

19



LE GOUVERNEMENT
DU GRAND-DUCHÉ DE LUXEMBOURG
Ministère de l'Économie

11

N° de publication :

LU102180

12

BREVET D'INVENTION**B1**

21

N° de dépôt: LU102180

51

Int. Cl.:

A61C 8/00, A61C 13/00

22

Date de dépôt: 03/01/2020

30

Priorité:

19/11/2019 CN 201911199244.6

43

Date de mise à disposition du public: 19/05/2021

47

Date de délivrance: 19/05/2021

73

Titulaire(s):

Foshan Angels Biotechnology Co., Ltd. –
528000 Foshan City, Guangdong (Chine)

72

Inventeur(s):

ZHANG Xiao – 528000 Foshan City,
Guangdong (Chine), GAO Zhiwei – 528000 Foshan City,
Guangdong (Chine), CHEN Xianshuai – 528000 Foshan
City, Guangdong (Chine)

74

Mandataire(s):

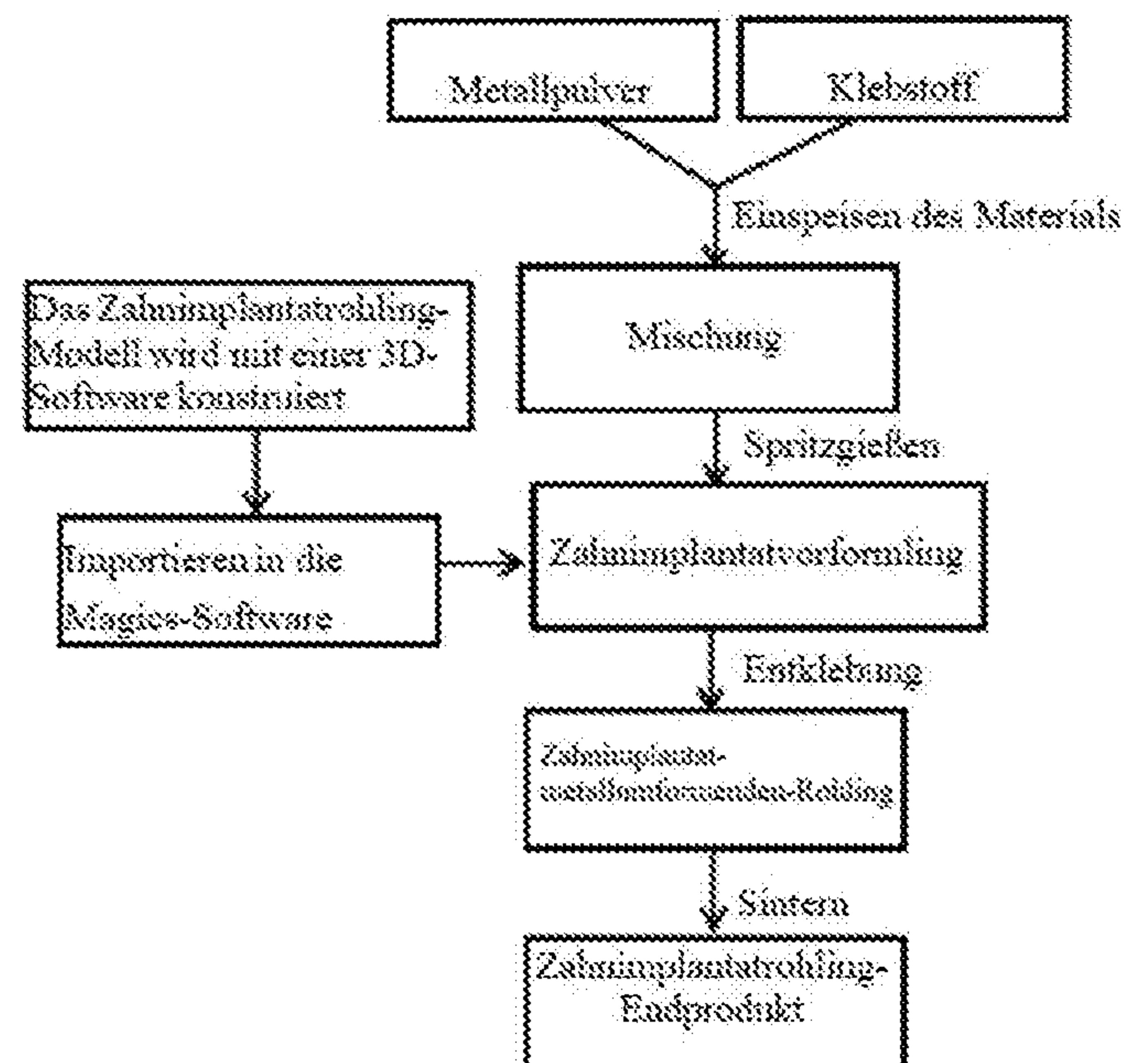
BUREAU M.F.J. BOCKSTAEL N.V. –
2000 ANTWERPEN (Belgique)

54

Verfahren zur Herstellung eines Zahnimplantatrohlings.

57

Die vorliegende Erfindung offenbart ein Verfahren zur Herstellung eines Zahnimplantatrohlings, das die folgenden Verfahrensschritte umfasst: 1) Ein Zahnimplantatrohling-Modell wird mit einer SD-Software konstruiert; 2) Das STL-Format-Dokument wird in eine Magics-Software importiert, um ein Zahnimplantatrohling-STL-Modell zu erhalten; 3) Ein Metallpulver in 60 bis 70% Gewichtsprozent der Rohmaterialien und ein Bindemittel in 30 bis 40% Gewichtsprozent der Rohmaterialien werden gleichmäßig gemischt, um eine Mischung zu erhalten; 4) Ein Zahnimplantatvorformling wird mittels eines Metallspritzgießverfahrens auf Grundlage eines Zahnimplantatrohling-STL-Modells erhalten, und dann der Klebstoff entfernt wird, um einen Zahnimplantatmetallumformenden-Rohling zu erhalten; 5) Durch ein Hochtemperaturesintern wird ein Zahnimplantatrohling-Endprodukt erhalten. Die vorliegende Erfindung stellt ein Zahnimplantatrohling-Endprodukt mit hoher Genauigkeit und hoher Dichte durch die Einführung eines Metallspritzgießverfahrens her, wobei es die relativ komplexe Oberflächenmikrostruktur des Zahnimplantats einmalig formen kann und sekundäre Bearbeitungsprozesse vermeiden können.



Verfahren zur Herstellung eines Zahnimplantatrohlings

TECHNISCHES GEBIET

5 Die vorliegende Erfindung betrifft das Gebiet der Zahnimplantate, insbesondere ein Verfahren zur Herstellung eines Zahnimplantatrohlings.

STAND DER TECHNIK

10 Die Implantatrestauration ist derzeit die beste Restaurationsmethode, da sie die Ästhetik und die Kaufunktion von Patienten mit fehlenden Zähnen wiederherstellen kann. Die meisten vorhandenen Zahnimplantate werden maschinell bearbeitet und geformt, wobei bei einem Zahnimplantat mit einer komplizierten porösen Struktur die konventionelle maschinelle Bearbeitung jedoch keine Herstellung für dessen komplizierte Struktur realisieren kann. Darüber hinaus sind der Elastizitätsmodul und die Streckgrenze von
15 soliden maschinell bearbeiteten Zahnimplantaten viel größer als die des Knochengewebes, und es treten leicht Spannungsabschirmungseffekte auf, wodurch die Regeneration des Knochengewebes beeinträchtigt wird, die Knochenverbindung nicht fördert wird und letztendlich die Stabilität und Lebensdauer des Implantats beeinträchtigt werden.

20 Mit der Entwicklung der 3D-Drucktechnik (Selection Laser Meloding Technologie: SLM) wurden Zahnimplantate durch 3D-Druckverfahren hergestellt, um das Problem der Spannungsabschirmung zu lösen. Jedoch ist die Herstellung von Zahnimplantaten mit einer komplizierten Struktur durch 3D-Druck mit einer bestimmten Beschränkung in der Bearbeitungsgenauigkeit verbunden, wodurch die Möglichkeit des Auftretens von Defekten bei der Bearbeitung besteht, wobei es an den feinen Strukturen zu
25 Spannungskonzentration kommt, die schließlich dazu führt, dass die mechanische Festigkeit des Zahnimplantat-Endprodukts nicht dem Standard entspricht. Zum Beispiel müssen, wenn ein Implantat mit poröser Struktur unter Verwendung einer 3D-Drucktechnik hergestellt wird, der Porendurchmesser und die Dicke der porösen Struktur 0,5mm oder mehr betragen. Außerdem ist die Maßgenauigkeit nach dem Druckformen nicht hoch, und ein Fehler von 0,025-0,05mm liegt vor, und wobei die
30 Oberflächenrauigkeit des Druckbauteils nur noch Ra 10-30 µm erreichen kann, wobei die Schleif-und Polierarbeit, die an dem Druckbauteil vorgenommen wird, nachdem dieses gedruckt wurde, stark erhöht wird, was sich auch auf die Maßgenauigkeit des Druckbauteils auswirkt. Die Festigkeit und Ermüdungsbeständigkeit des Druckbauteils nach dem Formen niedrig sind, wobei die Verarbeitungsfehler und
35 Spannungskonzentrationen auftreten können, wodurch der Ablauf der Bindung des Druckbauteils an den Knochen beeinträchtigt wird.

INHALT DER VORLIEGENDEN ERFINDUNG

40 Die vorliegende Erfindung zielt darauf ab, ein Verfahren zur Herstellung eines Zahnimplantatrohlings gemäß dem oben genannten Mangel des Standes der Technik

anzugeben, wobei das Herstellungsverfahren zur Herstellung eines Zahnimplantats mit einer komplizierten Struktur geeignet ist und die Mindestgröße und -dicke des Endprodukts nur 0,2 mm betragen kann und gleichzeitig eine hohe Kompaktheit, hohe Festigkeit und eine hohe Zähigkeit hat.

Die durch die vorliegende Erfindung verwendete technische Lösung ist: ein Verfahren zur Herstellung eines Zahnimplantatrohlings umfasst die folgenden Verfahrensschritte:

1) Ein Zahnimplantatrohling-Modell wird mit einer 3D-Software konstruiert, um ein STL-Format-Dokument zu erhalten;

2) Das STL-Format-Dokument wird in eine Magics-Software importiert, wobei die Strukturart des Zahnimplantats und die Feinstrukturparameter entworfen und ausgegeben werden, um ein Zahnimplantatrohling-STL-Modell zu erhalten;

3) Ein Metallpulver in 60 bis 70% Gewichtsprozent der Rohmaterialien und ein Bindemittel in 30 bis 40% Gewichtsprozent der Rohmaterialien werden gleichmäßig gemischt, um eine Mischung zu erhalten;

4) Gemäß dem Zahnimplantatrohling-STL-Modell aus Schritt 2), wird die aus Schritt 3) erhaltene Mischung in eine Zuführmaschine eingespeist, wobei ein Zahnimplantatvorformling mittels eines Metallspritzgießverfahrens erhalten wird, wobei dann der Klebstoff entfernt wird, um einen Zahnimplantat-metallumformenden-Rohling zu erhalten;

5) Der aus Schritt 4) erhaltene Zahnimplantat-metallumformenden-Rohling wird einem Hochtemperatursintern unterzogen, wobei nach einer Wärmekonservierung ein Zahnimplantatrohling-Endprodukt erhalten wird.

Die Oberfläche eines bestehenden Zahnimplantats weist im Allgemeinen eine relativ komplexe Mikrostruktur auf, wie zum Beispiel eine poröse Struktur mit Mikrorillen, wobei die Mikrostruktur eine wirksame Erhöhung der Selbstschneidenden Fähigkeit des gesamten Zahnimplantats und eine Erhöhung der Kontaktfläche mit dem Alveolarknochen ermöglicht, wodurch der Knochenverbindungsprozess effizient beschleunigt wird. Mit der kontinuierlichen Verbesserung der Metall-Spritzgusstechnik wurde der Versuch allmählich unternommen, in Bereichen der Maschinenbauweise, der medizinischen Maschinen und dergleichen eingesetzt zu werden. Die Metallspritzgusstechnologie stellt jedoch extrem hohe Anforderungen an die Anpassungsfähigkeit wichtiger Prozessparameter und Materialien, wobei beispielsweise die spezielle Beschränkung des verwendeten Spritzgussmaterials und die genaue Steuerung der Erwärmungstemperatur einen wesentlichen Einfluss auf die jeweiligen Eigenschaften der durch den Metall-Spritzguss erhaltenen Endprodukte haben.

Insbesondere ermöglicht die Begrenzung der Zugabemenge von Metallpulver und Bindemittel im Schritt 3) der Erfindung, dass das Metallpulver in der Mischung gleichmäßig mit Bindemittel beschichtet und zu Granulat geformt wird, wodurch ein effektives Entfernen des Bindemittels und eine gute Sinterschrumpfung bei der anschließenden Verarbeitung gewährleistet werden. Als eine weitere Verbesserung der oben genannten Lösung, beträgt die Erwärmungstemperatur des in Schritt 4) der vorliegenden Erfindung beschriebenen Metallspritzgießverfahrens 300-600 °C, was bei der Entfernung von 98% des Bindemittels in dem Zahnimplantat-metallumformenden-Rohling wirksam ist.

Die vorliegende Erfindung verwendet das Metallspritzgießverfahren, anstatt der bestehenden 3D-Drucktechnik, um solche Zahnimplantate mit einer relativ komplexen Mikrostruktur auf der Oberfläche zu verarbeiten, wobei durch ein einziges Ausformen ein Zahnimplantatrohling-Endprodukt erhalten wird, und wobei die minimale Dicke der Produktgröße bis zu 0,2mm beträgt, wobei der Produkt eine Maßgenauigkeit von $\pm 0,1-0,3\%$ und eine Oberflächenrauigkeit von $Ra\ 0,8-1,6\ \mu m$ und eine relative Dichte von 95-99% aufweist, wobei seine mechanischen Eigenschaften, wie Festigkeit, Härte, Dehnung und dergleichen besser als diese bei dem aus 3D-Druck erhaltenen Endprodukt sind, während sekundäre Verarbeitung vermieden werden kann.

Als eine weitere Verbesserung der oben genannten Lösung, beträgt die Sintertemperatur des in Schritt 5) beschriebenen Hochtemperaturesinterns 1100-1400 °C, was ein vollständiges Entfernen des Bindemittels in dem Zahnimplantat-metallumformenden-Rohling ermöglicht.

Als eine weitere Verbesserung der oben genannten Lösung, beträgt die Wärmekonservierungszeit der in Schritt 5) beschriebenen Wärmekonservierung 3-4h, was vorteilhaft für die Verbesserung der Stabilität des Sinterschrumpfens des Zahnimplantatrohling-Endprodukts ist.

Als eine weitere Verbesserung der oben genannten Lösung, beträgt der Teilchendurchmesser des in Schritt 3) beschriebenen Metallpulvers 0,5 bis 20 μm . Spezifisch wird das Metallpulver in der vorliegenden Erfindung aus Materialien mit relativ kleinen Teilchendurchmessern ausgewählt, die eine große spezifische Oberfläche haben, leicht zu formen und zu sintern sind und gleichzeitig an die Prozessparameter des Metallspritzgießverfahrens angepasst sind.

Als eine weitere Verbesserung der oben genannten Lösung, wird das in Schritt 3) beschriebene Metallpulver aus einem von Titan, Tantal, Molybdän, Rhenium und deren Legierungen ausgewählt.

Als eine weitere Verbesserung der oben genannten Lösung, ist die in Schritt 2) beschriebene Strukturart des Zahnimplantats eine poröse Diamantstruktur oder eine poröse Wabenstruktur, die beide die Eigenschaften einer porösen Verbindung aufweisen, was die Knochenbindungsfähigkeit des Zahnimplantats wirksam verbessert.

Als eine weitere Verbesserung der oben genannten Lösung, beziehen die in Schritt 2) beschriebenen Feinstrukturparameter sich auf den Porendurchmesser, die Porentiefe und die Porosität.

Als eine weitere Verbesserung der oben genannten Lösung, ist das in Schritt 3) beschriebene Bindemittel eine wässrige Lösung aus Polyethylenglykol, die eine ausgezeichnete Anpassung an das Metallpulver der vorliegenden Erfindung aufweist, und es kann eine Mischung mit einer guten Fließfähigkeit erhalten werden.

Als eine weitere Verbesserung der oben genannten Lösung, ist die relative Dichte des aus Schritt 5) erhaltenen Zahnimplantatrohling-Endprodukts $\geq 95\%$.

Die vorteilhaften Wirkungen der Erfindung sind: Die vorliegende Erfindung stellt ein Zahnimplantatrohling-Endprodukt mit hoher Genauigkeit und hoher Dichte durch die Einführung eines Metallspritzgießverfahrens her, wobei es die relativ komplexe Oberflächenmikrostruktur des Zahnimplantats einmalig formen kann, und sekundäre Bearbeitungsprozesse vermeiden können. Das erfindungsgemäß hergestellte Zahnimplantatrohling-Endprodukt weist eine gute Integrität und bessere mechanische

Eigenschaften, wie Festigkeit, Härte, Dehnung, dergleichen etc., als 3D-Druckprodukte auf.

KURZE BESCHREIBUNG DER ZEICHNUNG

5 Figur 1 ist eine schematische Darstellung eines Verlaufs des Herstellungsprozesses gemäß der vorliegenden Erfindung.

AUSFÜHRLICHE BESCHREIBUNG

10 Die vorliegende Erfindung wird nachstehend im Detail in Verbindung mit Ausführungsbeispielen beschrieben, um das Verständnis der vorliegenden Erfindung für den Fachmann auf diesem Gebiet zu erleichtern. An dieser Stelle ist darauf hinzuweisen, dass Ausführungsbeispiele nur zur weiteren Veranschaulichung der vorliegenden Erfindung verwendet werden und nicht als Einschränkung des Schutzbereichs der vorliegenden Erfindung verstanden werden können. Die nicht wesentlichen
15 Verbesserungen und Anpassungen, die der erfahrene Fachmann auf diesem Gebiet an der vorliegenden Erfindung aufgrund des oben erwähnten Inhalts der Erfindung vorgenommen hat, sollten weiterhin in den Schutzbereich der vorliegenden Erfindung fallen. Gleichzeitig sind die nachstehend nicht im Detail beschriebenen Rohstoffe alle im Handel erhältlichen Produkte; wobei die nicht im Detail erwähnten Prozessschritte oder Herstellungsverfahren
20 Prozessschritte oder Herstellungsverfahren sind, die dem Fachmann auf diesem Gebiet bekannt sind.

Ausführungsbeispiel 1

25 Ein Verfahren zur Herstellung eines Zahnimplantatrohlings, dessen Herstellungsprozess-Verlauf wie in Figur 1 schematisch dargestellt ist, weist insbesondere die folgenden Verfahrensschritte auf:

- 1) Ein Zahnimplantatrohling-Modell wird mit einer 3D-Software konstruiert, um ein STL-Format-Dokument zu erhalten;
- 2) Das STL-Format-Dokument wird in eine Magics-Software importiert, wobei die Strukturart des Zahnimplantats und die Feinstrukturparameter entworfen und ausgegeben
30 werden, um ein Zahnimplantatrohling-STL-Modell zu erhalten;
- 3) Ein Titanlegierungspulver mit einem Teilchendurchmesser von 5 μm in 60% Gewichtsprozent der Rohmaterialien wird gleichmäßig mit einer wässrigen Lösung aus Polyethylenglykol in 40% Gewichtsprozent der Rohmaterialien vermischt, um eine Mischung zu erhalten;
- 35 4) Gemäß dem Zahnimplantatrohling-STL-Modell aus Schritt 2), wird die aus Schritt 3) erhaltene Mischung in eine Zuführmaschine eingespeist, wobei ein Zahnimplantatvorformling mittels eines Metallspritzgießverfahrens erhalten wird, wobei die Erwärmungstemperatur 300°C ist, und dann wird der Klebstoff entfernt, um einen Zahnimplantat-metallumformenden-Rohling zu erhalten;
- 40 5) Der aus Schritt 4) erhaltene Zahnimplantat-metallumformenden-Rohling wird einem Hochtemperatursintern bei 1400°C und einer Wärmekonservierung für 3 Stunden

unterzogen, danach ein Zahnimplantatrohling-Endprodukt des Ausführungsbeispiels 1 erhalten wird.

Spezifisch ist in Ausführungsbeispiel 1 die Strukturart des Zahnimplantats als eine hohle Struktur mit 0,2 mm Bearbeitungszugabe im Inneren und eine poröse Diamantstruktur mit porösen und miteinander verbundenen Oberflächen ausgebildet, wobei die Feinstrukturparameter einen Porendurchmesser von 0,2mm, eine Dicke der porösen Schicht von 0,4mm, eine Tiefe der Mikrorillen von 0,05mm, eine Breite der Mikrorillen von 0,15mm und eine minimale Dicke der Produktgröße von 0,2 mm umfasst.

Durch Untersuchung der zugehörigen Eigenschaften auf das Zahnimplantat weist die Probe des Zahnimplantatrohling-Endprodukts dieses Ausführungsbeispiels 1 eine Maßgenauigkeit von $\pm 0,1\%$, eine relative Dichte von 99% und eine Oberflächenrauigkeit von $R_a 0,8 \mu\text{m}$, eine Streckgrenze von 934,4 MPa und eine Dehnung von 10% auf.

Vergleichsbeispiel 1

Ein Verfahren zur Herstellung eines Zahnimplantatrohlings, dessen Herstellungsprozess-Verlauf wie in Figur 1 schematisch dargestellt ist, weist insbesondere die folgenden Verfahrensschritte auf:

1) Ein Zahnimplantatrohling-Modell wird mit einer 3D-Software konstruiert, um ein STL-Format-Dokument zu erhalten;

2) Das STL-Format-Dokument wird in eine Magics-Software importiert, wobei die Strukturart des Zahnimplantats und die Feinstrukturparameter entworfen und ausgegeben werden, um ein Zahnimplantatrohling-STL-Modell zu erhalten;

3) Ein Titanlegierungspulver mit einem Teilchendurchmesser von $5 \mu\text{m}$ in 85% Gewichtsprozent der Rohmaterialien wird gleichmäßig mit einer wässrigen Lösung aus Polyethylenglykol in 15% Gewichtsprozent der Rohmaterialien vermischt, um eine Mischung zu erhalten;

4) Gemäß dem Zahnimplantatrohling-STL-Modell aus Schritt 2), wird die aus Schritt 3) erhaltene Mischung in eine Zuführmaschine eingespeist, wobei ein Zahnimplantatvorformling mittels eines Metallspritzgießverfahrens erhalten wird, wobei die Erwärmungstemperatur 300°C ist, und dann wird der Klebstoff entfernt, um einen Zahnimplantat-metallumformenden-Rohling zu erhalten;

5) Der aus Schritt 4) erhaltene Zahnimplantat-metallumformenden-Rohling wird einem Hochtemperatursintern bei 1400°C und einer Wärmekonservierung für 3 Stunden unterzogen, danach ein Zahnimplantatrohling-Endprodukt des Ausführungsbeispiels 1 erhalten wird.

Spezifisch ist in dem Vergleichsbeispiel 1 die Strukturart des Zahnimplantats als eine hohle Struktur mit 0,2 mm Bearbeitungszugabe im Inneren und eine poröse Diamantstruktur mit porösen und miteinander verbundenen Oberflächen ausgebildet, wobei die Feinstrukturparameter einen Porendurchmesser von 0,2mm, eine Dicke der porösen Schicht von 0,4mm, eine Tiefe der Mikrorillen von 0,05mm, eine Breite der Mikrorillen von 0,15mm und eine minimale Dicke der Produktgröße von 0,2 mm umfasst.

Durch Untersuchung der zugehörigen Eigenschaften auf das Zahnimplantat weist die Probe des Zahnimplantatrohling-Endprodukts dieses Vergleichsbeispiels 1 eine Maßgenauigkeit von $\pm 0,4\%$, eine relative Dichte von 93%, eine Oberflächenrauigkeit von $R_a 1,0 \mu\text{m}$, eine Streckgrenze von 860,5 MPa und eine Dehnung von 7,3% auf.

Vergleichsbeispiel 2

Verfahren zur Herstellung eines Zahnimplantats durch 3D-Drucken, spezifisch mit den folgenden Verfahrensschritten:

1) Ein Zahnimplantat-Modell wird mit einer 3D-Software konstruiert, um ein STL-Format-Dokument zu erhalten;

2) Das STL-Format-Dokument wird in eine Magics-Software importiert, wobei die Strukturart des Zahnimplantats und die Feinstrukturparameter entworfen und ausgegeben werden, um ein Zahnimplantat-STL-Modell zu erhalten;

3) Gemäß dem Zahnimplantat-STL-Modell im Schritt 2) werden die Prozessparameter des 3D-Drucks, spezifisch wie folgt ausgewählt:

die Laserleistung von 200W, die Abtastgeschwindigkeit von 8000 mm/s, der Abtastabstand von 0,15mm, die Dicke des gelegten Pulvers von 80 µm, die Durchmesser des Lichtflecks von 50 µm, die Feuchtigkeit von <40%;

4) Durch Einstellung der wesentlichen Prozessparameter in Schritt 3) wird ein Titanlegierungspulver mit einem Teilchendurchmesser von 15 µm gewählt und das Zahnimplantat wird mit einer 3D-Druckvorrichtung von DigiMaker-2250 druckgeformt.

Spezifisch ist in dem Vergleichsbeispiel 1 die Strukturart des Zahnimplantats als eine hohle Struktur mit 0,2 mm Bearbeitungszugabe im Inneren und eine poröse Diamantstruktur mit porösen und miteinander verbundenen Oberflächen ausgebildet, wobei die Feinstrukturparameter einen Porendurchmesser von 0,4mm, eine Dicke der porösen Schicht von 0,5mm, eine Tiefe der Mikrorillen von 0,1mm, eine Breite der Mikrorillen von 0,15mm und eine minimale Dicke der Produktgröße von 0,5 mm umfasst.

Durch Untersuchung der zugehörigen Eigenschaften auf das Zahnimplantat weist die Probe des Zahnimplantatrohling-Endprodukts dieses Vergleichsbeispiels 1 eine Maßgenauigkeit von $\pm 63\mu\text{m}$, eine relative Dichte von 90% und eine Oberflächenrauigkeit von Ra 6,5µm, eine Streckgrenze von 493 MPa und eine Dehnung von 4,6% auf.

Ausführungsbeispiel 2

Ein Verfahren zur Herstellung eines Zahnimplantatrohlings umfasst die folgenden Verfahrensschritte:

1) Ein Zahnimplantatrohling-Modell wird mit einer 3D-Software konstruiert, um ein STL-Format-Dokument zu erhalten;

2) Das STL-Format-Dokument wird in eine Magics-Software importiert, wobei die Strukturart des Zahnimplantats und die Feinstrukturparameter entworfen und ausgegeben werden, um ein Zahnimplantatrohling-STL-Modell zu erhalten;

3) Ein Titanlegierungspulver mit einem Teilchendurchmesser von 5 µm in 70% Gewichtsprozent der Rohmaterialien wird gleichmäßig mit einer wässrigen Lösung aus Polyethylenglykol in 30% Gewichtsprozent der Rohmaterialien vermischt, um eine Mischung zu erhalten;

4) Gemäß dem Zahnimplantatrohling-STL-Modell aus Schritt 2), wird die aus Schritt 3) erhaltene Mischung in eine Zuführmaschine eingespeist, wobei ein Zahnimplantatvorformling mittels eines Metallspritzgießverfahrens erhalten wird, wobei die Erwärmungstemperatur 600°C ist, und dann wird der Klebstoff entfernt, um einen Zahnimplantat-metallumformenden-Rohling zu erhalten;

5) Der aus Schritt 4) erhaltene Zahnimplantat-metallumformenden-Rohling wird einem Hochtemperatursintern bei 1100°C und nach einer Wärmekonservierung für 4 Stunde unterzogen, danach ein Zahnimplantatrohling-Endprodukt des Ausführungsbeispiels 2 erhalten wird.

Spezifisch ist in Ausführungsbeispiel 2 die Strukturart des Zahnimplantats als eine hohle Struktur mit 0,1mm Bearbeitungszugabe im Inneren und eine poröse Diamantstruktur mit porösen und miteinander verbundenen Oberflächen ausgebildet, wobei die Feinstrukturparameter einen Porendurchmesser von 0,3mm, eine Dicke der porösen Schicht von 0,35mm, eine Tiefe der Mikrorillen von 0,1mm, eine Breite der Mikrorillen von 0,1mm und eine minimale Dicke der Produktgröße von 0,2mm umfasst.

Durch Untersuchung der zugehörigen Eigenschaften auf das Zahnimplantat weist die Probe des Zahnimplantatrohling-Endprodukts dieses Ausführungsbeispiels 2 eine Maßgenauigkeit von $\pm 0,3\%$, eine relative Dichte von 95%, eine Oberflächenrauigkeit von Ra 1,6µm, eine Streckgrenze von 920,8 MPa und eine Dehnung von 10,8% auf.

Ausführungsbeispiel 3

Ein Verfahren zur Herstellung eines Zahnimplantatrohlings umfasst die folgenden Verfahrensschritte:

1) Ein Zahnimplantatrohling-Modell wird mit einer 3D-Software konstruiert, um ein STL-Format-Dokument zu erhalten;

2) Das STL-Format-Dokument wird in eine Magics-Software importiert, wobei die Strukturart des Zahnimplantats und die Feinstrukturparameter entworfen und ausgegeben werden, um ein Zahnimplantatrohling-STL-Modell zu erhalten;

3) Ein Tantallegierungspulver mit einem Teilchendurchmesser von 0,5 µm in 65% Gewichtsprozent der Rohmaterialien wird gleichmäßig mit einer wässrigen Lösung aus Polyethylenglykol in 35% Gewichtsprozent der Rohmaterialien vermischt, um eine Mischung zu erhalten;

4) Gemäß dem Zahnimplantatrohling-STL-Modell aus Schritt 2), wird die aus Schritt 3) erhaltene Mischung in eine Zuführmaschine eingespeist, wobei ein Zahnimplantatvorformling mittels eines Metallspritzgießverfahrens erhalten wird, wobei die Erwärmungstemperatur 4500°C ist, und dann wird der Klebstoff entfernt, um einen Zahnimplantat-metallumformenden-Rohling des Ausführungsbeispiels 3 zu erhalten;

5) Der aus Schritt 4) erhaltene Zahnimplantat-metallumformenden-Rohling wird einem Sintern bei 1250°C und nach einer Wärmekonservierung für 3,5 Stunden unterzogen, danach ein Zahnimplantatrohling-Endprodukt erhalten wird.

Spezifisch ist in Ausführungsbeispiel 3 die Strukturart des Zahnimplantats als eine hohle Struktur mit 0,15m Bearbeitungszugabe im Inneren und eine poröse Wabenstruktur mit porösen und miteinander verbundenen Oberflächen ausgebildet, wobei die Feinstrukturparameter einen Porendurchmesser von 0,25m, eine Dicke der porösen Schicht von 0,4mm, eine Tiefe der Mikrorillen von 0,08m, eine Breite der Mikrorillen von 0,15mm und eine minimale Dicke der Produktgröße von 0,2 mm umfasst.

Bei der Untersuchung der zugehörigen Eigenschaften auf das Zahnimplantat weist die Probe des Zahnimplantatrohling-Endprodukts dieses Ausführungsbeispiels 3 eine Maßgenauigkeit von $\pm 0,2$, eine relative Dichte von 98, eine Oberflächenrauigkeit von Ra 1,0, eine Streckgrenze von 918,2 MPa und eine Dehnung von 11,2% auf.

Ausführungsbeispiel 4

Ein Verfahren zur Herstellung eines Zahnimplantatrohlings umfasst die folgenden Verfahrensschritte:

1) Ein Zahnimplantatrohling-Modell wird mit einer 3D-Software konstruiert, um ein STL-Format-Dokument zu erhalten;

2) Das STL-Format-Dokument wird in eine Magics-Software importiert, wobei die Strukturart des Zahnimplantats und die Feinstrukturparameter entworfen und ausgegeben werden, um ein Zahnimplantatrohling-STL-Modell zu erhalten;

3) Ein Molybdänmetallpulver mit einem Teilchendurchmesser von 20 μm in 70% Gewichtsprozent der Rohmaterialien wird gleichmäßig mit einer wässrigen Lösung aus Polyethylenglykol in 30% Gewichtsprozent der Rohmaterialien vermischt, um eine Mischung zu erhalten;

4) Gemäß dem Zahnimplantatrohling-STL-Modell aus Schritt 2), wird die aus Schritt 3) erhaltene Mischung in eine Zuführmaschine eingespeist, wobei ein Zahnimplantatvorformling mittels eines Metallspritzgießverfahrens erhalten wird, wobei die Erwärmungstemperatur 500°C ist, und dann wird der Klebstoff entfernt, um einen Zahnimplantat-metallumformenden-Rohling des Ausführungsbeispiels 4 zu erhalten;

5) Der aus Schritt 4) erhaltene Zahnimplantat-metallumformenden-Rohling wird einem Hochtemperaturesintern bei 1300°C und nach einer Wärmekonservierung für 4 Stunden unterzogen, danach ein Zahnimplantatrohling-Endprodukt erhalten wird.

Spezifisch ist in Ausführungsbeispiel 4 die Strukturart des Zahnimplantats als eine hohle Struktur mit 0,1mm Bearbeitungszugabe im Inneren und eine poröse Wabenstruktur mit porösen und miteinander verbundenen Oberflächen ausgebildet, wobei die Feinstrukturparameter einen Porendurchmesser von 0,2mm, eine Dicke der porösen Schicht von 0,35mm, eine Tiefe der Mikrorillen von 0,1mm, eine Breite der Mikrorillen von 0,1mm und eine minimale Dicke der Produktgröße von 0,2mm umfasst.

Durch Untersuchung der zugehörigen Eigenschaften auf das Zahnimplantat weist die Probe des Zahnimplantatrohling-Endprodukts dieses Ausführungsbeispiels 4 eine Maßgenauigkeit von $\pm 0,3\%$, eine relative Dichte von 96%, eine Oberflächenrauigkeit von Ra 1,2 μm , eine Streckgrenze von 928,6 MPa und eine Dehnung von 11,6% auf.

Die oben beschriebenen Ausführungsbeispiele sind bevorzugte Ausführungsbeispiele der vorliegenden Erfindung, und jeder der vorliegenden Erfindung ähnliche Prozess und äquivalente vorgenommene Änderungen sollten zum Schutzzumfang der vorliegenden Erfindung gehören.

Patentansprüche

1. Verfahren zur Herstellung eines Zahnimplantatrohlings, dadurch gekennzeichnet, dass es die folgenden Verfahrensschritte umfasst:

1) Ein Zahnimplantatrohling-Modell wird mit einer 3D-Software konstruiert, um ein STL-Format-Dokument zu erhalten;

2) Das STL-Format-Dokument wird in eine Magics-Software importiert, wobei die Strukturart des Zahnimplantats und die Feinstrukturparameter entworfen und ausgegeben werden, um ein Zahnimplantatrohling-STL-Modell zu erhalten;

3) Ein Metallpulver in 60 bis 70% Gewichtsprozent der Rohmaterialien und ein Bindemittel in 30 bis 40% Gewichtsprozent der Rohmaterialien werden gleichmäßig gemischt, um eine Mischung zu erhalten;

4) Gemäß dem Zahnimplantatrohling-STL-Modell aus Schritt 2), wird die aus Schritt 3) erhaltene Mischung in eine Zuführmaschine eingespeist, wobei ein Zahnimplantatvorformling mittels eines Metallspritzgießverfahrens erhalten wird, und dann wird der Klebstoff entfernt, um einen Zahnimplantat-metallumformenden-Rohling zu erhalten;

5) Der aus Schritt 4) erhaltene Zahnimplantat-metallumformenden-Rohling wird einem Hochtemperatursintern und nach einer Wärmekonservierung unterzogen, danach ein Zahnimplantatrohling-Endprodukt erhalten wird.

2. Verfahren zur Herstellung des Zahnimplantatrohlings nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass die Erwärmungstemperatur des in Schritt 4) beschriebenen Metallspritzgießverfahrens 300-600 °C beträgt.

3. Verfahren zur Herstellung des Zahnimplantatrohlings nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass die Sintertemperatur des in Schritt 5) beschriebenen Hochtemperatursinterns 1100-1400 °C beträgt.

4. Verfahren zur Herstellung des Zahnimplantatrohlings nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass die Wärmekonservierungszeit der in Schritt 5) beschriebenen Wärmekonservierung 3-4 Stunden beträgt.

5. Verfahren zur Herstellung des Zahnimplantatrohlings nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass der Teilchendurchmesser des in Schritt 3) beschriebenen Metallpulvers 0,5 bis 20 µm beträgt.

6. Verfahren zur Herstellung des Zahnimplantatrohlings nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass das in Schritt 3) beschriebene Metallpulver aus einem von Titan, Tantal, Molybdän, Rhenium und deren Legierungen ausgewählt wird.

7. Verfahren zur Herstellung des Zahnimplantatrohlings nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass die in Schritt 2) beschriebene Strukturart des Zahnimplantats eine poröse Diamantstruktur oder eine poröse Wabenstruktur ist.

8. Verfahren zur Herstellung des Zahnimplantatrohlings nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass die in Schritt 2) beschriebenen Feinstrukturparameter sich auf den Porendurchmesser, die Porentiefe und die Porosität beziehen.

9. Verfahren zur Herstellung des Zahnimplantatrohlings nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass das in Schritt 3) beschriebene Bindemittel eine wässrige Lösung aus Polyethylenglykol ist.

10. Verfahren zur Herstellung des Zahnimplantatrohlings nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass die relative Dichte des aus Schritt 5) erhaltenen Zahnimplantatrohling-Endprodukts $\geq 95\%$ ist.

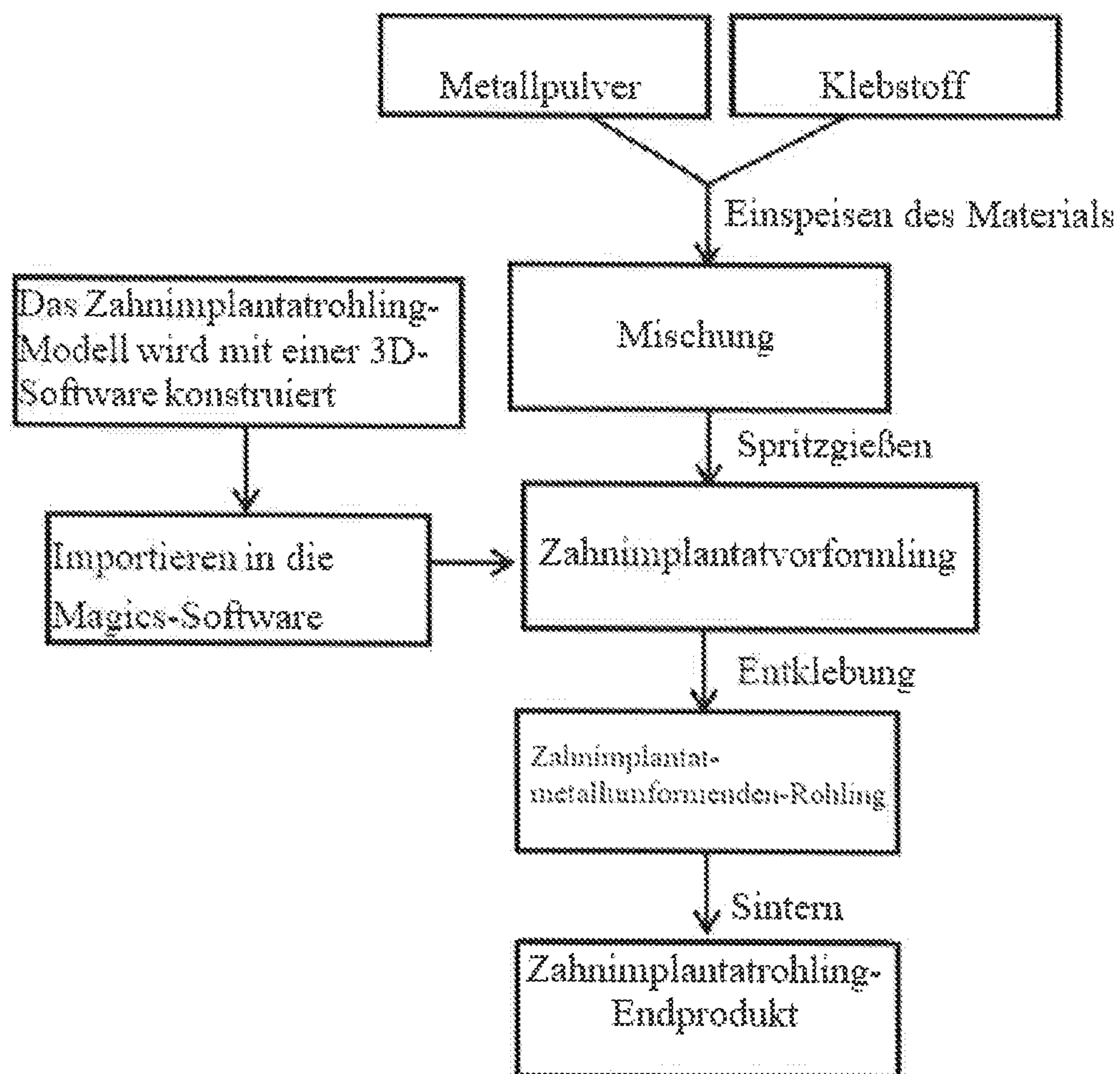
5

10

15

20

25

Zeichnungen:

Figur 1