



(10) **DE 10 2011 056 211 B3** 2013.02.07

(12) **Patentschrift**

(21) Aktenzeichen: **10 2011 056 211.7**  
(22) Anmeldetag: **09.12.2011**  
(43) Offenlegungstag: –  
(45) Veröffentlichungstag  
der Patenterteilung: **07.02.2013**

(51) Int Cl.: **A61C 13/083 (2012.01)**

Innerhalb von drei Monaten nach Veröffentlichung der Patenterteilung kann nach § 59 Patentgesetz gegen das Patent Einspruch erhoben werden. Der Einspruch ist schriftlich zu erklären und zu begründen. Innerhalb der Einspruchsfrist ist eine Einspruchsgebühr in Höhe von 200 Euro zu entrichten (§ 6 Patentkostengesetz in Verbindung mit der Anlage zu § 2 Abs. 1 Patentkostengesetz).

(73) Patentinhaber:  
**DeguDent GmbH, 63457, Hanau, DE**

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

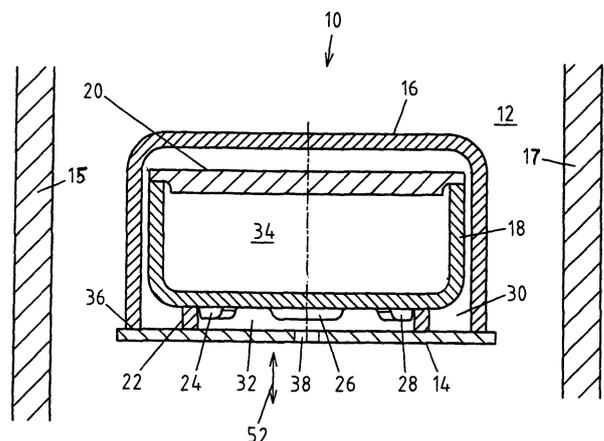
(72) Erfinder:  
**Hachenberg, Jörg, Dr., 63739, Aschaffenburg,  
DE; Steinke, Rudi, 63457, Hanau, DE; Popp, Peter,  
63826, Geiselbach, DE; Wissel, Irmgard, 63579,  
Freigericht, DE**

(56) Für die Beurteilung der Patentfähigkeit in Betracht  
gezogene Druckschriften:

<b>DE</b>	<b>10 2008 012 578</b>	<b>A1</b>
<b>DE</b>	<b>20 2010 002 533</b>	<b>U1</b>
<b>DE</b>	<b>20 2010 007 606</b>	<b>U1</b>
<b>DE</b>	<b>20 2011 005 465</b>	<b>U1</b>
<b>DE</b>	<b>20 2011 106 734</b>	<b>U1</b>
<b>EP</b>	<b>2 101 133</b>	<b>A1</b>
<b>WO</b>	<b>94/ 16 642</b>	<b>A1</b>

(54) Bezeichnung: **Verfahren und Vorrichtung zum Sintern von Sintergut**

(57) Zusammenfassung: Die Erfindung bezieht sich auf eine Vorrichtung (10) und ein Verfahren zum Sintern von Sintergut, wie oxidationsanfälligem Material, insbesondere metallischem Sintergut (46), insbesondere Zahngerüst, umfassend eine das Sintergut aufnehmende auf einer Basisplatte (14) angeordnete Schale (18), eine die Schale umgebende topfförmige Abdeckung (16), deren Rand (36) gegenüber der Basisplatte abgedichtet ist, sowie mit von der topfförmigen Abdeckung umgebenem Innenraum (30) verbundene Schutzgaszuführungs- und -ableitungsöffnung (38). Damit ein Sintern auch bei Temperaturen oberhalb von 1200°C problemlos durchgeführt werden kann, wird vorgeschlagen, dass die Schale (18) von einem Verschlusselement (20) abgedeckt ist, wobei Innenraum (34) der Schale bei dieser abdeckendem Verschlusselement mit dem Innenraum der Abdeckung gastrommäßig verbunden ist.



**Beschreibung**

**[0001]** Die Erfindung bezieht sich auf eine Vorrichtung zum Sintern von Sintergut, umfassend eine das Sintergut aufnehmende auf einer Basisplatte angeordnete Schale mit einem das Sintergut aufnehmenden Innenraum als ersten Innenraum, eine die Schale umgebende topfförmige Abdeckung, deren Rand gegenüber der Basisplatte abgedichtet ist, mit von der topfförmigen Abdeckung umgebenem Innenraum als zweiten Innenraum verbundene Schutzgaszuführungs- und -ableitungsöffnung sowie die topfförmige Abdeckung mit Basisplatte umgebenden Sinterraum als dritten Innenraum.

**[0002]** Ferner nimmt die Erfindung Bezug auf ein Verfahren zum Sintern von Sintergut, wie oxidationsanfälliges Material, insbesondere metallischem Sintergut, insbesondere in Form eines Zahngerüstes, unter Verwendung einer Vorrichtung umfassend eine auf einer Basisplatte angeordnete Schale, in deren Innenraum als ersten Innenraum das Sintergut eingebracht wird, eine die Schale umgebende topfförmige Abdeckung, deren Rand gegenüber der Basisplatte abgedichtet ist, sowie mit von der Abdeckung umgebenem Innenraum als zweiten Innenraum verbundene Schutzgaszuführungs- und -ableitungsöffnung, wobei der von der topfförmigen Abdeckung umgebene zweite Innenraum mit Schutzgas durchspült wird.

**[0003]** Eine Vorrichtung und ein Verfahren der eingangs genannten Art sind der DE 20 2010 007 606 U1 und DE 20 2010 002 533 U1 zu entnehmen. Hierzu wird in einem Sinterofen auf einem Schamottblock eine aus Quarz bestehende Schale aufgeständert, in der Dentalgerüste aus einer Silber-Palladium-Legierung oder Chrom-Kobalt-Legierung gesintert werden. Der Schamottblock und die Schale werden von einem Quarzbehälter umgeben, der über eine Graphitdichtung gegenüber einer Basisplatte abgedichtet ist, auf der der Schamottblock angeordnet ist. Sowohl die Basisplatte als auch der Schamottblock werden von Bohrungen durchsetzt, um den von dem Quarzbehälter umgebenen Innenraum, innerhalb dessen sich die Quarzschale befindet, mit Schutzgas wie Argon zu durchspülen. Um eine Oxidation der Gerüste zu vermeiden, wird das Sintern unter Schutzgasatmosphäre durchgeführt. Dabei tritt bei Temperaturen um 1200°C eine unerwünschte Korrosion des Quarzes auf, so dass dieses zuvor mit einem Bornitridspray beschichtet wird.

**[0004]** Das zu sinternde Material wird in der Schale auf inerten Kügelchen aus Korund, Alumina oder Zirkonia gelegt.

**[0005]** Die entsprechende Vorrichtung zeigt den Nachteil, dass ein Einsatz bei Temperaturen oberhalb 1200°C nicht möglich ist; denn zum einen ist die Lebensdauer von Quarz bei entsprechenden Temperaturen stark begrenzt und zum anderen ist ein Abplatzen auf Grund des Hantierens der Quarzmaterialien dann festzustellen, wenn eine unmittelbare Berührung mit Fingerfett erfolgt.

**[0006]** Die DE 20 2011 106 734 U1 bezieht sich auf eine Vorrichtung zum sauerstofffreien Sintern von Metall oder Keramik und umfasst eine Bodenplatte, auf der eine Haube abgestützt ist. Innerhalb der Haube ist über eine Trägerplatte ein Sintertiegel abgestützt, in den Sintergut einbringbar ist. Ferner sind Schutzgaszuführungs- und -ableitungsöffnungen vorhanden. Als Material der Vorrichtung ist Quarzglas oder rekristallisiertes Siliziumkarbid vorgesehen.

**[0007]** Die WO 94/16642 A1 bezieht sich auf einen Brennofen, in dem eine Brennkammer angeordnet ist, die kopfseitig von einem Deckel abgedeckt ist, über den Gas dann strömen kann, wenn in die Brennkammer Schutzgas eingeleitet wird.

**[0008]** Gegenstand EP 2 101 133 A1 ist ein Sinterofen für Dentalpräparate.

**[0009]** Die DE 10 2008 012 578 A1 bezieht sich auf einen Dentalofen, mit dem verschiedene Aufheizperioden durchfahren werden. Dabei kann ein Überschwingen der Heizleistung erfolgen.

**[0010]** Die DE 20 2011 005 465 U1 bezieht sich auf eine Vorrichtung zum sauerstofffreien Sintern von Metall oder Keramik. Dabei wird Sintergut in einem in einem Sinterbehälter vorhandenen Sintergranulat eingebettet, das z. B. aus Zirkonkugeln bestehen kann.

**[0011]** Der vorliegenden Erfindung liegt die Aufgabe zugrunde, eine Vorrichtung und ein Verfahren der eingangs genannten Art so weiterzubilden, dass die Nachteile des Standes der Technik vermieden werden, insbesondere ein Sintern auch bei Temperaturen oberhalb von 1200°C problemlos durchgeführt werden kann. Gleichfalls soll sichergestellt werden, dass unerwünschte Verfärbungen oder eine Oxidation des Sinterguts unterbleibt.

**[0012]** Vorrichtungsgemäß wird die Aufgabe im Wesentlichen dadurch gelöst, dass die Schale von einem Verschlusselement abgedeckt ist, und dass der erste Innenraum bei der Schale abdeckendem Verschlusselement mit dem zweiten Innenraum gasstrommäßig verbunden ist.

**[0013]** Auf Grund der erfindungsgemäßen Lehre erfolgt ein Sintern des Sinterguts in einer abgedeckten Schale, die zwar von Inertgas durchströmbar ist, jedoch wird das Risiko, dass Störungen wie Sauerstoff in das Innere der Schale gelangen, weitgehend reduziert.

**[0014]** Insbesondere ist vorgesehen, dass die Abdeckung unmittelbar mit ihrem Rand formschlüssig auf der Basisplatte abgestützt ist. Der Rand der Abdeckung sowie die Basisplatte werden in einem Umfang plan geschliffen, dass erstere ohne zusätzliche Dichtung unmittelbar auf der Basisplatte aufliegen kann, um in einem Umfang eine Abdichtung zu erzielen, dass ein Eindringen von Sauerstoff in den von der Abdeckung umschlossenen und als zweiter Innenraum bezeichneter Innenraum dem Grunde nach nicht oder nicht wesentlich möglich ist.

**[0015]** Durch diese Maßnahmen ist sichergestellt, dass Sauerstoff von außen in den (zweiten) Innenraum der Abdeckung, die auch als Glocke bezeichnet werden kann, und folglich auch in den von der Schale umgebenden (ersten) Innenraum nicht oder weitgehend nicht gelangt.

**[0016]** Hervorzuheben ist des Weiteren, dass zumindest die Schale und deren Verschlusselement wie Deckel, insbesondere jedoch Basisplatte, Schale, Verschlusselement und topfförmige oder haubenförmige oder glockenförmige Abdeckung aus einem Material aus der Gruppe SiC, SiN besteht. Durch diese Materialauswahl ergibt sich der Vorteil, dass ein Sintern bei Temperaturen oberhalb von 1200°C, insbesondere bis 1350°C durchgeführt werden kann, ohne dass die Materialien Schaden nehmen. Besonders bevorzugt wird SiC verwendet, da es gegenüber Sauerstoff einen reduzierenden Effekt zeigt.

**[0017]** Das in den Zwischenraum zwischen Schale und topfförmiger Abdeckung eingeleitete Inertgas, bei dem es sich insbesondere um Argon, gegebenenfalls aber auch um Stickstoff handeln sollte, kann nach einer Weiterbildung der Erfindung aus dem zweiten Innenraum, der von der Abdeckung umgeben ist, unmittelbar in den die Basisplatte und die Abdeckung umgebenden Sinterraum, also als dritter Innenraum bezeichneten Innenraum eines Sinterofens geführt werden. Dies resultiert in einer weiteren Konzentrationsabsenkung des Sauerstoffs im Sinterraum (dritter Innenraum) des Sinterofens. Auch ein Eindringen von Sauerstoff in den (zweiten) Innenraum der Abdeckung wird erschwert.

**[0018]** Eine Weiterbildung der Erfindung sieht vor, dass die Schale auf einem Durchbrüche aufweisenden Ring abgestützt ist, der seinerseits auf der Basisplatte angeordnet ist, wobei vorzugsweise die Basisplatte innerhalb des Rings von der Schutzgaszuführungsöffnung und gegebenenfalls der Schutzgasableitungsöffnung durchsetzt ist.

**[0019]** Alternativ wird vorgeschlagen, dass von der Bodenwandung der Schale Vorsprünge, vorzugsweise zumindest drei gleichmäßig auf einem Kreis angeordnete Vorsprünge, ausgehen, über die die Schale auf der Basisplatte abgestützt ist.

**[0020]** Durch die diesbezüglichen Maßnahmen ist sichergestellt, dass die Basisplatte eine über die gesamte Fläche gleichbleibende Dicke aufweisen kann, so dass die Gefahr von Rissbildungen auf Grund der beim Sintern auftretenden Temperaturänderungen unterbleibt.

**[0021]** Des Weiteren zeichnet sich die Erfindung dadurch aus, dass das Sintergut in der Schale auf Schüttgut gelagert wird, das aus Vollkugeln aus Keramik, insbesondere Zirkoniumoxid oder Aluminiumoxid besteht. Bei Zirkoniumdioxid ergibt sich der Vorteil, dass sich dieses unter Sauerstoffabschluss teilweise zu Zirkoniummonoxid umwandelt. Die durch den Sauerstoffmangel entstehenden Fehlstellen führen zu einer dunklen Verfärbung. Überraschenderweise hat diese anfängliche Sauerstoffabgabe keinen negativen Effekt und kann im Folgenden reduzierend und als Indikator dienen, da dieser Effekt im Falle eines Sauerstoffeinbruchs reversibel ist.

**[0022]** Aufgrund der erfindungsgemäßen Lehre wird sichergestellt, dass ein Sintern von Metalllegierungen, insbesondere Kobalt-Chrom-Legierungen wie Kobalt-Chrom-Molybdän-Legierungen, bei Temperaturen von 1200°C und mehr, insbesondere um 1250°C, durchgeführt werden kann, ohne dass die Gefahr von Oxidation und unkontrollierten Verfärbungen besteht. Dabei wird das Sintergut in einer Schale mit diesem verschließendem Verschlusselement angeordnet, wobei sichergestellt ist, dass der das Sintergut aufnehmende erste Innenraum

mit einem Schutzgas zum Wegführen von gegebenenfalls vorhandenem Sauerstoff durchspült wird. Das Verschlusselement wirkt wie ein Deckel bzw. ist ein solcher.

**[0023]** Ist bevorzugterweise das die Schale abdeckende Verschlusselement nicht dicht auf der Schale angeordnet, so könnte auch ein dichtes Aufliegen erfolgen, sofern z. B. in dem Verschlusselement selbst z. B. durch Laser ausgebildete feine Bohrungen vorgesehen sind, durch die ein Schutzgasaustausch möglich ist.

**[0024]** Zusätzlich besteht die Möglichkeit, die topf- oder glockenförmige Abdeckung, also die sogenannte Glocke von Schutzgas zu umspülen, das aus dem (zweiten) Innenraum der Abdeckung nach außen geführt wird.

**[0025]** Insbesondere ist auch von Vorteil, dass die Materialien für ein Sintern bei hohen Temperaturen geeignet sind, wobei insbesondere auf Grund der reduzierenden Wirkung Siliziumcarbid hervorzuheben ist. Alternativ ist Siliziumnitrid gegebenenfalls gleichfalls einsetzbar.

**[0026]** Ein Verfahren der eingangs genannten Art zeichnet sich dadurch aus, dass die Schale nach Einbringen des Sinterguts in diese von einem Verschlusselement abgedeckt wird, so dass hierüber oder zumindest eine Öffnung in dem Verschlusselement oder der Schale Schutzgas ins Innere der Schale, also den ersten Innenraum, eindringt, und dass der (zweite) Innenraum der topfförmigen Abdeckung mit einem ein Anheben der Abdeckung ausschließenden Überdruck mit dem Schutzgas beaufschlagt wird, insbesondere mit einem Überdruck  $p$  mit  $1 \text{ mbar} \leq p \leq 25 \text{ mbar}$ , insbesondere  $2 \text{ mbar} \leq p \leq 10 \text{ mbar}$  über Umgebungsdruck.

**[0027]** Insbesondere ist vorgesehen, dass als Sintergut ein größeres Objekt, insbesondere ein dentales Brückengerüst, insbesondere ein Brückengerüst mit zumindest drei Brückengliedern, vorzugsweise zumindest fünf Brückengliedern, verwendet wird, und dass das Sintergut in einem Sinterraum von Zimmertemperatur  $T_z$  auf eine Temperatur  $T_1$  mit  $800^\circ\text{C} \leq T_1 \leq 1100^\circ\text{C}$  mit einer Heizrate  $R_1$  mit  $5 \text{ K/min} \leq R_1 \leq 100 \text{ K/min}$ , insbesondere  $20 \text{ K/min} \leq R_1 \leq 80 \text{ K/min}$ , aufgeheizt, nach gegebenenfalls einer Haltezeit  $t_1$  bei der Temperatur  $T_1$  mit  $1 \text{ min} \leq t_1 \leq 10 \text{ min}$  auf eine Temperatur  $T_2$  mit  $1200^\circ\text{C} \leq T_2 \leq 1350^\circ\text{C}$  mit einer Heizrate  $R_2$  mit  $5/\text{min} \leq R_2 \leq 30 \text{ K/min}$  aufgeheizt wird, das Sintergut bei der Temperatur  $T_2$  für eine Zeit  $t_2$  mit  $5 \text{ min} \leq t_2 \leq 120 \text{ min}$ , insbesondere  $15 \text{ min} \leq t_2 \leq 50 \text{ min}$  gehalten wird, wobei gegebenenfalls das Sintergut anschließend auf eine Temperatur  $T_3$  mit  $T_3 > T_2$  zum oberflächlichen Schmelzen des Sinterguts erhitzt wird, und sodann von der Temperatur  $T_2$  bzw.  $T_3$  auf eine Temperatur unterhalb  $400^\circ\text{C}$  mit einer Abkühlrate  $R_3$  abgekühlt wird, die vorzugsweise zumindest zu Beginn des Abkühlens beträgt  $5 \text{ K/min} \leq R_3 \leq 100 \text{ K/min}$ .

**[0028]** Die Erfindung sieht auch vor, dass das Sintergut zum Sintern in einem Sinterraum von Zimmertemperatur auf eine Temperatur  $T_2$  wie  $1200^\circ\text{C} \leq T_2 \leq 1350^\circ\text{C}$  mit einer Heizrate  $R_1$  aufgeheizt wird, bei der Temperatur  $T_2$  über eine Zeit  $t_2$  mit  $5 \text{ min} \leq t_2 \leq 220 \text{ min}$ , insbesondere  $15 \text{ min} \leq t_2 \leq 60 \text{ min}$  gehalten wird, wobei gegebenenfalls das Sintergut anschließend auf eine Temperatur  $T_3$  mit  $T_3 > T_2$  zum oberflächlichen Aufschmelzen des Sinterguts erhitzt wird, und sodann von der Temperatur  $T_2$  bzw.  $T_3$  auf eine Temperatur unterhalb  $400^\circ\text{C}$  mit einer Abkühlrate  $R_3$  abgekühlt wird, wobei die Abkühlrate  $R_3$  vorzugsweise anfänglich  $5 \text{ K/min} \leq R_3 \leq 100 \text{ K/min}$  beträgt.

**[0029]** Dabei ist insbesondere vorgesehen, dass die Heizrate  $R_1$  auf einen Wert mit  $5 \text{ K/min} \leq R_1 \leq 100 \text{ K/min}$ , insbesondere  $20 \text{ K/min} \leq R_1 \leq 80 \text{ K/min}$  eingestellt wird.

**[0030]** Das Aufheizen auf eine Temperatur  $T_1$  und das gegebenenfalls erfolgende Halten bei der Temperatur  $T_1$ , um sodann auf eine Temperatur  $T_2$  weiter aufgeheizt zu werden, wird für größere Objekte wie Brückengerüste bevorzugt durchgeführt.

**[0031]** Das zunächst erfolgende Aufheizen auf die Temperatur  $T_1$  und sodann auf die Temperatur  $T_2$  mit einer gegebenenfalls abweichenden Aufheizrate kann dahingehend geändert werden, dass unmittelbar ein Aufheizen auf die Temperatur  $T_2$  erfolgt, sofern es sich bei dem Sintergut um kleinere Objekte, wie ein Gerüst für einen Zahn, handelt.

**[0032]** Das kurzzeitige Aufschmelzen der Oberfläche, das unabhängig von der Größe des Objekts durchgeführt werden kann, stellt dabei einen eigenerfinderischen Vorschlag dar, der auch dann zur Anwendung gelangen kann, wenn zum Sintern eine Vorrichtung benutzt wird, die von der erfindungsgemäßen Lehre abweicht.

**[0033]** Zusätzlich kann vorgesehen sein, dass nach dem Abkühlen des Sinterguts auf die Temperatur  $T_1$  die Basisplatte mit der Schale, deren Verschlusselement und der Abdeckung aus dem Sinterraum zumindest

bereichsweise, vorzugsweise vollständig entfernt wird. Der Sinterraum kann Innenraum eines Sinterofens sein, der als dritter Innenraum zu bezeichnen ist.

**[0034]** Unabhängig von den zuvor angegebenen Temperaturen und Heizraten ist als eigenerfinderisches Merkmal noch hervorzuheben, dass die Möglichkeit besteht, nach dem Dichtsintern ein zusätzliches Aufheizen durchzuführen, auf Grund dessen das Sintergut oberflächlich schmilzt, um gewünschte Oberflächeneigenschaften zu erzielen.

**[0035]** Die kurzzeitig hohen Temperaturen im Inneren der Schale führen zu einem oberflächlichen Schmelzen, so dass bei Gerüsten die Oberfläche annähernd wie bereits zahntechnisch poliert erscheint.

**[0036]** Insbesondere ist vorgesehen, dass die Schutzgaseinlass- und/oder -auslassöffnung mit einer Zu- bzw. Ableitung verbunden ist, die aus Aluminiumoxid besteht. Dabei kann die Leitung mit einem Hochtemperaturklebstoff, insbesondere auf Aluminiumoxidbasis mit der Basisplatte verbunden werden.

**[0037]** Bei der Wahl von SiC als Material für die Basisplatte, die Abdeckung, die Schale und deren Verschlusselement nutzt man die gute Wärmeleitfähigkeit und nahezu vollständige Dichtheit des Materials aus. Infolgedessen werden Temperaturunterschiede innerhalb der Bauteile minimiert. Thermische Spannungen werden dadurch reduziert. Infolgedessen sind schnelle Temperaturwechsel auch bei großen Bauteilen von z. B. Durchmesser von 100 mm möglich. Ferner zeigt SiC einen Reduziereffekt und ist in der Lage, Restsauerstoff in der Atmosphäre mit dem enthaltenen Kohlenstoff zu Kohlenmonoxid umzuwandeln. Dieser Effekt geht nicht verloren. Gleichzeitig ist keine messbare Abnahme der Wandstärken der Materialien feststellbar.

**[0038]** Die Lagerung des Sinterguts in einer nicht dicht verschlossenen Sinterschale verbessert das Sinterergebnis. Grund für die Verbesserung kann die Schaffung eines in Bezug auf Sauerstoff mit reduzierenden Wänden versehenen Innenraums sein. Es erfolgt eine Abschwächung der Störung durch Sauerstoff. Entsprechende Störungen können das Sintergut nicht mehr direkt erreichen. Es steigt die Wahrscheinlichkeit, dass die Störungen ausgewaschen und somit gemildert werden.

**[0039]** Das kontrollierte Zuführen und Abführen von Inertgas stellt sicher, dass der Innendruck in der Abdeckung nicht derart ansteigen kann, dass diese angehoben wird. Auf diese Weise gelingt ein Sauerstoffabschluss. Anstelle von einer oder mehrerer Schutzgasableitungsöffnungen in der Basisplatte kann auch in der Abdeckung z. B. zumindest eine durch Laser ausgebildete Öffnung vorhanden sein, um kontrolliert Inertgas auslassen zu können.

**[0040]** Abweichend von üblichen Techniken werden keine Hohlkugeln zum Lager des Sinterguts in der Schale eingesetzt. Hohlkugeln können Sauerstoff speichern und vergiften somit bei hohen Temperaturen die Atmosphäre in unmittelbarer Nähe des Sinterguts. Erfindungsgemäß werden dichte Kugeln eingesetzt, die Sauerstoff nicht speichern können. Dabei zeigt sich Zirkoniumoxid als Material für die Kugeln überraschenderweise als geeignet, obwohl dieses anfänglich in sauerstoffarmer Atmosphäre zur Sauerstoffabgabe neigt. Nach erfolgter Sauerstoffabgabe, die z. B. durch einen Temperaturzyklus erzielt wird, zeigen entsprechende Vollkugeln aus Zirkoniumoxid reduzierende Wirkung für Sauerstoff.

**[0041]** Um die Abdeckung und die Schale ordnungsgemäß auf der Basisplatte zu positionieren, sieht der Stand der Technik üblicherweise Stufen vor. Hiervon löst sich die Erfindung und setzt eine ebene Platte ein, die auf einfache Weise im Bereich der Kontaktflächen mit der Abdeckung poliert werden kann, damit in einem Umfang eine Abdichtung erfolgt, dass ein Eindringen von Sauerstoff dem Grunde nach nicht oder nicht wesentlich möglich ist. Da keine Stufen vorhanden sind, ergeben sich auch keine Dickenunterschiede in der Basisplatte, so dass infolgedessen thermische Spannungen reduziert werden.

**[0042]** 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.

**[0043]** Es zeigen:

**[0044]** [Fig. 1](#) eine erste Ausführungsform einer Vorrichtung zum Sintern von Sintergut,

**[0045]** [Fig. 2](#) eine zweite Ausführungsform einer entsprechenden Vorrichtung und

[0046] [Fig. 3](#) ein Zeittemperaturdiagramm.

[0047] In den [Fig. 1](#) und [Fig. 2](#), in denen grundsätzlich für gleiche Elemente gleiche Bezugszeichen verwendet werden, ist jeweils rein prinzipiell eine Ausführungsform einer Vorrichtung **10**, **100** dargestellt, mit der metallisches Sintergut, insbesondere Zahngerüste gesintert werden. Wie sich aus der [Fig. 1](#) prinzipiell ergibt, befindet sich die Vorrichtung **10** – entsprechend die Vorrichtung **100** – in einem Innen- oder Sinterraum **12** eines Sinterofens, von dem Wandungen **15**, **17** prinzipiell und im Ausschnitt dargestellt sind. In dem Sinterraum **12**, der auch als dritter Innenraum bezeichnet wird, werden die erforderlichen Temperaturen eingestellt, um in der Vorrichtung **10**, **100** vorhandenes Sintergut im erforderlichen Umfang zu sintern.

[0048] Die Vorrichtung **10** besteht aus einer Basisplatte **14**, einer als Glocke zu bezeichnenden topf- oder haubenförmigen Abdeckung **16**, einer im Schnitt U-förmigen Schale **18** sowie einem als Verschlusselement bezeichneten Deckel **20**, mittels dessen die Schale **18** grundsätzlich nicht völlig dicht verschlossen wird.

[0049] Des Weiteren ist die Schale **18** über ein Ringelement **22** auf der Basisplatte **14** abgestützt. Das Ringelement **22** weist Aussparungen **24**, **26**, **28** auf, damit eine Verbindung zwischen dem von der Glocke **16** umgebenen Innenraum **30** – als zweiter Innenraum bezeichnet – und dem von dem Ringelement **22** umgebenen Raum **32** besteht. In dem von der Schale **18** umgebenen und von dem Deckel **20** abgeschlossenen Innenraum **34**, der als erster Innenraum bezeichnet wird, wird das in [Fig. 1](#) nicht dargestellte Sintergut angeordnet.

[0050] Entsprechend der erfindungsgemäßen Lehre sind die Basisplatte **14**, die Glocke **16**, die Schale **18**, der Deckel **20** sowie das Ringelement **22** bevorzugterweise aus SiC hergestellt, gleichwenn als alternative Materialien auch SiN in Frage kommen kann.

[0051] Die Basisplatte **14** und der umlaufende Rand **36** der Glocke **16** sind in einem Umfang plan geschliffen, dass ein formschlüssiges Aufstehen der Glocke **16** auf der Basisplatte **14** sichergestellt ist. Hierdurch wird dem Grunde nach ein Eindringen von Sauerstoff verhindert.

[0052] Erfindungsgemäß sollte der Deckel **20** den (ersten) Innenraum **34** der Schale **18** nicht vollständig abdichten, so dass strömungstechnisch eine Verbindung zwischen dem (zweiten) Innenraum **30**, der sich zwischen der Schale **18** und der Glocke **16** erstreckt, mit dem von der Schale **18** umgebenden ersten Innenraum **34** besteht. Liegt der Deckel **20** abdichtend auf der Schale **18**, so weist der Deckel **20** zumindest eine Durchbrechung auf, damit ein Durchspülen des Innenraums **34** der Schale **18** erfolgen kann. Äquivalent wäre eine Durchbrechung in der Schale **18**.

[0053] Um Oxidation und Verfärbungen zu vermeiden, wird dem zweiten Innenraum **30** über eine im Ausführungsbeispiel in der Basisplatte **14** vorhandene Öffnung **38** ein Schutzgas wie z. B. Argon oder Stickstoff zugeführt. Dieses Schutzgas gelangt in den von der Schale **18** umgebenen ersten Innenraum **34**, da erwähnenswertenmaßen der Deckel **20** die Schale **18** nicht abdichtet. Alternativ oder ergänzend gelangt das Schutzgas über die zumindest eine Durchbrechung in dem Deckel **20** und/oder in der Schalenwandung.

[0054] Das dem zweiten Innenraum **30** zugeführte Gas strömt sodann über eine vorzugsweise gleichfalls in der Basisplatte **14** vorhandene Öffnung aus. Es besteht jedoch auch die Möglichkeit, in der Umfangswandung der Glocke **16** z. B. mittels Laser zumindest eine Öffnung zu bilden, über die Gas ausströmt. Dabei wird das ausströmende Gas vorzugsweise derart in den Sinterraum **12** – also den dritten Innenraum – geleitet, dass die Glocke **16** zumindest im Bereich deren umlaufenden Randes **30** mit Schutzgas umspült wird.

[0055] Dadurch, dass der Deckel **20** nicht abdichtend auf der Schale **18** aufliegt, kann Schutzgas in den von der Schale **18** umgebenen ersten Innenraum **34** strömen, in dem sich das Sintergut befindet. Gleichzeitig wird jedoch ein Eindringen von Sauerstoff (Störungen) reduziert. Entsprechendes gilt in Bezug auf die zumindest eine Durchbrechung.

[0056] Der (zweite) Innenraum **30** sollte gegenüber der Umgebung einen erhöhten Druck aufweisen, wobei ein Überdruck zwischen 1 mbar und 25 mbar, insbesondere zwischen 2 mbar und 10 mbar zu bevorzugen ist.

[0057] Das Ausführungsbeispiel der [Fig. 2](#) unterscheidet sich von dem der [Fig. 1](#) dahingehend, dass die Schale **18** nicht auf einem Ring **22**, sondern von von der Bodenwandung **40** der Schale **18** abragende Vorsprünge **42**, **44** abgestützt ist. Dabei sind insbesondere drei Vorsprünge vorgesehen, die gleichmäßig verteilt auf einem Kreis angeordnet sind. Ansonsten entspricht die Ausführungsform der [Fig. 1](#), so dass auf die diesbezüglichen Erläuterungen verwiesen wird.

**[0058]** Durch die Abstützung der Schale **18** auf dem Ring **22** oder über die Vorsprünge **42, 44** ergibt sich der Vorteil, dass die Basisplatte **14** eine gleichbleibende Dicke aufweist, so dass Dickenunterschiede vermieden und infolgedessen interne Spannungen reduziert werden.

**[0059]** Damit beim Sintern das in dem ersten Innenraum **34** vorhandene Sintergut **46** die Innenflächen der Schale **18** nicht berührt, ist auf der Innenseite **48** der Bodenwandung **40**, also der Bodenfläche ein kugeliges Schüttgut **50** eingebracht, das aus Vollkugeln besteht. Als Materialien kommen bevorzugterweise Aluminiumoxid oder Zirkoniumoxid in Frage. Die Vollkugeln haben den Vorteil, dass Sauerstoff nicht gespeichert werden kann. Dies gilt auch für Zirkoniumoxidkugeln, die zwar in sauerstoffarmer Atmosphäre anfangs zu Sauerstoffabgabe neigen. Nach erfolgter Sauerstoffabgabe zeigen diese jedoch reduzierende Wirkung.

**[0060]** Als bevorzugte Abmessungen der insbesondere aus Siliziumcarbid bestehenden Bauelemente sind anzugeben:

Basisplatte <b>14</b> :	Durchmesser 90 mm bis 110 mm, Dicke 2 bis 4 mm;
Glocke <b>16</b> :	Außendurchmesser 95 mm bis 105 mm, Wandstärke 3 mm bis 5 mm, Höhe 50 mm bis 55 mm;
Ringelement <b>22</b> :	4 mm bis 8 mm, Außendurchmesser 60 mm bis 70 mm, Wandstärke 3 mm bis 5 mm;
Sinterschale <b>18</b> :	Höhe 30 mm bis 35 mm, Außendurchmesser 80 mm bis 90 mm, Wandstärke 3 mm bis 5 mm;
Deckel <b>20</b> :	gleich Außendurchmesser Schale 18, Dicke im Randbereich 2 mm bis 5 mm, Dicke Mittenbereich 4 mm bis 8 mm.

**[0061]** Wie sich aus der zeichnerischen Darstellung ergibt, kann der Abstand zwischen Außenfläche der Schale **18** und Innenfläche der Glocke **16** relativ klein gewählt werden. Dies hat den Vorteil, dass hierdurch ein Eindringen von Sauerstoff in den (ersten) Innenraum **34** der Schale **18** zusätzlich behindert wird, insbesondere dann, wenn sich die Schutzgasauslassöffnung im Randbereich der Glocke **16** befindet und diese durchsetzt.

**[0062]** Der [Fig. 3](#) ist eine Heiz- und Kühlkurve zu entnehmen, um das Sintergut **46** zu sintern. Die Kurve gemäß [Fig. 3](#) gilt für ein größeres Objekt, das zu sintern ist. Als Beispiel ist ein zahntechnisches Brückengerüst mit 4 Gliedern zu nennen.

**[0063]** Rein prinzipiell ergibt sich, dass der Sinterofen und damit der Sinterraum **12** infolgedessen auch das Sintergut **46** zunächst von der Zimmertemperatur  $T_z$  auf eine Temperatur  $T_1$  aufgeheizt wird, wobei  $T_1$  zwischen 800°C und 1100°C bei Kobalt-Chrom-Legierungen als Material für das Sintergut **46** liegt. Die Aufheizrate sollte bevorzugterweise zwischen 20 K/min und 80 K/min liegen. Auf der Temperatur  $T_1$  wird das Sintergut **46** über eine Zeit  $t_1$  zwischen 1 min und 10 min gehalten. Sodann erfolgt eine Aufheizung von der Temperatur  $T_1$  auf eine Temperatur  $T_2$  zwischen 1200°C und 1350°C mit einer Aufheizrate zwischen 5 K/min und 30 K/min. Bei der Temperatur  $T_2$  wird das Sintergut **46** über eine Zeit  $t_2$  zwischen 5 und 120 min gehalten und sodann auf eine Temperatur unterhalb von 400°C abgekühlt, wobei zumindest eine Abkühlrate zwischen 5 K/min und 100 K/min zu wählen ist.

**[0064]** Sodann erfolgt eine Abkühlung auf Zimmertemperatur, wobei bevorzugterweise die Vorrichtung **10, 100** aus dem Sinterraum **12** entfernt wird. Hierzu kann die Vorrichtung **10, 100** abgesenkt werden, wie durch den Doppelpfeil **52** symbolisiert wird. Gegebenenfalls kann das Sintergut nach dem Abkühlen auf die Temperatur  $T_1$  über eine Zeit zwischen 1 min und 10 min bei der Temperatur  $T_1$  gehalten werden.

**[0065]** Wie sich aus der Prinzipdarstellung der [Fig. 3](#) ergibt, kann das Sintergut nach Erreichen der Temperatur  $T_2$  kurzfristig auf eine höhere Temperatur  $T_3$  (gestrichelter Bereich) erhitzt werden, um ein oberflächliches Aufschmelzen zu erreichen.

**[0066]** Das Aufheizen auf die Temperatur  $T_1$ , Halten bei dieser Temperatur und sodann das weitere Aufheizen auf die Temperatur  $T_2$  mit gegebenenfalls voneinander abweichenden Aufheizraten beim Sintern kleiner Objekte, wie ein Gerüst für einen Zahn, ist nicht erforderlich. Vielmehr kann ein unmittelbares Aufheizen von der Zimmertemperatur auf die Temperatur  $T_2$  erfolgen. Unabhängig hiervon besteht gleichfalls die Möglichkeit,

nach dem Halten auf der Temperatur  $T_2$  eine kurzfristige Temperaturerhöhung auf eine Temperatur  $T_3$  durchzuführen, um ein oberflächliches Aufschmelzen des Sintergutes zu erreichen.

### Patentansprüche

1. Vorrichtung (**10, 100**) zum Sintern von Sintergut, umfassend eine das Sintergut aufnehmende auf einer Basisplatte (**14**) angeordnete Schale (**18**) mit einem das Sintergut aufnehmenden Innenraum (**34**) als ersten Innenraum, eine die Schale umgebende topfförmige Abdeckung (**16**), deren Rand (**36**) gegenüber der Basisplatte abgedichtet ist, mit von der topfförmigen Abdeckung umgebenem Innenraum (**30**) als zweiten Innenraum verbundene Schutzgaszuführungs- und -ableitungsöffnung (**38**) sowie die topfförmige Abdeckung mit Basisplatte umgebenden Sinterraum (**12**) als dritten Innenraum, **dadurch gekennzeichnet**, dass die Schale (**18**) von einem Verschlusselement (**20**) abgedeckt ist, und dass der erste Innenraum (**34**) bei die Schale abdeckendem Verschlusselement mit dem zweiten Innenraum gasstrommäßig verbunden ist.

2. Vorrichtung nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass das Sintergut (**46**) ein Sintergut aus der Gruppe oxidationsanfälliges Material, metallisches Sintergut, Zahngerüst ist.

3. Vorrichtung nach zumindest Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass die Abdeckung (**16**) unmittelbar mit ihrem Rand (**36**) formschlüssig auf der Basisplatte (**14**) abgestützt ist.

4. Vorrichtung nach zumindest einem der vorherigen Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass die Schale (**18**) auf einem Durchbrüche (**24, 26, 28**) aufweisenden Ring (**22**) abgestützt ist, der seinerseits auf der Basisplatte (**14**) angeordnet ist, wobei vorzugsweise die Basisplatte (**14**) innerhalb des Rings von der Schutzgaszuführungsöffnung (**38**) und gegebenenfalls der Schutzgasableitungsöffnung durchsetzt ist.

5. Vorrichtung nach zumindest einem der vorherigen Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass Vorsprünge (**42, 44**) der Schale (**18**) oder der Bodenwandung (**40**), vorzugsweise zumindest drei gleichmäßig auf einem Kreis angeordnete Vorsprünge, ausgehen, über die die Schale auf der Basisplatte (**14**) abgestützt ist.

6. Vorrichtung nach zumindest einem der vorherigen Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass in der Schale (**18**) das Sintergut (**46**) auf Schüttgut (**50**) in Form von Vollkugeln aus Keramik, insbesondere aus Zirkoniumoxid oder  $Al_2O_3$ , angeordnet ist.

7. Vorrichtung nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass die Basisplatte (**14**), die Schale (**18**), das Verschlusselement (**20**) und die topfförmige Abdeckung (**16**) aus einem Material aus der Gruppe SiC, SiN besteht.

8. Vorrichtung nach zumindest einem der vorherigen Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass der von Abdeckung (**16**) umgebene zweite Innenraum (**30**) mit einem ein Anheben der Abdeckung ausschließenden Überdruck, insbesondere mit einem Überdruck  $p$  mit  $1 \text{ mbar} \leq p \leq 25 \text{ mbar}$ , vorzugsweise  $2 \text{ mbar} \leq p \leq 10 \text{ mbar}$ , gegenüber Umgebungsdruck beaufschlagt ist.

9. Verfahren zum Sintern von Sintergut (**46**), wie oxidationsanfälligem Material, insbesondere metallischem Sintergut, insbesondere in Form eines Zahngerüsts, unter Verwendung einer Vorrichtung (**10, 100**) umfassend eine auf einer Basisplatte (**14**) angeordnete Schale (**18**), in deren Innenraum (**34**) als ersten Innenraum das Sintergut eingebracht wird, eine die Schale umgebende topfförmige Abdeckung (**16**), deren Rand (**36**) gegenüber der Basisplatte abgedichtet ist, sowie mit von der Abdeckung umgebenem Innenraum (**30**) als zweiten Innenraum verbundene Schutzgaszuführungs- und -ableitungsöffnung (**38**), wobei der von der topfförmigen Abdeckung umgebene zweite Innenraum mit Schutzgas durchspült wird, dadurch gekennzeichnet, dass die Schale (**18**) nach Einbringen des Sinterguts (**46**) in diese von einem Verschlusselement (**20**) abgedeckt wird, über das oder über zumindest eine Öffnung in dem Verschlusselement oder über zumindest eine Öffnung in der Schale Schutzgas in den Innenraum der Schale eindringt, und dass der von der topfförmigen Abdeckung umgebene zweite Innenraum (**30**) mit einem ein Anheben der Abdeckung ausschließenden Überdruck mit dem Schutzgas beaufschlagt wird.

10. Verfahren nach Anspruch 9, dadurch gekennzeichnet, dass der zweite Innenraum mit einem Überdruck  $p$  mit  $1 \text{ mbar} \leq p \leq 25 \text{ mbar}$  beaufschlagt wird.

11. Verfahren nach Anspruch 9 oder 10, dadurch gekennzeichnet, dass das Sintergut (**46**) ein Sintergut aus der Gruppe oxidationsanfälliges Material, metallisches Sintergut verwendet wird, insbesondere als Sintergut

ein solches verwendet wird, das aus einer Kobalt-Chrom-Legierung, vorzugsweise aus einer CoCrMo-Legierung besteht.

12. Verfahren nach zumindest Anspruch 9, dadurch gekennzeichnet, dass als Sintergut ein größeres Objekt, insbesondere ein dentales Brückengerüst, insbesondere ein Brückengerüst mit zumindest drei Brückengliedern, insbesondere fünf Brückengliedern, verwendet wird, und dass das Sintergut in einem die Vorrichtung umgebenden Sinterraum (**12**) von Zimmertemperatur auf eine Temperatur  $T_1$  mit  $800^\circ\text{C} \leq T_1 \leq 1100^\circ\text{C}$  mit einer Heizrate  $R_1$  mit  $5 \text{ K/min} \leq R_1 \leq 100 \text{ K/min}$ , insbesondere  $20 \text{ K/min} \leq R_1 \leq 80 \text{ K/min}$ , aufgeheizt, nach gegebenenfalls einer Haltezeit  $t_1$  bei der Temperatur  $T_1$  mit  $1 \text{ min} \leq t_1 \leq 10 \text{ min}$  auf eine Temperatur  $T_2$  mit  $1200^\circ\text{C} \leq T_2 \leq 1350^\circ\text{C}$  mit einer Heizrate  $R_2$  mit  $5/\text{min} \leq R_2 \leq 30 \text{ K/min}$  aufgeheizt wird, das Sintergut bei der Temperatur  $T_2$  für eine Zeit  $t_2$  mit  $5 \text{ min} \leq t_2 \leq 120 \text{ min}$ , insbesondere  $15 \text{ min} \leq t_2 \leq 50 \text{ min}$  gehalten wird, wobei gegebenenfalls das Sintergut anschließend auf eine Temperatur  $T_3$  mit  $T_3 > T_2$  zum oberflächlichen Schmelzen des Sinterguts erhitzt wird, und sodann von der Temperatur  $T_2$  bzw.  $T_3$  auf eine Temperatur unterhalb  $400^\circ\text{C}$  mit einer Abkühlrate  $R_3$  abgekühlt wird, die vorzugsweise zumindest zu Beginn des Abkühlens beträgt  $5 \text{ K/min} \leq R_3 \leq 100 \text{ K/min}$ .

13. Verfahren nach zumindest Anspruch 9, dadurch gekennzeichnet, dass das Sintergut (**46**) zum Sintern in einem die Vorrichtung umgebenden Sinterraum (**12**) von Zimmertemperatur auf eine Temperatur  $T_2$  mit  $1200^\circ\text{C} \leq T_2 \leq 1350^\circ\text{C}$  mit einer Heizrate  $R_2$  aufgeheizt wird, bei der Temperatur  $T_2$  über eine Zeit  $t_2$  mit  $5 \text{ min} \leq t_2 \leq 220 \text{ min}$ , insbesondere  $15 \text{ min} \leq t_2 \leq 60 \text{ min}$ , gehalten wird, wobei gegebenenfalls das Sintergut anschließend auf eine Temperatur  $T_3$  mit  $T_3 > T_2$  zum oberflächlichen Aufschmelzen des Sinterguts erhitzt wird, und sodann von der Temperatur  $T_2$  bzw.  $T_3$  auf eine Temperatur unterhalb  $400^\circ\text{C}$  mit einer Abkühlrate  $R_3$  abgekühlt wird, wobei die Abkühlrate  $R_3$  vorzugsweise anfänglich  $5 \text{ K/min} \leq R_3 \leq 100 \text{ K/min}$  beträgt.

14. Verfahren nach Anspruch 13, dadurch gekennzeichnet, dass die Heizrate  $R_2$  auf einen Wert mit  $5 \text{ K/min} \leq R_2 \leq 100 \text{ K/min}$ , insbesondere  $20 \text{ K/min} \leq R_2 \leq 80 \text{ K/min}$  eingestellt wird.

15. Verfahren nach zumindest Anspruch 12 oder 13, dadurch gekennzeichnet, dass zum Abkühlen oder während des Abkühlens des Sinterguts die Basisplatte mit der Schale, deren Verschlusselement und der Abdeckung aus dem Sinterraum zumindest bereichsweise, vorzugsweise vollständig entfernt wird.

Es folgen 2 Blatt Zeichnungen

Anhängende Zeichnungen

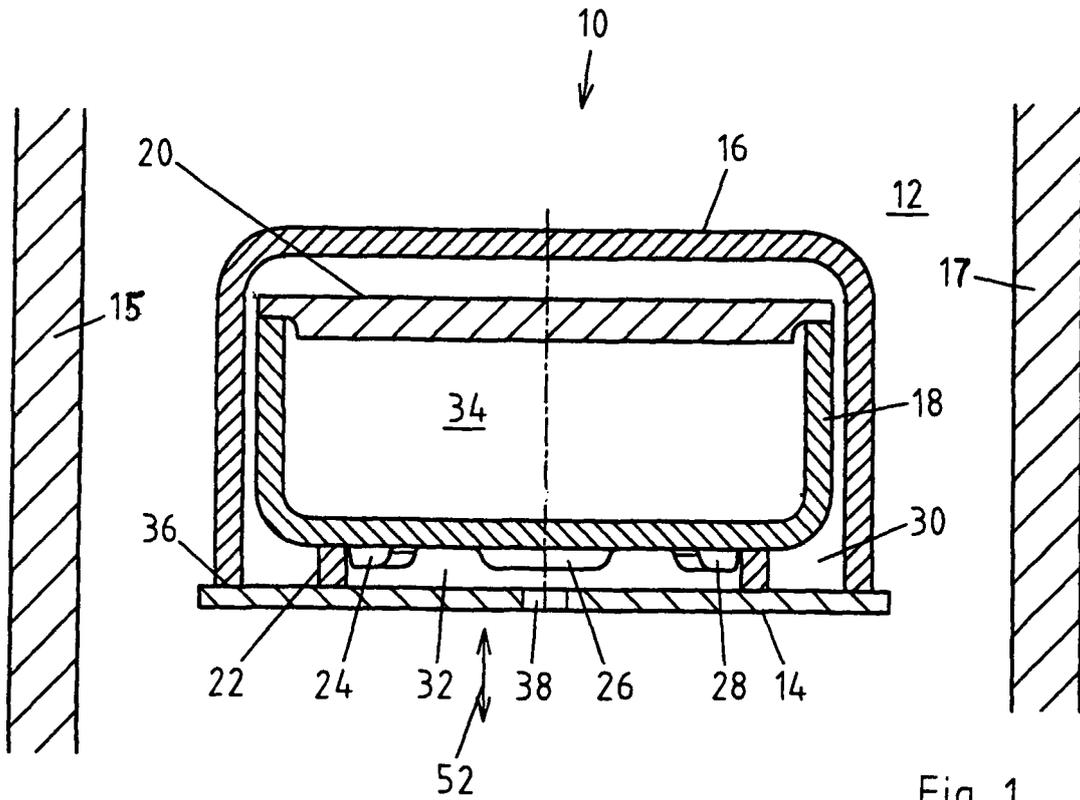


Fig. 1

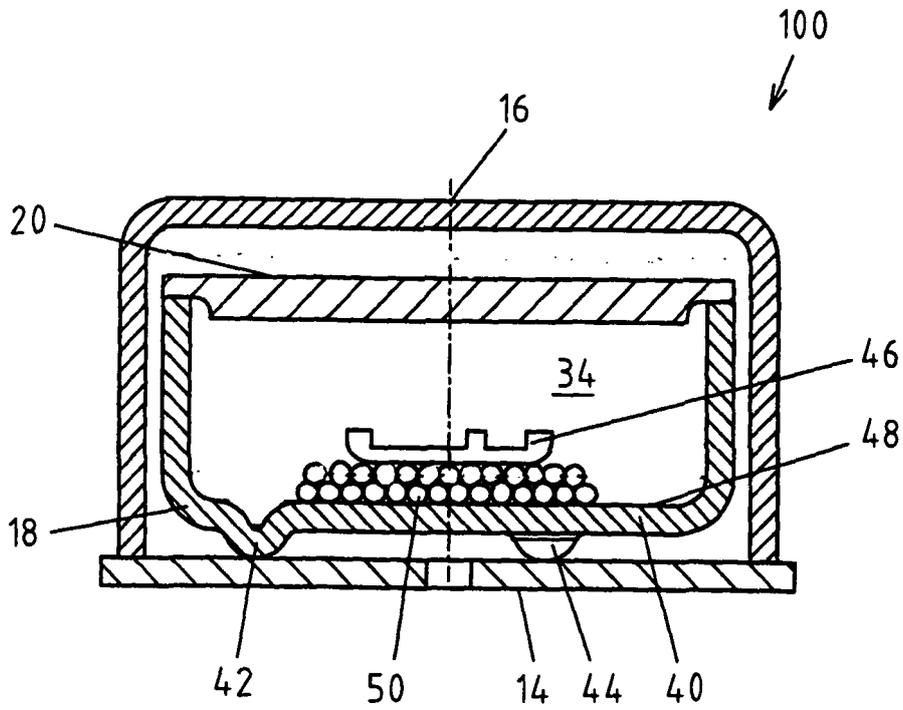


Fig. 2

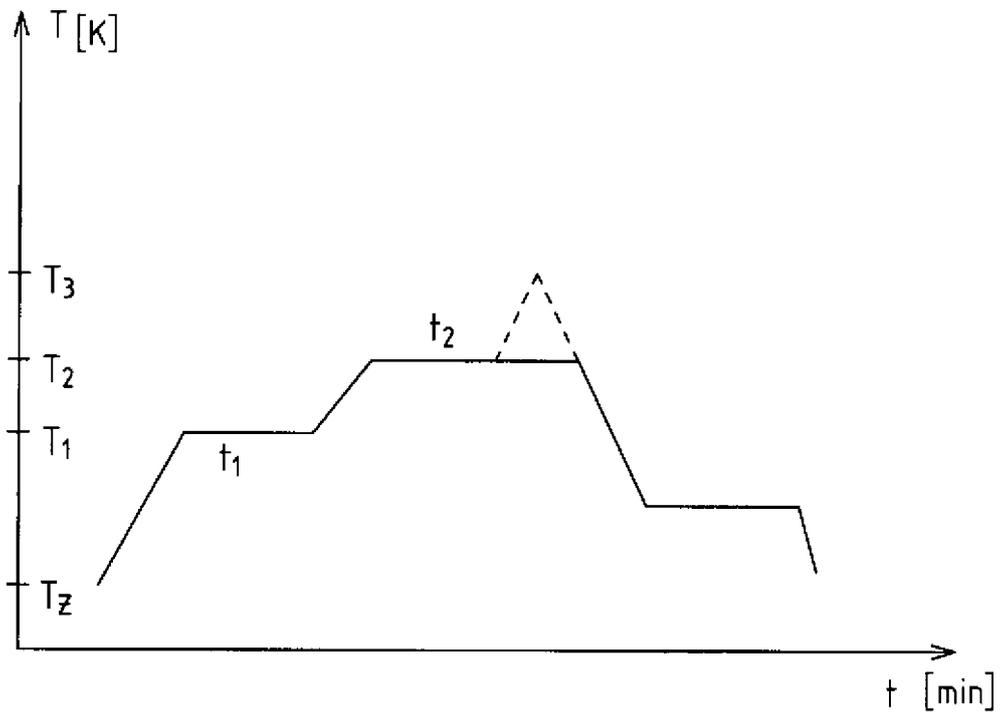


Fig. 3