



(19)  
**Bundesrepublik Deutschland**  
**Deutsches Patent- und Markenamt**

(10) **DE 10 2006 052 027 B4 2009.06.25**

(12)

## Patentschrift

(21) Aktenzeichen: **10 2006 052 027.0**

(22) Anmeldetag: **03.11.2006**

(43) Offenlegungstag: **08.05.2008**

(45) Veröffentlichungstag  
 der Patenterteilung: **25.06.2009**

(51) Int Cl.<sup>8</sup>: **C04B 35/64 (2006.01)**

**C04B 35/10 (2006.01)**

**C04B 35/48 (2006.01)**

**A61C 13/083 (2006.01)**

**A61C 5/08 (2006.01)**

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:

**Metoxit AG, Thayngen, CH**

(74) Vertreter:

**DTS München Patent- und Rechtsanwälte, 80538 München**

(72) Erfinder:

**Köbel, Stefan, Dr., Dachsen, CH; Weber, Wolfram, Dr., 78247 Hilzingen, DE**

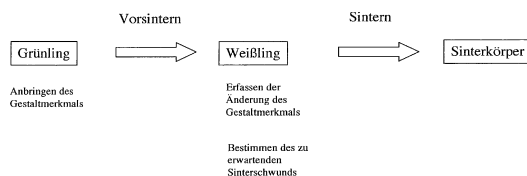
(56) Für die Beurteilung der Patentfähigkeit in Betracht gezogene Druckschriften:

**US 63 54 836 B1**

**EP 08 58 983 A2**

(54) Bezeichnung: **Verfahren zum Bestimmen des Sinterschwunds eines vorgesinterten Körpers und Bearbeitungsmaschine zur Bearbeitung von Weißlingen**

(57) Hauptanspruch: Verfahren zum Bestimmen des Sinterschwunds eines vorgesinterten Körpers, wobei ein Grünling mit mindestens einem Gestaltmerkmal (2; 5, 6, 7) versehen wird, der Grünling zu einem Weißling (1; 4) vorgesintert wird, die Veränderung der Gestaltmerkmale (2; 5, 6, 7) beim Vorsintern erfasst wird und unter Verwendung der erfassten Veränderung und auf Basis des zu erwartenden Gesamtschwunds durch Vorsintern und Sintern der zu erwartende Sinterschwund vom Weißling zum dichtgesinterten Bauteil bestimmt wird, wobei das mindestens eine Gestaltmerkmal (2; 5, 6, 7) nach dem Vorsintern in einer Bearbeitungsmaschine erfasst wird.



**Beschreibung**

**[0001]** Die Erfindung betrifft ein Verfahren zum Bestimmen des Sinterschwunds eines vorgesinterten Weißlings.

**[0002]** Es ist im Stand der Technik bekannt, Grünlinge zu einem Weißling vorzusintern, und diese später weiterzuverarbeiten. Die Weiterverarbeitung kann beispielsweise eine spanende Bearbeitung und/oder ein Sintern sein. Der Vorsintergrad ist nicht aus äußeren Merkmalen des Weißlings ersichtlich. Der Vorsintergrad hat einen erheblichen Einfluss auf die Schrumpfung des Weißlings beim Sintern. Daher ist es erforderlich, den Vorsintergrad zu bestimmen und den Weißling mit der Information über den Schwund beim Sintern zum gebrannten Bauteil zu versehen.

**[0003]** In der US 6,354,836 B1 wird beschrieben, wie keramische Pulver mit einem Binder versetzt werden, diese in Blöcke gepresst werden und Grünkörper hergestellt werden.

**[0004]** In der EP 0 858 9831 A2 wird ein Verfahren zur Herstellung eines langen, keramischen Körpers beschrieben.

**[0005]** In der WO 99/47065 A1 ist eine Erfindung beschrieben, die sich auf eine Methode und einen Rohling zum Herstellen von künstlichen Zahnkronen und/oder Zahnbrücken bezieht, die mindestens auf einen präparierten Stumpf passen.

**[0006]** Nachteilig hierbei ist jedoch, dass bei der Herstellung des künstlichen Zahnersatzes ein Vergrößerungsfaktor zum Ausgleich der Schrumpfung berücksichtigt werden muss, der aufwändig aus dem Raumgewicht des Weißlings und dem erreichbaren Raumgewicht des Sinterkörpers nach der Sinterung, berechnet wird. Daraus ergibt sich die Aufgabe, ein Verfahren zur Bestimmung des Vergrößerungsfaktors bereitzustellen, das schnell durchführbar ist.

**[0007]** Diese Aufgabe wird dadurch gelöst, dass ein Grünling mit mindestens einem Gestaltmerkmal versehen wird, der Grünling zu einem Weißling vorgesintert wird, eine Veränderung des Gestaltmerkmals beim Vorsintern erfasst wird und unter Verwendung der erfassten Veränderung der zu erwartende Sinterschwund bestimmt wird.

**[0008]** Als Grünling kann jeder keramische Körper verwendet werden, der in einem späteren Prozess zu einem Weißling vorgesintert wird. Vorzugsweise wird der Weißling in einem weiteren folgenden Prozessschritt zu einem Sinterkörper gesintert. Der Grünling besteht vorzugsweise aus Metall oder Keramik und besonders bevorzugt aus technischer Keramik. Der Grünling wird vorzugsweise durch Gießen, plastisches Formen und besonders bevorzugt durch Pres-

sen hergestellt.

**[0009]** Das Gestaltmerkmal kennzeichnet vorzugsweise eine Abmessung des Weißlings. Besonders bevorzugt ist es so ausgebildet, dass ein Messmittel zum Messen daran angelegt werden kann. Als Gestaltmerkmale werden vorzugsweise Rillen und Bohrungen, besonders bevorzugt geeignet ausgestaltete Flächen und Kanten eingesetzt.

**[0010]** Beim Vorsintern wird der Grünling verdichtet, aber noch nicht so weit verdichtet wie durch das Sintern. Dies wird vorzugsweise durch eine niedrigere Temperatur als beim Sintern erreicht. Nach dem Vorsintern wird der Weißling vorzugsweise mechanisch bearbeitet, bevor er fertig gesintert wird. Beim Vorsintern erfolgt eine Vorverdichtung und Vorschrumpfung des Grünlings.

**[0011]** Das Gestaltmerkmal kann manuell, beispielsweise mit einem Messschieber oder einer Bügelmessschraube erfasst werden. Vorzugsweise wird es automatisch, beispielsweise in einer Messmaschine, besonders bevorzugt in einer Bearbeitungsmaschine erfasst. Beim Erfassen wird vorzugsweise die Größe eines Gestaltmerkmals, besonders bevorzugt der Abstand zwischen zwei Gestaltmerkmalen erfasst.

**[0012]** Dadurch, dass der zu erwartende Sinterschwund bestimmt wird, kann auf einfache Art ein Vergrößerungsfaktor bestimmt werden. Mit diesem Vergrößerungsfaktor kann der Weißling so bearbeitet werden, dass die zu erwartende Schrumpfung berücksichtigt wird. Die Bearbeitung kann dadurch so angepasst werden, dass Bearbeitungen an dem Sinterkörper minimiert werden.

**[0013]** Zur Bestimmung des zu erwartenden Sinterschwunds wird die erfasste Dimensionsveränderung zwischen dem Zustand, den das Gestaltmerkmal im Grünling hat, und dem Zustand, den es im Weißling hat, in Relation zu der Änderung gesetzt, die das Gestaltmerkmal zwischen dem Zustand im Weißling und dem Zustand im Sinterkörper hat. Die Eigenschaften des Rohstoffs, die Herstellung des Grünlings und des Sinterkörpers werden so exakt eingestellt, dass die zu erwartende Schrumpfung vom Weißling zum Sinterkörper durch Vermessen der Gestaltmerkmale bestimmbar ist.

**[0014]** Das Gestaltmerkmal wird vorzugsweise vor dem mechanischen Bearbeiten des Weißlings erfasst. Dadurch kann die Schrumpfung beim Sintern besonders exakt bestimmt werden.

**[0015]** Besonders bevorzugt wird der Grünling durch Pressen mit dem Gestaltmerkmal versehen. Dadurch wird ein hohes Maß an Genauigkeit erzielt. Das Gestaltmerkmal kann bei einem Grünling, der

durch Pressen geformt wird, direkt beim Pressen des Grünlings eingebracht werden. Ein separater Fertigungsschritt ist nicht erforderlich. Das Werkzeug für das Gestaltmerkmal kann in das Presswerkzeug für das Pressen des Grünlings integriert werden.

**[0016]** Bevorzugt wird der Grünling durch spanende Bearbeitung mit dem Gestaltmerkmal versehen. Dadurch bestehen große Freiheiten bei der Wahl der Form und der Ausrichtung der Gestaltmerkmale am Grünling.

**[0017]** Als spanende Bearbeitungsverfahren werden bevorzugt Drehen, Fräsen, Schleifen und besonders bevorzugt Bohren eingesetzt. Dadurch, dass bei der Anwendung dieser Bearbeitungsverfahren viele Freiheiten bei der Ausgestaltung der Gestaltmerkmale bestehen, können diese an besonders geeigneten Stellen platziert werden. Die Gestaltmerkmale können beispielsweise an Stellen vorgesehen werden, an denen eine besonders große Massenanhäufung vorliegt. Wenn in bestimmten Richtungen unterschiedliche Schrumpfungen erwartet werden, werden die Gestaltmerkmale vorzugsweise so ausgerichtet, dass die zu erfassenden Abmessungen in diese Richtungen zeigen.

**[0018]** Erfindungsgemäß wird das Gestaltmerkmal nach dem Vorsintern in einer Bearbeitungsmaschine erfasst. Dadurch kann das Zuführen der Weißlinge zu einer Messmaschine oder zu einem Platz, an dem Gestaltmerkmale manuell erfasst werden, eingespart werden. Außerdem befinden sich die erfassten Werte auf diese Weise direkt an der Maschine, an der sie benötigt werden. Weiterhin entfällt die Notwendigkeit, den verschiedenen vorgesinterten Weißlingen erfasste Werte zuzuordnen, da die Bearbeitungsmaschine aufgrund der erfassten Werte sofort das Bearbeitungsprogramm anpassen und umsetzen kann. Es ist auch möglich, das Gestaltmerkmal in der Bearbeitungsmaschine manuell zu erfassen und die Bearbeitungen manuell anzupassen. So wird beim Bestimmen des Schrumpfungsfaktors und bei der Anpassung der Bearbeitungen eine hohe Flexibilität erreicht.

**[0019]** Als Bearbeitungsmaschine kann jede Maschine eingesetzt werden, die Weißlinge bearbeiten kann. Vorzugsweise werden hier CAD/CAM-Bearbeitungsmaschinen eingesetzt. Besonders bevorzugt werden CAD/CAM-Fräs- und Schleifbearbeitungsmaschinen eingesetzt. Dadurch können komplizierte Geometrien zuverlässig erzeugt werden. Außerdem kann der voraus berechnete Schwund des Bauteils beim Sintern des Weißlings so bei der Bearbeitung auf einfache Weise berücksichtigt werden.

**[0020]** Bevorzugt wird der Abstand zweier Gestaltmerkmale voneinander erfasst und mit dem erfassten Ergebnis die zu erwartende Schrumpfung beim Sin-

tern bestimmt. Dadurch ist es möglich, den Grünling in großen Bereichen frei zu gestalten, ohne dass Gestaltmerkmale eingebracht werden müssen und trotzdem Werte einer vergleichsweise langen Strecke zu erfassen.

**[0021]** Vorzugsweise werden in den Grünling zwei voneinander beabstandete Bohrungen eingebracht. Diese werden als Durchgangsbohrungen, vorzugsweise als Sackbohrungen ausgeführt. Nach dem Vorsintern kann der Abstand zwischen den beiden Bohrungen erfasst werden. Bevorzugt werden auch zwei Rillen in den Grünling eingebracht. Zum Erfassen des Abstands der beiden Rillen nach dem Vorsintern können Messwerkzeuge eingesetzt werden, die weniger filigran ausgeführt sind als Messwerkzeuge zum Erfassen von Bohrungen. Das Einbringen von Bohrungen in den Grünling stellt eine besonders einfache Art, Gestaltmerkmale an dem Grünling vorzusehen, dar. Außerdem wird so ein großer Teil der Oberfläche des Grünlings von Gestaltmerkmalen freigehalten. Dadurch kann ein Körper, der beim Vorsintern und Sintern in verschiedenen Richtungen unterschiedlich schrumpfen wird, so bearbeitet werden, dass in unterschiedlichen Richtungen unterschiedliche Schrumpfungsgrade berücksichtigt werden. Die Bearbeitungen des Weißlings können so besonders exakt an die Schrumpfung angepasst werden.

**[0022]** Unterschiedlicher Schrumpf in verschiedene Richtungen können beispielsweise durch die Form oder die Herstellung des Körpers bedingt sein.

**[0023]** Vorzugsweise werden dann mindestens zwei Gestaltmerkmale in den Grünling eingebracht, der Grünling wird vorgesintert, die Gestaltmerkmale werden nach dem Vorsintern erfasst, und aus dem erfassten Ergebnis wird die Schrumpfung des Körpers berechnet. So kann die Bearbeitung des Weißlings an eine unterschiedlich starke Schrumpfung in verschiedene Raumrichtungen angepasst werden.

**[0024]** Besonders bevorzugt werden mehrere Gestaltmerkmale in den Grünling eingebracht, diese werden nach dem Vorsintern erfasst und aus den erfassten Werten wird ein Mittelwert für die zu erwartende Schrumpfung bestimmt. Dadurch wird eine unterschiedliche Schrumpfung in verschiedenen Bereichen des Körpers berücksichtigt. Außerdem werden die Bearbeitungsdaten auf einfache Weise an die unterschiedlichen Schrumpfungen angepasst. Alle Bearbeitungsmaße für die Bearbeitung des Weißlings werden mit dem gleichen Vergrößerungsfaktor bestimmt.

**[0025]** Zur Mittelwertbildung können Verfahren angewendet werden, die einen Durchschnitt verschiedener Zahlenwerte bilden. Vorzugsweise wird das arithmetische Mittel, besonders bevorzugt das gewichtete arithmetische Mittel gebildet. Bei der Ver-

wendung des arithmetischen Mittels werden die erfassten Werte addiert und durch die Anzahl der erfassten Werte geteilt. Beim gewichteten arithmetischen Mittel werden die einzelnen erfassten Werte nach Häufigkeit und Bedeutung gewichtet.

**[0026]** Vorzugsweise ist das Gestaltmerkmal eine Aussparung. So kann das Gestaltmerkmal einfach durch spanende Bearbeitung in den Grünling eingebracht werden.

**[0027]** Vorzugsweise besteht der Grünling aus keramischem Material, insbesondere Zirkoniumoxid und/oder Aluminiumoxid.

**[0028]** Bevorzugt wird teilstabilisiertes Zirkoniumoxid eingesetzt. Dadurch wird ein besonders fester und zäher Sinterkörper gefertigt. Besonders bevorzugt wird polykristallines, tetragonales Zirkoniumoxid eingesetzt. Dadurch kann ein extrem feines Gefüge erzeugt werden, wodurch eine sehr hohe mechanische Festigkeit des Sinterkörpers erreicht wird.

**[0029]** Besonders bevorzugt ist der Weißling zur Weiterverarbeitung zu einem Bauteil bestimmt, das im medizinischen Bereich, insbesondere im Dentalbereich einsetzbar ist.

**[0030]** Im medizinischen Bereich, insbesondere im Dentalbereich, sind hohe Genauigkeiten erforderlich. Die zu fertigenden Formen sind oft sehr komplex. Die Verwendung von Bauteilen, deren zu erwartender Sinterschwund vorausberechnet worden ist, ist daher hier sehr verbreitet. Dadurch kann ein Großteil oder die gesamte Bearbeitung schon am Weißling vorgenommen werden und es können trotzdem hohe Genauigkeiten erzielt werden. Eine einfache Methode zur Bestimmung des zu erwartenden Sinterschwundes ist hier besonders zweckdienlich.

**[0031]** Im Folgenden wird die vorliegende Erfindung unter Bezugnahme auf die beigefügten Figuren beispielhaft beschrieben.

**[0032]** Es zeigen:

**[0033]** [Fig. 1](#) eine schematische Darstellung eines erfindungsgemäßen Verfahrens;

**[0034]** [Fig. 2](#) eine perspektivische Ansicht eines erfindungsgemäßen Weißlings in einer ersten Ausführungsform und

**[0035]** [Fig. 3](#) eine perspektivische Ansicht einer weiteren Ausführungsform eines erfindungsgemäßen Weißlings.

**[0036]** [Fig. 1](#) zeigt eine schematische Darstellung eines erfindungsgemäßen Verfahrens. In einem ersten Fertigungsschritt wird durch Pressen aus einem

Granulat ein Grünling mit definierter Dichte gefertigt. Der Grünling weist als Gestaltmerkmal einen Vorsprung auf. Die Position bzw. die Länge oder Dicke des Vorsprungs wird mit einer Bügelmessschraube kontrolliert.

**[0037]** Danach wird der Grünling bekannter Dichte zu einem Weißling vorgesintert. In Korrelation zum Grad des Sinterschwunds beim Vorsintern verändert sich die Position bzw. die Länge oder Dicke des Vorsprungs. Der Vorsintergrad des Weißlings wird also durch das Gestaltmerkmal charakterisiert.

**[0038]** Der Weißling wird dann in eine CAD-CAM-Bearbeitungsmaschine eingespannt. Ein Sensor in der CAD-CAM-Bearbeitungsmaschine erfasst die Position bzw. die Länge oder Dicke des Vorsprungs. Mit der Geometrie der Gestaltmerkmale vor dem Vorsintern an dem Grünling definierter Dichte und nach dem Vorsintern an dem Weißling wird der zu erwartende Sinterschwund beim Sintern zu einem Sinterkörper definierter Dichte bestimmt. Dies geschieht auf Basis der Korrelation der Geometrieänderungen des Vorsprungs zur Dichteänderung des Körpers und auf Basis des zu erwartenden Gesamtschwunds durch Vorsintern und Sintern. Aufgrund des zu erwartenden Sinterschwundes wird für die Bearbeitung des Weißlings ein Vergrößerungsfaktor berechnet. Anschließend wird der Grünkörper in der CAD-CAM-Bearbeitungsmaschine anhand der CAD-Daten mit Hilfe des Vergrößerungsfaktors zu einem vergrößerten Weißling, z. B. einem Brückengerüst, gefräst.

**[0039]** Nach der Bearbeitung wird der Weißling zu einem Sinterkörper bzw. einer dichten Keramik oder dem Brückengerüst gebrannt. Anschließend wird das Brückengerüst verblendet. Die Verblendung wird wie eine Emaillierung aufgebracht und aufgebrannt. Mit der Verblendung wird die Farbe des individuellen Zahns des Patienten nachgeahmt. Außerdem entsprechen die Eigenschaften der Verblendung eher dem natürlichen Schmelz, so dass eine übermäßige Abnutzung des gegenüberliegenden natürlichen Zahns vermieden wird.

**[0040]** Für die passgenaue Herstellung von keramischen Gerüsten aus porösem Zirkonoxid ist die Homogenität der verwendeten Rohlinge sowie die genaue Kenntnis des Sinterschwunds des Rohlings entscheidend. Die Homogenität der Rohlinge wird durch große Sorgfalt der Produzenten gewährleistet. Die Angabe des Sinterschwunds wird durch das Versehen der Grünlinge mit Gestaltmerkmalen erreicht, die sich durch das Vorsintern verändern.

**[0041]** Von den Prozessen bzw. Prozessschritten, die Einfluss auf die Präzision des Gesamtprozesses, der aus der Granulatherstellung, dem Pressen, dem Vorsintern, der CAD/CAM-Bearbeitung und dem Sin-

tern besteht, haben, entsteht der größte Fehler durch das Vorsintern bzw. das Brennen zum porösen Rohling. Das Brennen zum porösen Rohling bestimmt praktisch ausschließlich die Ungenauigkeit des Schwundes. Die anderen Prozessschritte können sehr genau durchgeführt oder kontrolliert werden. Die Eigenschaften des Granulats können sehr genau, das Pressen und die optionale Grünbearbeitung sehr exakt gesteuert werden. Die Dichte des Grünlings vor dem Vorsintern und die Dichte des Sinterkörpers nach dem Sintern sind beide sehr präzise kontrollierbar. Beim Brand des dentalen Gerüsts wird zuverlässig eine immer gleiche Dichte erreicht. Die Dichte nach dem Vorsintern schwankt. Diese Schwankungen werden durch den Rohstoff und/oder den Vorsinterprozess verursacht. Die gesamte Schwindung vom Grünling bzw. Pressling zum Sinterkörper bzw. zur dichten Keramik ist hier immer gleich. Das Vorsintern bestimmt den Schwund bzw. die Schrumpfwerte vom Weißling zum Sinterkörper bzw. CAD-CAM Block und vom mechanisch bearbeiteten Weißling bzw. von der Fräs- und/oder Schleifarbeit zum Sinterkörper bzw. gesinterten Gerüst. Für die Präzision des Systems ist der Vorsintergrad des Rohlings entscheidend. Der Vorsintergrad wird durch die in den Grünling eingebrachten Gestaltmerkmale charakterisiert. Dadurch, dass eine Bearbeitungsmaschine anhand der Gestaltmerkmale den Vorsintergrad ermitteln kann, entfällt das Erfordernis, dem Rohling einen Vergrößerungsfaktor mitzugeben.

**[0042]** Fig. 2 zeigt eine perspektivische Ansicht eines erfindungsgemäßen Weißlings 1 in einer ersten Ausführungsform. Der Weißling 1 ist zylindrisch. Als Gestaltmerkmale sind zwei umlaufende Nuten 2 in den Weißling 1 gedreht worden. Die beiden Nuten 2 sind zu den kreisförmigen Flächen 3 des Zylinders benachbart angeordnet.

**[0043]** Dieser Weißling 1 wird in einer CAD-CAM-Maschine zu einem vergrößerten Kronengerüst gefräst und/oder geschliffen. Vor der mechanischen Bearbeitung wird in der CAD-CAM-Maschine der Abstand der Nuten 2 voneinander gemessen. Aus dem Messergebnis und dem Abstand der beiden Nuten 2 vor dem Vorsintern wird die Schrumpfung beim Vorsintern und daraus die zu erwartende Schrumpfung beim Sintern berechnet. Die Nuten 2 werden bei allen Weißlingen 1 dieser Ausführungsform gleich gefertigt, so dass der Abstand vor dem Vorsintern immer gleich ist. Das Abstandsmaß vor dem Vorsintern kann daher fest in die Maschine eingegeben werden. Aus den Abstandsmaßen vor und nach dem Vorsintern wird dann die lineare Längenänderung und daraus der Vergrößerungsfaktor für die Bearbeitung des Weißlings berechnet.

**[0044]** Dadurch, dass die Nuten 2 voneinander relativ weit beabstandet sind, wird bei der Messung des Abstands die Schrumpfung des Weißlings 1 in einem

vergleichsweise großen Bereich berücksichtigt und gemittelt. So kann die zu erwartende Schrumpfung beim Sintern mit hoher Genauigkeit bestimmt werden.

**[0045]** Dadurch, dass die Nuten 2 umlaufend sind, kann der Abstand der beiden Nuten 2 z. B. von einer CAD-CAM-Maschine, welche auch die Bearbeitung des Rohlings vornimmt, an vielen verschiedenen Stellen gemessen werden. Aus den einzelnen Messergebnissen kann dann der Mittelwert gebildet werden, so dass Messungenauigkeiten ausgeglichen werden können.

**[0046]** Fig. 3 zeigt eine perspektivische Ansicht einer weiteren Ausführungsform eines erfindungsgemäßen Weißlings 4. Der erfindungsgemäße Weißling 4 ist hier als quaderförmiger Block 4 ausgebildet. Auf einer Seite des Blocks 4 sind als Gestaltmerkmale drei Vertiefungen 5, 6, 7 in den Quader 4 eingebracht.

**[0047]** Vor der Bearbeitung des Weißlings 4 wird der zu erwartende Sinterschwund berechnet. Dazu wird beim Anwender und Verarbeiter des Weißlings in einer separaten Maschine der Abstand zwischen den Vertiefungen 5, 6, 7 gemessen und aus dem Vergleich dieses Messwertes mit dem der Maschine bekannten Abstand, den die Vertiefungen 5, 6, 7 vor dem Vorsintern hatten, der Vorsintergrad bestimmt. Aus dem Vorsintergrad wird dann der zu erwartende Sinterschwund berechnet.

**[0048]** Nach dem Sintern des Weißlings 4 liegt ein Inlay vor, das in allen Bereichen besonders maßhaltig ist.

**[0049]** Die Gestaltmerkmale werden hier zusätzlich dazu verwendet, den Block zu identifizieren. Mit den Gestaltmerkmalen wird der Maschine mitgeteilt, welche Größe der Block hat und aus welchem Material dieser hergestellt ist. Außerdem stellen die Gestaltmerkmale Referenzpunkte dar. Diese Referenzpunkte werden vom Sensor der Maschine erkannt. Dies ist besonders dann hilfreich, wenn der Block während der Bearbeitung umgespannt werden muss.

#### Bezugszeichenliste

- |   |                      |
|---|----------------------|
| 1 | Weißling             |
| 2 | Nut                  |
| 3 | Kreisförmige Flächen |
| 4 | Quaderförmiger Block |
| 5 | Mittlere Vertiefung  |
| 6 | Äußere Vertiefung    |
| 7 | Äußere Vertiefung    |

#### Patentansprüche

1. Verfahren zum Bestimmen des Sinterschwunds eines vorgesinterten Körpers, wobei ein

Grünling mit mindestens einem Gestaltmerkmal (2; 5, 6, 7) versehen wird, der Grünling zu einem Weißling (1; 4) vorgesintert wird, die Veränderung der Gestaltmerkmale (2; 5, 6, 7) beim Vorsintern erfasst wird und unter Verwendung der erfassten Veränderung und auf Basis des zu erwartenden Gesamtschwunds durch Vorsintern und Sintern der zu erwartende Sinterschwund vom Weißling zum dichtgesinterten Bauteil bestimmt wird, wobei das mindestens ein Gestaltmerkmal (2; 5, 6, 7) nach dem Vorsintern in einer Bearbeitungsmaschine erfasst wird.

2. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass der Grünling durch Pressen mit dem Gestaltmerkmal (2; 5, 6, 7) versehen wird.

3. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass der Grünling durch spanende Bearbeitung mit dem Gestaltmerkmal (2; 5, 6, 7) versehen wird.

4. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass der Abstand zweier Gestaltmerkmale (2; 5, 6, 7) voneinander erfasst wird und mit dem erfassten Ergebnis und auf Basis des zu erwartenden Gesamtschwunds durch Vorsintern und Sintern die zu erwartende Schrumpfung beim Sintern bestimmt wird.

5. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass mindestens zwei Gestaltmerkmale (2; 5, 6, 7) in den Grünling eingebracht werden, der Grünling vorgesintert wird, die Gestaltmerkmale (2; 5, 6, 7) nach dem Vorsintern erfasst werden, und aus dem erfassten Ergebnis die Schrumpfung des Körpers (4) in verschiedenen Richtungen des Körpers (4) berechnet wird.

6. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass mehrere Gestaltmerkmale (2; 5, 6, 7) in den Grünling eingebracht werden, diese nach dem Vorsintern erfasst werden und aus den erfassten Ergebnissen ein Mittelwert für die zu erwartende Schrumpfung bestimmt wird.

7. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass das Gestaltmerkmal (2; 5, 6, 7) eine Aussparung ist.

8. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass das Gestaltmerkmal (2; 5, 6, 7) eine Ausbuchtung ist.

9. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass der Weißling (1; 4) aus keramischem Material, insbesondere Zirkoniumoxid und/oder Aluminiumoxid besteht.

10. Bearbeitungsmaschine zur Bearbeitung von Weißlingen (1; 4) umfassend eine Einrichtung zur Erfassung von mindestens einem Gestaltmerkmal (2; 5, 6, 7) des Weißlings (1; 4) und eine Einrichtung zur Bestimmung des Schrumpfungsfaktors des Weißlings (1; 4) und eine Einrichtung zur Berücksichtigung des Schrumpfungsfaktors bei der Bearbeitung des Weißlings (1; 4).

11. Bearbeitungsmaschine nach Anspruch 10, wobei die Bearbeitungsmaschine eine CAD/CAM-Bearbeitungsmaschine ist.

12. Bearbeitungsmaschine nach einem der Ansprüche 10 oder 11, wobei die Bearbeitungsmaschine eine CAD/CAM-Fräs- und Schleifbearbeitungsmaschine ist.

13. Bearbeitungsmaschine nach einem der Ansprüche 10 bis 12, wobei weiterhin eine Einrichtung zur Berechnung eines Vergrößerungsfaktors für die Bearbeitung des Weißlings (1; 4) entsprechend des zu erwartenden Sinterschwundes vorgesehen ist.

14. Bearbeitungsmaschine nach einem der Ansprüche 10 bis 13, wobei die Einrichtung zur Erfassung von mindestens einem Gestaltmerkmal (2; 5, 6, 7) des Weißlings (1; 4) einen Sensor umfasst, der eingerichtet ist, die Position und/oder Länge des Gestaltmerkmals (2; 5, 6, 7) zu erfassen.

Es folgen 2 Blatt Zeichnungen

Anhängende Zeichnungen

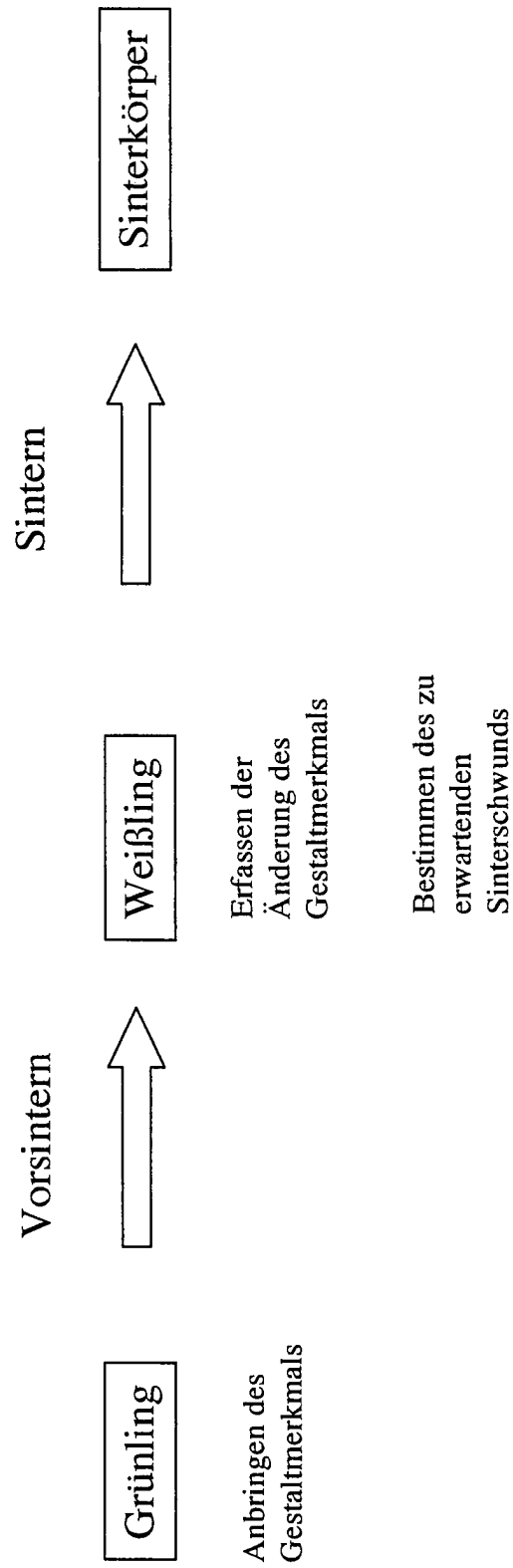


Fig. 1

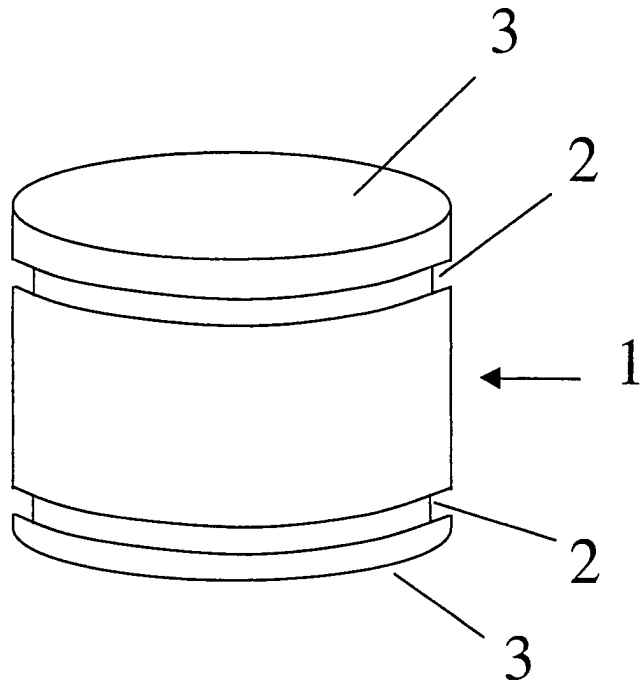


Fig. 2

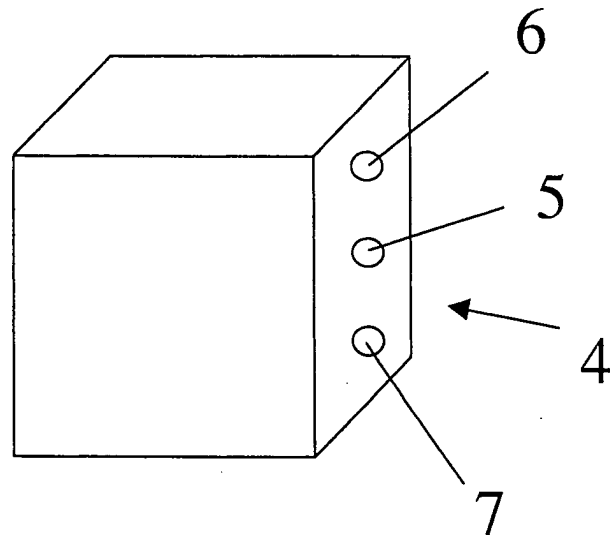


Fig. 3