gewünschten Umfang miteinander gemischt und sodann gepresst werden. Dabei besteht auch die Möglichkeit, schichtweise Pulver unterschiedlicher Zusammensetzungen in eine Form einzubringen und sodann einen Rohling zu erhalten, der Bereiche mit voneinander abweichenden Transluzenz- und/oder Farbeigenschaften aufweist. Dabei ist insbesondere vorgesehen, dass der Rohling einen Übergangsbereich zwischen Schichten unterschiedlicher Transluzenz und/oder Färbung aufweist, der quasi kontinuierlich die Schichten verbindet.

**[0010]** Die Erfindung zeichnet sich daher auch insbesondere dadurch aus, dass in eine Matrize schichtweise zumindest zwei Schichten aus Pulver, die aus einem Ausgangslithiumsilikatglas unterschiedlicher Zusammensetzungen hergestellt worden sind, eingebracht werden, wobei nach Einbringen einer ersten Schicht diese oberflächlich derart strukturiert wird, dass die erste Schicht über ihre Oberfläche betrachtet in ihrer Höhe bereichsweise voneinander abweicht, und sodann als zweite Schicht eine Schicht mit der von der ersten Schicht unterschiedlichen Zusammensetzung in die Form eingebracht wird, oder dass nach Einbringen der ersten Schicht auf diese eine weitere Schicht aus einem Pulver in die Matrize eingefüllt wird, das von der Zusammensetzung von der ersten Schicht abweicht, dass das Material der ersten Schicht mit dem Material der weiteren Schicht zur Bildung einer Zwischenschicht durchmischt wird, und dass sodann die zweite Schicht in die Matrize eingebracht wird, und dass sodann nach Einbringen der Schichten diese gepresst und anschließend gesintert werden.

**[0011]** Mit anderen Worten ist vorgesehen, dass nach Einbringen der ersten Schicht diese oberflächlich derart strukturiert wird, dass die erste Schicht entlang ihrer Oberfläche betrachtet in ihrer Höhe bereichsweise voneinander abweicht also keine einheitliche Füllhöhe aufweist und sodann die von der ersten Schicht in ihrer Zusammensetzung abweichende zweite Schicht in die Form eingebracht wird.

**[0012]** Alternativ besteht die Möglichkeit, dass nach Einbringung der ersten Schicht auf diese die Zwischenschicht aus einem Pulver, das gleichfalls aus einem Ausgangslithiumsilikatglas hergestellt worden ist, in die Matrice eingefüllt wird, wobei das Pulver von dem der ersten Schicht abweicht, dass das Material der ersten Schicht mit dem Material der Zwischenschicht vermischt wird, und dass sodann die zweite Schicht in die Matrice eingebracht wird. Dabei ist insbesondere vorgesehen, dass das Material der Zwischenschicht mit dem der ersten Schicht ausgehend von der freien Oberfläche der Zwischenschicht über eine Höhe gemischt wird, die doppelter oder etwa doppelter Höhe der Zwischenschicht entspricht. Ferner ist insbesondere vorgesehen, dass als das Material der Zwischenschicht ein solches verwendet wird, das mit dem der zweiten Schicht gleich ist.

**[0013]** Erfindungsgemäß wird nach der ersten Alternative zunächst eine erste Schicht aus schüttfähigem Material in eine Matrice eingebracht. Nach Einbringen des Pulvers, das eine Korngröße zwischen 1 µm und 150 µm, vorzugsweise zwischen 10 µm und 30 µm, aufweisen kann, wird die Oberfläche geglättet, um sodann eine Struktur derart auszubilden, dass sich Erhebungen und Täler ergeben, die insbesondere parallel zueinander, insbesondere jedoch konzentrisch oder parallel zueinander verlaufen. Hierzu ist insbesondere vorgesehen, dass die Struktur durch ein sich relativ zu der ersten Schicht bewegendes, insbesondere drehendes Element gebildet wird, das insbesondere mit einem wellen-, kamm- oder sägezahnartig ausgebildeten Abschnitt die erste Schicht in ihrem Oberflächenbereich strukturiert. Es erfolgt quasi ein „Haken“ der Oberfläche, um die Struktur, also die sich abwechselnden Erhebungen und Täler auszubilden.

**[0014]** Insbesondere ist vorgesehen, dass die Struktur derart eingebracht wird, dass Volumen der Erhebungen gleich oder in etwa gleich Volumen der Vertiefungen bzw. Täler ist.

**[0015]** Bevorzugterweise sollte das sägezahnartige Element V-förmige Zähne aufweisen, die symmetrisch ausgebildet sind und deren Flanken einen Winkel zwischen 15° und 45° einschließen. Der Abstand aufeinanderfolgender Zähne, also Abstand Spitze-Spitze sollte zwischen 1 und 4mm, vorzugsweise zwischen 1mm und 3mm liegen.

**[0016]** Sodann wird in die Form das schüttfähige zweite keramische Material eingebracht, das von den durch die Täler gebildeten Senken der Struktur ausgehend mengenmäßig zunimmt, so dass in Folge dessen eine quasi kontinuierliche Zunahme des Anteils der zweiten Schicht über die Höhe der Erhebungen erfolgt. Nachdem die Oberfläche geglättet wurde, werden die Schichten verpresst. Anschließend erfolgt ein Vorsintern bzw. oder Durchsintern bei einer Tem-

peratur zwischen 650°C und 760°C bzw. zwischen 750 °C und 950 °C über eine Zeit von z. B. 5 min bis 120 min. Zuvor oder zusammen mit dem Vorsintern bzw. Durchsintern kann zumindest ein Kristallisationsschritt durchgeführt werden, um Lithiummetasilikat- oder aus diesem Lithiumdisilikatkristalle zu bilden. Selbstverständlich wird die Erfindung nicht verlassen, wenn ein Kristallisationsschritt mit der Glasfritte, aus der das Pulver hergestellt wird, durchgeführt wird. Die Möglichkeit, einen weiteren Kristallisationsschritt nach der mechanischen Bearbeitung vorzunehmen, wird von der erfindungsgemäßen Lehre gleichfalls erfasst.

**[0017]** Der aus dem gepressten Körper hergestellt Rohling, also nach dem Vor- oder Durchsintern, wird sodann bearbeitet, um z. B. durch Fräsen und/oder Schleifen eine gewünschte dentale Restauration herzustellen.

**[0018]** Das Durchsintern erfolgt z. B. über eine Zeit zwischen 5 min und 120 min in einem Temperaturbereich zwischen 750 °C und 950°C.

**[0019]** Durch das Durchdringen der Schichten ergibt sich der Vorteil, dass über die Höhe des Rohlings zumindest unterschiedliche optische Eigenschaften erzielbar sind. So kann dann, wenn die erste Schicht im erforderlichen Umfang eingefärbt ist, nach dem Durchsintern ein zahnfarbener Randbereich erzielt werden, der über den Übergangsbereich, der durch die sich durchdringenden ersten und zweiten Schichtmaterialien entsteht, in der die Intensität der Zahnfarbe kontinuierlich abnimmt und gleichzeitig die Transluzenz in gewünschter Weise zunimmt. Aus dem Rohling wird sodann die dentale Restauration insbesondere durch Fräsen unter Berücksichtigung des Schichtverlaufs hergestellt, wobei die dentale Restauration so in den Rohling „gelegt“ wird, dass im Bereich der zweiten Schicht die Zahnschneide verläuft.

**[0020]** Unabhängig hiervon ist aufgrund der erfindungsgemäßen Lehre ein kontinuierlicher Übergang zwischen den Schichten gegeben, so dass Farbe bzw. Transluzenz kontinuierlich abnimmt bzw. zunimmt. Dabei erfolgt kein abrupter Übergang, sondern erwähnensmaßen ein kontinuierlicher, also quasi stetiger, und zwar über die Höhe der herzustellenden dentalen Restauration.

**[0021]** In bevorzugter Weise ist vorgesehen, dass die Möglichkeit des Vermischens der Schichtmaterialien dadurch eröffnet wird, dass ein Element insbesondere um eine entlang der Längsachse der Form verlaufende Achse gedreht wird, um die auch als wellenartige oder sägezahnartige zu bezeichnende Struktur durch Verdrängen von Material der Oberfläche der ersten Schicht zu erzielen. Es besteht auch die Möglichkeit, die Struktur durch ein in Richtung der Oberfläche auf die erste Schicht einwirkendes

des Druckelement auszubilden, das insbesondere in seiner Oberfläche verlaufende Erhebungen mit zwischen diesen verlaufenden Vertiefungen aufweist, so dass die Negativform von dem auch als Stempel zu bezeichnendes Element in die Oberfläche der ersten Schicht eingeprägt wird. Sodann wird - wie zuvor erläutert - das keramische Material der zweiten Schicht eingefüllt, dann geglättet, um ausschließlich die Schichten gemeinsam zu pressen und den Pressling sodann vorzusintern.

**[0022]** Auch zeichnet sich die Erfindung dadurch aus, dass die erste und die zweite Schicht in ihren aufeinander liegenden Bereichen über eine Höhe H durchdrungen werden, die ein 1/15 bis ein Viertel, insbesondere ein 1/10 bis 1/5 der Gesamthöhe der ersten und zweiten Schicht beträgt.

**[0023]** Die erste Schicht sollte im unstrukturierten Zustand eine Höhe aufweisen, die in etwa 1/2 bis 2/3 der Summe der ersten und zweiten Schicht entspricht.

**[0024]** Insbesondere zeichnet sich die Erfindung dadurch aus, dass als Ausgangsglas ein solches verwendet wird, dessen Zusammensetzung enthält:

SiO <sub>2</sub>	57,5 - 60,5 %
Li <sub>2</sub> O	13,5 - 20,5 %
ZrO <sub>2</sub>	8,5 - 11,5 %
P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	3,0 - 7,5 %
Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	0,5 - 6,0 %
K <sub>2</sub> O	0,5 - 3,5 %
CeO <sub>2</sub>	0,5 - 2,5 %
B <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	0 - 3,0 %
Na <sub>2</sub> O	0 - 3,0 %
Zumindest ein Additiv 0 - 4 %.	

**[0025]** Bevorzugterweise ist vorgesehen, dass die Zusammensetzung enthält:

SiO <sub>2</sub>	57,5 - 60,5 %
Li <sub>2</sub> O	14,0 - 16,0 %
ZrO <sub>2</sub>	9,0 - 10,5 %
P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	5,0 - 6,0 %
Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	2,5 - 3,0 %
K <sub>2</sub> O	1,0 - 1,5 %
CeO <sub>2</sub>	0,5 - 1,0 %
B <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	2,5 - 3,0 %
Na <sub>2</sub> O	0,1 - 2,0 %
V <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	0,1 - 0,7 %

Er <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	0 - 1,0%
Y <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	0,3 - 0,5 %
MnO <sub>2</sub>	0 - 0,2 %.

**[0026]** Zur Erzielung einer mittleren Korngröße zwischen 1 µm und 150 µm, insbesondere zwischen 10 µm und 30 µm, ist vorgesehen, dass das aus der Fritte hergestellte und zu pressende Pulver mit einem Sieb einer Maschenweite zwischen 50 µm und 250 µm gesiebt. Nach Bedarf erfolgt ein weiteres Mahlen, z.B. durch eine Strahlenmühle (Jet mill) oder eine Attritionsmühle (Attritor).

**[0027]** Um Fluoreszenz bzw. Farbe zu beeinflussen, ist vorgesehen, dass dem Ausgangsmaterial die entsprechenden Metalloxide (z.B. Seltenerdoxide) zugegeben werden. So können z.B. zur Beeinflussung der Fluoreszenz Tb<sub>2</sub>O<sub>3</sub>, Er<sub>2</sub>O<sub>3</sub> und zur Beeinflussung der Färbung z.B. MnO, Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub>, Y<sub>2</sub>O<sub>3</sub>, V<sub>2</sub>O<sub>3</sub>, CeO<sub>2</sub> oder andere Seltenerdoxide verwendet werden.

**[0028]** Die Erfindung zeichnet sich auch aus durch eine Verwendung eines Rohlings zur Herstellung einer dentalen Restauration durch maschinelles Bearbeiten des Rohlings, wobei der Rohling aus einem Körper aus gepresstem Silikatglaskeramikpulver besteht oder dieses enthält und gesintert ist.

**[0029]** Dabei ist insbesondere eine Verwendung vorgesehen, bei der der Körper und/oder Rohling zumindest einem Kristallisationsschritt ausgesetzt ist.

**[0030]** Bevorzugterweise ist eine Verwendung vorgesehen, bei der der Lithiumsilikatglasanteil des Rohlings zwischen 20 und 80 Vol.-% beträgt.

**[0031]** Die Lithiummetasilikatphase kann zwischen 10 Vol.-% und 70 Vol.-% der Kristallphasen betragen. Die Disilikatphase kann zwischen 10 Vol.-% und 95 Vol.-% der Kristallphasen liegen. Auch Lithiumphosphat kann als Kristallphase enthalten sein.

**[0032]** 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 von den Zeichnungen zu entnehmenden bevorzugten Ausführungsbeispielen.

**[0033]** Es zeigen:

**Fig. 1** eine Prinzipdarstellung einer Vorrichtung und mittels dieser durchführbare Verfahrensschritte,

**Fig. 2** die **Fig. 1 b)** in vergrößerter Darstellung,

**Fig. 3** eine Prinzipdarstellung einer aus einem Rohling herzustellenden Brücke, und

**Fig. 4** eine Prinzipdarstellung eines alternativen Verfahrens.

**[0034]** Anhand der Fig., in denen grundsätzlich gleiche Elemente mit gleichen Bezugszeichen versehen sind, soll die erfindungsgemäße Lehre verdeutlicht werden, aufgrund der dentale Restaurationen aus Lithiumsilikatglaskeramik hergestellt werden, die einen monolithischen Aufbau derart aufweisen, dass nach dem Durchsintern ein unmittelbar einsetzbar monolithischer Zahnersatz zur Verfügung steht. Hierzu ist erfindungsgemäß vorgesehen, dass ein Rohling hergestellt wird, der aus mehreren Schichten aus Pulvern, die aus einem Ausgangslithiumsilikatglas hergestellt sind, mit voneinander abweichenden Zusammensetzungen besteht, durch die entsprechend der herzustellenden dentalen Restauration insbesondere gewünschte optische Eigenschaften erzielbar sind, die zu einem unmittelbaren Einsatz des Zahnersatzes führen, ohne dass es z. B. erforderlich ist, dass nach dem Durchsintern eine Schneide händisch aufgebracht und gebrannt wird.

**[0035]** Zunächst wird ein erstes keramischen Material **14** hergestellt, das aus Lithiumsilikatglaskeramik besteht. Hierzu wird zunächst ein Ausgangsglaspulver aufgeschmolzen, das nachstehende Zusammensetzung aufweist:

SiO <sub>2</sub>	57,5 - 60,5 %
Li <sub>2</sub> O	13,5 - 20,5 %
ZrO <sub>2</sub>	8,5 - 11,5 %
P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	3,0 - 7,5 %
Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	0,5 - 6,0 %
K <sub>2</sub> O	0,5 - 3,5 %
CeO <sub>2</sub>	0,5 - 2,5 %
B <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	0 - 0,3 %
Na <sub>2</sub> O	0 - 3 %
Zumindest ein Additiv 0 - 4 %.	

**[0036]** Das zumindest eine Additiv ist zumindest ein Additiv aus der Gruppe Farbpigment, Fluoreszenzmittel. Insbesondere ist vorgesehen, dass das Additiv zumindest ein Oxid aus der Gruppe der Seltenerdmetalle ist oder ein solches Oxid enthält.

**[0037]** Das entsprechende Gemisch von Ausgangsstoffen wird sodann in einem geeigneten Tiegel aus feuerfestem Material oder Edelmetalllegierung bei einer Temperatur zwischen 1350 °C und 1600 °C über einen Zeitraum zwischen 1 h bis 10 h, insbesondere über einen Zeitraum von 4 h bis 7 h bei einer Temperatur von 1540 °C geschmolzen. Gleichzeitig oder anschließend erfolgt ein Homogenisieren, z.

B. durch Rühren. Das so hergestellte flüssige Glas wird sodann in einem geeigneten Medium wie Flüssigkeit, wie Wasser oder Hochtemperaturwatte abgeschreckt. Die so hergestellte abgeschreckte Glasfritte wird anschließend getrocknet. Sodann erfolgt ein Mahlen z. B. in einer Kugelmühle. Es erfolgt ein Sieben, wobei ein Sieb mit einer Maschenweite zwischen 50 µm und 250 µm benutzt werden kann. Nach Bedarf erfolgt ein weiteres Mahlen, z. B. durch eine Strahlenmühle (Jet mill) oder eine Attritionsmühle (Attritor).

**[0038]** Aus dem so hergestellten Glas- bzw. Glaspartikelpulver werden diejenigen herausgesiebt, die eine Korngröße zwischen 1 µm und 150 µm besitzen.

**[0039]** Damit der Rohling problemlos bearbeitet werden kann, ohne dass das aus dem Rohling hergestellte Formteil beim Durchsintern instabil ist, wird entweder die nach dem Schmelzen erhaltene Fritte oder das vor- bzw. endgemahlene Pulver einem Kristallisationsschritt unterzogen. Dabei wird in einem ersten Wärmebehandlungsschritt die Fritte bzw. das Pulver einer Temperatur  $T_1$  zwischen 500 °C und 750 °C über eine Zeit  $t_1$  zwischen 5 min und 120 min unterworfen. Der erste Wärmebehandlungsschritt kann auch zweistufig erfolgen, d. h. erster Wärmebehandlungsschritt 640 °C vorzugsweise 660 °C für 60 min und 750 °C für 40 min.

**[0040]** Bevorzugterweise schließt sich sodann eine weitere Wärmebehandlung in Form von Tempern an, wobei die zu wählende Temperatur  $T_3$  zwischen 750 °C und 900 °C liegen sollte. Der Tempersschritt wird über einen Zeitraum  $t_3$  insbesondere zwischen 5 min und 30 min durchgeführt.

**[0041]** Selbstverständlich wird die Erfindung nicht verlassen, wenn dem Ausgangspulver ein Bindemittel beigegeben wird. Bevorzugterweise wird jedoch kein Bindemittel verwendet. Anhand der **Fig. 1** und **Fig. 2** wird nunmehr die Herstellung eines Rohlings beschrieben, aus dem eine dentale Restauration herstellbar ist. So wird gemäß **Fig. 1 a)** in eine Matrize **10** einer Presse **12** zunächst ein erstes Pulver **14** eingefüllt.

**[0042]** Anschließend wird eine zweite Schicht **24** aus einem zweiten Pulver wie zuvor erläutert hergestellt, jedoch mit einer von dem ersten Pulver abweichenden Zusammensetzung und in die Matrize **10** eingefüllt (**Fig. 1 c)**), wobei die Gesamthöhe der Schichten **14** und **24** gleich doppelte Höhe der Schicht **14** im unstrukturierten Zustand ist, ohne dass hierdurch eine Einschränkung der erfindungsgemäßen Lehre erfolgt.

**[0043]** Weist die erste Schicht **14** bevorzugterweise eine Höhe auf, die der Hälfte der Gesamtfläche  $H$  der ersten und zweiten Schicht **14, 24** entspricht, so kann

die Höhe der ersten Schicht **14** auch  $1/2 H$  bis  $2/3 H$  und damit die der zweiten Schicht **24**  $1/3 H$  bis  $1/2 H$  betragen.

**[0044]** Sodann wird die geglättete Oberfläche gemäß Schritt b) strukturiert. Hierzu wird z. B. ein scheiben- oder platten- oder stegförmiges Element **16** benutzt, das im Ausführungsbeispiel schichtseitig eine Zackengeometrie aufweist, so dass in der Oberfläche **18** der Schicht **14** eine entsprechende negative Struktur durch Verdrängen von Material ausgebildet wird. Diese Struktur stellt sich als konzentrisch verlaufende Erhebungen und von diesen umgebenen Tälern dar. Dabei sollte der Abstand zwischen Erhebung (Spitze) und Tal (Senke), also der lichte Abstand zwischen Vorsprung **20** und Talgrund **22** gemäß **Fig. 2** in etwa  $1/5$  der Höhe sämtlicher Schichten sein.

**[0045]** Insbesondere ist vorgesehen, dass die Struktur derart eingebracht wird, dass Volumen der Erhebungen gleich oder in etwa gleich Volumen der Vertiefungen bzw. Täler ist.

**[0046]** Dadurch, dass das Material der zweiten Schicht **24** bis in den Boden der Täler **26** in der Oberfläche **18** der Schicht **14** eindringt, ergibt sich ein kontinuierlicher Übergang zwischen den Eigenschaften der Schicht **14** und der Schicht **24**, nach dem gemäß **Fig. 1 d)** die Schichten **24**, **14** gepresst worden sind. Die Übergangs- oder Zwischenschicht ist in **Fig. 1 d)** mit dem Bezugszeichen **28** gekennzeichnet.

**[0047]** Die Schicht **24** besteht aus einem Material, das von dem der Schicht **14** abweicht. Die Abweichung besteht insbesondere in den Farbzusätzen.

**[0048]** In der Schicht **24** ist gegenüber der Schicht **14** der Farboxidanteil reduziert. Durch diese Maßnahme ergibt sich, dass zwischen den Schichten **14** und **24** ein kontinuierlicher Farbübergang gegeben ist.

**[0049]** Die Schichten **14**, **24** werden mittels eines Stempels **28** gepresst, wobei das Pressen bei einem Druck zwischen 50 MPa und 400 MPa erfolgt.

**[0050]** Der hergestellte Rohling **33** wird nach dem Pressen aus der Matrize **10** ausgestoßen und in gewohnter Weise vorgesintert oder durchgesintert.

**[0051]** Wird aus dem Rohling **33** ein Zahnersatz - im Ausführungsbeispiel eine Brücke **34** - gefräst, so wird das Fräsprogramm derart ausgelegt, dass der untere Bereich der Brücke **34** in der Schicht **14** und der Schneidbereich **40** der Brücke in der Schicht **24** verläuft.

**[0052]** Im Übergangsbereich, also in der mittleren Schicht **28**, in dem der quasi stetige bzw. kontinuierliche Übergang zwischen den Schichten **14** und **24**

erfolgt, verläuft der Übergang zwischen Dentin und Schneide. In dem Bereich **14** verläuft das Dentin.

**[0053]** Anhand der **Fig. 4** soll ein alternatives Verfahren erläutert werden, das der erfindungsgemäßen Lehre folgt, um einen Rohling bzw. eine dentale Restauration herstellen zu können, die einen weitgehend kontinuierlichen Übergang zwischen einer ersten Schicht und einer zweiten Schicht bzw. im Falle einer Restauration zwischen Dentin- und Schneidbereich hinsichtlich Transluzenz und Festigkeit bietet.

**[0054]** So wird gemäß **Fig. 4a** in eine Matrize **10** zunächst ein erstes Pulver eingebracht, das dem der Schicht **14** gemäß **Fig. 1** entsprechen kann. Die entsprechende Schicht in **Fig. 4a** ist mit **114** gekennzeichnet. Die Höhe dieser Schicht **114** kann der halben Höhe der Gesamtschichten entsprechen, die in die Matrize **10** eingebracht werden. Auf die Schicht **114** wird sodann eine Schicht **127** mit einer Dicke aufgetragen, die im Ausführungsbeispiel  $1/10$  der Gesamthöhe der Schichten ist. Das Material der Schicht **127** kann dem der zweiten Schicht **24** gemäß **Fig. 1** entsprechen. Sodann erfolgt ein Vermischen der Schicht **127** mit einem Oberflächenbereich der Schicht **114** über eine Tiefe, die der Dicke der Schicht **127** entspricht. Hierdurch wird eine Zwischenschicht **128** gebildet, die eine Dicke von  $2/10$  der Gesamthöhe der Schichten aufweist. Auf die Zwischenschicht **128** wird sodann eine weitere Schicht **124** aufgebracht, die der zweiten Schicht **24** gemäß **Fig. 1** entspricht. Die Höhe der Schicht **124** beläuft sich im Ausführungsbeispiel somit auf  $4/10$  der Gesamthöhe  $H$ . Anschließend werden entsprechend dem Ausführungsbeispiel der **Fig. 1** die Schichten **124**, **128**, **114** insgesamt gepresst, um sodann die Verfahrensschritte Vorsintern, Bearbeiten und Durchsintern durchzuführen, wie dies erläutert worden ist. Selbstverständlich kann das Bearbeiten auch nach dem Durchsintern erfolgen.

**ZITATE ENTHALTEN IN DER BESCHREIBUNG**

*Diese Liste der vom Anmelder aufgeführten Dokumente wurde automatisiert erzeugt und ist ausschließlich zur besseren Information des Lesers aufgenommen. Die Liste ist nicht Bestandteil der deutschen Patent- bzw. Gebrauchsmusteranmeldung. Das DPMA übernimmt keinerlei Haftung für etwaige Fehler oder Auslassungen.*

**Zitierte Patentliteratur**

- EP 1149058 B1 [0003]
- DE 10336913 B4 [0004]
- DE 19750794 A1 [0005]

**Patentansprüche**

1. Verfahren zur Herstellung einer Restauration aus einem Rohling bestehend aus Lithiumsilikatglas-keramik oder diese enthaltend, wobei ein Ausgangslithiumsilikatglas geschmolzen, die Glasschmelze abgeschreckt und zu einem Pulver zerkleinert und das Pulver zu einem Körper gepresst und der Körper zur Bildung des Rohlings gesintert wird, **dadurch gekennzeichnet**, dass aus dem Rohling durch mechanisches Bearbeiten die dentale Restauration hergestellt wird.

2. Verfahren nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet**, dass der Körper durchgesintert wird.

3. Verfahren nach Anspruch 1 oder 2, **dadurch gekennzeichnet**, dass als Ausgangsglas ein solches verwendet wird, dessen Zusammensetzung enthält:

SiO <sub>2</sub>	57,5 - 60,5 %
Li <sub>2</sub> O	13,5 - 20,5 %
ZrO <sub>2</sub>	8,5 - 11,5 %
P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	3,0 - 7,5 %
Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	0,5 - 6,0 %
K <sub>2</sub> O	0,5 - 3,5 %
CeO <sub>2</sub>	0,5 - 2,5 %
B <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	0 - 3,0 %
Na <sub>2</sub> O	0 - 3,0 %
Zumindest ein Additiv 0 - 4 %.	

4. Verfahren nach Anspruch zumindest 1, **dadurch gekennzeichnet**, dass die Zusammensetzung enthält:

SiO <sub>2</sub>	57,5 - 60,5 %
Li <sub>2</sub> O	14,0 - 16,0 %
ZrO <sub>2</sub>	9,0 - 10,5 %
P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	5,0 - 6,0 %
Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	2,5 - 3,0 %
K <sub>2</sub> O	1,0 - 1,5 %
CeO <sub>2</sub>	0,5 - 1,0 %
B <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	2,5 - 3,0 %
Na <sub>2</sub> O	0,1 - 2,0 %
V <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	0,1 - 0,7 %
Er <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	0 - 1,0 %
Y <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	0,3 - 0,5 %
MnO <sub>2</sub>	0 - 0,2 %

5. Verfahren nach zumindest einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet**, dass durch das Abschrecken gebildete Fritte und/oder das

Pulver vor dem Pressen und/oder das gepresste Pulver zumindest einem Kristallisationsschritt unterzogen wird.

6. Verfahren nach zumindest einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet**, dass das Pulver bindemittelfrei gepresst wird.

7. Verfahren nach zumindest einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet**, dass das zu pressende Pulver mit einem Sieb einer Maschenweite zwischen 50 µm und 250 µm gesiebt wird zur Erzielung einer mittleren Korngröße zwischen 1 µm und 150 µm, insbesondere zwischen 10 µm und 30 µm.

8. Verfahren nach zumindest einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet**, dass zur Beeinflussung der Farbe der dentalen Restauration dem Ausgangsmaterial zumindest ein Oxid der Seltenerdmetalle zugegeben wird.

9. Verfahren nach zumindest einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet**, dass zur Beeinflussung von Opaleszenz Kristalle der Kristallphasen maximale Längenerstreckungen zwischen 10 nm und 800 nm aufweisen.

10. Verfahren nach zumindest einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet**, dass in eine Matrize schichtweise zumindest zwei Schichten (14, 24) aus Pulvern, die aus Ausgangslithiumsilikatgläsern unterschiedlicher Zusammensetzungen hergestellt werden, eingebracht werden, wobei nach Einbringen einer ersten Schicht (14) diese oberflächlich derart strukturiert wird, dass die erste Schicht über ihre Oberfläche (18) betrachtet in ihrer Höhe bereichsweise voneinander abweicht, und sodann als zweite Schicht (24) eine Schicht mit der von der ersten Schicht unterschiedlichen Zusammensetzung in die Form eingebracht wird, oder dass nach Einbringen der ersten Schicht (114) auf diese eine weitere Schicht (127) aus einem Pulver in die Matrize (10) eingefüllt wird, das von der Zusammensetzung von der ersten Schicht abweicht, dass das Material der ersten Schicht mit dem Material der weiteren Schicht zur Bildung einer Zwischenschicht (128) durchmischt wird, und dass sodann die zweite Schicht (124) in die Matrize (10) eingebracht wird, und dass sodann nach Einbringen der Schichten diese gepresst und anschließend gesintert werden.

11. Verfahren nach Anspruch 10, **dadurch gekennzeichnet**, dass die Oberfläche (18) der ersten Schicht (14) derart strukturiert wird, dass Erhebungen und von diesen begrenzte Vertiefungen entstehen.

12. Verfahren nach zumindest Anspruch 10 oder 11, **dadurch gekennzeichnet**, dass in der Oberfläche (18) in Draufsicht eine Ringstruktur gebildet wird,

die die Erhebungen und die von diesen begrenzten Vertiefungen aufweist.

13. Verfahren nach zumindest einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet**, dass die Struktur durch ein sich relativ zu der ersten Schicht (14) bewegendes, insbesondere drehendes, Element (16) erzeugt wird, das insbesondere mit einem wellen-, kamm- oder sägezahnartig ausgebildeten Abschnitt die erste Schicht (14) in ihrem Oberflächenbereich strukturiert.

14. Verfahren nach zumindest einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet**, dass die Struktur durch ein in Richtung der Oberfläche (18) der ersten Schicht (14) einwirkendes Druckelement erzeugt wird.

15. Verfahren nach zumindest einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet**, dass als Druckelement ein solches verwendet wird, dass in die Oberfläche (18) der ersten Schicht (14) konzentrisch oder parallel verlaufende Erhebungen mit zwischen diesen verlaufenden Vertiefungen eingedrückt werden.

16. Verfahren nach zumindest Anspruch 10, **dadurch gekennzeichnet**, dass die Struktur derart ausgebildet wird, dass das Volumen der Erhebungen gleich oder in etwa gleich Volumen der Vertiefungen ist.

17. Verfahren nach zumindest Anspruch 10, **dadurch gekennzeichnet**, dass das Material der weiteren Schicht (127) mit dem der ersten Schicht (114) ausgehend von freier Oberfläche der weiteren Schicht über eine Höhe durchmischt wird, die doppelter oder in etwa doppelter Höhe der weiteren Schicht entspricht.

18. Verwendung eines Rohlings zur Herstellung einer dentalen Restauration durch maschinelles Bearbeiten des Rohlings, wobei der Rohling aus einem Körper aus gepresstem Lithiumsilikatglaskeramikpulver besteht oder dieses enthält und gesintert ist.

19. Verwendung nach Anspruch 18, bei der der Körper und/oder Rohling zumindest einem Kristallisationsschritt ausgesetzt ist.

20. Verwendung nach Anspruch 18 oder 19, bei der der Lithiumsilikatglasanteil des Rohlings zwischen 20 und 80 Vol.-% beträgt.

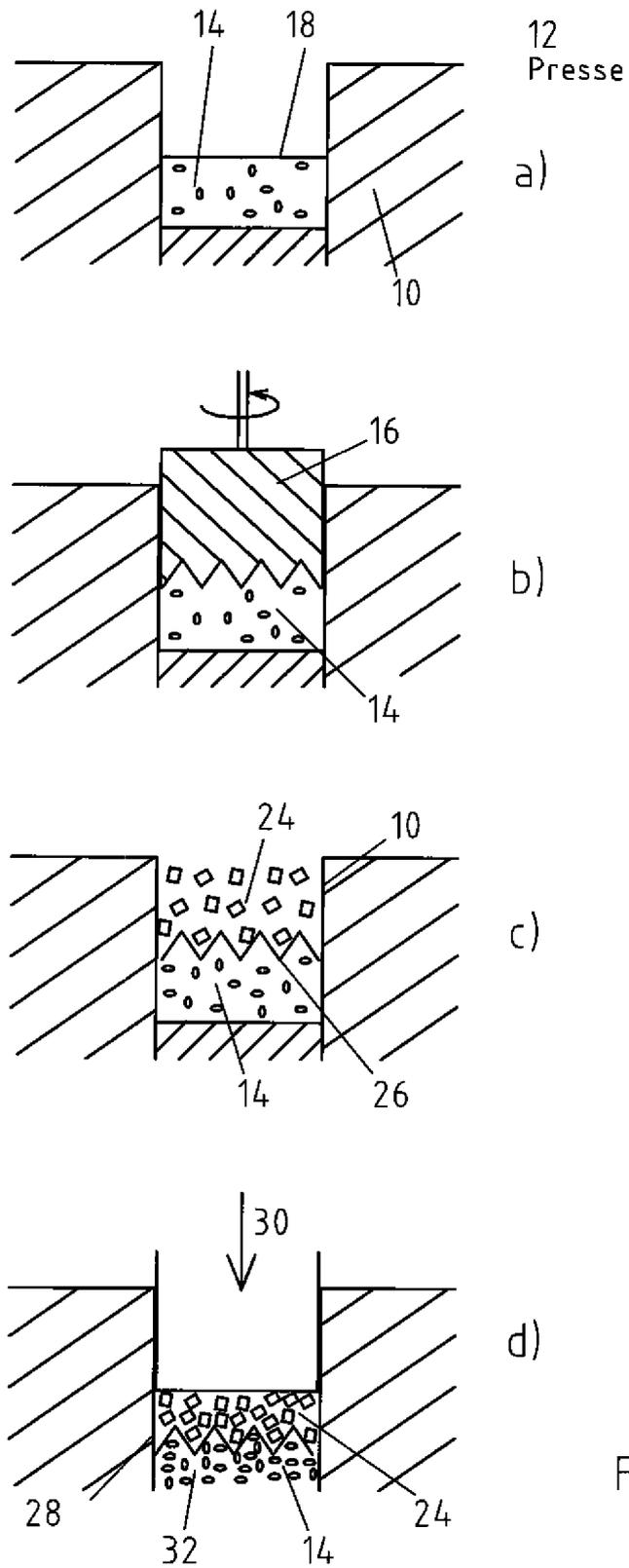
21. Verwendung nach zumindest einem der Ansprüche 18 bis 20, bei der die Lithiummetasilikatphase der Kristallphasen des Rohlings zwischen 10 Vol.-% und 70 Vol.-% und/oder die Lithiumdisilikatphase der Kristallphasen des Rohlings zwischen 10 Vol.-% und 95 Vol.-% beträgt.

22. Verwendung nach zumindest Anspruch 18, bei der die mechanische Bearbeitung zumindest Schleifen und/oder Fräsen einschließt.

23. Verwendung nach zumindest Anspruch 18, bei der der Rohling aus einem bindemittelfrei gepressten Körper besteht.

Es folgen 4 Seiten Zeichnungen

Anhängende Zeichnungen



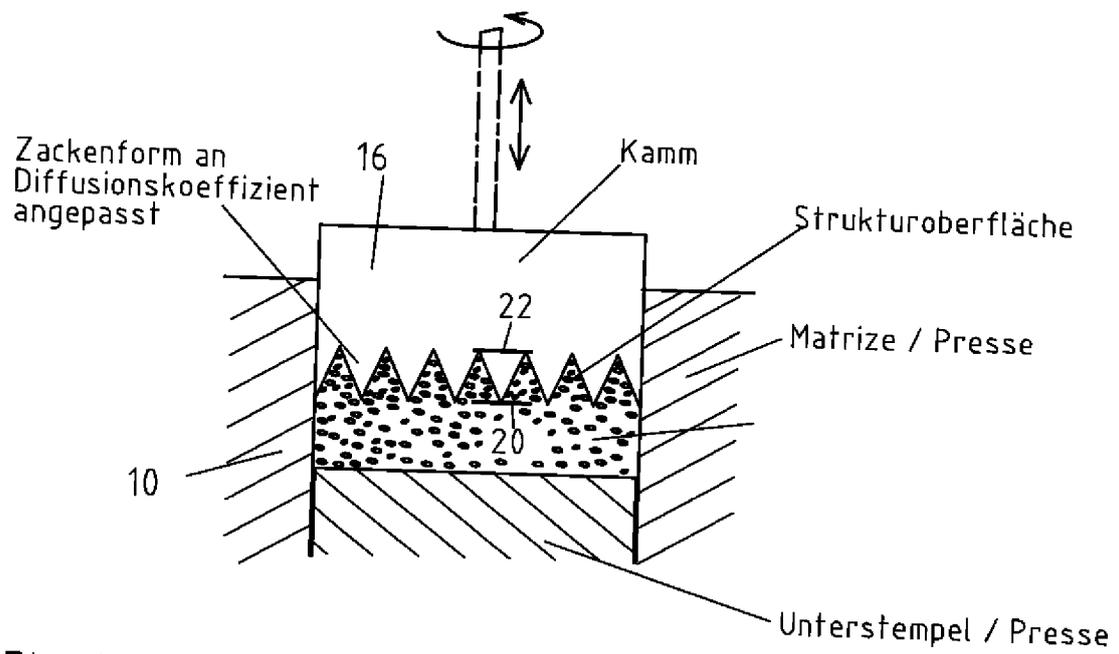


Fig. 2

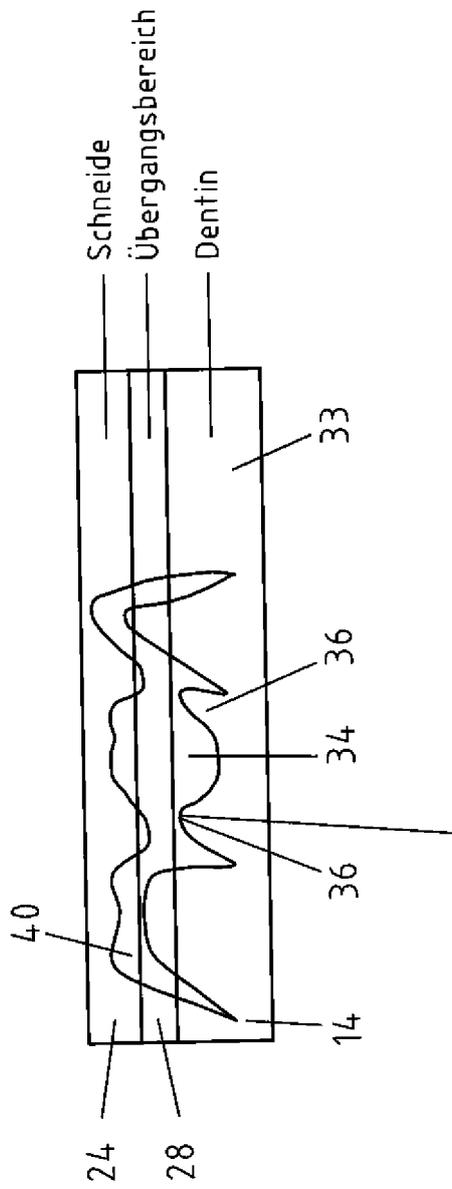


Fig. 3

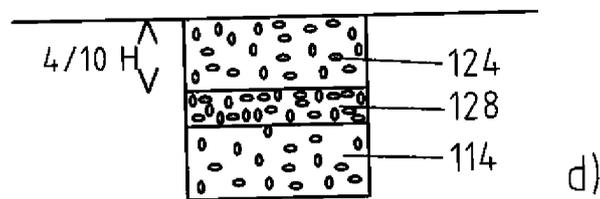
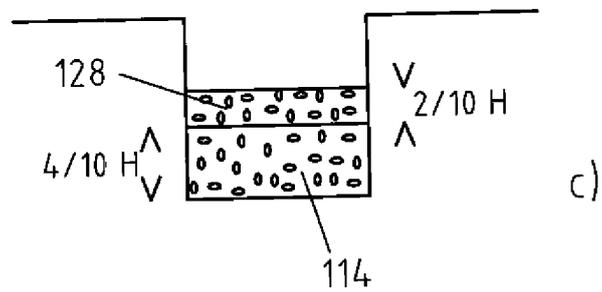
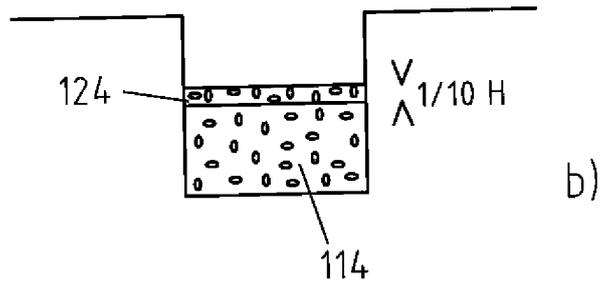
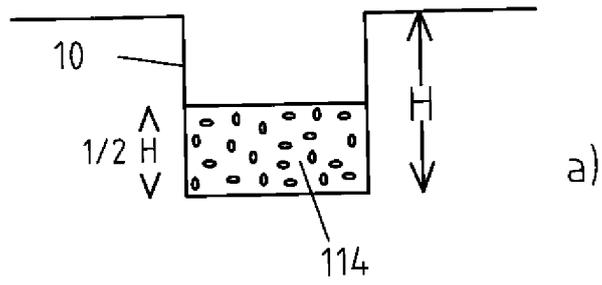


Fig 4