DEUTSCHE DEMOKRATISCHE REPUBLIK

PATENTSCHRIFT

(12) **Wirtschaftspatent**

(19) **DD** (11) **230 771 A1**

Erteilt gemäß § 17 Absatz 1 Patentgesetz

4(51) **A 61 C 13/00**

AMT FÜR ERFINDUNGS- UND PATENTWESEN

In der vom Anmelder eingereichten Fassung veröffentlicht

(21) WP A 61 C / 253 992 6 (22) 16.08.83 (44) 11.12.85

(71) Dnepropetrovsky Meditsinsky Institut, Dnepropetrovsk; Ukrainsky Institut Usovershenstvovaniya Vrachei, Kharkov; Kharkovsky Politekhnichesky Institut imeni V. I. Lenina, Kharkov; Kharkovsky Instrumentalyny Zavod, Kharkov, SU

(72) Tarasov, Jury A.; Zhivkova, Ljudmila V.; Kotlyar, Anatoly M.; Panchokha, Vasily P., Dr.; Alexeenko, Natalia, V., Dr.; Grabchenko, Anatoly I.; Lappo, Viktor G., Dr.; Boyarunas, Albert M.; Drozhin, Vitaly F.; Andreev, Anatoly A.; Gavrilko, Igor V.; Napadov, Mikhail A., Dr.; Padalka, Valentin G.; Sapozhnikov, Abram S., Dr., SU

(54) Zahnprothese und Verfahren zu ihrer Herstellung

(57) Zahnprothese aus einer Grundlage aus einer festen korrosionsbeständigen Metallegierung und mindestens einer dekorativen Außenschicht und Verfahren zu ihrer Herstellung. Die Aufgabe besteht darin, eine Zahnprothese mit einer dekorativen Außenschicht und einer metallischen Grundlage so auszubilden und ein solches Verhältnis der Stärke der Schichten zu schaffen, daß die Zahnprothese eine längere Benutzbarkeit gegenüber den monolithischen Prothesen aus Edellegierungen unter Beibehaltung hoher medizinischer und biologischer Kenndaten und der dekorativen und kosmetischen Eigenschaften während des Gebrauches ermöglicht. Dies wird erfindungsgemäß dadurch gelöst, daß die dekorative Außenschicht aus einem festeren Material als die Grundlage ausgeführt ist und Nitride, Hydroxynitride, Karboxynitride, Zyannitride und/oder Monoxide der Metalle der Nebengruppe der vierten Gruppe des Periodensystems enthält. Das Verhältnis der Stärke der dekorativen Außenschicht zur Stärke der Grundlage beträgt 1:10 bzw. 1:200.

ISSN 0433-6461

13 Seiten

Erfindungsanspruch:

1. Zahnprothese, bestehend aus einer Grundlage aus einer festen korrosionsbeständigen Metallegierung und mindestens einer dekorativen Außenschicht, **gekennzeichnet dadurch,** daß die dekorative Außenschicht aus einem festeren Material als die Grundlage ausgeführt ist und Nitride, Hydroxynitride, Karboxynitride, Zyannitride und/oder Metallmonoxide der Nebengruppe der vierten Gruppe des Periodensystems enthält, wobei das Verhältnis der Dicke der dekorativen Außenschicht zur Dicke der Grundlage 1:10 bzw. 1:200 beträgt.
2. Zahnprothese nach Punkt 1, **gekennzeichnet dadurch,** daß sie als Material für die dekorative Außenschicht Nitride, Hydroxynitride, Karboxynitride, Zyannitride und/oder Zirkoniummonoxide enthält.
3. Zahnprothese nach Punkt 1 und 2, **gekennzeichnet dadurch,** daß zwischen der Prothesengrundlage und der dekorativen Außenschicht eine Schutzschicht aus einem Metall vorgesehen ist,das elektronegativer als das Material der dekorativen Außenschicht ist und sich in flüssigen Medien der Mundhöhle passiviert, wobei das Verhältnis der Dicke der Schutzschicht zur Dicke der dekorativen Außenschicht 0,3:1 bzw. 1:1 beträgt.
4. Zahnprothese nach Punkt 3, **gekennzeichnet dadurch,** daß sie als Metall der Schutzschicht Titan, Tantal bzw. Chrom enthält.
5. Zahnprothese nach Punkt 1 und 2, **gekennzeichnet dadurch,** daß zwischen der dekorativen Außenschicht und der Prothesengrundlage eine Übergangsschicht vorgesehen ist, die sich aus Titan, Tantal bzw. Chrom im Gemisch mit einem entsprechenden Nitrid unter Veränderung der Konzentration des Nitrids in der Dicke der Übergangsschicht in einem Bereich von 0,01 bis 90–99,9 Gew.-% zusammensetzt, wobei das Verhältnis der Dicke der Übergangsschicht zur Dicke der dekorativen Außenschicht 0,3:1 bzw. 1:1 beträgt.
6. Zahnprothese nach Punkt 3 und 4, **gekennzeichnet dadurch,** daß zwischen der dekorativen Außenschicht und der Schutzschicht eine Übergangsschicht vorgesehen ist, die sich aus Titan, Tantal bzw. Chrom im Gemisch mit einem entsprechenden Nitrid unter Veränderung der Konzentration des Nitrids in der Dicke der Übergangsschicht in einem Bereich von 0,01 bis 90–99,9 Gew.-% zusammensetzt, wobei das Verhältnis der Dicke der Übergangsschicht zur Dicke der dekorativen Außenschicht 0,3:1 bzw. 1:1 beträgt.
7. Zahnprothese nach Punkt 1 und 2, **gekennzeichnet dadurch,** daß bei einer Prothesengrundlage aus gelöteten Elementen einer festen korrosionsbeständigen Metallegierung zwischen der dekorativen Außenschicht und der Prothesengrundlage eine zusätzliche Schicht aus Kobalt, Nickel, Chrom, Molybdän bzw. Zirkonium oder aus Chrom- bzw. Molybdännitriden vorgesehen ist, wobei das Verhältnis oder die Dicke der zusätzlichen Schicht zur Dicke der dekorativen Außenschicht 0,5:1 bzw. 1:1 beträgt.
8. Zahnprothese nach Punkt 5, **gekennzeichnet dadurch,** daß bei einer Prothesengrundlage aus gelöteten Elementen einer festen korrosionsbeständigen Metallegierung zwischen der Übergangsschicht und der Prothesengrundlage eine zusätzliche Schicht aus Kobalt, Nickel, Chrom, Molybdän oder Zirkonium vorgesehen ist, wobei das Verhältnis der Dicke der zusätzlichen Schicht zur Dicke der dekorativen Außenschicht 0,5:1 bzw. 1:1 beträgt.
9. Verfahren zur Herstellung einer Zahnprothese nach Punkt 7, das die Fertigung einer Grundlage durch Zusammenlöten von Elementen der Zahnprothese aus einer festen korrosionsbeständigen Metallegierung zu einer einheitlichen Konstruktion und das Auftragen der dekorativen Außenschicht im Vakuumtechnologieverfahren vorsieht, **gekennzeichnet dadurch,** daß die Zone der Lötverbindung der Konstruktion bzw. die ganze Konstruktion vor dem Auftragen der dekorativen Außenschicht mit einer zusätzlichen Schicht aus Kobalt, Nickel, Chrom, Molybdän, bzw. Zirkonium oder Chrom- bzw. Molybdännitriden galvanisch oder im Vakuumtechnologieverfahren überzogen wird, wobei das Verhältnis der Dicke der zusätzlichen Schicht zur Dicke der dekorativen Außenschicht 0,5:1 bzw. 1:1 beträgt.

Anwendungsgebiet der Erfindung

Die Erfindung betrifft eine Zahnprothese aus einer Grundlage aus einer festen korrosionsbeständigen Metallegierung und mindestens einer dekorativen Außenschicht und ein Verfahren zu ihrer Herstellung.

Charakteristik der bekannten technischen Lösungen

Bekannt sind monolithische Metall-Zahnprothesen, die üblicherweise entweder aus Legierungen der Edelmetalle Gold, Platin und Palladium, oder aus verschiedenen korrosionsbeständigen Stählen oder Legierungen hergestellt werden.
Im ersten Fall weisen Metall-Zahnprothesen ein hohes biologisch neutrales Verhalten und hohe dekorative und kosmetische Eigenschaften auf. Diese Prothesen sind jedoch infolge einer niedrigen Verschleißfestigkeit von Edelmetall-Legierungen nicht langlebig.
Im zweiten Fall werden Edelmetalle eingespart und die Langlebigkeit der Zahnprothesen wird gewährleistet. Die aus korrosionsbeständigen Stählen bzw. Legierungen hergestellten Zahnprothesen stehen jedoch hinter den ersteren in ihrem biologisch neutralen Verhalten und in ihren ästhetischen Eigenschaften zurück.
In Abhängigkeit von den zum Einsatz kommenden Materialien unterscheidet man folgende Arten von nichtabnehmbaren Zahnprothesen:
— aus Porzellan und Metallkeramik;
— aus Metallegierungen mit geringem Gehalt an Edelmetallen;
— geschichtete Konstruktion von Zahnprothesen, wenn ein Edelmetall nur als eine Außenschicht (Überzug) der jeweiligen Zahnprothese verwendet wird.
Die Herstellung metallkeramischer Konstruktionen ist kompliziert. Porzellankronen besitzen hohe dekorative und ästhetische Eigenschaften und werden hauptsächlich für die Wiederherstellung von Frontalzähnen verwendet. Sie sind aber infolge der Sprödigkeit von Porzellan nicht ausreichend fest.
In Legierungen mit einem niedrigeren Gehalt an Edelmetallen gelingt es nicht, den Gehalt an Edelmetallen unter 40 bis 60% ohne starke Verschlechterung ihres biologisch neutralen Verhaltens zu bringen.
Feste Zahnprothesen mit hohen medizinischen und biologischen Kenndaten gelingt es nur dann herzustellen, wenn man den Verbrauch an Edelmetallen bei ihrer Herstellung wesentlich (um 80 bis 95%) verringert. Gegenwärtig können aber diese Zahnprothesen keine umfassende Anwendung finden, weil hohe medizinische und biologische Kenndaten sowie dekorative und ästhetische Eigenschaften der Zahnprothesen lediglich innerhalb von 2 bis 3 Monaten ihres Betriebes aufrechterhalten werden können.

Bekannt ist die Konstruktion einer geschichteten Zahnprothese (GB-PS 1215485), die galvanisch hergestellt wird, bei der man zunächst eine Schicht aus Metall (Gold, Rhodium bzw. Chrom), das mit Geweben des Organismus verträglich ist, und dann eine zweite Schicht aus einem korrosionsbeständigen Nichtedelmetall (Nickel), das etwas fester als die erste ist, und dann die dritte Schicht aus einem Metall (Gold, Rhodium bzw. Chrom) ausfallen läßt, das mit den Körpergeweben verträglich ist.
Bekannt ist ebenfalls die Konstruktion einer Zahnprothese (SU-PS 212442), die aus einer metallischen Grundlage aus einer festen korrosionsbeständigen Metallegierung (Legierung aus Silber und Palladium) und einer dekorativen Außenschicht besteht. Die Außenschicht stellt eine Legierung auf der Basis von Gold dar, die eine niedrigere Festigkeit im Vergleich zur Grundlage aufweist.
Diese Zahnprothesen gestatten es, den Verbrauch an Edelmetallen um 90 bis 95% zu verringern. Da aber die Stärke der Schicht aus Edelmetallen an den Prothesen 10 bis 20 μm (bei größeren Stärken geht der Sinn der geschichteten Konstruktion der Zahnprothese infolge eines vergrößerten Verbrauchs an Edelmetallen verloren) nicht übersteigt, so verschleißen die Kauoberlächen der Prothese, die einer intensiven Abreibung ausgesetzt werden, schnell (innerhalb von 2 bis 3 Monaten des Betriebes der Prothese) und es geht der dekorative und kosmetische Effekt der Zahnprothese verloren. Außerdem ist bei der Zerstörung der dekorativen Außenschicht der Zahnprothese eine starke elektrochemische Entedelung (Veränderung der Differenz der elektrischen Potentiale um 20 bis 60 mV) der Konstruktion der Prothese, die Entstehung und ein aktives Funktionieren von mikrogalvanischen Zellen zu verzeichnen. Das Letztere kann eine lokale und allgemein schädliche Einwirkung auf den menschlichen Organismus ausüben. Gleichzeitig damit wird die Grundlage der jeweiligen Prothese durch die mikrogalvanischen Zellen intensiv zerstört und als Folge dessen wird der Prozeß der Zerstörung der dekorativen Außenschicht beschleunigt.

Ziel der Erfindung

Ziel der Erfindung ist eine Zahnprothese, die sich einfach und billig herstellen läßt und hohe Gebrauchseigenschaften aufweist.

Darlegung des Wesens der Erfindung

Der Erfindung liegt die Aufgabe zugrunde, eine Zahnprothese mit einer dekorativen Außenschicht und einer metallischen Grundlage so auszubilden und ein solches Verhältnis der Stärke der Schichten zu schaffen, daß die Zahnprothese eine längere Benutzbarkeit gegenüber den monolithischen Prothesen aus Edellegierungen unter Beibehaltung hoher medizinischer und biologischer Kenndaten und der dekorativen und kosmetischen Eigenschaften während des Gebrauches ermöglicht.
Dies wird erfindungsgemäß dadurch gelöst, daß die dekorative Außenschicht aus einem festeren Material als die Grundlage ausgeführt ist und Nitride, Hydroxynitride, Karboxynitride, Zyannitride und/oder Monoxide der Metalle der Nebenuntergruppe der vierten Gruppe des Periodensystems enthält, wobei das Verhältnis der Stärke der dekorativen Außenschicht zur Stärke der Grundlage 1:10 bis 1:200 beträgt.
Die Grundlage der Prothese wird aus einem festen korrosionsbeständigen Material: nichtrostendem Stahl, einer Chrom-Kobald-, Chrom-Kobald-Molybdän-Legierung oder beliebig anderer konventioneller Metallegierung ausgeführt. Eine solche Grundlage gewährleistet der jeweiligen Zahnprothese eine hohe Festigkeit bei vorzeichenveränderlichen Belastungen, die beim Kauen der Nahrung entstehen. Die Grundlage der Zahnprothese kann ganz bzw. aus einzelnen Elementen der Konstruktion zusammengesetzt sein, die unbeweglich mittels Schweißung oder Lötung verbunden werden.
Die Nitride, Hydroxynitride, Karboxynitride, Zyannitride, und/oder Monoxide der Metalle der Nebenuntergruppe der vierten Gruppe des Periodensystems, aus denen die dekorative Außenschicht der Zahnprothesen ausgeführt wird, zeichnen sich durch eine hohe chemische Beständigkeit in sauren, alkalischen und neutralen Medien der Mundhöle, durch die Ungiftigkeit und eine gute Verträglichkeit mit Geweben des Organismus aus. Deshalb sind die Zahnprothesen selbst gegenüber den Medien der Mundhöhle beständig und biologisch indifferent.
Als Material für die dekorative Außenschicht wird empfohlen Nitride, Hydroxynitride, Karboxynitride, Zyannitride und/oder Monoxide des Titans und/oder Zirkoniums zu verwenden.
Da die Nitride, Hydroxynitride, Karboxynitride, Zyannitride und/oder Monoxide des Titans und/oder Zirkoniums eine breite Palette goldgelblicher, goldschimmernder, goldroter und silbernschimmernder Farbtöne und Schattierungen (in Abhängigkeit vom Typ der jeweiligen chemischen Verbindung und von den Parametern des Prozesses für ihre Gewinnung) aufweisen, sichern die genannten Verbindungen beim Auftragen auf metallische Erzeugnisse den erforderlichen dekorativen und kosmetischen Effekt für diese Erzeugnisse. So weist das Zirkoniumnitrid in Abhängigkeit vom Gehalt an Stickstoff in ihm eine Farbton von silbernschimmerndem bis zum dunkelgoldschimmerndem Farbton auf, das heißt, es imitiert Platin oder Goldlegierungen. Das Titannitrid, Gemische aus Titannitriden und Zirkoniumnitriden, Monoxide des Titans und/oder Zirkoniums und ihre Hydroxynitride können goldigstrohfarbene, goldgelbe und goldrote Farbtöne und die Vielzahl ihrer Schattierungen aufweisen und das Gold verschiedener Proben imitieren und dadurch die Palette der herzustellenden Schattierungen selbst erweitern.
Die Härte der Materialien, aus denen die dekorative Auenschicht der erfindungsgemäßen Zahnprothesen ausgeführt ist, beträgt 10^4 MPa (2200 bis 2900 kp/mm^2), was bedeutend höher als die Härte der bekannten Metallegierungen ist, die in der Stomatologie zum Einsatz kommen. Deshalb zeichnet sich die dekorative Außenschicht einer derartigen Prothese durch eine sehr hohe Verschleißfestigkeit (auf das 180- bis 220fache höher als die Verschleißfestigkeit einer Schicht aus galvanischem Gold) aus und ermöglicht es der Zahnprothese, dem Abrieb erfolgreich zu widerstehen.
Die erhöhte Sprödigkeit der für die dekorative Außenschicht zu verwendenden Materialien schafft Grenzbedingungen für das Verhältnis der Stärke der Grundlage zur Außenschicht. Je dünner die dekorative Außenschicht sein wird, um so geringer ist ihre Verformbarkeit. Eine übermäßige Verjüngung dieser Schicht verringert jedoch die Lebensdauer einer Prothese infolge ihrer schnellen Abreibung.
Es wurde exprimentell festgestellt, daß das Verhältnis der Stärke der dekorativen Außenschicht zur Stärke der Prothesengrundlage 1:10 bis 1:200 betragen soll. Bei Brücken- bzw. Bügelprothesen soll die Berechnung der Stärke der dekorativen Außenschicht nach dem dünnsten Querschnitt der Konstruktion einer Prothese geführt werden.
Die dekorative Außenschicht der erfindungsgemäßen Zahnprothese kann in Abhängigkeit von den gestellten Aufgaben, ein-, zwei- bzw. mehrschichtig sein. In einer mehrschichtigen Komposition der dekorativen Außenschicht können die Schichten der oben aufgeführten metallartigen Titan- und Zirkoniumverbindungenabwechseln auftreten. Die mehrschichtigen Kompositionen der dekorativen Außenschicht ermöglichen es, ihre Adhäsionseigenschaften gegenüber einer Unterlage aus verschiedenen Materialien umfassender zu varriieren, die Kenndaten der Formbarkeit und der Verschleißfestigkeit der dekorativen

Die erfindungsgemäßen Zahnprothesen können sich auf folgende Nomenklatur von Erzeugnissen erstrecken: einzelne Stanz- und Gußkronen (Vollgußkronen, Äquatorkronen, Halbkronen, Dreiviertelkronen, Kronen mit Stift), ganzgegossene brückenartige Prothesen, gelötete brückenartige Prothesen mit gegossenen künstlichen Zähnen und Facetten, gegossene Einlagen, Schlösse zum Fixieren der Zahnprothesen bei Paradontose sowie Körperstücke und Bogen der Bügelprothesen, gebogene und gegossene Klammern.
Bei einer unwesentlichen Beschädigung der dekorativen Außenschicht (Vorhandensein von Mikroporen beziehungsweise Mikrorissen, lokaler Abreibung), die die dekorativen und kosmetischen Eigenschaften der Zahnprothese nicht verschlechtert, können infolge der Ausfüllung dieser Stellen mit Flüssigkeiten aus der Mundhöhle lokale mikrogalvanische Zellen zwischen der Grundlage und der dekorativen Außenschicht entstehen.
Die Folge der Entstehung der mikrogalvanischen Zellen (ohne Einleitung spezieller Maßnahmen) ist das Auftreten und die Entwicklung von Korrosionsherden eines bedeutend elektronegativeren Metalls einer Zelle, das heißt der Grundlage der Zahnprothese. Das verursacht die lokale Zerstörung der Grundlage unter einem Überzug, eine beschleunigte Zerstörung der geschwächten (Grundlage fehlt) dekorativen Außenschicht infolge mechanischer Einwirkungen und letzten Endes den Verlust der dekorativen und kosmetischen Eigenschaften der Zahnprothese.
Zur Erhöhung des Korrosionsschutzes des Materials der Grundlage der erfindungsgemäßen Zahnprothese wird empfohlen, zwischen der Prothesengrundlage und dekorativen Außenschicht eine Schutzschicht aus einem Metall auszuführen, das elektronegativer als das Metall der dekorativen Außenschicht und das die Fähigkeit besitzt, sich in flüssigen Medien der Mundhöhle zu passivieren, wobei das Verhältnis der Stärke der Schutzschicht zur Stärke der dekorativen Außenschicht 0,3:1 bis 1:1 beträgt.
Beim Vorhandensein der genannten Schutzschicht bekommt das flüssige Medium in der Mundhöhle im Falle der Zerstörung der dekorativen Außenschicht keinen Zutritt zur Grundlage der Prothese, sondern zum Material der Schutzschicht. Eine mikrogalvanische Zelle entsteht zwischen Metallen der Schutzschicht und der dekorativen Außenschicht. Die Rolle einer Anode in dieser Zelle erfüllt ein elektronegativeres Metall, das heißt das Metall der Schutzschicht. Das Metall der Schutzschicht ist aber so gewählt, daß es sich unter Bedingungen der Anodenpolarisation genügend gut passivieren läßt. Im Bereich des jeweiligen Fehlers in der dekorativen Außenschicht ist infolge der Differenz der elekrischen Potentiale der in Berührung kommenden Metalle eine Anodenpolarisation immer zu verzeichnen, das heißt, daß die Schutzschicht alle Bedingungen für ihre Passivierung hat (Entstehung von passiven Filmen). Die Schutzschicht, die passive Filme aufweist, erlaubt es nicht, daß sich das Metall dieser Schicht weiter zerstört (auflöst), wodurch die Ausbreitung von Korrosionsprozessen verhindert wird.
Dadurch wird die Korrosionsbeständigkeit der erfindungsgemäßen Prothese gewährleistet.
Als Metall für die Schutzschicht wird empfohlen, Titan, Tantal bzw. Chrom zu verwenden. Diese Metalle besitzen die Fähigkeit, sich in Medien in der Mundhöhle leicht zu passivieren, wodurch einer Zerstörung der Schutzschicht und demzufolge auch der Grundlage der jeweiligen Zahnprothesen durch Korrosion vorgebeugt wird.
Zur Gewährleistung eines zuverlässigen Schutzes der Metallegierung der Grundlage der Zahnprothese vor Korrosion soll die Schutzschicht ganz (ohne durchgehende Poren) sein. Da sich mit Vergrößerung der Stärke der Schicht die Wahrscheinlichkeit des Vorhandenseins von durchgehenden Poren in ihr verringert, ist die Schutzschicht so stark wie möglich auszuführen. Mit Vergrößerung der Stärke der Schutzschicht wird jedoch der Arbeitsaufwand für ihre Ausfällung vergrößert. Von diesem Standpunkt aus soll die Schutzschicht so dünn wie möglich ausgeführt werden.
Experimentell wurde festgestellt, daß das Verhältnis der Schutzschicht zur Stärke der dekorativen Außenschicht 0,3:1 bis 1:1 betragen soll. Geringere Werte werden für Tantal und Titan, größere für Chrom genommen.
Die physikalisch-mechanischen Kenndaten (thermischer linearer Ausdehnungskoeffizient, Formbarkeit, Mikrohärte und anderes mehr) der Grundlage und der dekorativen Außenschicht bzw. der Schutzschicht und der dekorativen Außenschicht unterscheiden sich stark (auf das Mehrfach).
Bei Änderung der Temperaturführung oder unter Bedingungen einer mechanischen Belastung, beispielsweise während der Nutzung einer Zahnprothese, treten an den Trennstellen der genannten Schichten Konzentrationen mechanischer Spannungen auf. In einer Reihe von Fällen führt das zum Abblättern der dekorativen Außenschicht.
Um das in der erfindungsgemäßen Zahnprothese zu vermeiden, wird empfohlen, zwischen der Grundlage und der dekorativen Außenschicht bzw. der Schutzschicht eine Übergangsschicht auszuführen, die sich aus Titan, Tantal bzw. Chrom im Gemisch mit einem entsprechenden Metallnitrid zusammensetzt. Die Konzentration der genannten Nitride steigt in der Stärke der Übergangsschicht in Richtung zur dekorativen Außenschicht in einem Bereich von 0,01 Gew.-% bis 90 bis 99,9 Gew.-% an und das Verhältnis der Stärke der Übergangsschicht zur Stärke der dekorativen Außenschicht beträgt 0,3:1 bis 1:1.
In der Übergangsschicht wird durch die Verteilung der Konzentration der Metalle und ihrer Nitride eine schrittweise Veränderung der physikalisch-mechanischen Kenndaten dieser Schicht gewährleistet. Die Werte der Kenndaten der Übergangsschicht verändern sich in ihrer Stärke im Bereich von den Kenndaten der Grundlage bis zu den Kenndaten der dekorativen Außenschicht.
In der stomatologischen Praxis werden bei der Herstellung von brückenartigen Zahnprothesen oft genug gelötete Konstruktionen der Grundlage einer Zahnprothese verwendet. Die Elemente einer solchen Konstruktion (Kronen, Facettenkörper, künstliche Zähne) werden getrennt hergestellt, und dann werden sie im Lötverfahren zu einer einheitlichen Konstruktion zusammengeführt.
Zum Löten der Elemente der Konstruktion der Zahnprothesen aus nichtrostendem Stahl, aus Chrom-Kobalt- und anderen konventionellen korrosionsbeständigen Metallegierungen werden kostengünstige Silberlötmetalle erfolgreich verwendet. Am häufigsten werden Silber-Kadmium- (Zusammensetzung in Ma.-%: Ag 45, Cu 25, Cd 15 und Mn 15) mit einem Schmelzpunkt von 620 bis 660°C bzw. Silber-Zink-Lötmetalle (Zusammensetzung in Ma.-%: Ag 63, Cu 27, Zn 10 oder in Ma.-%: Ag 37, Cu 38, Zn 15, Cd 0,5, Mn 5,2, Ni 4, Mg 0,3) mit einem Schmelzpunkt 800 bis 850°C eingesetzt.
An den Lötstellen hat die dekorative Außenschicht, die üblicherweise bei 400 bis 500°C und darüber hinaus ausgefällt wird, eine niedrige Adhäsion, die auf Verdampfung einzelner Komponenten des Lötmetalls zurückzuführen ist. Das verursacht sehr oft das Abblättern der dekorativen Außenschicht bzw. die Entstehung von Rissen, Poren und anderen Defekten an den Lötstellen der Außenschicht.
Deshalb wird empfohlen, wenn die Grundlage einer Zahnprothese eine Konstruktion aus gelöteten Elementen aus einer festen korrosionsbeständigen Metallegierung enthält, zwischen der dekorativen Außenschicht und der Prothesengrundlage bzw. zwischen der Übergangsschicht und der Prothesengrundlage eine zusätzliche Schicht auszuführen. Im ersten Fall soll sie

zweckmäßigerweise aus Kobalt, Nickel, Chrom, Molybdän bzw. aus Zirkonium oder aus Nitriden von Chrom bzw. Molybdän ausgeführt werden. Im zweiten Fall wird empfohlen, die zusätzliche Schicht aus Kobalt, Nickel, Chrom, Molybdän bzw. Zirkonium auszuführen. In beiden Fällen beträgt das Verhältnis der Stärke der zusätzlichen Schicht zur Stärke der dekorativen Außenschicht 0,5:1 bzw. 1:1.

Bei einem Verhältnis der Stärke der zusätzlichen Schicht zur Stärke der dekorativen Außenschicht gleich 0,5:1 bis 1:1 weist die zusätzliche Schicht keine durchgehenden Poren auf. Die porenfreie zusätzliche Schicht ist eine genügend zuverlässige Barriere nicht nur für die flüssige, sondern auch für die dampfförmige Phase der verdunsteten Komponenten des jeweiligen Lötmetalls. Eine größere Stärke der zusätzlichen Schicht ist infolge der Verteuerung der Herstellung dieser Schicht ungerechtfertigt.

Das Vorhandensein einer zusätzlichen Schicht an der gelöteten Konstruktion einer Prothesengrundlage ermöglicht es, die Ganzheit der gelöteten Naht, das Fehlen von sichtbaren Poren an den Lötstellen und als Folge dessen eine hohe mechanische Festigkeit solcher Zahnprothesen sowie eine hohe Qualität ihrer dekorativen Außenschicht zu gewährleisten, darunter auch im Bereich der gelöteten Naht.

Das Verfahren zur Herstellung einer solchen Zahnprothese, das die Fertigung einer Grundlage mittels Lötung der Elemente der Zahnprothesen aus einer festen korosionsbeständigen Metallegierung zu einer einheitlichen Konstruktion und das Auftragen einer dekorativen Außenschicht mit Vakuumtechnologie vorsieht, ist dadurch gekennzeichnet, daß die Zone der gelöteten Verbindung der Konstruktion bzw. die ganze Konstruktion vor dem Auftragen der dekorativen Außenschicht mit einer Schicht aus Kobalt, Nickel, Chrom, Molybdän bzw. Zirkonium oder aus Nitriden des Chroms oder Molybdäns galvanisch oder im Vakuumtechnologieverfahren überzogen wird, wobei das Verhältnis der Stärke der zusätzlichen Schicht zur Stärke der dekorativen Außenschicht 0,5:1 bzw. 1:1 beträgt.

Wie oben erwähnt, schließt die zusätzliche Schicht die Entstehung von Defekten in der dekorativen Außenschicht an den gelöteten Nähten aus und vergrößerte die mechanische Festigkeit der gelöteten Verbindung.

Die erfindungsgemäßen Zahnprothesen stehen in ihren dekorativen und kosmetischen Eigenschaften, in ihrem biologisch neutralen Verhalten, in chemischer und Korrosionsbeständigkeit nicht hinter den monolithischen Zahnprothesen zurück, die aus Gold- bzw. aus Platinlegierungen ausgeführt werden, und in ihrer Festigkeit und Verschleißfestigkeit übertreffen sie die letzteren. Dabei weisen die erfindungsgemäßen Zahnprothesen gute Bearbeitbarkeit auf und sind wirtschaftlich vorteilhaft. Sie sind um das 10- bis 15fache billiger als die aus Goldlegierungen, Porzellan und Metallkeramik hergestellten Zahnprothesen.

Die Prothesen mit den erfindungsgemäßen dekorativen Außenschichten sind gegenüber Einwirkung von Kochsalz und Speichel beständig, weiterhin gegenüber Kulturen der blaupyogenen Bakterien, das goldfarbenen Staphylokokks, der Kolibakterien, den primär mit Trypsin behandelten Kulturen der Zellen der Fibroplaste eines Menschenembryos, der verdaulichen Linie der HEP-2-Zellen und den Zellen der bukalen Epithelgewebes eines Menschen indifferent.

Die dekorative Außenschicht in den erfindungsgemäßen Zahnprothesen ruft keine Chromosomenaberrationen hervor.

Das Verfahren zur Herstellung der erfindungsgemäßen Zahnprothesen ist einfach in technologischer Ausführung, beruht auf bekannten technologischen Vorgängen und wird wie folgt durchgeführt:

Zunächst wird gemäß den in der Stomatologie allgemeingültigen Methodiken (Prozisionsguß, Stanzen) die Grundlage einer Zahnprothese aus festen korrosionsbeständigen Nichtedelmetallegierungen (nichtrostendem Stahl, Legierungen aus Kobald und Chrom bzw. aus Kobalt, Chrom und Molybdän) in Form von Formlingen erforderlicher Form hergestellt. Man überprüft die Genauigkeit ihres Sitzes in der Mundhöhle eines Patienten. Nach der Anprobe und Anpassung wird der Zunder von der Oberfläche des jeweiligen Formlings entfernt und es wird bis auf eine Rauheit der Oberfläche R_z = 0,1 bis 0,4 μm poliert. Dann wird die Prothesengrundlage der Zahnprothese in üblicher Technologie sorgfältig gewaschen und in einem Ultraschallbad entfettet.

Im bekannten Verfahren der Vakuumtechnologie wird eine dekorative Außenschicht berechneter Stärke aus einem Material aufgetragen, das die Adhäsion und Verschleißfestigkeit sowie den erforderlichen Farbton und die Schattierung des Überzuges gewährleistet. Wie oben erwähnt, kann die dekorative Außenschicht mono-, doppel- oder mehrschichtig sein. Beim Auftragen von zwei und mehreren Schichten wird mit der Zusammensetzung und mit dem Druck des Reaktionsgases, mit der zu verdunstenden Substanz und mit den technologischen Parametern des Fällungsprozesses von Schichten in Abhängigkeit von den zu lösenden Aufgaben variiert.

Danach wird die dekorative Außenschicht der jeweiligen Zahnprothese erforderlichenfalls endgültig poliert und dann, wenn notwendig, werden die fehlenden Elemente aus Plaste an der Prothese formiert.

In dem Fall, wenn das Vorhandensein einer Schutzschicht an der Zahnprothese erforderlich ist, wird in einem der bekannten Verfahren (Galvanotechnik, Vakuum-Plasma-Technologie) auf die Oberfläche der Grundlage einer Zahnprothese vor dem Auftragen der dekorativen Außenschicht eine Schicht aus Titan, Tantal bzw. Chrom in der erforderlichen Stärke aufgetragen.

Wie oben erwähnt, wird zur Verringerung der Konzentration der mechanischen Beanspruchungen an der Trennstelle zwischen der Prothesengrundlage und der dekorativen Außenschicht oder zwischen der dekorativen Außenschicht und der Schutzschicht eine Übergangsschicht ausgeführt. Die Übergangsschicht wird auch in einem bekannten beispielsweise Vakuum-Plasma-Verfahren durch Erhöhung des Druckes des Stickstoffs in der Kammer bei der Ausfällung der Schicht niedergeschlagen.

Wird die Grundlage einer Zahnprothese von einer gelöteten Konstruktion gebildet, wird auf eine solche (gelötete) Zahnprothese vor dem Vakuum-Plasma-Auftragen von Schichten (Schutz-, Übergangs- und der dekorativen Außenschicht) eine zusätzliche Schicht berechneter Stärke aus Kobalt, Nickel, Chrom, Molybdän, Zirkonium, Chrom- bzw. Molybdännitriden ausgefällt.

Ausführungsbeispiel

Die Erfindung soll nachstehend an mehreren einzelnen Beispielen näher erläutert werden.

Beispiel 1

Es wird eine Zahnprothese in Form einer monolithischen brückenartigen Konstruktion angefertigt, die eine Grundlage aus einer Chrom-Kobalt-Legierung mit einer dekorativen Außenschicht aus Titannitrid enthält.

Die Prothesengrundlage in der erforderlichen Form wird nach einem Wachsmodell aus einer Chrom-Kobald-Legierung gegossen. Man prüft die Genauigkeit ihres Sitzes in der Mundhöhle eines Patienten und paßt sie endgültig an. Die angepaßte Grundlage einer Zahnprothese wird mit feindispersen (0,5 bis 1 μm) Schleifmitteln poliert. Nach dem Polieren wird die Prothesengrundlage in einem Ultraschallbad mit Heißwasser (70 bis 80 °C) sorgfältig gewaschen, das 2 bis 3 Ma.-% synthetischer Waschmittel enthält. Dann erfolgt das Waschen mit fließendem Wasser, in einem Bad mit Benzin und anschließend wird sie in Äthylalkohol entfettet.

Hinterher wird die Grundlage einer brückenartigen Zahnprothese in einer Vakuumkammer untergebracht, die mit einer Drehvorrichtung versehen ist, an deren Trommel die Prothesengrundlage angebracht wird. Die Vakuumkammer ist auch mit drei Titanplasmaquellen versehen, die auf die Trommel der Drehvorrichtung gerichtet sind. Als verdunstende Substanz wird in allen drei Plasmaquellen chemisch reines Titan verwendet.
Die Vakuumkammer wird bis auf einen Druck von $1 \cdot 10^{-5}$ Torr evakuiert, die Drehvorrichtung (Drehgeschwindigkeit 9 U/min) wird eingeschaltet, an die Grundlage wird eine negative Spannung von 1,1 kV angelegt, eine Plasmaquelle eingeschaltet und in dieser ein Bogenstrom von 80 A eingestellt. Innerhalb von 2 min erfolgt die vollständige Reinigung der Grundlage, indem ihre Oberfläche mit Titanionen bombardiert wird. Dann wird eine negative Spannung von 180 V an die Grundlage angelegt und eine zweite und dritte Plasmaquelle eingeschaltet. Der Bogenstrom beträgt in jedem der drei Plasmaquellen 90 A. Unter diesen Bedingungen wird der Vakuumkammer Stickstoff zugeführt, indem der Druck in der Vakuumkammer in Höhe von $5 \cdot 10^{-3}$ Torr eingestellt wird. Dabei wird die dekorative Außenschicht aus Titannitrid an der Grundlage ausgefällt. Hat die Schicht eine Dicke von 8 μm erreicht, werden die Plasmaquellen abgeschaltet, wird die Zuführung von Stickstoff beendet, die Drehvorrichtung abgestellt, die negative Spannung von der Prothese abgenommen und nach 10 min wird die Prothese aus der Vakuumkammer herausgenommen.
Die dekorative Außenschicht weist eine Mikrohärte von 2500 bis 2600 kp/mm^2, einen Farbton, der der Farbe einer hochwertigen Goldlegierung entspricht, und eine gute Adhäsion mit der Grundlage auf.
Die hergestellte Prothese wurde mit Visphat-Zement in der Mundhöhle eines Patienten fixiert. Beobachtungen über vier Jahre haben keine lokalen und allgemeinen negativen Auswirkungen auf den menschlichen Organismus erkennen lassen. Die Prothese wurde nicht zerstört. Die Farbe der Prothese veränderte sich nicht.

Beispiel 2

Es wird eine Zahnprothese in Form einer monolithischen brückenartigen Konstruktion angefertigt, die eine Grundlage aus einer Chrom-Kobald-Legierung mit einer dekorativen Außenschicht aus Titanhydroxynitrid enthält.
Die Grundlage der Zahnprothese wird gefertigt, poliert, gewaschen und in der Vakuumkammer wie in Beispiel 1 untergebracht.
Die Bearbeitung der Prothesengrundlage erfolgt bis zum Moment der Zuführung von Stickstoff in die Vakuumkammer wie in Beispiel 1. Anstelle von Stickstoff wird der Vakuumkammer ein Gemisch aus Stickstoff und Sauerstoff (80 Vol.-% Stickstoff + 20 Vol.-% Sauerstoff) zugeführt und ein Druck von $5 \cdot 10^{-3}$ Torr in der Vakuumkammer eingestellt. Dabei fällt eine Schicht aus Titanhydroxynitrid an der Oberfläche der Grundlage (dekorative Außenschicht) aus. Hat die Schicht eine Dicke von 10 μm erreicht, werden die Plasmaquellen abgeschaltet, die Zuführung des Gasgemisches beendet, die negative Spannung von der Prothese abgenommen und die Drehvorrichtung abgestellt. Nach 10 min wird die Prothese aus der Vakuumkammer herausgenommen.
Die dekorative Außenschicht weist eine Mikrohärte von 2300 kp/mm^2, einen Farbton, der der Farbe einer hochwertigen Goldlegierung entspricht, und eine gute Adhäsion mit der Grundlage auf.
Die hergestellte Prothese wurde mit Visphat-Zement in der Mundhöhle eines Patienten fixiert. Beobachtungen über 2 Jahre haben keine lokalen und allgemeinen negativen Auswirkungen auf den Oraganismus ergeben. Die Farbe der Prothese hat sich nicht geändert.

Beispiel 3

Es wird eine Zahnprothese in Form einer monolithischen brückenartigen Konstruktion angefertigt, die eine Grundlage aus einer Chrom-Kobalt-Legierung mit einer dekorativen Außenschicht aus Zirkoniumnitrid enthält.
Die Grundlage der Zahnprothese wird gefertigt, poliert, gewaschen und in einer Vakuumkammer wie in Beispiel 1 untergebracht.
Die Vakuumkammer ist mit drei Plasmaquellen versehen, in denen Zirkonium als verdunstende Substanz dient. Die Ionenreinigung durch Bombardierung mit Zirkoniumionen und das Auftragen der dekorativen Außenschicht erfolgen wie in Beispiel 1. Dabei erfolgt die Ausfällung bis zur Herstellung einer Schicht von 20 μm.
Die hergestellte Schicht weist eine Mikrohärte von 2500 kp/mm^2, einen Farbton, der der Farbe einer hochwertigen Goldlegierung entspricht, und eine gute Adhäsion mit der Grundlage auf.
Die hergestellte Prothese wurde mit Visphat-Zement in der Mundhöle einen Patienten fixiert. Beobachtungen über vier Jahre haben keine lokalen bzw. allgemeinen negativen Auswirkungen auf den menschlichen Organismus ergeben.

Beispiel 4

Es wird eine Zahnprothese in Form einer monolithischen brückenartigen Konstruktion angefertigt, die eine Grundlage aus einer Chrom-Kobalt-Legierung mit einer dekorativen Außenschicht aus Nitriden von Titan bzw. Zirkonium (70 Gew.-% Titannitrid und 30 Gew.-% Zirkoniumnitrid) enthält.
Die Grundlage der Zahnprothese wird gefertigt, poliert, gewaschen und in einer Vakuumkammer wie in Beispiel 1 untergebracht.
Die Vakuumkammer ist mit drei Plasmaquellen versehen, in denen in einer Zirkonium und in den zwei übrigen Titan als verdunstbares Material dient. Die Ionenreinigung erfolgt wie in Beispiel 1.
Dann wird eine negative Spannung von 200 V an die Grundlage angelegt, die Quellen des Titan- und Zirkoniumplasmas werden eingeschaltet, in den Quellen des Titanplasmas werden Bogenstromwerte von 90 A und in der Quelle des Zirkoniumplasmas von 80 A eingestellt. Danach wird Stickstoff der Vakuumkammer zugeführt und sein Druck in Höhe von $5 \cdot 10^{-3}$ Torr eingestellt. Dabei fällt an der Oberfläche der Grundlage die dekorative Außenschicht aus, die sich aus einem Gemisch der Titan- und Zirkoniumnitride (70 Gew.-% Titannitrid und 30 Gew.-% Zirkoniumnitrid) zusammensetzt. Hat diese Schicht eine Dicke von 12 μm erreicht, werden die Plasmaquellen abgeschaltet, die Zuführung von Stickstoff beendet, die Drehvorrichtung stillgesetzt, die Spannung von der Zahnprothese abgenommen und nach 10 min wird die Zahnprothese aus der Vakuumkammer herausgenommen.
Die dekorative Außenschicht weist eine Mikrohärte von 2600 kp/mm^2, einen Farbton, der der Farbe einer hochwertigen Goldlegierung entspricht, sowie eine gute Adhäsion mit der Grundlage auf.
Die hergestellte Prothese wurde in der Mundhöle eines Patienten mit Visphat-Zement fixiert. Beobachtungen über vier Jahre haben keine lokalen bzw. allgemeinen negativen Auswirkungen auf den menschlichen Organismus ergeben. Bei der Analyse des Speichels des Patienten wurde Zirkonium und Titan nicht nachgewiesen. Die Farbe der Prothese hat sich nicht geändert.

Beispiel 5

Es wird eine Zahnprothese in Form einer brückenartigen monolithischen Konstruktion angefertigt, die eine Grundlage aus einer Chrom-Kobalt-Legierung mit einer dekorativen Außenschicht aus einem Gemisch von Titan- und Zirkoniumnitrid (0,1 Gew.-% Zirkoniumnitrid und 99,9 Gew.-% Titannitrid) enthält.
Die Grundlage der Zahnprothese wird gefertigt, poliert, gewaschen und in einer Vakuumkammer wie in Beispiel 1 untergebracht. Die Vakuumkammer ist mit drei Plasmaquellen versehen, in denen als verdunstbares Material eine Legierung dient, die sich aus 99,9 Gew.-% Titan und 0,1 Gew.-% Zirkonium zusammensetzt.
Das Auftragen der dekorativen Außenschicht erfolgt wie in Beispiel 1 bis zur Herstellung einer Schicht in einer Stärke von 15 $\mu\mu$m. Die hergestellte Schicht weist eine Mikrohärte von 2500 kp/mm^2, einen Farbton, der der Farbe einer hochwertigen Goldlegierung entspricht, und eine gute Adhäsion mit der Grundlage auf.
Die hergestellte Prothese wurde in der Mundhöle eines Patienten mit Visphat-Zement fixiert. Beobachtungen über vier Jahre haben keine lokalen bzw. allgemeinen negativen Auswirkungen auf den menschlichen Organismus ergeben. Die Farbe der Prothese hat sich nicht geändert.

Beispiel 6

Es wird eine Zahnprothese in Form einer monolithischen brückenartigen Konstruktion angefertigt, die eine Grundlage aus einer Chrom-Kobalt-Legierung mit einer dekorativen Außenschicht enthält, die aus zwei Schichten besteht, von denen sich die, die an die Grundlage angrenzt, aus einem Gemisch von Karboxynitriden des Titans und Zirkoniums (67 Gew.-% Titankarboxynitrid und 33 Gew.-% Zirkoniumkarboxynitrid) und die zweite aus Titannitrid zusammensetzen.
Die Grundlage der Zahnprothese wird gefertigt, poliert, gewaschen und in einer Vakuumkammer wie in Beispiel 1 untergebracht. Die Vakuumkammer ist mit drei Plasmaquellen versehen, in denen in einer Zirkonium und in den übrigen zwei Titan als verdunstbares Material dient. Die Ionenreinigung der Grundlage erfolgt wie in Beispiel 1.
Dann wird eine negative Spannung von 200 V an die Grundlage angelegt, die Plasmaquellen des Titans und Zirkoniums eingeschaltet und ein Bogenstrom in allen Plasmaquellen in Höhe von jeweils 90 A eingestellt. Dann wird der Vakuumkammer ein Gemisch aus Stickstoff, Sauerstoff und Methan (80 Vol.-% Stickstoff, 10 Vol.-% Sauerstoff und 10 Vol.-% Methan) zugeführt, wobei der Druck in der Vakuumkammer in Höhe von $1 \cdot 10^{-3}$ Torr eingestellt wird. Dabei wird an der Oberfläche der Grundlage die erste Schicht der dekorativen Außenschicht niedergeschlagen, die sich aus einem Gemisch der Karboxynitride des Titans und Zirkonium zusammensetzt (67 Gew.-% Titankarboxynitrid und 33 Gew.-% Zirkoniumkarboxynitrid).
Hat diese Schicht eine Dicke von 6 μm erreicht, wird die Plasmaquelle des Zirkoniums abgeschaltet, die Zuführung des Gasgemisches eingestellt und Stickstoff zugeführt, dessen Druck in der Vakuumkammer in Höhe von $5 \cdot 10^{-3}$ Torr eingestellt wird. Dabei wird die zweite Schicht der dekorativen Außenschicht aus Titannitrid niedergeschlagen.
Hat die Schicht aus Titannitrid eine Dicke von 3 μm erreicht, werden die Plasmaquellen abgeschaltet, die Zuführung von Stickstoff beendet, die negative Spannung von der Prothese abgenommen und die Drehvorrichtung zum Stillstand gebracht. Nach 10 min wird die Prothese aus der Vakuumkammer herausgenommen.
Die hergestellte dekorative Außenschicht weist eine Mikrohärte von 2600 kp/mm^2, eine Farbe, die der Farbe der hochwertigen Goldlegierungen entspricht, und eine gute Adhäsion mit der Grundlage auf.
Die hergestellte Zahnprothese wurde in der Mundhöle eines Patienten mit Visphat-Zement fixiert. Beobachtungen über zwei Jahre haben keine lokalen bzw. allgemeinen negativen Auswirkungen auf den Organismus eines Patienten ergeben. Die Farbe der Prothese hat sich nicht geändert.

Beispiel 7

Es wird eine Zahnprothese in Form einer momolithischen brückenartigen Konstruktion angefertigt, die eine Grundlage aus einer Chrom-Kobalt-Legierung mit einer dekorativen Außenschicht enthält, die sich aus zwei Schichten zusammensetzt, von denen die eine, die an die Grundlage angrenzt, aus Titanzyannitrid und die zweite aus Titanoxynitrid besteht.
Die Prothesengrundlage wird gefertigt, poliert, gewaschen und in eine Vakuumkammer so wie in Beispiel 1 eingebracht.
Die Bearbeitung der Grundlage der Zahnprothese erfolgt bis zum Moment der Zuführung von Stickstoff in die Vakuumkammer wie in Beispiel 1. Anstelle von Stickstoff wird ein Gemisch aus Stickstoff und Azetylen (95 Vol.-% Stickstoff und 5 Vol.-% Azetylen) der Vakuumkammer zugeführt, wobei der Druck in der Vakuumkammer in Höhe von $8 \cdot 10^{-4}$ Torr eingestellt wird. Dabei wird an der Oberfläche der Grundlage eine Schicht aus Titanzyannitrid niedergeschlagen. Nach dem Niederschlagen dieser Schicht in einer Dicke von 5 μm wird die Zuführung des Gasgemisches beendet und es wird ein Gasgemisch aus Stickstoff und Sauerstoff (90 Vol.-% Stickstoff und 10 Vol.-% Sauerstoff) zurückgeführt, indem der Druck in der Vakuumkammer in Höhe von $6 \cdot 10^{-3}$ Torr eingestellt und die Schicht aus Titanoxynitrid niedergeschlagen wird. Hat die Schicht aus Titanoxynitrid eine Dicke von 5 μm erreicht, werden die Plasmaquellen abgeschaltet, die Zuführung des Gasgemisches beendet, die negative Spannung von der Prothese abgenommen und die Drehvorrichtung zum Stillstand gebracht. Nach 10 min wird die Prothese aus der Vakuumkammer herausgenommen.
Die hergestellte dekorative Außenschicht weist eine Mikrohärte von 2400 kp/mm^2, eine Farbe, die der Farbe der hochwertigen Goldlegierungen entspricht, und eine gute Adhäsion mit der Grundlage auf.
Die hergestellte Zahnprothese wurde in der Mundhöle eines Patienten mit Visphat-Zement fixiert. Beobachtungen über 2 Jahre haben keine lokalen bzw. allgemeinen negativen Auswirkungen auf den Organismus des Patienten erkennen lassen. Die Farbe der Prothese hat sich nicht geändert.

Beispiel 8

Es wird eine Zahnprothese in Form einer monolithischen brückenartigen Konstruktion angefertigt, die eine Grundlage aus einer Chrom-Kobalt-Legierung mit einer dekorativen Außenschicht enthält, die sich aus zwei Schichten zusammensetzt, von denen die eine, die an die Grundlage angrenzt, aus Titanmonoxid und die zweite aus Titannitrid besteht.
Die Grundlage der Zahnprothese wird gefertigt, poliert, gewaschen und in einer Vakuumkammer wie in Beispiel 1 eingebracht. Die Bearbeitung der Grundlage der Zahnprothese erfolgt bis zum Moment der Zuführung von Stickstoff der Vakuumkammer auch wie in Beispiel 1.
Anstelle von Stickstoff wird der Vakuumkammer Sauerstoff zugeführt, indem der Druck in Höhe von $5 \cdot 10^{-4}$ Torr eingestellt wird. Dabei wird an der Oberfläche der Grundlage eine Schicht aus Titanmonoxid niedergeschlagen. Hat diese Schicht eine Dicke von 5 μm erreicht, wird die Zuführung des Sauerstoffs beendet und der Vakuumkammer Stickstoff zugeführt, indem man den Druck in der Kammer in Höhe von $5 \cdot 10^{-3}$ Torr einstellt und dabei die zweite Schicht aus Titannitrid ausfallen läßt. Hat die Schicht aus Titannitrid eine Dicke von 5 μm erreicht, werden die Plasmaquellen abgeschaltet, die Zuführung des Stickstoffs eingestellt, die negative Spannung von der Prothese abgenommen und die Drehvorrichtung zum Stillstand gebracht. Nach 10 min wird die Prothese aus der Vakuumkammer herausgenommen.
Die hergestellte dekorative Außenschicht weist eine Mikrohärte von 2500 kp/mm^2, eine Farbe, die der Farbe der hochwertigen Goldlegierungen entspricht, und eine gute Adhäsion mit der Prothesengrundlage auf.
Die hergestellte Zahnprothese wurde in der Mundhöle eines Patienten mit Visphat-Zement fixiert. Beobachtungen über zwei Jahre haben keine lokalen bzw. allgemeinen negativen Auswirkungen auf den Organismus eines Patienten ergeben.

Beispiel 9

Es wird eine Zahnprothese in Form einer monolithischen brückenartigen Konstruktion angefertigt, die eine Grundlage aus einer Chrom-Kobalt-Legierung mit einem dekorativen Außenüberzug aus einem Gemisch der Titan- und Zirkoniumnitride (33 Gew.-% Zirkoniumnitride und 67 Gew.-% Titannitride) und mit einer Schutzschicht aus Titan enthält.
Die Grundlage der Zahnprothese wird gefertigt, poliert, gewaschen und in einer Vakuumkammer wie in Beispiel 1 untergebracht. Die Ionenreinigung der Prothesengrundlage erfolgt durch Bombardierung mit Titanionen wie in Beispiel 1. Dann wird eine negative Spannung von 200 V an die Prothesengrundlage angelegt, die zweite Plasmaquelle mit Titan eingeschaltet, darin eine Bogenstromstärke von 80 A eingestellt und ein Schutzüberzug aus Titan in einer Stärke von 3 μm niedergeschlagen. Dann wird die dritte Plasmaquelle mit Zirkonium eingeschaltet, eine Bogenstromstärke in allen drei Plasmaquellen von 90 A eingestellt und der Vakuumkammer Stickstoff zugeführt, indem der Druck in Höhe von $5 \cdot 10^{-3}$ Torr eingestellt wird. Man läßt eine dekorative Außenschicht aus einem Gemisch von Titan- und Zirkoniumnitriden ausfallen. Hat diese Schicht eine Dicke von 10 μm erreicht, werden die Plasmaquellen abgeschaltet, die Zuführung von Gas beendet, die negative Spannung von der Prothese abgenommen und die Drehvorrichtung zum Stillstand gebracht.
Technische und medizinische Kenndaten der Zahnprothese entsprechen den in Beispiel 4 angeführten Kenndaten.

Beispiel 10

Es wird eine Zahnprothese in Form einer Einzelkrone aus nichtrostendem Stahl mit einer dekorativen Außenschicht aus Titannitrid und einer Schutzschicht aus Tantal angefertigt. Ein zylindrischer Hohlkörper aus nichtrostendem Stahl wird auf eine Temperatur von 800 bis 900 °C erhitzt und zwecks Fertigung des Formlings einer Krone die erforderliche Form ausgestanzt. Dann erfolgt das Hochtemperaturglühen des Formlings, dabei wird die Genauigkeit des Sitzes das jeweiligen Formlings am Zahnstumpf geprüft und er wird endgültig der Lage der Zähne beim Zubeißen eines Gegenzahns angepaßt.
Hinterher wird vom Kronenformling der Zunder durch Tauchen in eine Lösung mit folgender Zusammensetzung (g/l) entfernt: Schwefelsäure 100, Salpetersäure 150, Fluorwasserstoffsäure 30. In diese Lösung wird der Formling bis zur vollständigen Entfernung des Zunders gehalten (20 bis 60 s). Danach wird der Kronenformling in fließendem Wasser gewaschen, getrocknet und mit feindispersen (0,5 bis 1 μm) Schleifmitteln poliert. Die hergestellte Prothesengrundlage wird in einem Ultraschallbad mit heißem Wasser (70 bis 80 °C), das 3 Gew.-% synthetischer Waschmittel enthält, und anschließend mit Benzin und Äthylalkohol gewaschen. Dann wird die Prothesengrundlage in einer Vakuumkammer an der Trommel einer Drehvorrichtung angebracht. Die Vakuumkammer ist mit drei Plasmaquellen versehen, in denen in einer Tantal und in den beiden anderen Titan als verdunstbare Substanz dient.
Die Vakuumkammer wird bis auf einen Druck von $1 \cdot 10^{-5}$ Torr evakuiert, die Drehvorrichtung eingeschaltet, eine negative Spannung von 800 V an die Prothesengrundlage angelegt, die Tantal-Plasmaquelle eingeschaltet und darin eine Bogenstromstärke von 200 A eingestellt.
Die Ionenreinigung erfolgt mittels Bombardierung der Prothesengrundlage mit Tantalionen für die Dauer von 2 min. Dann wird eine negative Spannung von 50 V an die Prothesengrundlage angelegt und eine Schutzschicht aus Tantal niedergeschlagen. Hat die Schutzschicht eine Stärke von 3 μm erreicht, werden die zwei Titan-Plasmaquellen eingeschaltet und darin eine Bogenstromstärke von jeweils 90 A eingestellt, die Tantal-Plasmaquelle abgeschaltet, an die Prothesengrundlage eine negative Spannung von 180 V angelegt und der Vakuumkammer Stickstoff zugeführt, indem der Druck in der Vakuumkammer in Höhe von $5 \cdot 10^{-3}$ Torr eingestellt wird. Dabei wird eine dekorative Außenschicht aus Titannitrid niedergeschlagen. Hat diese Schicht eine Dicke von 9 μm erreicht, werden die Plasmaquellen abgeschaltet, die Zuführung von Stickstoff beendet, die negative Spannung abgenommen und die Drehvorrichtung zum Stillstand gebracht. Nach 10 min wird die Prothese aus der Vakuumkammer herausgenommen.
Die hergestellte Zahnprothese weist eine Mikrohärte von 2500 kp/mm^2, eine Farbe, die der Farbe der hochwertigen Goldlegierungen entspricht, und eine hohe Verschleißfestigkeit (auf das 190fache höher als bei Goldlegierungen) auf.
Die hergestellte Zahnprothese wurde in der Mundhöhle eines Patienten mit Visphat-Zement fixiert. Beobachtungen über vier Jahre haben keine lokalen bzw. allgemeinen negativen Auswirkungen auf den Organismus eines Patienten ergeben. Die Farbe der Prothese hat sich nicht geändert.

Beispiel 11

Es wird eine Zahnprothese in Form einer gelöteten brückenartigen Konstruktion angefertigt, die eine Grundlage aus nichtrostendem Chrom-Nickel-Strahl und einem Silber-Kadmium-Lot mit einer Schutzschicht aus Chrom und einer dekorativen Außenschicht aus einem Titan- und Zirkoniumnitridgemisch (0,5 Gew.-% Zirkoniumnitrid und 9,9 Gew.-% Titannitrid) enthält. Kronenformlinge der brückenartigen Zahnprothese werden wie in Beispiel 10 hergestellt. Dann wird nach einem Wachsmodell das Zwischenteil der Prothese (Facetten und künstliche Zähne) gegossen und mittels Lötung mit Silber-Kadmium-Lot wird eine einheitliche Grundlagenkonstruktion der brückenartigen Prothese gefertigt. Hinterher wird der Zunder entfernt, die Prothese wird poliert und gewaschen wie in Beispiel 10.
Dann wird die Grundlage in ein galvanisches Bad zum Auftragen der Schutzschicht aus Chrom getaucht.
Als wäßriges Elektrolyt für Verchromung wird folgende Zusammensetzung (g/l) verwendet: Chromsäureanhydrid 250 und Schwefelsäure 2,5. Die Ausfällung wird bei einer Temperatur des Elektrolyts von 60°C und einer Stromdichte von 50 A/dm^2 durchgeführt. Unter den genannten Bedingungen läßt man die Schutzschicht aus Chrom in einer Dicke von 8 μm ausfallen.
Dann wird die Prothesengrundlage mit dem Schutzüberzug aus Chrom mit feindispersen Diamantenpasten poliert, in einem Ultraschallbad mit Heißwasser, das 3 Ma.-% synthetischer Waschmittel enthält, mit Benzin und Äthylalkohol gewaschen.
Danach wird die Prothesengrundlage in einer Vakuumkammer an der Trommel einer Drehvorrichtung angebracht. Die Vakuumkammer ist mit drei Plasmaquellen versehen, in denen eine Legierung aus Titan mit Zirkonium (0,5 Gew.-% Zirkonium und 99,5 Gew.-% Titan) als verdunstbare Substanz dient.
Die Ionenreinigung der Prothesengrundlage wird durch Bombardierung mit Titan- und Zirkoniumionen und das Auftragen der dekorativen Außenschicht aus einem Titan- und Zirkoniumnitridgemisch in einer Dicke von 8 μm wie in Beispiel 1 durchgeführt.
Die hergestellte Prothese hat die gleichen technischen und medizinischen Kenndaten wie die der Prothese in Beispiel 5.

Beispiel 12

Es wird eine Zahnprothese in Form einer monolithischen brückenartigen Konstruktion angefertigt, die eine Grundlage aus einer Chrom-Kobaltlegierung mit einer dekorativen Außenschicht aus Titanoxynitrid und mit einer Übergangsschicht aus einem Titan- und Titannitridgemisch enthält. Die Prothesengrundlage wird gefertigt, poliert, gewaschen und in einer Vakuumkammer wie in Beispiel 1 untergebracht.
Die Vakuumkammer ist mit drei Plasmaquellen versehen, die Titan als verdunstbare Substanz enthalten.
Die Ionenreinigung der Prothesengrundlage erfolgt wie in Beispiel 1.
Dann wird eine negative Spannung von 200 V an die Prothesengrundlage angelegt, die beiden anderen Plasmaquellen werden eingeschaltet, die Bogenstromstärke wird in ihnen jeweils in Höhe von 80 A eingestellt, der Vakuumkammer wird Stickstoff zugeführt, indem der Druck schrittweise von $1 \cdot 10^{-5}$ Torr auf $1 \cdot 10^{-4}$ Torr während der ganzen Zeit der Ausfällung der Übergangsschicht in einer Dicke von 6 μm gebracht wird. Der Gehalt an Titannitrid in der Übergangsschicht vergrößert sich in ihrer Dicke von 0,01 Gew.-% auf 90 Gew.-%.
Hat die Übergangsschicht eine Stärke von 6 μm erreicht, wird die Zuführung von Stickstoff beendet und ein Gemisch aus Stickstoff und Sauerstoff (85 Vol.-% Stickstoff und 15 Vol.-% Sauerstoff) zugeführt, indem der Druck in Höhe von $5 \cdot 10^{-3}$ Torr eingestellt wird. Dabei läßt man eine dekorative Außenschicht in einer Dicke von 25 μm ausfallen.
Die technischen und medizinischen Kenndaten der hergestellten Prothese entsprechen den in Beispiel 2 genannten Kenndaten.

Beispiel 13

Es wird eine Zahnprothese in Form einer monolithischen brückenartigen Konstruktion angefertigt, die eine Grundlage aus einer Chrom-Kobalt-Legierung mit einer dekorativen Außenschicht aus einem Titan- und Zirkoniumnitridgemisch (50 Gew.-% Titannitrid + 50 Gew.-% Zirkoniumnitrid) und einer Übergangsschicht aus einem Tantal- und Tantalnitridgemisch enthält.
Die Prothesengrundlage wird gefertigt, poliert, gewaschen und in einer Vakuumkammer wie in Beispiel 1 untergebracht.
Die Vakuumkammer ist mit drei Plasmaquellen versehen, in denen in einer Tantal, in der zweiten Titan und in der dritten Zirkonium als verdunstbare Substanz eingesetzt wird.
Die Ionenreinigung erfolgt wie in Beispiel 10. Dann wird eine negative Spannung von 100 V an die Prothesengrundlage angelegt und der Vakuumkammer Stickstoff zugeführt, indem der Druck schrittweise von $1 \cdot 10^{-5}$ Torr auf $8 \cdot 10^{-4}$ Torr während der ganzen Zeit der Ausfällung der Übergangsschicht in einer Stärke von 4 μm gebracht wird. Der Gehalt der Übergangsschicht an Tantalnitrid vergrößert sich in einer Stärke von 0,01 Gew.-% auf 95 Gew.-%. Hat die Übergangsschicht eine Dicke von 4 μm erreicht, werden die Plasmaquellen mit Titan und Zirkonium eingeschaltet, der Bogenstrom wird jeweils in Höhe von 90 A eingestellt, die Plasmaquelle mit Tantal abgeschaltet, die negative Spannung von 250 V an die Prothesengrundlage angelegt. Dann wird der Vakuumkammer Stickstoff zugeführt, indem der Druck in Höhe von $4 \cdot 10^{-3}$ Torr eingestellt wird und man die dekorative Außenschicht aus einem Titan- und Zirkoniumnitridgemisch niederschlagen läßt. Hat diese Schicht eine Dicke von 9 μm erreicht, werden die Plasmaquellen abgeschaltet, die Zuführung von Stickstoff wird eingestellt, die negative Spannung von den Prothesen abgenommen und die Drehvorrichtung zum Stillstand gebracht. Nach 10 min wird die Prothese aus der Vakuumkammer herausgenommen.
Die technischen und medizinischen Kenndaten der hergestellten Prothese entsprechen den in Beispiel 6 genannten Kenndaten.

Beispiel 14

Es wird eine Zahnprothese in Form einer gelöteten brückenartigen Konstruktion angefertigt, die eine Grundlage aus nichtrostendem Chrom-Nickel-Stahl und aus Silber-Zink-Lot mit einer dekorativen Außenschicht aus Titannitrid und einer Übergangsschicht aus einem Chrom- und Chromnitridgemisch enthält.
Die Prothesengrundlage wird angefertigt und wie in Beispiel 11 gewaschen. Dann wird die Prothesengrundlage in einer Vakuumkammer an der Trommel einer Drehvorrichtung angebracht. Die Vakuumkammer ist mit drei Plasmaquellen versehen, in denen in einer Chrom und in beiden anderen Titan als verdunstbare Substanz dient.
Die Vakuumkammer wird auf einen Druck von $1 \cdot 10^{-5}$ Torr evakuiert, die Drehvorrichtung eingeschaltet, eine negative Spannung von 700 V an die Prothesengrundlage angelegt und die Ionenreinigung 4 min lang durchgeführt.

Dann wird eine negative Spannung von 30 V an die Prothesengrundlage angelegt, in der Plasmaquelle wird ein Bogenstrom von 90 A eingestellt und der Vakuumkammer Stickstoff zugeführt. Der Druck des Stickstoffs wird schrittweise von $1 \cdot 10^{-5}$ Torr auf $3 \cdot 10^{-4}$ Torr während der ganzen Zeit der Ausfällung der Übergangsschicht in einer Dicke von 4 μm gebracht. Die Konzentration von Chromnitrid steigt in der Stärke der Übergangsschicht von 0,01 Gew.-% auf 90 Gew.-% an. Die Mikrohärte dieser Schicht vergrößert sich von 400 kp/mm^2 auf 2600 kp/mm^2. Hat die Übergangsschicht eine Dicke von 4 μm erreicht, werden zwei Titan-Plasmaquellen eingeschaltet, es wird darin ein Bogenstrom von jeweils 90 A eingestellt, eine negative Spannung von 180 V an die Prothesengrundlage angelegt und die Chrom-Plasmaquelle abgeschaltet. Dann wird der Vakuumkammer Stickstoff zugeführt, indem der Druck in Höhe von $5 \cdot 10^{-3}$ Torr eingestellt wird und man die dekorative Außenschicht aus Titannitrid in einer Dicke von 10 μm niederschlagen läßt. Hat diese Schicht eine Dicke von 10 μm erreicht, werden die Plasmaquellen abgeschaltet, die Zuführung von Stickstoff wird eingestellt, die Spannung von den Prothesen abgenommen und die Drehvorrichtung zum Stillstand gebracht.
Die hergestellte Prothese hat technische und medizinische Kenndaten, die den in Beispiel 1 genannten Kenndaten entsprechen.

Beispiel 15

Es wird eine Zahnprothese in Form einer gelöteten brückenartigen Konstruktion angefertigt, die eine Grundlage aus nichtrostendem Chrom-Nickel-Stahl und aus Silber-Zink-Lot mit einer dekorativen Außenschicht aus Zirkoniumnitrid, einer Übergangsschicht aus einem Chrom- und Chromnitridgemisch und einer Schutzschicht aus Chrom enthält.
Die Prothesengrundlage wird angefertigt und wie in Beispiel 11 gewaschen.
Dann wird die Prothesengrundlage in einer Vakuumkammer an der Trommel einer Drehvorrichtung angebracht.
Die Vakuumkammer ist mit drei Plasmaquellen versehen, in denen in einer Chrom und in den zwei anderen Zirkonium als verdunstbare Substanz dient.
Die Ionenreinigung der Prothesengrundlage erfolgt wie in Beispiel 14.
Dann wird eine negative Spannung von 30 V an die Grundlage angelegt, ein Bogenstrom in Höhe von 90 A in der Plasmaquelle eingestellt und eine Schutzschicht aus Chrom in einer Stärke von 4 μm niedergeschlagen.
Nach der Erreichung der vorgegebenen Stärke der Schutzschicht läßt man die Übergangsschicht wie in Beispiel 14 ausfallen.
Die Ausfällung der dekorativen Außenschicht erfolgt wie in Beispiel 14 lediglich mit dem Unterschied, daß Zirkonium als verdunstbare Substanz verwendet wird.
Die hergestellte dekorative Außenschicht weist eine Mikrohärte von 2500 kp/mm^2, eine Farbe, die der Farbe einer hochwertigen Goldlegierung entspricht, und eine gute Adhäsion der Schichten miteinander und mit der Prothesengrundlage auf.
Die Prothese wurde in der Mundhöhle eines Patienten mit Visphat-Zement fixiert. Beobachtungen über vier Jahre haben keine lokalen bzw. allgemeinen negativen Auswirkungen auf den Organismus eines Patienten ergeben.

Beispiel 16

Es wird eine Zahnprothese in Form einer monolithischen brückenartigen Konstruktion angefertigt, die eine Grundlage aus einer Chrom-Kobalt-Legierung mit einer dekorativen Außenschicnt, die sich aus einer Schicht des Titankarbooxynitrids und einer Schicht des Titanoxynitrids zusammensetzt, mit einer Übergangsschicht aus einem Titan- und Titannitridgemisch und einer Schutzschicht aus Titan enthält.
Die Prothesengrundlage wird angefertigt, poliert und in einer Vakuumkammer wie in Beispiel 1 untergebracht.
Die Vakuumkammer ist mit drei Plasmaquellen versehen, in denen Titan als verdunstbare Substanz dient.
Die Ionenreinigung der Prothesengrundlage erfolgt wie in Beispiel 1.
Dann wird eine negative Spannung von 180 A an die Prothesengrundlage angelegt, die übrigen zwei Plasmaquellen werden eingeschaltet, darin ein Bogenstrom in Höhe von jeweils 80 A eingestellt und die Schutzschicht in einer Dicke von 6 μm niedergeschlagen. Dann wird die Übergangsschicht aus einem Titan- und Titannitridgemisch wie in Beispiel 12 mit dem Unterschied zur Ausfällung gebracht, daß der Druck des Stickstoffs auf $7 \cdot 10^{-4}$ Torr vergrößert wird. Das vergrößert seinerseits den Gehalt an Titannitrid an der Grenze zu der dekorativen Außenschicht auf 99 Gew.-%. Hat die Übergangsschicht eine Dicke von 6 μm erreicht, wird die Zuführung von Stickstoff beendet, die Bogenstromstärke in den Plasmaquellen auf 90 A gebracht, und ein Gemisch aus Stickstoff, Methan und Sauerstoff (85 Vol.-% Stickstoff, 10 Vol.-% Sauerstoff und 5 Vol.-% Methan) der Vakuumkammer zugeführt, der Druck in der Vakuumkammer in Höhe von $2 \cdot 10^{-3}$ Torr eingestellt und die erste Schicht der dekorativen Außenschicht aus Titankarbooxynitrid ausgefällt. Hat diese Schicht eine Stärke von 3 μm erreicht, wird die Zuführung des Gasgemisches beendet und ein Gasgemisch aus Stickstoff und Sauerstoff (90 % Stickstoff + 10 % Sauerstoff) zugeführt, indem der Druck dieses Gemisches in Höhe von $5 \cdot 10^{-3}$ Torr eingestellt wird, und dann wird die zweite Schicht der dekorativen Außenschicht aus Titanoxynitrid ausgefällt. Hat diese Schicht eine Dicke von 3 μm erreicht, werden die Plasmaquellen abgeschaltet, die Zuführung von Gasgemisch wird eingestellt, die negative Spannung von der Prothese abgenommen und die Drehvorrichtung zum Stillstand gebracht. Nach 10 min wird die Prothese aus der Vakuumkammer herausgenommen.
Die hergestellte Prothese hat eine Mikrohärte von 2500 kp/mm^2, eine gute Adhäsion zwischen den Schichten und mit der Grundlage und die Farbe einer hochwertigen Goldlegierung.
Die Prothese wurde in der Mundhöhle eines Patienten mit Visphat-Zement fixiert. Beobachtungen über zwei Jahre haben keine lokalen bzw. allgemeinen negativen Auswirkungen auf den Organismus eines Patienten ergeben.
Die Farbe der Prothese hat sich nicht geändert.

Beispiel 17

Es wird eine Zahnprothese in Form einer gelöteten brückenartigen Konstruktion angefertigt, die eine Grundlage aus nichtrostendem Chrom-Nickel-Stahl und Silber-Kadmium-Lot mit einer dekorativen Außenschicht aus einem Titan- und Zirkoniumnitridgemisch (67 Gew.-% Titannitrid und 33 Gew.-% Zirkoniumnitrid) und mit einer zusätzlichen Schicht aus Kobalt enthält.
Die Prothesengrundlage wird angefertigt und wie in Beispiel 11 gewaschen.

Dann wird die Prothesengrundlage in ein galvanisches Bad zum Auftragen der zusätzlichen Schicht aus Kobalt getaucht. Als wäßrige Lösung zum Auftragen der Schicht wird folgende Zusammensetzung (g/l) verwendet: Kobaltsulfat 500, Natriumchlorid 17 und Borsäure 45. Die Ausfällung der zusätzlichen Schicht aus Kobalt erfolgt bei einer Stromdichte von 3 A/cm^2, die Temperatur des Elektrolyts beträgt 45 °C und der *p*H-Wert 4. Die zusätzliche Kobaltschicht wird in einer Dicke von 8 μm niedergeschlagen.
Dann wird die hergestellte Prothesengrundlage mit der zusätzlichen Schicht aus Kobalt mit feindispersen Pasten poliert. Danach wird die Prothesengrundlage gewaschen und in der Vakuumkammer wie in Beispiel 1 untergebracht.
Dann wird die dekorative Schutz-Außenschicht wie in Beispiel 9 niedergeschlagen, das Niederschlagen erfolgt dabei bis zur Erzielung einer 25 μm starken Schicht. Hat die dekorative Außenschicht eine Dicke von 25 μm erreicht, wird der Prozeß des Niederschlagens wie in Beispiel 9 beendet.
Technische und medizinische Kenndaten der hergestellten Prothese entsprechen den in Beispiel 4 genannten Kenndaten.

Beispiel 18

Es wird eine Zahnprothese in Form einer gelöteten brückenartigen Konstruktion angefertigt, die eine Grundlage aus nichtrostendem Chrom-Nickel-Stahl und Silber-Kadmium-Lot mit einer dekorativen Außenschicht aus Titanoxynitrid und einer zusätzlichen Schicht aus Molybdän enthält.
Die Prothesengrundlage wird angefertigt und wie in Beispiel 11 gewaschen.
Dann wird die Grundlage in einer Vakuumkammer an der Trommel einer Drehvorrichtung angebracht.
Die Vakuumkammer ist mit drei Plasmaquellen versehen, in denen in einer Molybdän und in den zwei anderen Titan als verdunstbare Substanz dient.
Die Vakuumkammer wird bis auf einen Druck von $2 \cdot 10^{-5}$ Torr evakuiert, die Drehvorrichtung eingeschaltet, eine negative Spannung von 600 V an die Grundlage angelegt, die Molybdän-Plasmaquelle eingeschaltet, ein Bogenstrom von 130 A eingestellt und die Ionenreinigung der Prothesengrundlage 3 Minuten lang durchgeführt. Dann wird eine negative Spannung von 25 V an die Grundlage angelegt und die zusätzliche Schicht aus Molybdän ausgefällt.
Danach werden die Titan-Plasmaquellen eingeschaltet, darin ein Bogenstrom in Höhe von 90 A eingestellt, die Molybdän Plasmaquelle wird abgeschaltet und eine negative Spannung von 200 V an die Grundlage mit der zusätzlichen Schicht aus Molybdän angelegt. Dann wird ein Gasgemisch aus Stickstoff und Sauerstoff (80 Vol.-% Stickstoff und 20 Vol.-% Sauerstoff) der Vakuumkammer zugeführt, indem der Druck darin in Höhe von $5 \cdot 10^{-3}$ Torr eingestellt wird, und die dekorative Außenschicht aus Titanoxynitrid in einer Dicke von 15 μm niedergeschlagen.
Technische und medizinische Kenndaten der Prothese entsprechen den in Beispiel 2 genannten Kenndaten.

Beispiel 19

Es wird eine Zahnprothese in Form einer gelöteten brückenartigen Konstruktion angefertigt, die eine Prothesengrundlage aus nichtrostendem Chrom-Nickel-Stahl und Silber-Kadmium-Lot mit einer dekorativen Außenschicht aus einem Titan- und Zirkoniumnitridgemisch (30 Gew.-% Titannitrid und 70 Gew.-% Zirkoniumnitrid) und einer zusätzlichen Schicht aus Zirkonium enthält.
Die Prothesengrundlage wird angefertigt, poliert und wie in Beispiel 11 gewaschen.
Dann wird die Grundlage in der Vakuumkammer an der Trommel einer Drehvorrichtung angebracht.
Die Vakuumkammer ist mit drei Plasmaquellen versehen, in denen in einer Titan und in den zwei anderen Zirkonium als verdunstbare Substanz dient.
Die Vakuumkammer wird bis auf einen Druck von $1 \cdot 10^{-5}$ Torr evakuiert, die Drehvorrichtung eingeschaltet, eine negative Spannung von 900 V an die Grundlage angelegt, die Zirkonium-Plasmaquelle eingeschaltet, indem ein Bogenstrom in Höhe von 80 A eingestellt wird. Für die Dauer von 3 min erfolgt die Ionenreinigung der Prothesengrundlage, indem sie mit Zirkoniumionen bombardiert wird. Dann wird eine negative Spannung von 50 V an die Grundlage angelegt, die zweite Plasmaquelle mit Zirkonium eingeschaltet, indem der Bogenstrom darin in Höhe von 80 A eingestellt wird, und die zusätzliche Schicht aus Zirkonium in einer Dicke von 3 μm niedergeschlagen. Dann wird die dekorative Außenschicht aus dem Titan- und Zirkoniumnitridgemisch niedergeschlagen.
Technische und medizinische Kenndaten der Prothese entsprechen den in Beispiel 6 genannten Kenndaten.

Beispiel 20

Es wird eine Zahnprothese in Form einer gelöteten brückenartigen Konstruktion angefertigt, die eine Grundlage aus nichtrostendem Chrom-Nickel-Stahl und Silber-Kadmium-Lot einer dekorativen Außenschicht aus Zirkoniumnitrid und einer zusätzlichen Schicht aus Molybdännitrid enthält.
Die Prothesengrundlage wird angefertigt, poliert und wie in Beispiel 11 gewaschen.
Dann wird die Grundlage in einer Vakuumkammer an der Trommel einer Drehvorrichtung angebracht.
Die Vakuumkammer ist mit drei Plasmaquellen versehen, in denen in einer Molybdän und in den zwei anderen Zirkonium als verdunstbare Substanz dient.
Dann wird die Vakuumkammer bis auf einen Druck von $2 \cdot 10^{-5}$ Torr evakuiert, die Drehvorrichtung eingeschaltet, eine negative Spannung von 600 V an die Grundlage angelegt, die Molybdän-Plasmaquelle eingeschaltet, indem darin ein Bogenstrom in Höhe von 130 A eingestellt wird. Für eine Dauer von 3 min erfolgt die Ionenreinigung der Grundlage, indem sie mit Molybdänionen bombardiert wird.
Dann wird eine negative Spannung von 25 V an die Grundlage angelegt, Stickstoff der Vakuumkammer zugeführt, indem sein Druck in Höhe von $8 \cdot 10^{-4}$ Torr eingestellt wird, und die zusätzliche Schicht aus Molybdännitrid in einer Dicke von 5 μm niedergeschlagen. Hat die zusätzliche Schicht eine Dicke von 5 μm erreicht, werden die Zirkonium-Plasmaquellen eingeschaltet, indem darin ein Bogenstrom in Höhe von jeweils 90 A eingestellt wird, die Molybdän-Plasmaquelle wird abgeschaltet, eine negative Spannung von 200 V an die Grundlage angelegt und Stickstoff der Vakuumkammer zugeführt, indem ein Druck in Höhe von $4 \cdot 10^{-3}$ Torr eingestellt wird. Dabei wird eine dekorative Schicht aus Zirkoniumnitrid in einer Dicke von 15 μm niedergeschlagen.
Die hergestellte dekorative Außenschicht hat eine Mikrohärte von 2500 kp/mm^2, die Farbe der hochwertigen Goldlegierungen und eine gute Adhäsion.
Die Prothese wurde in der Mundhöhle eines Patienten mit Visphat-Zement fixiert. Beobachtungen über drei Jahre haben keine lokalen und allgemeinen negativen Auswirkungen auf den Organismus des Patienten ergeben. Diese Prothese hat seine Farbe nicht geändert. Während des genannten Zeitraumes wurde kein Abblättern an den Lötstellen und keine Schwärzung an den

Beispiel 21

Es wird eine Zahnprothese in Form einer gelöteten brückenartigen Konstruktion angefertigt, die eine Grundlage aus nichtrostendem Chrom-Nickel-Stahl und Silber-Zirkonium-Lot mit einer dekorativen Außenschicht aus Titannitrid, einer Übergangsschicht aus einem Chrom- und Chromnitridgemisch und einer zusätzlichen Schicht aus Nickel enthält.
Die Prothesengrundlage wird angefertigt, poliert und wie in Beispiel 11 gewaschen.
Dann wird die Prothesengrundlage in ein galvanisches Bad zum Auftragen der zusätzlichen Schicht aus Nickel getaucht. Als wäßrige Lösung zum Auftragen dieser Schicht wird folgende Zusammensetzung (g/l) verwendet: Nickelsulfat 300, Magnesiumsulfat 50, Natriumchlorid 10 und Borsäure 30. Das Auftragen der Schicht erfolgt bei einer Temperatur des Elektrolyts von 40°C, einer Stromdichte von 3 A/dm^2 und einem *p*H-Wert von 4,0.
Nach dem Auftragen der zusätzlichen Schicht in einer Dicke von 4 μm wird die Prothese mit fließendem Wasser gewaschen und poliert.
Dann wird die Prothesengrundlage in einer Vakuumkammer an der Trommel einer Drehvorrichtung angebracht.
Die Vakuumkammer ist mit drei Plasmaquellen versehen, in denen in einer Chrom und in den zwei anderen Titan als verdunstbare Substanz dient. Dann wird die Übergangsschicht aus Chrom- und Chromnitridgemisch in einer Stärke von 5 μm wie in Beispiel 14 niedergeschlagen.
Dann wird die dekorative Außenschicht aus Titannitrid in einer Dicke von 8 μm niedergeschlagen. Das Niederschlagen wird wie in Beispiel 1 beendet. Nach 10 min wird die Prothese aus der Vakuumkammer herausgeholt.
Die hergestellte Prothese weist die gleichen technischen und medizinischen Kenndaten wie die in Beispiel 1 beschriebene Prothese auf.

Beispiel 22

Es wird eine Zahnprothese in Form einer gelöteten brückenartigen Konstruktion angefertigt, die eine Grundlage aus nichtrostendem Chrom-Nickel-Stahl und Silber-Kadmium-Lot mit einer dekorativen Außenschicht enthält, die sich aus zwei Schichten zusammensetzt, von denen die, die an der Prothesengrundlage anliegt, aus einem Gemisch der Zynnitride des Titans und Zirkoniums (67 Gew.-% Titanzyannitrid und 33 Gew.-% Zirkoniumzyannitrid) und die zweite aus einem Gemisch der Nitride des Titans und Zirkoniums (67 Gew.-% Titannitrid und 33 Gew.-% Zirkoniumnitrid) und einer zusätzlichen Schicht aus Chrom besteht.
Die Prothesengrundlage wird angefertigt und wie in Beispiel 11 gewaschen.
Dann wird die Grundlage in ein galvanisches Bad getaucht und die zusätzliche Schicht aus Chrom in einer Dicke von 5 μm wie in Beispiel 11 niedergeschlagen.
Dann wird die Prothesengrundlage mit der aufgetragenen zusätzlichen Schicht poliert, gewaschen und in einer Vakuumkammer wie in Beispiel 11 untergebracht. Die Vakuumkammer ist mit drei Plasmaquellen versehen, in denen in einer Zirkonium und in zwei anderen Titan als verdunstbare Substanz dient.
Die Ionenreinigung der Grundlage mit der zusätzlichen Schicht aus Chrom erfolgt durch Bombardierung mit Zirkoniumionen wie in Beispiel 6.
Dann wird die Übergangsschicht aus dem Titan und Titannitridgemisch wie in Beispiel 12 niedergeschlagen.
Dann wird eine negative Spannung von 220 V an die Grundlage angelegt, werden die Titan-Plasmaquellen eingeschaltet und es wird in allen drei Plasmaquellen ein Bogenstrom in Höhe von jeweils 90 A eingestellt. Dann wird ein Gasgemisch aus Stickstoff und Azetylen (90 Vol.-% Stickstoff und 10 Vol.-% Azetylen) der Vakuumkammer zugeführt, der Druck in der Vakuumkammer in Höhe von $1 \cdot 10^{-3}$ Torr eingestellt und die erste Schicht der dekorativen Außenschicht in einer Dicke von 9 μm niedergeschlagen.
Nach der Erreichung der vorgegebenen Stärke wird die Zuführung des Gasgemisches beendet, der Vakuumkammer Stickstoff zugeführt, indem der Druck in der Vakuumkammer in Höhe von $5 \cdot 10^{-3}$ Torr eingestellt wird, und die zweite Schicht der dekorativen Außenschicht aus dem Gemisch der Nitride des Titans und Zirkonium in einer Dicke von 4 μm niedergeschlagen.
Technische und medizinische Kenndaten der hergestellten Prothese entsprechen den Kenndaten der in Beispiel 7 genannten Prothese.

Beispiel 23

Es wird eine Zahnprothese in Form einer gelöteten brückenartigen Konstruktion angefertigt, die eine Grundlage aus nichtrostendem Chrom-Nickel-Stahl und Silber-Kadmium-Lot mit einer dekorativen Außenschicht enthält, die sich aus zwei Schichten zusammensetzt, von denen die, die an der Grundlage anliegt, aus einem Gemisch der Monoxide des Titans und Zirkoniums (33 Gew.-% Titanoxynitrid und 67 Gew.-% Zirkoniumoxide) und die zweite aus einem Gemisch der Monoxidnitride des Titans und Zirkoniums (33 Gew.-% Titanoxynitrid und 67 Gew.-% Zirkoniumoxynitrid) besteht und mit einer zusätzlichen Schicht aus Chromnitrid versehen ist.
Die Prothesengrundlage wird angefertigt und wie in Beispiel 11 gewaschen.
Die Grundlage wird dann in einer Vakuumkammer an der Trommel einer Drehvorrichtung angebracht.
Die Vakuumkammer ist mit vier Plasmaquellen versehen, in denen in einer Chrom, in der zweiten Titan und in der dritten und vierten Zirkonium als verdunstbare Substanz dient. Die Vakuumkammer wird bis auf einen Druck von $2 \cdot 10^{-5}$ Torr evakuiert, die Drehvorrichtung eingeschaltet, eine negative Spannung von 700 V an die Grundlage angelegt, die Chrom-Plasmaquelle eingeschaltet und darin ein Bogenstrom von 80 A eingestellt. Für die Dauer von 4 min erfolgt die Ionenreinigung der Grundlage durch Bombardierung derselben mit Chromionen.
Danach wird eine negative Spannung von 30 V an die Grundlage angelegt, Stickstoff der Vakuumkammer zugeführt, indem der Druck in Höhe von $5 \cdot 10^{-4}$ Torr eingestellt wird und die zusätzliche Schicht aus Chromnitrid in einer Dicke von 4 μm niedergeschlagen wird. Hat die zusätzliche Schicht die vorgegebene Dicke erreicht, werden die zwei Zirkonium-Plasmaquellen und die Titanquelle eingeschaltet, indem darin ein Bogenstrom von jeweils 90 A eingestellt wird, die Chromplasmaquelle wird abgeschaltet und eine negative Spannung von 200 V an die Grundlage mit dem zusätzlichen Überzug aus Chromnitrid angelegt.

Dann wird die Zuführung von Stickstoff in die Vakuumkammer beendet, indem Sauerstoff bei einem Druck von $3 \cdot 10^{-4}$ Torr zugeführt wird und die erste Schicht der dekorativen Außenschicht aus dem Titan- und Zirkoniummonoxidgemisch (33 Gew.-% Titanmonoxid und 67 Gew.-% Zirkoniummonoxid) in einer Stärke von 4 μm niedergeschlagen. Danach wird die Zuführung des Sauerstoffs beendet und ein Gasgemisch aus Stickstoff und Sauerstoff (82 Vol.-% Stickstoff und 18 Vol.-% Sauerstoff) zugeführt, indem der Druck in der Vakuumkammer in Höhe von $5 \cdot 10^{-3}$ Torr eingestellt wird und die zweite Schicht der dekorativen Außenschicht aus dem Gemisch der Oxinitride des Titans und Zirkoniums in einer Dicke von 6 μm niedergeschlagen.
Die hergestellte dekorative Außenschicht hat eine Mikrohärte von 2200 kp/mm^2, eine gute Adhäsion mit der Übergangsschicht und eine Farbe, die der Farbe einer hochwertigen Goldlegierung entspricht.
Die Prothese wurde in der Mundhöhle eines Patienten mit Visphat-Zement fixiert. Beobachtungen über zwei Jahre haben keine lokalen oder allgemeinen negativen Auswirkungen auf den Organismus des Patienten ergeben. Die Schicht an der Prothese war nicht zerstört, die Farbe der Prothese hat sich nicht geändert.

Beispiel 24

Es wird eine Zahnprothese in Form einer monolithischen brückenartigen Konstruktion angefertigt, die eine Grundlage aus einer Chrom-Kobalt-Legierung mit einer dekorativen Außenschicht enthält, die sich aus drei Schichten zusammensetzt, von denen die, die an der Grundlage anliegt, aus Titanzyannitrid, die zweite aus Titanoxynitrid und die dritte aus Titannitrid besteht.
Die Prothesengrundlage wird angefertigt, poliert, gewaschen und in einer Vakuumkammer wie in Beispiel 1 untergebracht. Die Vakuumkammer ist mit drei Plasmaquellen versehen, die Titan als verdunstbare Substanz enthalten.
Die Ionenreinigung der Grundlage erfolgt durch Bombardierung mit Titanionen wie in Beispiel 1.
Dann wird eine negative Spannung von 220 V an die Grundlage angelegt, die Plasmaquellen werden eingeschaltet, indem darin ein Strom in Höhe von jeweils 90 A eingestellt wird. Danach wird ein Gasgemisch aus Stickstoff und Azetylen (90 Vol.-% Stickstoff und 10 Vol.-% Azetylen) der Vakuumkammer zugeführt, der Druck des Gemisches wird in Höhe von $5 \cdot 10^{-4}$ Torr eingestellt und die erste Schicht der dekorativen Außenschicht aus Titanzyannitrid in einer Dicke von 4 μm niedergeschlagen.
Dann wird die Zuführung des Gasgemisches beendet und ein Gemisch aus Stickstoff und Sauerstoff (82 Vol.-% Stickstoff und 18 Vol.-% Sauerstoff) der Vakuumkammer zugeführt, indem der Druck in der Vakuumkammer in Höhe von $1 \cdot 10^{-3}$ Torr eingestellt und die zweite Schicht der dekorativen Außenschicht aus Titanoxinitrid in einer Dicke von 4 μm niedergeschlagen wird.
Danach wird die Zuführung des Gasgemisches beendet und Stickstoff zugeführt, indem sein Druck in Höhe von $5 \cdot 10^{-3}$ Torr eingestellt und die dritte Schicht der dekorativen Außenschicht aus Titannitrid in einer Dicke von 5 μm niedergeschlagen wird.
Die hergestellte dekorative Außenschicht hat eine Mikrohärte von 2500 kp/mm^2, eine hohe Adhäsion mit der Grundlage und eine Farbe, die der Farbe einer hochwertigen Goldlegierung entspricht.
Die Prothese wird in der Mundhöhle eines Patienten fixiert. Beobachtungen über zwei Jahre haben keine lokalen bzw. allgemeinen negativen Auswirkungen auf den Organismus des Patienten ergeben. Die Farbe der Prothese hat sich nicht geändet. Es wurde keine Zerstörung der Schicht beobachtet.
Bei der überwiegenden Mehrheit der erfindungsgemäßen Varianten der Konstruktion der Zahnprothesen wurden ausreichend umfassende und gründliche medizinisch-biologische Untersuchungen durchgeführt, die über die Grenzen der klinischen Untersuchungen hinausgehen.
Die Untersuchungen wurden hauptsächlich in folgenden Hauptrichtungen geführt:

1. Hygienisch-chemische Untersuchung durch Prüfung der Migration der Metalle einer Zahnprothese in Modellmedien.
2. Untersuchung der Einwirkung des Stoffes der Schichten und ihrer Zusammensetzung in der Prothese auf Mikroorganismen, Mikroflora der Mundhöhle und die Entwicklung der Kulturen eines lebenden Gewebes.
3. Hystologische und hystochemische Untersuchung der Reaktion des Gewebes eines Organismus ringsum das Implantat mit dem zu untersuchenden Überzug (Material).
4. Untersuchung des funktionellen Zustandes des Organismus von Tieren mit einem Implantaten:
   - Kenndaten des Zustandes der allgemeinen Reaktionsfähigkeit;
   - Dynamik der Masse eines Körpers;
   - Hystaminmenge im Blut;
   - Gehalt an Vitamin C im Blut;
   - Beständigkeit gegenüber funktionellen Belastungen;
   - Zustand des zentralen Nervensystems;
   - Leber- und Nierenfunktion.
5. Hystologische und hystochemische Untersuchung von Innenorganen (Leber, Nieren, Milz, Herz, Nebennieren).
6. Klinische Untersuchungen der erfindungsgemäßen Konstruktionen der Zahnprothesen.

Bei den meisten Konstruktionen der erfindungsgemäßen Zahnprothesen wurde das aufgeführte Programm der Forschungen in vollem Umfang und mit positiven Ergebnissen erfüllt. Bei den anderen Typen der Konstruktionen befindet sich das Programm in der Stufe des Abschlusses mit positiven Aussichten.