



(10) **DE 10 2014 113 177 B4** 2016.04.07

(12)

## Patentschrift

(21) Aktenzeichen: **10 2014 113 177.0**  
(22) Anmeldetag: **12.09.2014**  
(43) Offenlegungstag: **17.03.2016**  
(45) Veröffentlichungstag  
der Patenterteilung: **07.04.2016**

(51) Int Cl.: **C04B 41/85** (2006.01)  
**C23C 14/08** (2006.01)  
**A61C 13/083** (2006.01)

Innerhalb von neun 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:  
**Gottfried Wilhelm Leibniz Universität Hannover,  
30167 Hannover, DE; Medizinische Hochschule  
Hannover, 30625 Hannover, DE**

(74) Vertreter:  
**Gramm, Lins & Partner Patent- und  
Rechtsanwälte PartGmbH, 30173 Hannover, DE**

(72) Erfinder:  
**Stiesch, Meike, Prof. Dr., 30177 Hannover,  
DE; Borchers, Lothar, Dr., 30167 Hannover,  
DE; Hübsch, Christoph, 30167 Hannover, DE;  
Dellinger, Philip, 42657 Solingen, DE; Möhwald,  
Kai, 59399 Olfen, DE; Maier, Hans Jürgen, Prof.  
Dr., 33175 Bad Lippspringe, DE**

(56) Ermittelter Stand der Technik:

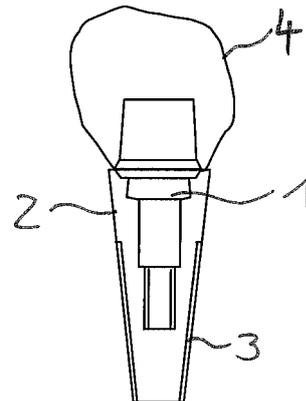
**DE 10 2006 021 968 B4**  
**DE 10 2012 022 593 B3**  
**WO 2013/ 053 865 A2**

(54) Bezeichnung: **Verfahren zur Herstellung eines Bauteils und Abutment**

(57) Zusammenfassung: Die Erfindung betrifft ein Verfahren zur Herstellung eines Bauteils mit einem Grundkörper aus Keramikmaterial, bei dem der Grundkörper an seiner Außenoberfläche vollständig oder zumindest teilweise mit einer Beschichtung versehen wird, mit folgenden Schritten:

- a) Bereitstellen des Grundkörpers,
- b) Aufbringen einer Beschichtung mit wenigstens einer Metalloxidschicht auf dem Grundkörper mittels eines Gasphasen-Depositionsprozesses, bei dem das Metall des zu bildenden Metalloxids in gasförmiger Phase unter gleichzeitiger Zugabe von Sauerstoff in einer Beschichtungskammer zum Metalloxid reagiert und die Metalloxidschicht an der Oberfläche des Grundkörpers angelagert wird.

Die Erfindung betrifft ferner ein Abutment mit einem Grundkörper aus Keramikmaterial



**Beschreibung**

**[0001]** Die Erfindung betrifft ein Verfahren zur Herstellung eines Bauteils mit einem Grundkörper, der Keramikmaterial aufweist oder daraus besteht, bei dem der Grundkörper an seiner Außenoberfläche vollständig oder zumindest teilweise mit einer Beschichtung versehen wird, gemäß dem Anspruch 1. Die Erfindung betrifft ferner ein Abutment mit einem Grundkörper, der Keramikmaterial aufweist oder daraus besteht, gemäß dem Anspruch 7.

**[0002]** Insbesondere betrifft die Erfindung die Herstellung Metalloxid-beschichteter Keramikbauteile. Solche Bauteile werden z. B. als Implantate für Lebewesen eingesetzt, z. B. im Bereich der Zahnimplantate. In diesem Bereich haben keramische Werkstoffe an Bedeutung gewonnen, insbesondere Zirkonoxid-Keramiken, da sie bereits die im Dentalbereich gewünschte Färbung aufweisen. Zudem sind sie biologisch gut verträglich und mechanisch hinreichend stabil.

**[0003]** Es gibt bereits Vorschläge, z. B. in der EP 2 018 878 A1, Zirkonimplantate mit Titan oder Titanoxid zu beschichten. Eine solche Beschichtung hat jedoch den Nachteil, dass sich das optische Erscheinungsbild des Implantats dahingehend verändert, dass es metallisch schimmert, was für den Dentalbereich aus ästhetischen Gründen nicht erwünscht ist. Daher wird in der EP 2 018 878 A1 vorgeschlagen, die Beschichtung nur auf den intraossär zu inserierenden Bereich des Implantats aufzubringen und extraossäre Bereiche unbeschichtet zu lassen, sodass die später sichtbaren, extraossären Bereiche unbeschichtet sind und dementsprechend nicht durch eine Beschichtung vor äußeren Einflüssen geschützt sind. Allerdings wäre es gerade für solche Bereiche sinnvoll, das Keramikmaterial vor äußeren Einflüssen zu schützen, z. B. vor Feuchtigkeitseinflüssen im Oralbereich. Dementsprechend besteht diesbezüglich ein Bedarf an Verbesserungen.

**[0004]** Aus der DE 10 2006 021 968 B4 ist ein enossales Implantat mit Anatasbeschichtung und ein Verfahren zur Herstellung offenbart. In der DE 10 2012 022 593 B3 ist ein Behandlungselement zur Verwendung mit einem Dental-Implantat-Teil und ein Behandlungssystem zur Reinigung eines Dental-Implantat-Teils offenbart.

**[0005]** Ungelöst ist im Stand der Technik ferner die Frage, wie ein Bauteil mit einem Grundkörper aus Keramikmaterial prozesssicher und effizient mit einer Metalloxidbeschichtung versehen werden kann.

**[0006]** Der Erfindung liegt die Aufgabe zugrunde, Lösungen für solche Probleme anzugeben.

**[0007]** Die Aufgabe wird durch ein Verfahren zur Herstellung eines Bauteils gelöst gemäß Anspruch 1.

**[0008]** Vorteilhaft wird somit beim erfindungsgemäßen Verfahren die Oxidation des Metalls zu Metalloxid simultan mit dem Abscheideprozess auf dem Grundkörper durchgeführt. Dabei wird der Gasphasen-Depositionsprozess so gesteuert, dass die Metalloxidbildung im Laufe des Transports des Metalls in der gasförmigen Phase zu der Oberfläche des Grundkörpers oder beim Anlagern an der Oberfläche des Grundkörpers erfolgt. Der Grundkörper kann dabei insbesondere als Grundkörper mit einer keramischen Oberfläche ausgebildet sein. Die Beschichtung des Keramikmaterials und die Oxidation des Metalls müssen nicht in zwei getrennten Verfahrensschritten durchgeführt werden, sondern können integral während des Anlagerungsprozesses durchgeführt werden. Hierdurch werden poröse Strukturen der Beschichtung vermieden. Damit ist eine effiziente und prozesssichere Beschichtung eines Keramikmaterials mit einem Metalloxid möglich. Es wird eine Beschichtung mit einer verbesserten Schutzwirkung für den Grundkörper erreicht, sodass der Grundkörper sicherer vor Umwelteinflüssen, insbesondere Korrosion, geschützt ist.

**[0009]** Gemäß einer vorteilhaften Weiterbildung der Erfindung ist der Gasphasen-Depositionsprozess ein PVD-Prozess oder ein CVD-Prozess, insbesondere in Reaktiv-Sputterprozess. Dies hat den Vorteil, dass auch konventionelle Gasphasen-Depositionsanlagen zur Durchführung des erfindungsgemäßen Verfahrens eingesetzt werden können.

**[0010]** Gemäß einer vorteilhaften Weiterbildung der Erfindung ist das Keramikmaterial des Grundkörpers eine Oxidkeramik, z. B. Zirkonoxid-Keramik, insbesondere Yttrium-stabilisierte Zirkonoxid-Keramik. Dies hat den Vorteil, dass eine Keramik mit hoher Bruchstabilität eingesetzt wird, sodass insbesondere stark belastete Bauteile, z. B. für den Dentalbereich, hergestellt werden können. Zudem kann die Färbung des Bauteils variabel eingestellt werden, was insbesondere zur Erfüllung ästhetischer Aspekte bei Dentalimplantaten von Vorteil ist.

**[0011]** Als Oxidkeramik wird dabei jedes Keramikmaterial verstanden, das ein oxidiertes Keramikmaterial ist. Der Begriff Zirkonoxid wird für alle mit dem chemischen Element Zirkonium gebildeten oxidhaltigen chemischen Verbindungen verwendet, insbesondere Zirkoniummonoxid, Zirkoniumdioxid, Zirkoniumtrioxid. Vergleichbares gilt für die Verwendung des Begriffs Metalloxid. Dieser erfasst alle chemischen Verbindungen eines Metalls mit Sauerstoff, insbesondere Metallmonoxid, Metalldioxid, Metalltrioxid.

**[0012]** Gemäß einer vorteilhaften Weiterbildung der Erfindung ist das Bauteil ein Implantat oder ein Teil eines Implantats für ein Lebewesen, insbesondere ein Abutment eines Zahnimplantats. Als Abutment bezeichnet man ein Verbindungsteil zwischen dem eigentlichen Implantatkörper, der den Zahnwurzelersatz bildet, und der prothetischen Versorgung, die in der Regel als sichtbare Zahnkrone ausgebildet ist.

**[0013]** Erfindungsgemäß wird die Beschichtung als mehrlagige Beschichtung erzeugt, indem auf eine erste Schichtlage der Beschichtung eine zweite Schichtlage der Beschichtung mittels des Gasphasen-Depositionsprozesses aufgebracht wird, wobei die erste Schichtlage als Metalloxidschicht eines ersten Metalls und die zweite Schichtlage als Metalloxidschicht eines zweiten Metalls erzeugt wird und das erste und das zweite Metall unterschiedliche Metalle sind. Das erste Metall kann z. B. Titan sein, das zweite Metall z. B. Aluminium oder ein anderes biokompatibles Metall. Auf diese Weise kann die Schutzwirkung der Beschichtung weiter verbessert werden, was unter anderem dadurch begründet ist, dass durch abwechselnde Schichten unterschiedlicher Metalloxide Materialien mit verschiedenen Korngrenzen aufgebracht werden, sodass Feuchtigkeit und andere Umwelteinflüsse weniger leicht entlang der Korngrenzen bis zum zu schützenden Grundkörper vordringen können.

**[0014]** Gemäß einer vorteilhaften Weiterbildung der Erfindung wird auf eine zweite Schichtlage der Beschichtung eine dritte Schichtlage der Beschichtung mittels des Gasphasen-Depositionsprozesses aufgebracht. Hierbei wird die dritte Schichtlage als Metalloxidschicht des ersten Metalls oder eines dritten Metalls erzeugt. In diesem Fall ist das dritte Metall ein anderes Metall als das erste und/oder das zweite Metall. Durch ein solches wenigstens dreischichtiges System der Beschichtung wird der Schutz des Grundkörpers vor Umwelteinflüssen weiter verbessert.

**[0015]** Es können noch weitere Schichtlagen, z. B. vierte, fünfte und so weiter vorgesehen werden. Es ist vorteilhaft, hierbei abwechselnd unterschiedliche Metalle zur Bildung der jeweiligen Metalloxidschicht einzusetzen.

**[0016]** Gemäß einer vorteilhaften Weiterbildung der Erfindung wird die Beschichtung als optisch transparente Beschichtung erzeugt. Die Beschichtung kann vollständig oder teilweise optisch transparent sein. Dies hat den Vorteil, dass die Farbe des Grundkörpers weiterhin von außen sichtbar bleibt, was insbesondere aus ästhetischen Gründen bei Anwendungen im Dentalbereich von Vorteil ist.

**[0017]** Gemäß einer vorteilhaften Weiterbildung der Erfindung weist die Beschichtung eine Dicke im Bereich von 5 bis 200 Nanometer auf. Dementspre-

chend weist bei einer mehrlagigen Beschichtung die gesamte Beschichtung mit sämtlichen Lagen eine Dicke in diesem Bereich auf. Trotz dieser relativ geringen Dicke der Beschichtung kann in Folge des erfindungsgemäßen Verfahrens ein zuverlässiger Schutz des Grundkörpers vor Umwelteinflüssen realisiert werden. Ein weiterer Vorteil ist, dass durch derartige, relativ dünne Beschichtungen eine gewünschte optische Transparenz der Beschichtung leichter realisiert werden kann. Ebenso lassen sich Interferenzeffekte, welche durch eine transparente Beschichtung entstehen können, durch geeignete Auswahl der Schichten und der Schichtabfolge verhindern oder erzeugen, wenn dies vorteilhaft erscheint.

**[0018]** Gemäß der Erfindung wird der Sauerstoff in kontrollierter Dosierung in die Beschichtungskammer eingeleitet, wobei die Dosierung in Abhängigkeit von dem aktuell in dem Gasphasen-Depositionsprozess in die gasförmige Phase überführten Metall gesteuert wird. So wird z. B. beim Verdampfen von Titan eine geringere Sauerstoffkonzentration eingestellt als beim Verdampfen von Aluminium. Vorteilhaft wird dabei die Dosierung in Abhängigkeit von der Stöchiometrie des zu erzeugenden Metalloxids gesteuert. Hierdurch kann die Zuverlässigkeit und Prozesssicherheit des Beschichtungsprozesses weiter verbessert werden. Unerwünschte Oxidationsprozesse, z. B. am Target des Gasphasen-Depositionsprozesses, werden vermieden.

**[0019]** Die eingangs genannte Aufgabe wird ferner gemäß Anspruch 7 gelöst durch ein Abutment mit einem Grundkörper, der Keramikmaterial aufweist oder daraus besteht, wobei der Grundkörper an seiner Außenoberfläche oder zumindest in den nach Einsetzen des Abutment in ein Zahnimplantat sichtbaren Bereichen der Außenoberfläche eine Beschichtung mit wenigstens einer Metalloxidschicht aufweist.

**[0020]** Gemäß einer vorteilhaften Weiterbildung der Erfindung weist die Beschichtung mehrere aufeinander angeordnete Metalloxidschichten aus Metalloxiden unterschiedlicher Metalle auf, die abwechselnd aufgebracht sind. Das Keramikmaterial des Grundkörpers kann eine Oxidkeramik sein, z. B. Zirkonoxid-Keramik, Yttrium-stabilisierte Zirkonoxid-Keramik.

**[0021]** Das Abutment kann insbesondere nach einem Verfahren der zuvor beschriebenen Art hergestellt werden und weist dementsprechend die dadurch erzeugten Merkmale auf, wie z. B. optische Transparenz oder Beschichtungsdicke im Bereich von 20 bis 200 Nanometern.

**[0022]** Hierdurch werden ebenfalls die eingangs bezüglich des Verfahrens erläuterten Vorteile erzielt.

**[0023]** Die Erfindung wird nachfolgend anhand von Ausführungsbeispielen unter Verwendung von Zeichnungen näher erläutert.

**[0024]** Es zeigen

**[0025]** Fig. 1 ein mehrteiliges Zahnimplantat in schematischer Darstellung und

**[0026]** Fig. 2 ein Abutment des Zahnimplantats gemäß Fig. 1 und

**[0027]** Fig. 3 eine mehrlagige Oberflächenbeschichtung in schematischer Darstellung und

**[0028]** Fig. 4–Fig. 5 den zeitlichen Ablauf des Gasphasen-Depositionsprozesses beim erfindungsgemäßen Verfahren.

**[0029]** In den Figuren werden gleiche Bezugszeichen für einander entsprechende Elemente verwendet.

**[0030]** Die Fig. 1 zeigt ein Zahnimplantat, das mehrteilig ausgebildet ist und einen Implantatkörper 2, ein Abutment mit einem Grundkörper 1 aus Keramikmaterial sowie eine Zahnkrone 4 aufweist. Der Implantatkörper 2 wird als Zahnwurzelersatz in den Kiefer implantiert, z. B. über ein Außengewinde 3 dort eingeschraubt. Der Implantatkörper 2 ist in der Fig. 1 geschnitten dargestellt, sodass das darin angeordnete Abutment sichtbar ist. Das Abutment ist mit seinem Grundkörper 1 in einem unteren Bereich innerhalb des Implantatkörpers 2 angeordnet, z. B. über ein Gewinde 8 darin eingeschraubt. Auf einem oberen, aus dem Implantatkörper 2 herausstehenden Bereich des Abutment ist die Zahnkrone 4 angeordnet, die ebenfalls geschnitten dargestellt ist.

**[0031]** Die Fig. 2 zeigt das Abutment als separates Bauteil. Erkennbar ist der Grundkörper 1, wobei der untere in dem Implantatkörper 2 anzuordnende Abschnitt einen oberen, z. B. zylinderförmigen Bereich 7 und einen unteren mit einem Außengewinde 8 versehenen Bereich aufweist. Der obere Abschnitt 5, auf dem die Zahnkrone 4 angeordnet ist, ist über einen Übergang Abschnitt 6 mit dem unteren Abschnitt 7, 8 verbunden. Bei fertig eingesetztem Zahnimplantat ist in der Regel vom Abutment nur wenig zu sehen. Sichtbar kann insbesondere ein Teil des Übergang Abschnitts 6 sein.

**[0032]** Die Fig. 3 zeigt einen Ausschnitt der Außenoberfläche des Abutment, das auf seinem Grundkörper 1 eine dreilagige Beschichtung mit Schichtlagen 9, 10, 11 aufweist. Die Schichtlage 9 kann z. B. eine Titanoxidschicht sein, die Schichtlage 10 eine Aluminiumoxidschicht und die Schichtlage 11 wieder eine Titanoxidschicht. Die Aluminiumoxidschicht ist dabei in der Regel wesentlich dünner als die Titanoxidschichten, insbesondere um den Faktor 6 bis 7 dün-

ner. So kann eine Titanoxidschicht bspw. eine Dicke von etwa 20 Nanometern aufweisen, z. B. im Bereich von 15 bis 25 Nanometern, die Aluminiumoxidschicht eine Dicke von 4 etwa Nanometern, z. B. im Bereich von 3,5 bis 4,5 Nanometern. Da bei dem beschriebenen Schichtaufbau das Aluminium durch das Oxid gebunden ist, gehen von der Beschichtung auch keine toxischen Gefahren aus.

**[0033]** Die Fig. 4 und Fig. 5 zeigen, jeweils über die Zeit aufgetragen, den Verlauf verschiedener Betriebsgrößen einer Gasphasen-Depositionsanlage bei Durchführung des erfindungsgemäßen Verfahrens. Es handelt sich um aufgezeichnete Messschriebe bei Verwendung einer CC800-8 Cemecon-Anlage. Hierbei wurde ein Target der Größe CST 288 verwendet. Die einzelnen Schritte bis zum Zeitpunkt  $t_1$  dienen der Vorbereitung des eigentlichen Beschichtungsvorgangs. Bis zum Zeitpunkt  $t_0$  läuft ein Heizvorgang, zwischen  $t_0$  und  $t_1$  ein Ätzzvorgang.

**[0034]** Zwischen den Zeitpunkten  $t_1$  und  $t_2$  wird eine erste Schicht Titanoxid auf den Grundkörper aufgetragen, die dann die Schichtlage 9 bildet. Zwischen den Zeitpunkten  $t_2$  und  $t_3$  wird die Aluminiumoxidschicht aufgebracht, die die Schichtlage 10 bildet. Zwischen den Zeitpunkten  $t_3$  und  $t_4$  wird die zweite Titanoxid-Schicht aufgebracht, die die Schichtlage 11 bildet. Erkennbar ist insbesondere, dass während des Titanoxid-Beschichtens Sauerstoff in einer ersten Dosierung in eine Beschichtungskammer eingeleitet wird und bei der Beschichtung mit Aluminiumoxid mit einer zweiten, in diesem Fall höheren Dosierung. Die auf das Aluminium-Target aufbrachte Leistung wird geringer eingestellt als die auf das Titan-Target aufbrachte Leistung, wie insbesondere die Fig. 5 zeigt.

**[0035]** Von Bedeutung ist ferner, dass die Temperatur während der Durchführung der Beschichtungsvorgänge, d. h. zwischen den Zeitpunkten  $t_1$  und  $t_4$ , einem bestimmten Verlauf folgt, wie er in der Fig. 4 erkennbar ist. Ausgehend von einer Anfangstemperatur wird die Temperatur zunächst mit steigendem Gradienten erhöht und danach mit abfallendem Gradienten weiter erhöht, bis der Beschichtungsvorgang zum Zeitpunkt  $t_4$  abgeschlossen ist. Danach kann die Temperatur wieder reduziert werden.

**[0036]** Die Erfindung eignet sich insbesondere für die gleichzeitige Beschichtung mehrerer Bauteile, insbesondere Abutments, in einem Beschichtungsvorgang, d. h. in derselben Beschichtungsanlage. So können z. B. in der zuvor beschriebenen Anlage mit kleinen 200 mm hohen Targets (z. B. vom Typ CST 288) und Standardprobenbehältern, z. B. für Bohrwerkzeuge, ca. 720 Abutments in einer Charge beschichtet werden. Hierbei können z. B. 120 Abutments auf drei Ebenen pro Probenaufnahme angeordnet sein, von denen es 6 Stück in der Anlage gibt.

Wenn eine Anlage mit 500 mm hohen Targets (z. B. vom Typ CST 588) verwendet wird, können 6–7 Ebenen mit je 40 Abutments zeitgleich beschichtet werden, somit 1440 bis 1680 Stück, selbst wenn die Probenaufnahme nicht speziell auf die Abutments angepasst sind.

**[0037]** Die Abutments können mit Chargiergestellen, welche auch für die Beschichtung von Bohrern verwendet werden, in großtechnischen Beschichtungsanlagen beschichtet werden.

### Patentansprüche

1. Verfahren zur Herstellung eines Bauteils mit einem Grundkörper (1), der Keramikmaterial aufweist oder daraus besteht, bei dem der Grundkörper (1) an seiner Außenoberfläche vollständig oder zumindest teilweise mit einer Beschichtung (9, 10, 11) versehen wird, mit folgenden Schritten:

a) Bereitstellen des Grundkörpers (1),  
 b) Aufbringen einer Beschichtung (9, 10, 11) mit wenigstens einer Metalloxidschicht auf dem Grundkörper (1) mittels eines Gasphasen-Depositionsprozesses, bei dem das Metall des zu bildenden Metalloxids in gasförmiger Phase unter gleichzeitiger Zugabe von Sauerstoff in einer Beschichtungskammer zum Metalloxid reagiert und die Metalloxidschicht an der Oberfläche des Grundkörpers (1) angelagert wird, **dadurch gekennzeichnet**, dass mittels des Gasphasen-Depositionsprozesses die Beschichtung mit mehreren aufeinander angeordneten Metalloxidschichten aus Metalloxiden unterschiedlicher Metalle aufbringbar ist, wobei der Sauerstoff in kontrollierter Dosierung in die Beschichtungskammer eingeleitet wird, wobei die Dosierung in Abhängigkeit von dem aktuell in dem Gasphasen-Depositionsprozess in die gasförmige Phase überführten Metall gesteuert wird.

2. Verfahren nach dem vorhergehenden Anspruch, **dadurch gekennzeichnet**, dass das Bauteil ein Implantat oder ein Teil eines Implantats für ein Lebewesen ist, insbesondere ein Abutment eines Zahnimplantats.

3. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet**, dass die Beschichtung (9, 10, 11) als mehrlagige Beschichtung erzeugt wird, indem auf eine erste Schichtlage (9) der Beschichtung eine zweite Schichtlage (10) der Beschichtung mittels des Gasphasen-Depositionsprozesses aufgebracht wird, wobei die erste Schichtlage (9) als Metalloxidschicht eines ersten Metalls und die zweite Schichtlage (10) als Metalloxidschicht eines zweiten Metalls erzeugt wird und das erste und das zweite Metall unterschiedliche Metalle sind.

4. Verfahren nach dem vorhergehenden Anspruch, **dadurch gekennzeichnet**, dass auf eine

zweite Schichtlage (10) der Beschichtung eine dritte Schichtlage (11) der Beschichtung mittels des Gasphasen-Depositionsprozesses aufgebracht wird, wobei die dritte Schichtlage (11) als Metalloxidschicht des ersten Metalls oder eines dritten Metalls erzeugt wird und das dritte Metall ein anderes Metall ist als das erste und/oder zweite Metall.

5. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet**, dass die Beschichtung (9, 10, 11) als optisch transparente Beschichtung erzeugt wird.

6. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet**, dass die Beschichtung (9, 10, 11) mit einer Dicke im Bereich von 20 bis 200 Nanometer erzeugt wird.

7. Abutment mit einem Grundkörper (1), der Keramikmaterial aufweist oder daraus besteht, **dadurch gekennzeichnet**, dass der Grundkörper (1) an seiner Außenoberfläche oder zumindest in den nach Einsetzen des Abutment in ein Zahnimplantat sichtbaren Bereichen der Außenoberfläche eine Beschichtung (9, 10, 11) mit wenigstens einer Metalloxidschicht aufweist, wobei die Beschichtung (9, 10, 11) mehrere aufeinander angeordnete Metalloxidschichten aus Metalloxiden unterschiedlicher Metalle aufweist, die abwechselnd aufgebracht sind.

8. Abutment nach Anspruch 7, **dadurch gekennzeichnet**, dass das Keramikmaterial des Grundkörpers (1) eine Oxidkeramik ist.

Es folgen 3 Seiten Zeichnungen

Anhängende Zeichnungen

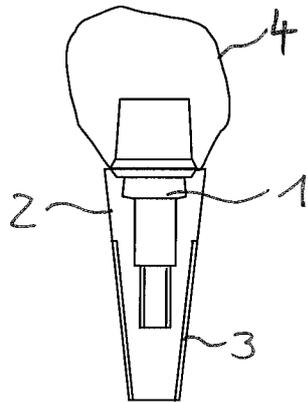


Fig. 1

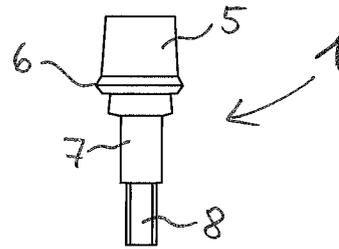


Fig. 2

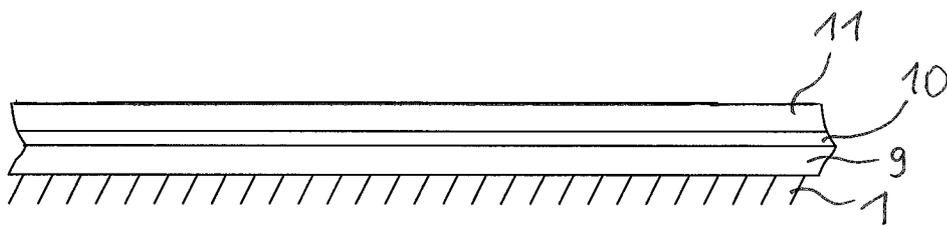


Fig. 3

