



(10) **DE 10 2018 218 393 A1** 2020.04.30

(12)

Offenlegungsschrift

(21) Aktenzeichen: **10 2018 218 393.7**

(22) Anmeldetag: **26.10.2018**

(43) Offenlegungstag: **30.04.2020**

(51) Int Cl.: **B23H 5/06 (2006.01)**

C22C 38/18 (2006.01)

C23F 17/00 (2006.01)

A61B 17/00 (2006.01)

(71) Anmelder:

Aesculap AG, 78532 Tuttlingen, DE

(74) Vertreter:

**Patentanwälte Ruff, Wilhelm, Beier, Dauster &
Partner mbB, 70174 Stuttgart, DE**

(72) Erfinder:

**Waidelich, Lukas, 78532 Tuttlingen, DE; Gassner,
Andreas, 78532 Tuttlingen, DE; Schauer, Ramon,
78532 Tuttlingen, DE; Bayer, Fabian, 72355
Schömberg, DE; Deutschendorf, Andreas,
78549 Spaichingen, DE; Boner, Stefan, 72517
Sigmaringendorf, DE**

(56) Ermittelter Stand der Technik:

DE	11 2005 002 977	T5
DD	1 01 310	A1
US	2004 / 0 016 651	A1
US	2010 / 0 089 768	A1

Rechercheantrag gemäß § 43 PatG ist gestellt.

Die folgenden Angaben sind den vom Anmelder eingereichten Unterlagen entnommen.

(54) Bezeichnung: **Verfahren zum Oberflächenbehandeln eines Metall- oder Legierungsprodukts sowie ein Metall- oder Legierungsprodukt**

(57) Zusammenfassung: Die Erfindung betrifft ein Verfahren zum Oberflächenbehandeln und/oder Herstellen eines Metall- oder Legierungsprodukts mit den Schritten:

a) Mattieren einer Oberfläche des Metall- oder Legierungsprodukts und

b) elektrochemisches Bearbeiten der mattierten Oberfläche des Metall- oder Legierungsprodukts.

Weiterhin betrifft die Erfindung ein Metall- oder Legierungsprodukt, welches gemäß obigem Verfahren hergestellt oder herstellbar ist.

BeschreibungANWENDUNGSGEBIET
UND STAND DER TECHNIK

[0001] Die Erfindung betrifft ein Verfahren zum Oberflächenbehandeln und/oder Herstellen eines Metall- oder Legierungsprodukts sowie ein Metall- oder Legierungsprodukt, welches nach dem Verfahren hergestellt oder herstellbar ist.

[0002] Metall- oder Legierungsprodukte, wie beispielsweise chirurgische Instrumente, werden vor ihrer Fertigstellung in der Regel einer Oberflächenbehandlung unterworfen. Hierzu können die Oberflächen der Produkte zunächst mittels Gleit- und/oder Bandschleifen bearbeitet werden. Dadurch können Fehler im Vormaterial und/oder schmiedebedingte Fehler, wie beispielsweise entkohlte Bereiche, oder Oberflächenfehler, wie beispielsweise Poren, Narben oder Risse, beseitigt werden, welche sich anderenfalls nachteilig auf die Korrosionsbeständigkeit der Produkte auswirken würden.

[0003] Eine abrasive Bearbeitung von Metall- oder Legierungsprodukten erfolgt meistens in mehreren Schritten, wobei der Abtrag allmählich erhöht und die Oberflächenrauheit verringert wird.

[0004] Durch Bandschleifen können feine Kerben oder Anhebungen auf der Produktoberfläche entstehen. Diese können bei einem nachfolgenden Behandlungsschritt umgebogen oder eingedrückt werden. Dadurch können Materialdopplungen entstehen. Außerdem kann es zu einem vereinzelt Materialübertrag, beispielsweise von Siliziumcarbidpartikeln, von einem Schleifband auf die Produktoberfläche kommen. Ein derartiger Materialübertrag und die Belastung, durch die mechanische Bearbeitung, kann wiederum Eigenspannungen im Produkt erzeugen oder erhöhen. Problematisch ist, dass beim Schleifen nicht beseitigte oder erzeugte Oberflächenfehler in einem nachfolgenden Behandlungsschritt nur noch begrenzt beseitigt werden können.

[0005] Im Rahmen eines sich an einen Schleifschritt anschließenden Mattierungsschritts werden üblicherweise sphärische Strahlmittel, wie beispielsweise Glasperlen, auf die Produktoberfläche beschleunigt. Dadurch kommt es zu einer plastischen Verformung der Produktoberfläche, wodurch diese vergrößert und aufgeraut wird. Da Glasperlen im Allgemeinen sehr hart (Härte 6 Mohs) und obendrein spröde sind, wird das Strahlmittel während des Mattierens teilweise gebrochen. Dadurch treffen sowohl sphärische Glasperlen als auch gebrochene Glasperlen auf die Oberfläche des Produkts. Während gebrochene Glasperlen scharfe Kerben auf der Produktoberfläche erzeugen, hinterlassen ungebrochene Glasperlen sphärische Eindrücke auf der Oberflä-

che des Produkts. Durch das Auftreffen von gebrochenen und ungebrochenen Glasperlen kommt es zu einer Wechselwirkung zwischen der durch die gebrochenen Glasperlen eingekerbten Produktoberfläche und der durch die ungebrochenen Glasperlen eingeglätteten Produktoberfläche. Hierdurch entstehen ebenfalls Materialdopplungen. Zusätzlich zur plastischen Verformung und der hiermit einhergehenden Erzeugung von Produktspannungen kann ein Materialübertrag des Strahlmittels auf die Produktoberfläche stattfinden. Dieser Materialübertrag ist besonders stark im Bereich von Kerben, in welchen Materialanhäufungen der Glasperlen zurückbleiben können.

[0006] Alternativ zu der vorstehend am Beispiel von Glasperlen beschriebenen Strahlmittelbehandlung können die Oberflächen von Metall- oder Legierungsprodukten gebürstet werden. Hierzu können die Produktoberflächen mit Bürstscheiben, beispielsweise mit Hilfe eines scheibenförmig gestalteten Schleifvlieses oder von scheibenförmig angeordneten Nylonfasern mit Schleifpartikeln, bearbeitet werden. Auf den Bürstscheiben sind üblicherweise Aluminium- und/oder Siliziumoxidpartikel aufgebracht. Nachteilig ist jedoch, dass gebürstete Produktoberflächen ein stärkeres Reflexionsverhalten aufweisen als mattierte Produktoberflächen.

[0007] Es ist bekannt, dass sich durch Materialdopplungen ausgebildete Mikrospalten oder Kerben auf der Oberfläche eines Metall- oder Legierungsprodukts sowie eine damit einhergehende Erzeugung oder Erhöhung von Eigenspannungen im Produkt nachteilig auf dessen Korrosionsbeständigkeit auswirken. Im Falle eines Materialübertrags, beispielsweise während eines Bandschleifens und/oder Mattierens, kommt hinzu, dass das übertragene Material zusätzliche Mikrospalten generieren sowie die Schwächung einer Passivierungsschicht bewirken kann.

[0008] Ein weiteres Problem bei der Oberflächenbearbeitung von Metall- oder Legierungsprodukten stellt das Auftreten von Oberflächenverfärbungen dar. Diese gehen mehrheitlich auf Silikatablagerungen, Titanoxidablagerungen sowie Wasserflecken zurück. Während sich Wasserflecken durch einfache Gegenmaßnahmen, wie beispielsweise durch die Verwendung von vollentsalztem Wasser und/oder durch direktes Trocknen nach dem Spülen, verhindern oder entfernen lassen, gestaltet sich die Verhinderung oder Entfernung von Titanoxid- sowie Silikatablagerungen als vergleichsweise aufwändiger.

[0009] Titanoxid- und Silikatablagerungen sind chemisch neutral und mithin hygienisch unbedenklich. Aufgrund ihres Aussehens führen sie jedoch fälschlicherweise immer wieder zu einem Hygienealarm. Die augenscheinliche Verfärbung der beiden Ablage-

rungsarten beruht auf der Reflexion und Interferenz von weißem Licht an Produktschichten, deren Dicken sich im Nanometerbereich bewegen.

[0010] Ursächlich für großflächige Titanoxidablagerungen sind in der Regel eingesetzte Reinigungsmittel. Titanoxidablagerungen sind vor allem auf glatten und glänzenden Produktoberflächen erkennbar.

[0011] Silikatablagerungen entstehen während einer Dampfsterilisation durch Abscheidung von im Wasser gelöster Kieselsäure auf der Oberfläche von Metall- oder Legierungsprodukten. Aufgrund der Tropfenform ist diese Art der Silikatschichten besonders gut auf matten Produktoberflächen zu erkennen. Diese reflektieren das Licht an den Rändern der Tropfen stärker, womit eine gute Sichtbarkeit einhergeht. Für eine komplette Vermeidung von Silikatablagerungen wäre unter prozesstechnischen Gesichtspunkten eine sehr teure Wasseraufbereitung erforderlich.

[0012] Während sich Silikatablagerungen somit hauptsächlich auf matten Oberflächen zeigen, sind Titanoxidablagerungen vor allem auf glatten Oberflächen gut zu erkennen.

AUFGABE UND LÖSUNG

[0013] Der Erfindung liegt die Aufgabe zugrunde, ein Verfahren zum Oberflächenbehandeln und/oder Herstellen eines Metall- oder Legierungsprodukts bereitzustellen, welches bei gattungsgemäßen Verfahren auftretende Nachteile wenigstens teilweise vermeidet und insbesondere zu einer Verbesserung der Korrosionsbeständigkeit sowie zu einem verringertem Auftreten von Oberflächenverfärbungen bei entsprechend behandelten und/oder hergestellten Metall- oder Legierungsprodukten führt.

[0014] Die Erfindung stellt sich des Weiteren die Aufgabe, ein entsprechendes Metall- oder Legierungsprodukt bereitzustellen.

[0015] Die oben genannten Aufgaben werden erfindungsgemäß gelöst durch ein Verfahren mit den Merkmalen des unabhängigen Anspruchs 1 sowie durch ein Metall- oder Legierungsprodukt gemäß Anspruch 15. Bevorzugte Ausgestaltungen des Verfahrens sind Gegenstand der abhängigen Ansprüche sowie der Beschreibung. Der Wortlaut sämtlicher Ansprüche wird hiermit durch ausdrückliche Bezugnahme zum Inhalt der Beschreibung gemacht.

[0016] Gemäß einem ersten Aspekt betrifft die Erfindung ein Verfahren zum Oberflächenbehandeln und/oder Herstellen eines Metall- oder Legierungsprodukts. Das Verfahren weist die nachfolgenden Schritte auf:

a) Mattieren einer Oberfläche des Metall- oder Legierungsprodukts und

b) elektrochemisches Bearbeiten der mattierten Oberfläche des Metall- oder Legierungsprodukts.

[0017] Unter dem Ausdruck „Metallprodukt“ soll im Sinne der vorliegenden Erfindung ein Produkt verstanden werden, welches ein Metall aufweist oder aus einem Metall besteht. Bevorzugt soll unter dem Ausdruck „Metallprodukt“ im Sinne der vorliegenden Erfindung ein Produkt aus einem Metall verstanden werden.

[0018] Unter dem Ausdruck „Legierungsprodukt“ soll im Sinne der vorliegenden Erfindung ein Produkt verstanden werden, welches eine Legierung aufweist oder aus einer Legierung besteht. Bevorzugt soll unter dem Ausdruck „Legierungsprodukt“ im Sinne der vorliegenden Erfindung ein Produkt aus einer Legierung verstanden werden.

[0019] Unter dem Ausdruck „Legierung“ soll im Sinne der vorliegenden Erfindung ein makroskopisch homogener metallischer Werkstoff aus wenigstens zwei Elementen (Komponenten) verstanden werden, von welchen wenigstens ein Element ein Metall ist. Demnach kann der Ausdruck „Legierung“ im Sinne der vorliegenden Erfindung einen makroskopisch homogenen metallischen Werkstoff bedeuten, welcher aus wenigstens zwei verschiedenen Metallen besteht. Alternativ kann der Ausdruck „Legierung“ im Sinne der vorliegenden Erfindung einen makroskopisch homogenen metallischen Werkstoff bedeuten, welcher aus wenigstens einem Metall sowie wenigstens einem Nichtmetall, wie beispielsweise Kohlenstoff, besteht.

[0020] Überraschenderweise hat sich herausgestellt, dass sich die im Stand der Technik im Zusammenhang der Oberflächenbehandlung von Metall- oder Legierungsprodukten auftretenden Nachteile durch eine Kombination eines Mattierungsschritts sowie eines elektrochemischen Bearbeitungsschritts teilweise oder gar vollständig vermeiden lassen. So führt der erfindungsgemäße Mattierungsschritt (Schritt a)) mit besonderem Vorteil zu einem geringeren Reflexionsverhalten der Produktoberfläche, wodurch ein Blenden des Chirurgen/-in verhindert werden kann. Durch den sich anschließenden elektrochemischen Bearbeitungsschritt (Schritt b)) kann in vorteilhafter Weise die Korrosionsbeständigkeit des Metall- oder Legierungsprodukts verbessert werden und die Anhaftung von Ablagerungen (Oberflächenverfärbungen) reduziert werden.

[0021] In Ausgestaltung der Erfindung wird vor Schritt a) ein Schleifen, vorzugsweise ein Gleit- und/oder Bandschleifen, der Oberfläche des Metall- oder Legierungsprodukts durchgeführt.

[0022] Zum Gleitschleifen wird das Metall- oder Legierungsprodukt bevorzugt zusammen mit Gleitschleifkörpern, welche vorzugsweise als Schüttgut gestaltet sind, oder zusammen mit einer Gleitschleifkörper und optional Zusatzstoffe enthaltenden wässrigen Lösung in einen Behälter gegeben. Die optional vorgesehenen Zusatzstoffe können ausgewählt sein aus der Gruppe bestehend aus Korrosionsschutzmittel, Entfettungsmittel, Beizmittel, Trennmittel (beispielsweise Kunststoffkügelchen mit einem Durchmesser < 1 mm) und Mischungen davon. Durch eine solche Lösung lassen sich in vorteilhafter Weise ein durch die Gleitschleifkörper entstehender Abrieb sowie ein Produktabtrag aufnehmen und abtransportieren. Abhängig vom jeweils verwendeten Zusatzstoff lassen sich darüber hinaus weitere Effekte realisieren, wie beispielsweise Korrosionsschutz, Entfettung sowie Adhäsionsprophylaxe.

[0023] Durch eine oszillierende oder rotierende Bewegung des Behälters entsteht eine Relativbewegung zwischen dem Metall- oder Legierungsprodukt und den Gleitschleifkörpern. Dadurch wird ein Materialabtrag am Metall- oder Legierungsprodukt, insbesondere an dessen Kanten, hervorgerufen. Das Oberflächenbild des Metall- oder Legierungsprodukts, die Rauheit, der Materialabtrag sowie die Entgratleistung lassen sich in vorteilhafter Weise durch zum Gleitschleifen verwendete Maschinen, Schleifkörper sowie durch optionale Zusatzmittel gezielt beeinflussen.

[0024] Die Gleitschleifkörper können ein Material aufweisen oder aus einem Material bestehen, welches ausgewählt ist aus der Gruppe bestehend aus Keramik, Kunststoff, Naturprodukt wie Walnusschalen, Stahl und Kombinationen davon.

[0025] Grundsätzlich können die Gleitschleifkörper regelmäßig und/oder unregelmäßig geformt vorliegen.

[0026] Die Gleitschleifkörper können insbesondere ecken- und/oder kantenfrei, wie beispielsweise ellipsoid-, toroid- oder kugelförmig, gestaltet sein.

[0027] Alternativ oder in Kombination können die Gleitschleifkörper Ecken und/oder Kanten aufweisen. Insbesondere können die Gleitschleifkörper polyederförmig, beispielsweise würfelförmig, quaderförmig, prismenförmig, pyramidenförmig oder spatförmig, gestaltet sein. Weiterhin können die Gleitschleifkörper insbesondere als gerade Prismen und/oder schiefe Prismen gestaltet sein.

[0028] Alternativ oder in Kombination können die Gleitschleifkörper kegelförmig gestaltet sein.

[0029] Weiterhin kann eine Mischung unterschiedlich gestalteter Gleitschleifkörper zum Gleitschleifen

des Metall- oder Legierungsprodukts verwendet werden. Beispielsweise können ecken- und/oder kantenfreie und polyederförmige Gleitschleifkörper verwendet werden. Alternativ oder in Kombination können unterschiedlich gestaltete ecken- und/oder kantenfreie Gleitschleifkörper und/oder unterschiedliche polyederförmige Gleitschleifkörper verwendet werden. Bezüglich in Frage kommender Gestaltungen und Formen wird vollständig auf die in den vorherigen Absätzen beschriebenen Gestaltungen und Formen für die Gleitschleifkörper Bezug genommen.

[0030] Die Gleitschleifkörper können weiterhin wenigstens eine Abmessung, insbesondere wenigstens eine mittlere Abmessung, wie beispielsweise einen Durchmesser, insbesondere mittleren Durchmesser, und/oder eine Höhe, insbesondere mittlere Höhe, und/oder eine Länge, insbesondere mittlere Länge, im Bereich von 1 mm bis 80 mm aufweisen. Dabei soll unter dem Durchmesser von kugelförmig gestalteten Gleitschleifkörpern im Sinne der vorliegenden Erfindung der doppelte Radius eines einzelnen kugelförmig gestalteten Gleitschleifkörpers verstanden werden. Dagegen soll unter dem Durchmesser eines nicht kugelförmig gestalteten Gleitschleifkörpers im Sinne der vorliegenden Erfindung der größtmögliche Abstand zweier Punkte verstanden werden, welchen diese entlang einer Umfangslinie eines einzelnen Gleitschleifkörpers zueinander einnehmen können. Die in diesem Absatz genannten mittleren Abmessungen können beispielsweise mittels Schüttdichte und/oder optischer Vermessung bestimmt werden. Das Gleitschleifen kann weiterhin als Trommelgleitschleifen, Vibrationsgleitschleifen, Tauchgleitspanen, Schleppschleifen, Fliehkraftgleitspanen oder Druckfließlappen durchgeführt werden.

[0031] Zum Bandschleifen des Metall- oder Legierungsprodukts werden vorzugsweise Schleifbänder verwendet. Hierfür können insbesondere Schleifbänder verwendet werden, welche über wenigstens zwei Rollen umlaufen. Die Schleifbänder weisen bevorzugt eine Körnung von 150 bis 1.200 auf. Die Zahl der Körnung orientiert sich dabei an der Maßeinheit Mesh, d.h. der Anzahl der Maschen eines Netzes pro Zoll (25,4 mm). Demzufolge passt beispielsweise ein Schleifmittel mit der Körnung 150 gerade noch durch ein Sieb mit 150 Maschen pro Zoll.

[0032] Erfindungsgemäß kann vor Durchführen von Schritt a) beispielsweise zunächst ein Gleitschleifen und anschließend ein Bandschleifen durchgeführt werden. Ein Bandschleifen kann vor allem im Hinblick auf das Behandeln eines sogenannten Abschattungsbereichs des Metall- oder Legierungsprodukts, aber auch außerhalb eines solchen Bereichs von Vorteil sein. Der Abschattungsbereich definiert den Bereich des Metall- oder Legierungsprodukts, in welchem Gleitschleifkörper, insbesondere aufgrund der

geometrischen Form und/oder Gestalt des Metall- oder Legierungsprodukts, nicht oder nur begrenzt auf der Oberfläche wirksam sind.

[0033] Alternativ kann die Oberfläche des Metall- oder Legierungsprodukts vor Durchführen von Schritt a) lediglich mittels Gleitschleifen geschliffen werden. Dadurch kann die Entstehung von auf Bandschleifen zurückgehenden Kerben und/oder Anhebungen auf der Produktoberfläche vermieden und mithin die Korrosionsbeständigkeit des Metall- oder Legierungsprodukts zusätzlich verbessert werden.

[0034] Gleichwohl kann alternativ die Oberfläche des Metall- oder Legierungsprodukts vor Durchführen von Schritt a) lediglich mittels Bandschleifen geschliffen werden.

[0035] In weiterer Ausgestaltung der Erfindung wird zum Durchführen von Schritt a) ein Strahlmittel, insbesondere ein duktiler, d.h. nicht spröder, Strahlmittel verwendet. Durch die Verwendung eines derartigen Strahlmittels kann mit besonderem Vorteil die Erzeugung von Kerben und/oder von Mikrospalten verhindert oder wenigstens reduziert werden. Dadurch kann das Auftreten lokaler Spannungsspitzen im Produkt vermieden oder wenigstens reduziert und insbesondere die Korrosionsbeständigkeit des Metall- oder Legierungsprodukts zusätzlich verbessert werden. Obendrein lässt sich durch die Verwendung eines derartigen Strahlmittels in vorteilhafter Weise die Kratzbeständigkeit des Metall- oder Legierungsprodukts verbessern.

[0036] Grundsätzlich kann das Strahlmittel ein Material aufweisen oder aus einem Material bestehen, welches ausgewählt ist aus der Gruppe bestehend aus Metall, Metalloxid, Legierung, Keramik, Kunststoff, pflanzlicher Stoff, Sand und Kombinationen davon.

[0037] Bei dem Metall kann es sich insbesondere um Aluminium handeln.

[0038] Bei dem Metalloxid kann es sich insbesondere um Korund (Al_2O_3) handeln.

[0039] Bei dem Kunststoff kann es sich insbesondere um ein Harnstoff-, Phenol-, Polyester- oder Melamin-Harz handeln.

[0040] Bei der Keramik kann es sich insbesondere um Glas oder eine Mischkeramik handeln.

[0041] Bei der Legierung kann es sich insbesondere um Stahl, bevorzugt nichtrostenden Stahl, handeln.

[0042] Bei dem Sand kann es sich insbesondere um Granatsand handeln.

[0043] In weiterer Ausgestaltung der Erfindung weist das Strahlmittel ein Metall oder eine Legierung auf oder besteht aus einem Metall oder einer Legierung. Ein solches Strahlmittel hat insbesondere den Vorteil, dass es nicht bricht und mithin keine Einkerbung der Oberfläche des Metall- oder Legierungsprodukts verursacht. Obendrein kann ein Materialübertrag auf die Produktoberfläche vermieden werden. Insgesamt kann dadurch die Korrosionsbeständigkeit des Metall- oder Legierungsprodukts zusätzlich verbessert sowie das Auftreten unerwünschter Eigenspannungen im Produkt vermieden werden. Außerdem ist ein solches Strahlmittel besonders geeignet, die Kratzbeständigkeit des Metall- oder Legierungsprodukts zu erhöhen.

[0044] Bevorzugt weist das Strahlmittel Stahl, insbesondere Edelstahl, auf oder besteht aus Stahl, insbesondere Edelstahl. Durch ein solches Strahlmittel können die im letzten Absatz erwähnten Vorteile besonders stark zur Geltung gebracht werden.

[0045] Grundsätzlich kann das Strahlmittel regelmäßig und/oder unregelmäßig geformt, insbesondere als regelmäßig und/oder unregelmäßig geformte Strahlmittelkörper, vorliegen.

[0046] In weiterer Ausgestaltung der Erfindung ist das Strahlmittel ecken- und/oder kantenfrei, insbesondere als ecken- und/oder kantenfreie Strahlmittelkörper, gestaltet. Dadurch kann die Erzeugung von Einkerbungen auf der Oberfläche des Metall- oder Legierungsprodukts vermieden und mithin dessen Korrosionsbeständigkeit verbessert werden.

[0047] Grundsätzlich kann das Strahlmittel ellipsoid-, toroid-, kugel- oder perlenförmig gestaltet sein oder in Form entsprechend gestalteter Strahlmittelkörper vorliegen.

[0048] Bevorzugt ist das Strahlmittel kugel- und/oder perlenförmig oder als kugel- und/oder perlenförmige Strahlmittelkörper gestaltet.

[0049] Alternativ oder in Kombination kann das Strahlmittel Ecken und/oder Kanten aufweisen. Insbesondere kann das Strahlmittel polyederförmig, beispielsweise würfelförmig, quaderförmig, prismenförmig, pyramidenförmig oder spatförmig, gestaltet sein oder als entsprechend gestaltete Strahlmittelkörper vorliegen. Das Strahlmittel kann weiterhin die Form eines geraden Prismas oder schiefen Prismas aufweisen oder in Form entsprechend gestalteter Strahlmittelkörper vorliegen.

[0050] Alternativ oder in Kombination kann das Strahlmittel kegelförmig gestaltet sein oder in Form von kegelförmigen Strahlmittelkörpern vorliegen.

[0051] Alternativ oder in Kombination kann das Strahlmittel in globularer Form, beispielsweise in Form eines arrondierten Drahts, oder in Form entsprechender gestalteter Strahlmittelkörper vorliegen.

[0052] Alternativ oder in Kombination kann das Strahlmittel in gebrochener Form, insbesondere in Form von gebrochenen Schleifmittelkörpern, vorliegen.

[0053] Weiterhin können das Strahlmittel oder die Strahlmittelkörper wenigstens eine Abmessung, insbesondere wenigstens eine mittlere Abmessung, wie beispielsweise einen Durchmesser, insbesondere mittleren Durchmesser, und/oder eine Höhe, insbesondere mittlere Höhe, und/oder eine Länge, insbesondere mittlere Länge, im Bereich von 40 µm bis 2000 µm aufweisen. Dabei soll unter dem Durchmesser eines kugelförmig gestalteten Strahlmittels oder von kugelförmig gestalteten Strahlmittelkörpern im Sinne der vorliegenden Erfindung der doppelte Radius eines kugelförmig gestalteten Strahlmittels bzw. eines einzelnen kugelförmig gestalteten Strahlmittelkörpers verstanden werden. Dagegen soll unter dem Durchmesser eines nicht kugelförmig gestalteten Strahlmittels oder von nicht kugelförmig gestalteten Strahlmittelkörpern im Sinne der vorliegenden Erfindung der größtmögliche Abstand zweier Punkte verstanden werden, welchen diese entlang einer Umfangslinie eines nicht kugelförmig gestalteten Strahlmittels bzw. eines einzelnen nicht kugelförmig gestalteten Strahlmittelkörpers zueinander einnehmen können. Die in diesem Absatz genannten mittleren Abmessungen können beispielsweise mittels Laserbeugung oder Siebanalyse bestimmt werden.

[0054] Zur Beschleunigung des Strahlmittels oder der Strahlmittelkörper auf die Oberfläche des Metall- oder Legierungsprodukts können beispielsweise Druckstrahlanlagen, Injektorstrahlanlagen oder Schleuderradanlagen eingesetzt werden. Kommt eine Druckstrahl- oder Injektorstrahlanlage zum Einsatz, können Drücke von 1 bar bis 6 bar verwendet werden.

[0055] In weiterer Ausgestaltung der Erfindung wird zum Durchführen von Schritt b) ein Elektropolieren der matten Oberfläche des Metall- oder Legierungsprodukts durchgeführt. Hierbei wird die Oberfläche des Metall- oder Legierungsprodukts üblicherweise in einem Elektrolyten anodisch abgetragen, d.h. das Metall- oder Legierungsprodukt bildet die Anode in einer elektrochemischen Zelle. Durch das Elektropolieren wird mit besonderem Vorteil die Oberflächenrauheit des Metall- oder Legierungsprodukts und mithin dessen Korrosionsanfälligkeit reduziert. Im Falle eines aus Edelstahl bestehenden Produkts hat das Elektropolieren den zusätzlichen Vorteil einer Anreicherung von Chrom und Nickel während des Elektropolierprozesses, wodurch die nach-

folgende Ausbildung einer Passivschicht begünstigt werden kann.

[0056] Zum Durchführen des Elektropolierens wird in der Regel ein wässriger Elektrolyt verwendet. Der Elektrolyt enthält neben Wasser vorzugsweise eine Mineralsäure oder ein Mineralsäuregemisch. Die Mineralsäure ist insbesondere ausgewählt aus der Gruppe bestehend aus Phosphorsäure, Schwefelsäure und ein Gemisch davon. Ein phosphorsäure- und/oder schwefelsäurehaltiger, wässriger Elektrolyt hat sich dabei als besonders vorteilhaft für ein Elektropolieren der Oberfläche des Metall- oder Legierungsprodukts, insbesondere eines Produkts aus Edelstahl, herausgestellt.

[0057] Das Elektropolieren kann weiterhin mit einem wässrigen Elektrolyt, insbesondere einem gealterten, wässrigen Elektrolyt, mit einem Phosphorsäureanteil von 45 Gew.-% oder einem Schwefelsäureanteil von 35 Gew.-%, jeweils bezogen auf das Gesamtgewicht des Elektrolyten, durchgeführt werden.

[0058] Der Elektrolyt kann ferner Zusatzstoffe, wie beispielsweise oberflächenaktive Substanzen, aufweisen.

[0059] Die Aggressivität des Elektrolyten lässt sich in vorteilhafter Weise gezielt über dessen Wasseranteil steuern.

[0060] Bevorzugt wird zum Elektropolieren der matten Oberfläche des Metall- oder Legierungsprodukts mit einer Gleichspannung von 2 V bis 10 V gearbeitet. Die Gleichspannung kann während des Elektropolierens konstant gehalten werden. Alternativ kann die Gleichspannung während des Elektropolierens variiert werden.

[0061] Bevorzugt wird zum Elektropolieren der matten Oberfläche des Metall- oder Legierungsprodukts eine Stromdichte von 5 A/dm² bis 50 A/dm² eingestellt.

[0062] Weiterhin kann das Elektropolieren bei einer Temperatur von 50 °C bis 65 °C durchgeführt werden.

[0063] Vor dem Elektropolieren kann das Metall- oder Legierungsprodukt gereinigt und/oder entfettet werden.

[0064] In weiterer Ausgestaltung der Erfindung wird zum Durchführen von Schritt b) ein anodisches Beizen der matten Oberfläche des Metall- oder Legierungsprodukts durchgeführt. Hierbei erfolgt der Abtrag von Metall oder Legierung von der Produktoberfläche prinzipiell ähnlich wie bei dem zuvor beschriebenen Elektropolieren anodisch durch einen geeigneten Elektrolyten in einem Gleichstromkreis. Die abtragende Wirkung beruht auf einer Metall- oder Le-

gierungsauflösung und/oder einem Absprennen von Metalloxiden durch entstehende Gase, wie insbesondere Sauerstoff. Als Elektrolyt können wässrige Elektrolyte verwendet werden, welche Phosphorsäure, Schwefelsäure oder ein Gemisch davon aufweisen. Das anodische Beizen kann weiterhin, wie das oben beschriebene Elektropolieren, insbesondere in einem Tauchbad durchgeführt werden. Der Metall- oder Legierungsabtrag ist weiterhin insbesondere über Stromdichte und/oder Zeit steuerbar.

[0065] In weiterer Ausgestaltung der Erfindung wird der Schritt b) mehrmals, insbesondere zweimal, durchgeführt. Hierdurch können geometrische Besonderheiten des Metall- oder Legierungsprodukts, wie zum Beispiel der Schluss des Metall- oder Legierungsprodukts, gleichmäßig bearbeitet werden, ohne dass eine relevante Abschattung entsteht. Der Schluss des Metall- oder Legierungsprodukts kann in zwei Positionen bearbeitet werden, damit nur geringe Abschattungen entstehen. Alternativ kann es bevorzugt sein, dass das Metall- oder Legierungsprodukt während des Durchführens von Schritt b) langsam artikuliert wird.

[0066] In weiterer Ausgestaltung der Erfindung wird der Schritt b) jedes Mal während eines Zeitraums von 30 s bis 120 s, insbesondere 45 s bis 90 s, vorzugsweise von 60 s, durchgeführt. Die im vorherigen Absatz erwähnten Vorteile gelten entsprechend.

[0067] In weiterer Ausgestaltung der Erfindung wird nach dem Schritt b) ein Schritt c) Passivieren der elektrochemisch bearbeiteten, insbesondere elektropolierten oder anodisch gebeizten, Oberfläche des Metall- oder Legierungsprodukts durchgeführt. Hierdurch kann gezielt eine Passivier- oder Passivschicht, d.h. eine Schutzschicht, auf der elektrochemisch bearbeiteten, insbesondere elektropolierten oder anodisch gebeizten, Oberfläche des Metall- oder Legierungsprodukts erzeugt werden. Dadurch kann die Korrosionsbeständigkeit des Metall- oder Legierungsprodukts zusätzlich verbessert werden. Im Fall eines Stahlprodukts, insbesondere nichtrostenden Stahlprodukts, lassen sich mittels des Schritts c) beispielsweise verstärkte Chromoxidschichten auf der Produktoberfläche ausbilden.

[0068] In weiterer Ausgestaltung der Erfindung wird zum Durchführen von Schritt c) eine sogenannte Passivierlösung, d.h. eine wässrige, säurehaltige Lösung, verwendet. Bevorzugt wird zum Durchführen von Schritt c) eine wässrige Passivierlösung verwendet, welche Zitronensäure, Salpetersäure oder ein Gemisch von Zitronensäure und Salpetersäure enthält. Beispielsweise kann als Passivierlösung eine verdünnte, wässrige Zitronensäurelösung, insbesondere mit einem Zitronensäureanteil von 5 Gew.-% bis 60 Gew.-%, bezogen auf das Gesamtgewicht der verdünnten, wässrigen Zitronensäure, verwendet wer-

den. Alternativ kann als Passivierlösung eine verdünnte, wässrige Salpetersäure, insbesondere mit einem Salpetersäureanteil von 5 Gew.-% bis 60 Gew.-%, bezogen auf das Gesamtgewicht der verdünnten, wässrigen Salpetersäure, verwendet werden.

[0069] Die Verwendung von Zitronensäure hat sowohl unter Gesundheits- als auch Arbeitssicherheitsgesichtspunkten Vorteile gegenüber einer Verwendung von Salpetersäure. Obendrein lassen sich mittels Zitronensäure im Fall von edelstahlhaltigen oder aus nichtrostendem Stahl bestehenden Produkten dickere Chromoxidschichten realisieren, als dies bei Verwendung von Salpetersäure der Fall ist, da Letztere im Fall von Edelstahl auch den Anteil der anderen Legierungsbestandteile reduziert.

[0070] Zum Durchführen von Schritt c) kann das Metall- oder Legierungsprodukt beispielsweise in die Passivierlösung eingetaucht werden. Alternativ kann die Passivierlösung auf die Oberfläche des Metall- oder Legierungsprodukts gesprüht oder gegossen werden.

[0071] Weiterhin kann der Schritt c) während eines Zeitraumes von 2 min bis 2 h, insbesondere 5 min bis 60 min, bevorzugt 10 min bis 30 min, durchgeführt werden.

[0072] Weiterhin kann der Schritt c) in einem Temperaturbereich von 20 °C bis 80 °C, insbesondere 30 °C bis 65 °C, bevorzugt 50 °C bis 60 °C, durchgeführt werden.

[0073] Weiterhin kann zwischen dem Schritt b) und dem Schritt c) ein Schritt bc) Reinigen und/oder Entfetten des Metall- oder Legierungsprodukts, insbesondere Reinigen und/oder Entfetten der elektrochemisch bearbeiteten, insbesondere elektropolierten oder anodisch gebeizten, Oberfläche des Metall- oder Legierungsprodukts, durchgeführt werden.

[0074] Weiterhin kann nach dem Schritt c) ein Schritt d) Verpacken und/oder Kennzeichnen, insbesondere Etikettieren, des Metall- oder Legierungsprodukts durchgeführt werden.

[0075] Weiterhin kann zwischen dem Schritt c) und dem Schritt d) ein Schritt cd) Sterilisieren, insbesondere Dampfsterilisieren, des Metall- oder Legierungsprodukts durchgeführt. Alternativ kann nach dem Schritt d) ein Schritt e) Sterilisieren, insbesondere Dampfsterilisieren, des Metall- oder Legierungsprodukts durchgeführt werden.

[0076] In weiterer Ausgestaltung der Erfindung weist das Metall- oder Legierungsprodukt Stahl, insbesondere Edelstahl oder einen nichtrostenden Stahl, auf oder besteht aus Stahl, insbesondere Edelstahl oder einem nichtrostenden Stahl.

[0077] Unter dem Ausdruck „Edelstahl“ soll im Sinne der vorliegenden Erfindung (in Übereinstimmung nach EN 10020) ein legierter oder unlegierter Stahl mit besonderem Reinheitsgrad, beispielsweise mit einem Schwefel- und/oder Phosphormassenanteil $\leq 0,025\%$, insbesondere $< 0,025\%$, verstanden werden.

[0078] Bevorzugt handelt es sich bei dem Stahl um einen nicht rostenden oder korrosionsbeständigen Stahl, insbesondere um einen nicht rostenden oder korrosionsbeständigen Edelstahl.

[0079] Bei dem Stahl kann es sich insbesondere um einen ferritischen Stahl, martensitischen Stahl, austenitisch-ferritischen Stahl oder austenitischen Stahl handeln.

[0080] Bevorzugt handelt es sich bei dem Stahl um einen martensitischen korrosionsbeständigen Stahl, insbesondere um einen sogenannten Kohlenstoffmartensit, d.h. einen korrosionsbeständigen Stahl mit Chrom und Kohlenstoff als Hauptlegierungsbestandteile, oder um einen sogenannten Nickelmartensit, d.h. um einen korrosionsbeständigen Stahl mit Nickel als Hauptlegierungsbestandteil, gemäß ISO 7153-1.

[0081] Beispielsweise kann es sich bei dem Stahl um einen Stahl mit der Werkstoffkurzbezeichnung X12Cr13 (Werkstoffnummer 1.4006) handeln. Hierbei handelt es sich um einen martensitischen Stahl mit einem Kohlenstoffmassenanteil von $0,08\%$ bis $0,15\%$, einem Chrommassenanteil von $11,5\%$ bis $13,5\%$ sowie einem Nickelmasseanteil von $\leq 0,75\%$.

[0082] Alternativ kann es sich bei dem Stahl um einen martensitischen korrosionsbeständigen Stahl mit der Werkstoffkurzbezeichnung X12CrS13 (Werkstoffnummer 1.4005) handeln. Dieser Stahl weist einen Kohlenstoffmassenanteil von $0,08\%$ bis $0,15\%$, einen Chrommassenanteil von $12,0\%$ bis $14,0\%$ sowie eine Molybdänmassenanteil $\leq 0,60\%$ sowie optional einen Schwefelmassenanteil von $0,15\%$ bis $0,35\%$ auf.

[0083] Alternativ kann es sich bei dem Stahl um einen martensitischen korrosionsbeständigen Stahl mit der Werkstoffkurzbezeichnung X20Cr13 (Werkstoffnummer: 1.4021) handeln. Dieser Stahl weist einen Kohlenstoffmassenanteil von $0,16\%$ bis $0,25\%$ und einen Chrommassenanteil von $12,0\%$ bis $14,0\%$ auf.

[0084] Alternativ kann es sich bei dem Stahl um einen martensitischen korrosionsbeständigen Stahl mit der Werkstoffkurzbezeichnung X15Cr13 (Werkstoffnummer: 1.4024) handeln. Dieser Stahl weist einen Kohlenstoffmassenanteil von $0,12\%$ bis $0,17\%$ und einen Chrommassenanteil von $12,0\%$ bis $14,0\%$ auf.

[0085] Alternativ kann es sich bei dem Stahl um einen martensitischen korrosionsbeständigen Stahl mit

der Werkstoffkurzbezeichnung X30Cr13 (Werkstoffnummer: 1.4028) handeln. Dieser Stahl weist einen Kohlenstoffmassenanteil von $0,26\%$ bis $0,35\%$ sowie einen Chrommassenanteil von $12,0\%$ bis $14,0\%$ auf.

[0086] Alternativ kann es sich bei dem Stahl um einen martensitischen korrosionsbeständigen Stahl mit der Werkstoffkurzbezeichnung X46Cr13 (Werkstoffnummer: 1.4034) handeln. Dieser Stahl weist einen Kohlenstoffmassenanteil von $0,43\%$ bis $0,50\%$ sowie einen Chrommassenanteil von $12,5\%$ bis $14,5\%$ auf.

[0087] Alternativ kann es sich bei dem Stahl um einen martensitischen korrosionsbeständigen Stahl mit der Werkstoffkurzbezeichnung X50CrMoV15 (Werkstoffnummer: 1.4116) handeln. Dieser Stahl weist einen Kohlenstoffmassenanteil von $0,45\%$ bis $0,55\%$, einen Chrommassenanteil von $14,0\%$ bis $15,0\%$, einen Molybdänmassenanteil von $0,50\%$ bis $0,80\%$ sowie einen Vanadiummassenanteil von $0,10\%$ bis $0,20\%$ auf.

[0088] Alternativ kann es sich bei dem Stahl um einen martensitischen korrosionsbeständigen Stahl mit der Werkstoffkurzbezeichnung X17CrNi16-2 (Werkstoffnummer: 1.4057) handeln. Dieser Stahl weist einen Kohlenstoffmassenanteil von $0,12\%$ bis $0,22\%$, einen Chrommassenanteil von $15,0\%$ bis $17,0\%$ sowie einen Nickelmassenanteil von $1,5\%$ bis $2,5\%$ auf.

[0089] Alternativ kann es sich bei dem Stahl um einen martensitischen korrosionsbeständigen Stahl mit der Werkstoffkurzbezeichnung X39CrMo17-1 (Werkstoffnummer: 1.4122) handeln. Dieser Stahl weist einen Kohlenstoffmassenanteil von $0,33\%$ bis $0,45\%$, einen Chrommassenanteil von $15,5\%$ bis $17,5\%$, einen Molybdänmassenanteil von $0,8\%$ bis $1,3\%$ sowie einen Nickelmassenanteil $\leq 1,0\%$ auf.

[0090] Alternativ kann es sich bei dem Stahl um einen martensitischen korrosionsbeständigen Stahl mit der Werkstoffkurzbezeichnung X14CrMoS17 (Werkstoffnummer: 1.4104) handeln. Dieser Stahl weist einen Kohlenstoffmassenanteil von $0,10\%$ bis $0,17\%$, einen Chrommassenanteil von $15,5\%$ bis $17,5\%$, einen Molybdänmassenanteil von $0,20\%$ bis $0,60\%$ sowie einen Schwefelmassenanteil von $0,15\%$ bis $0,35\%$ auf.

[0091] Alternativ kann es sich bei dem Stahl um einen martensitischen korrosionsbeständigen Stahl mit der Werkstoffkurzbezeichnung X3CrNiMo13-4 (Werkstoffnummer: 1.4313) handeln. Dieser Stahl weist einen Kohlenstoffmassenanteil $\leq 0,05\%$, einen Chrommassenanteil von $12,0\%$ bis $14,0\%$, einen Molybdänmassenanteil von $0,3\%$ bis $0,7\%$ sowie einen Nickelmassenanteil von $3,5\%$ bis $4,5\%$ auf.

[0092] Alternativ kann es sich bei dem Stahl um einen martensitischen korrosionsbeständigen Stahl mit der Werkstoffkurzbezeichnung X4CrNiMo16-5-1 (Werkstoffnummer: 1.4418) handeln. Dieser Stahl weist einen Kohlenstoffmassenanteil $\leq 0,06$ %, einen Chrommassenanteil von 15,0 % bis 17,0 %, einen Molybdänmassenanteil von 0,80 % bis 1,50 % sowie einen Nickelmassenanteil von 4,0 % bis 6,0 % auf.

[0093] Alternativ kann es sich bei dem Stahl um einen martensitischen Stahl mit der Werkstoffkurzbezeichnung X65Cr13 handeln. Dieser Stahl weist einen Kohlenstoffmassenanteil von 0,58 % bis 0,70 %, einen Chrommassenanteil von 12,5 % bis 14,5 %, einen Manganmassenanteil $\leq 1,00$ %, einen Siliziummassenanteil $\leq 1,00$ %, einen Phosphormassenanteil von 0,04 % sowie einen Schwefelmassenanteil von 0,015 % auf.

[0094] Alternativ kann es sich bei dem Stahl um einen martensitischen Stahl mit der Werkstoffkurzbezeichnung X30CrMoN15-1 (Werkstoffnummer: 1.4108) handeln. Dieser Stahl weist einen Kohlenstoffmassenanteil von 0,25 % bis 0,35 %, einen Chrommassenanteil von 14,0 % bis 16,0 %, einen Molybdänmassenanteil von 0,85 % bis 1,10 %, einen Nickelmassenanteil von 0,50 %, einen Manganmassenanteil von 1,00 %, einen Siliziummassenanteil von 1,00 % sowie einen Stickstoffmassenanteil von 0,03 % bis 0,50 % auf.

[0095] Alternativ kann es sich bei dem Stahl um einen martensitischen Stahl mit der Werkstoffkurzbezeichnung X70CrMo15 (Werkstoffnummer: 1.4109) handeln. Dieser Stahl weist einen Kohlenstoffmassenanteil von 0,60 % bis 0,75 %, einen Chrommassenanteil von 14,0 % bis 16,0 %, einen Molybdänmassenanteil von 0,40 % bis 0,80 %, einen Manganmassenanteil $\leq 1,00$ %, einen Siliziummassenanteil $\leq 0,70$ %, einen Phosphormassenanteil von 0,04 % sowie einen Schwefelmassenanteil von 0,015 % auf.

[0096] Alternativ kann es sich bei dem Stahl um einen martensitischen Stahl mit der Werkstoffkurzbezeichnung X90CrMoV18 (Werkstoffnummer: 1.4112) handeln. Dieser Stahl weist einen Kohlenstoffmassenanteil von 0,90 %, einen Chrommassenanteil von 17 % bis 19 % sowie einen Molybdänmassenanteil von 0,90 % auf.

[0097] Alternativ kann es sich bei dem Stahl um einen martensitischen Stahl mit der Werkstoffkurzbezeichnung X38CrMoV15 (Werkstoffnummer: 1.4117) handeln. Dieser Stahl weist einen Kohlenstoffmassenanteil von 0,38 %, einen Chrommassenanteil von 14 % bis 15 % sowie einen Molybdänmassenanteil von 0,50 % auf.

[0098] Alternativ kann es sich bei dem Stahl um einen martensitischen Stahl mit der Werkstoffkurzbe-

zeichnung X150CrMo17 (Werkstoffnummer: 1.4125) handeln. Dieser Stahl weist einen Kohlenstoffmassenanteil von 1,10 %, einen Chrommassenanteil von 17 % sowie einen Molybdänmassenanteil von 0,60 % auf.

[0099] Alternativ kann es sich bei dem Stahl um einen martensitischen Stahl mit der Werkstoffkurzbezeichnung X22CrMoNiS13-1 (Werkstoffnummer: 1.4121) handeln. Dieser Stahl weist einen Kohlenstoffmassenanteil von 0,20 % bis 0,25 %, einen Chrommassenanteil von 12,0 % bis 14,0 %, einen Molybdänmassenanteil von 1,00 % bis 1,50 %, einen Nickelmassenanteil von 0,80 % bis 1,20 %, einen Manganmassenanteil von 1,00 % bis 1,50 %, einen Siliziummassenanteil $\leq 1,00$ %, einen Phosphormassenanteil von 0,045 % sowie einen Schwefelmassenanteil von 0,15 % bis 0,25 % auf.

[0100] Alternativ kann es sich bei dem Stahl um einen martensitischen Stahl mit der Werkstoffkurzbezeichnung X40CrMoVN16-2 (Werkstoffnummer: 1.4123) handeln. Dieser Stahl weist einen Kohlenstoffmassenanteil von 0,35 % bis 0,50 %, einen Chrommassenanteil von 14,0 % bis 16,0 %, einen Molybdänmassenanteil von 1,00 % bis 2,50 %, einen Nickelmassenanteil von 0,5 %, einen Manganmassenanteil $\leq 1,00$ %, einen Siliziummassenanteil $\leq 1,00$ %, einen Phosphormassenanteil von 0,04 % sowie einen Schwefelmassenanteil von 0,015 % auf.

[0101] Alternativ kann es sich bei dem Stahl um einen martensitischen Stahl mit der Werkstoffkurzbezeichnung X105CrMo17 (Werkstoffnummer: 1.4125) handeln. Dieser Stahl weist einen Kohlenstoffmassenanteil von 0,95 % bis 1,20 %, einen Chrommassenanteil von 16,0 % bis 18,0 %, einen Molybdänmassenanteil von 0,04 % bis 0,80 %, einen Manganmassenanteil von maximal 1,00 %, einen Siliziummassenanteil von maximal 1,00 %, einen Phosphormassenanteil von maximal 0,040 % sowie einen Schwefelmassenanteil von maximal 0,015 % auf.

[0102] Alternativ kann es sich bei dem Stahl um einen ausscheidungshärtenden korrosionsbeständigen Stahl mit der Werkstoffkurzbezeichnung X5CrNiCuNb16-4 (Werkstoffnummer: 1.4542) handeln. Dieser Stahl weist einen Kohlenstoffmassenanteil $\leq 0,07$ %, einen Chrommassenanteil von 15,0 % bis 17,0 %, einen Molybdänmassenanteil $\leq 0,60$ %, einen Nickelmassenanteil von 3,0 % bis 5,0 %, einen Kupfermassenanteil von 3,0 % bis 5,0 % sowie einen Niobmassenanteil von maximal 0,45 % auf.

[0103] Alternativ kann es sich bei dem Stahl um einen ausscheidungshärtenden korrosionsbeständigen Stahl mit der Werkstoffkurzbezeichnung X7CrNiAl17-7 (Werkstoffnummer: 1.4568) handeln. Dieser Stahl weist einen Kohlenstoffmassenanteil $\leq 0,09$ %, einen Chrommassenanteil von 16,0 % bis 18,

0 %, einen Nickelmassenanteil von 6,5 % bis 7,8 % sowie einen Aluminiummassenanteil von 0,70 % bis 1,50 % auf.

[0104] Alternativ kann es sich bei dem Stahl um einen ausscheidungshärtenden korrosionsbeständigen Stahl mit der Werkstoffkurzbezeichnung X5CrNiMoCuNb14-5 (Werkstoffnummer: 1.4594) handeln. Dieser Stahl weist einen Kohlenstoffmassenanteil $\leq 0,07$ %, einen Chrommassenanteil von 13,0 % bis 15,0 %, einen Molybdänmassenanteil von 1,20 % bis 2,00 %, einen Nickelmassenanteil von 5,0 % bis 6,0 %, einen Kupfermassenanteil von 1,20 % bis 2,00 % sowie einen Niobmassenanteil von 0,15 % bis 0,60 % auf.

[0105] Alternativ kann es sich bei dem Stahl um einen ausscheidungshärtenden korrosionsbeständigen Stahl mit der Werkstoffkurzbezeichnung X3CrNiTiNb12-9 (Werkstoffnummer: 1.4543) handeln. Dieser Stahl weist einen Kohlenstoffmassenanteil $\leq 0,03$ %, einen Chrommassenanteil von 11,0 % bis 12,5 %, einen Molybdänmassenanteil $\leq 0,50$ %, einen Nickelmassenanteil von 3,00 % bis 5,00 %, einen Titanmassenanteil von $\leq 0,90$ % bis 1,40 %, einen Kupfermassenanteil von 1,50 % bis 2,50 %, einen Niobmassenanteil von 0,10 % bis 0,50 %, einen Manganmassenanteil von 0,50 %, einen Siliziummassenanteil von 0,50 %, einen Phosphormassenanteil $\leq 0,02$ % sowie einen Schwefelmassenanteil $\leq 0,015$ %.

[0106] Alternativ kann es sich bei dem Stahl um einen ferritischen korrosionsbeständigen Stahl mit der Werkstoffkurzbezeichnung X2CrNi12 (Werkstoffnummer: 1.4003) handeln. Dieser Stahl weist einen Kohlenstoffmassenanteil $\leq 0,03$ %, einen Chrommassenanteil von 10,5 % bis 12,5 %, einen Nickelmassenanteil von 0,3 % bis 1,00 % sowie einen Stickstoffanteil $\leq 0,03$ % auf.

[0107] Alternativ kann es sich bei dem Stahl um einen ferritischen korrosionsbeständigen Stahl mit der Werkstoffkurzbezeichnung X2CrNi12 (Werkstoffnummer: 1.4512) handeln. Dieser Stahl weist einen Kohlenstoffmassenanteil $\leq 0,03$ %, einen Chrommassenanteil von 10,5 % bis 12,5 % sowie einen Titanmassenanteil von maximal 0,65 % auf.

[0108] Alternativ kann es sich bei dem Stahl um einen ferritischen korrosionsbeständigen Stahl mit der Werkstoffkurzbezeichnung X6Cr17 (Werkstoffnummer: 1.4016) handeln. Dieser Stahl weist einen Kohlenstoffmassenanteil $\leq 0,08$ % sowie einen Chrommassenanteil von 16,0 % bis 18,0 % auf.

[0109] Alternativ kann es sich bei dem Stahl um einen ferritischen korrosionsbeständigen Stahl mit der Werkstoffkurzbezeichnung X3CrTi17 (Werkstoffnummer: 1.4510) handeln. Dieser Stahl weist einen Kohlenstoffmassenanteil $\leq 0,05$ %, einen Chrommas-

senanteil von 16,0 % bis 18,0 % sowie einen Titanmassenanteil von maximal 0,80 % auf.

[0110] Alternativ kann es sich bei dem Stahl um einen ferritischen korrosionsbeständigen Stahl mit der Werkstoffkurzbezeichnung X6CrMoS17 (Werkstoffnummer: 1.4105) handeln. Dieser Stahl weist einen Kohlenstoffmassenanteil $\leq 0,08$ %, einen Chrommassenanteil von 16,0 % bis 18,0 %, einen Molybdänmassenanteil von 0,20 % bis 0,60 % sowie einen Schwefelmassenanteil von 0,15 % bis 0,35 % auf.

[0111] Alternativ kann es sich bei dem Stahl um einen ferritischen korrosionsbeständigen Stahl mit der Werkstoffkurzbezeichnung X3CrNb17 (Werkstoffnummer: 1.4511) handeln. Dieser Stahl weist einen Kohlenstoffmassenanteil $\leq 0,05$ %, einen Chrommassenanteil von 16,0 % bis 18,0 % sowie einen Niobanteil von maximal 1,00 % auf.

[0112] Alternativ kann es sich bei dem Stahl um einen ferritischen korrosionsbeständigen Stahl mit der Werkstoffkurzbezeichnung X2CrTiNb18 (Werkstoffnummer: 1.4509) handeln. Dieser Stahl weist einen Kohlenstoffmassenanteil $\leq 0,03$ %, einen Chrommassenanteil von 17,5 % bis 18,5 %, einen Niobmassenanteil von maximal 1,00 % sowie einen Titanmassenanteil von 0,10 % bis 0,60 % auf.

[0113] Alternativ kann es sich bei dem Stahl um einen ferritischen korrosionsbeständigen Stahl mit der Werkstoffkurzbezeichnung X6CrMo17-1 (Werkstoffnummer: 1.4113) handeln. Dieser Stahl weist einen Kohlenstoffmassenanteil $\leq 0,08$ %, einen Chrommassenanteil von 16,0 % bis 18,0 % sowie einen Molybdänmassenanteil von 0,90 % bis 1,40 % auf.

[0114] Alternativ kann es sich bei dem Stahl um einen ferritischen korrosionsbeständigen Stahl mit der Werkstoffkurzbezeichnung X2CrMoTi18-2 (Werkstoffnummer: 1.4521) handeln. Dieser Stahl weist einen Kohlenstoffmassenanteil $\leq 0,025$ %, einen Chrommassenanteil von 17,0 % bis 20,0 %, einen Molybdänmassenanteil von 1,80 % bis 2,50 % sowie einen Titanmassenanteil von maximal 0,80 % auf.

[0115] Alternativ kann es sich bei dem Stahl um einen austenitisch-ferritischen korrosionsbeständigen Stahl mit der Werkstoffkurzbezeichnung X2CrNi22-2 (Werkstoffnummer: 1.4062) handeln. Dieser Stahl weist einen Kohlenstoffmassenanteil $\leq 0,03$ %, einen Chrommassenanteil von 21,5 % bis 24,0 %, einen Molybdänmassenanteil $\leq 0,45$ %, einen Nickelmassenanteil von 1,00 % bis 2,90 % sowie einen Stickstoffmassenanteil von 0,16 % bis 0,28 % auf.

[0116] Alternativ kann es sich bei dem Stahl um einen austenitisch-ferritischen korrosionsbeständigen Stahl mit der Werkstoffkurzbezeichnung X2CrMnNiN

21-5-1 (Werkstoffnummer: 1.4162) handeln. Dieser Stahl weist einen Kohlenstoffmassenanteil $\leq 0,04$ %, einen Chrommassenanteil von 21,0 % bis 22,0 %, einen Molybdänmassenanteil von 0,10 % bis 0,80 %, einen Nickelmassenanteil von 1,35 % bis 1,70 %, einen Manganmassenanteil von 4,0 % bis 6,0 %, einen Stickstoffmassenanteil von 0,20 % bis 0,25 % sowie einen Kupfermassenanteil von 0,10 % bis 0,80 % auf.

[0117] Alternativ kann es sich bei dem Stahl um einen austenitisch-ferritischen korrosionsbeständigen Stahl mit der Werkstoffkurzbezeichnung X2CrNiN23-4 (Werkstoffnummer: 1.4362) handeln. Dieser Stahl weist einen Kohlenstoffmassenanteil $\leq 0,03$ %, einen Chrommassenanteil von 22,0 % bis 24,0 %, einen Molybdänmassenanteil von 0,10 % bis 0,60 %, einen Nickelmassenanteil von 3,5 % bis 5,5 % sowie einen Kupfermassenanteil von 0,10 % bis 0,60 % auf.

[0118] Alternativ kann es sich bei dem Stahl um einen austenitisch-ferritischen korrosionsbeständigen Stahl mit der Werkstoffkurzbezeichnung X2CrNiMoN 22-5-3 (Werkstoffnummer: 1.4462) handeln. Dieser Stahl weist einen Kohlenstoffmassenanteil $\leq 0,03$ %, einen Chrommassenanteil von 21,0 % bis 23,0 %, einen Molybdänmassenanteil von 2,5 % bis 3,5 %, einen Nickelmassenanteil von 4,5 % bis 6,5 % sowie einen Stickstoffmassenanteil von 0,10 % bis 0,22 % auf.

[0119] Alternativ kann es sich bei dem Stahl um einen austenitisch-ferritischen korrosionsbeständigen Stahl mit der Werkstoffkurzbezeichnung X2CrNiMnMoCuN24-4-3-2 (Werkstoffnummer: 1.4662) handeln. Dieser Stahl weist einen Kohlenstoffmassenanteil $\leq 0,03$ %, einen Chrommassenanteil von 23,0 % bis 25,0 %, einen Molybdänmassenanteil von 1,00 % bis 2,00 %, einen Nickelmassenanteil von 3,0 % bis 4,5 %, einen Manganmassenanteil von 2,5 % bis 4,0 % sowie einen Kupfermassenanteil von 0,10 % bis 0,80 % auf.

[0120] Alternativ kann es sich bei dem Stahl um einen austenitisch-ferritischen korrosionsbeständigen Stahl mit der Werkstoffkurzbezeichnung X2CrNiMoN 25-7-4 (Werkstoffnummer: 1.4410) handeln. Dieser Stahl weist einen Kohlenstoffmassenanteil $\leq 0,03$ %, einen Chrommassenanteil von 24,0 % bis 26,0 %, einen Molybdänmassenanteil von 3,0 % bis 4,5 %, einen Nickelmassenanteil von 6,0 % bis 8,0 % sowie einen Stickstoffmassenanteil von 0,24 % bis 0,35 % auf.

[0121] Alternativ kann es sich bei dem Stahl um einen austenitisch-ferritischen korrosionsbeständigen Stahl mit der Werkstoffkurzbezeichnung X2CrNiMoCuWN25-7-4 (Werkstoffnummer: 1.4501) handeln. Dieser Stahl weist einen Kohlenstoffmassenanteil $\leq 0,03$ %, einen Chrommassenanteil von 24,0 % bis 26,0 %, einen Molybdänmassenanteil von

3,0 % bis 4,0 %, einen Nickelmassenanteil von 6,0 % bis 8,0 %, einen Kupfermassenanteil von 0,50 % bis 1,00 %, einen Wolframmassenanteil von 0,50 % bis 1,00 % sowie einen Stickstoffmassenanteil von 0,20 % bis 0,30 % auf.

[0122] Alternativ kann es sich bei dem Stahl um einen austenitischen korrosionsbeständigen Stahl mit der Werkstoffkurzbezeichnung X2CrNiMo18-15-3 (Werkstoffnummer: 1.4441) handeln. Dieser Stahl weist einen Kohlenstoffmassenanteil von maximal 0,030 %, einen Chrommassenanteil von 17,0 % bis 19,0 %, einen Molybdänmassenanteil von 2,70 % bis 3,0 %, einen Nickelmassenanteil von 13,0 % bis 15,0 %, einen Manganmassenanteil von maximal 2,00 %, einen Kupfermassenanteil von maximal 0,50 %, einen Siliziummassenanteil von maximal 0,75 %, einen Phosphormassenanteil von maximal 0,025 %, einen Schwefelmassenanteil von maximal 0,003 % sowie einen Stickstoffmassenanteil von maximal 0,10 % auf.

[0123] Alternativ kann es sich bei dem Stahl um einen austenitischen korrosionsbeständigen Stahl mit der Werkstoffkurzbezeichnung X5CrNi18-10 (Werkstoffnummer: 1.4301) handeln. Dieser Stahl weist einen Kohlenstoffmassenanteil $\leq 0,07$ %, einen Chrommassenanteil von 17,5 % bis 19,5 %, einen Nickelmassenanteil von 8,0 % bis 10,5 % sowie einen Stickstoffmassenanteil $\leq 0,11$ % auf.

[0124] Alternativ kann es sich bei dem Stahl um einen austenitischen korrosionsbeständigen Stahl mit der Werkstoffkurzbezeichnung X4CrNi18-12 (Werkstoffnummer: 1.4303) handeln. Dieser Stahl weist einen Kohlenstoffmassenanteil $\leq 0,06$ %, einen Chrommassenanteil von 17,0 % bis 19,0 %, einen Nickelmassenanteil von 11,0 % bis 13,0 % sowie einen Stickstoffmassenanteil $\leq 0,11$ % auf.

[0125] Alternativ kann es sich bei dem Stahl um einen austenitischen korrosionsbeständigen Stahl mit der Werkstoffkurzbezeichnung X8CrNiS18-9 (Werkstoffnummer: 1.4305) handeln. Dieser Stahl weist einen Kohlenstoffmassenanteil $\leq 0,10$ %, einen Chrommassenanteil von 17,0 % bis 19,0 %, einen Nickelmassenanteil von 8,0 % bis 10,0 %, einen Schwefelmassenanteil von 0,15 % bis 0,35 % sowie einen Kupfermassenanteil $\leq 1,00$ % auf.

[0126] Alternativ kann es sich bei dem Stahl um einen austenitischen korrosionsbeständigen Stahl mit der Werkstoffkurzbezeichnung X2CrNi19-11 (Werkstoffnummer: 1.4306) handeln. Dieser Stahl weist einen Kohlenstoffmassenanteil $\leq 0,030$ %, einen Chrommassenanteil von 18,0 % bis 20,0 %, einen Nickelmassenanteil von 10,0 % bis 12,0 % sowie einen Stickstoffmassenanteil $\leq 0,11$ % auf.

[0127] Alternativ kann es sich bei dem Stahl um einen austenitischen korrosionsbeständigen Stahl mit der Werkstoffkurzbezeichnung X2CrNi18-9 (Werkstoffnummer: 1.4307) handeln. Dieser Stahl weist einen Kohlenstoffmassenanteil $\leq 0,030$ %, einen Chrommassenanteil von 17,5 % bis 19,5 %, einen Nickelmasseanteil von 8,0 % bis 10,5 % sowie einen Stickstoffmassenanteil $\leq 0,11$ % auf.

[0128] Alternativ kann es sich bei dem Stahl um einen austenitischen korrosionsbeständigen Stahl mit der Werkstoffkurzbezeichnung X2CrNi18-10 (Werkstoffnummer: 1.4311) handeln. Dieser Stahl weist einen Kohlenstoffmassenanteil $\leq 0,030$ %, einen Chrommassenanteil von 17,5 % bis 19,5 %, einen Nickelmasseanteil von 8,5 % bis 11,5 % sowie einen Stickstoffmassenanteil von 0,12 % bis 0,22 % auf.

[0129] Alternativ kann es sich bei dem Stahl um einen austenitischen korrosionsbeständigen Stahl mit der Werkstoffkurzbezeichnung X6CrNiTi 18-10 (Werkstoffnummer: 1.4541) handeln. Dieser Stahl weist einen Kohlenstoffmassenanteil $\leq 0,08$ %, einen Chrommassenanteil von 17,0 % bis 19,0 %, einen Nickelmasseanteil von 9,0 % bis 12,0 % sowie einen Titanmasseanteil von maximal 0,70 % auf.

[0130] Alternativ kann es sich bei dem Stahl um einen austenitischen korrosionsbeständigen Stahl mit der Werkstoffkurzbezeichnung X6CrNiNb18-10 (Werkstoffnummer: 1.4550) handeln. Dieser Stahl weist einen Kohlenstoffmassenanteil $\leq 0,08$ %, einen Chrommassenanteil von 17,0 % bis 19,0 %, einen Nickelmasseanteil von 9,0 % bis 12,0 % sowie einen Niobmasseanteil von maximal 1,00 % auf.

[0131] Alternativ kann es sich bei dem Stahl um einen austenitischen korrosionsbeständigen Stahl mit der Werkstoffkurzbezeichnung X3CrNiCu18-9-4 (Werkstoffnummer: 1.4567) handeln. Dieser Stahl weist einen Kohlenstoffmassenanteil $\leq 0,04$ %, einen Chrommassenanteil von 17,0 % bis 19,0 %, einen Nickelmasseanteil von 8,5 % bis 10,5 % sowie einen Kupfermasseanteil von 3,0 % bis 4,0 % auf.

[0132] Alternativ kann es sich bei dem Stahl um einen austenitischen korrosionsbeständigen Stahl mit der Werkstoffkurzbezeichnung X10CrNi18-8 (Werkstoffnummer: 1.4310) handeln. Dieser Stahl weist einen Kohlenstoffmassenanteil von 0,05 % bis 0,15 %, einen Chrommassenanteil von 16,0 % bis 19,0 %, einen Molybdänmasseanteil $\leq 0,80$ % sowie einen Nickelmasseanteil von 6,0 % bis 9,5 % auf.

[0133] Alternativ kann es sich bei dem Stahl um einen austenitischen korrosionsbeständigen Stahl mit der Werkstoffkurzbezeichnung X5CrNiMo17-12-2 (Werkstoffnummer: 1.4401) handeln. Dieser Stahl weist einen Kohlenstoffmassenanteil $\leq 0,07$ %, einen Chrommassenanteil von 16,5 % bis 18,5 %, einen

Molybdänmasseanteil von 2,00 % bis 2,50 %, einen Nickelmasseanteil von 10,0 % bis 13,0 % sowie einen Stickstoffmasseanteil $\leq 0,10$ % auf.

[0134] Alternativ kann es sich bei dem Stahl um einen austenitischen korrosionsbeständigen Stahl mit der Werkstoffkurzbezeichnung X2CrNiMo17-12-2 (Werkstoffnummer: 1.4404) handeln. Dieser Stahl weist einen Kohlenstoffmassenanteil $\leq 0,030$ %, einen Chrommassenanteil von 16,5 % bis 18,5 %, einen Molybdänmasseanteil von 2,00 % bis 2,50 %, einen Nickelmasseanteil von 10,0 % bis 13,0 % sowie einen Stickstoffmasseanteil $\leq 0,10$ % auf.

[0135] Alternativ kann es sich bei dem Stahl um einen austenitischen korrosionsbeständigen Stahl mit der Werkstoffkurzbezeichnung X6CrNiMoTi17-12-2 (Werkstoffnummer: 1.4571) handeln. Dieser Stahl weist einen Kohlenstoffmassenanteil $\leq 0,08$ %, einen Chrommassenanteil von 16,5 % bis 18,5 %, einen Molybdänmasseanteil von 2,00 % bis 2,50 %, einen Nickelmasseanteil von 10,5 % bis 13,5 % sowie einen Titanmasseanteil von maximal 0,70 % auf.

[0136] Alternativ kann es sich bei dem Stahl um einen austenitischen korrosionsbeständigen Stahl mit der Werkstoffkurzbezeichnung X2CrNiMoN 17-13-3 (Werkstoffnummer: 1.4429) handeln. Dieser Stahl weist einen Kohlenstoffmassenanteil $\leq 0,030$ %, einen Chrommassenanteil von 16,5 % bis 18,5 %, einen Molybdänmasseanteil von 2,5 % bis 3,0 %, einen Nickelmasseanteil von 11,0 % bis 14,0 % sowie einen Stickstoffmasseanteil von 0,12 % bis 0,22 % auf.

[0137] Alternativ kann es sich bei dem Stahl um einen austenitischen korrosionsbeständigen Stahl mit der Werkstoffkurzbezeichnung X2CrNiMo18-14-3 (Werkstoffnummer: 1.4435) handeln. Dieser Stahl weist einen Kohlenstoffmassenanteil $\leq 0,030$ %, einen Chrommassenanteil von 17,0 % bis 19,0 %, einen Molybdänmasseanteil von 2,5 % bis 3,0 %, einen Nickelmasseanteil von 12,5 % bis 15,0 % sowie einen Stickstoffmasseanteil $\leq 0,10$ % auf.

[0138] Alternativ kann es sich bei dem Stahl um einen austenitischen korrosionsbeständigen Stahl mit der Werkstoffkurzbezeichnung X3CrNiMo17-13-3 (Werkstoffnummer: 1.4436) handeln. Dieser Stahl weist einen Kohlenstoffmassenanteil $\leq 0,05$ %, einen Chrommassenanteil von 16,5 % bis 18,5 %, einen Molybdänmasseanteil von 2,5 % bis 3,0 %, einen Nickelmasseanteil von 10,5 % bis 13,0 % sowie einen Stickstoffmasseanteil $\leq 0,10$ % auf.

[0139] Alternativ kann es sich bei dem Stahl um einen austenitischen korrosionsbeständigen Stahl mit der Werkstoffkurzbezeichnung X2CrNiMoN 17-13-5 (Werkstoffnummer: 1.4439) handeln. Dieser Stahl weist einen Kohlenstoffmassenanteil $\leq 0,030$ %, ei-

nen Chrommassenanteil von 16,5 % bis 18,5 %, einen Molybdänmassenanteil von 4,0 % bis 5,0 %, einen Nickelmassenanteil von 12,5 % bis 14,5 % sowie einen Stickstoffmassenanteil von 0,12 % bis 0,22 % auf.

[0140] Alternativ kann es sich bei dem Stahl um einen austenitischen korrosionsbeständigen Stahl mit der Werkstoffkurzbezeichnung X1NiCrMoCu25-20-5 (Werkstoffnummer: 1.4539) handeln. Dieser Stahl weist einen Kohlenstoffmassenanteil $\leq 0,020$ %, einen Chrommassenanteil von 19,0 % bis 21,0 %, einen Molybdänmassenanteil von 4,0 % bis 5,0 %, einen Nickelmassenanteil von 24,0 % bis 26,0 %, einen Kupfermassenanteil von 1,20 % bis 2,00 % sowie einen Stickstoffmassenanteil $\leq 0,15$ % auf.

[0141] Alternativ kann es sich bei dem Stahl um einen austenitischen korrosionsbeständigen Stahl mit der Werkstoffkurzbezeichnung X2CrNiMnMoNbN25-18-5-4 (Werkstoffnummer: 1.4565) handeln. Dieser Stahl weist einen Kohlenstoffmassenanteil $\leq 0,030$ %, einen Chrommassenanteil von 24,0 % bis 26,0 %, einen Molybdänmassenanteil von 4,0 % bis 5,0 %, einen Nickelmassenanteil von 16,0 % bis 19,0 %, einen Manganmassenanteil von 5,0 % bis 7,0 %, einen Stickstoffmassenanteil von 0,30 % bis 0,60 % sowie einen Niobmassenanteil $\leq 0,15$ % auf.

[0142] Alternativ kann es sich bei dem Stahl um einen austenitischen korrosionsbeständigen Stahl mit der Werkstoffkurzbezeichnung X1NiCrMoCuN25-20-7 (Werkstoffnummer: 1.4529) handeln. Dieser Stahl weist einen Kohlenstoffmassenanteil $\leq 0,020$ %, einen Chrommassenanteil von 19,0 % bis 21,0 %, einen Molybdänmassenanteil von 6,0 % bis 7,0 %, einen Nickelmassenanteil von 24,0 % bis 26,0 %, einen Kupfermassenanteil von 0,50 % bis 1,50 % sowie einen Stickstoffmassenanteil von 0,15 % bis 0,25 % auf.

[0143] Alternativ kann es sich bei dem Stahl um einen austenitischen korrosionsbeständigen Stahl mit der Werkstoffkurzbezeichnung X1CrNiMoCuN20-18-7 (Werkstoffnummer: 1.4547) handeln. Dieser Stahl weist einen Kohlenstoffmassenanteil $\leq 0,020$ %, einen Chrommassenanteil von 19,5 % bis 20,5 %, einen Molybdänmassenanteil von 6,0 % bis 7,0 %, einen Nickelmassenanteil von 17,5 % bis 18,5 %, einen Kupfermassenanteil von 0,50 % bis 1,00 % sowie einen Stickstoffmassenanteil von 0,18 % bis 0,25 % auf.

[0144] Alternativ kann es sich bei dem Stahl um einen austenitischen korrosionsbeständigen Stahl mit der Werkstoffkurzbezeichnung X1CrNiMoCuN24-22-8 (Werkstoffnummer: 1.4652) handeln. Dieser Stahl weist einen Kohlenstoffmassenanteil $\leq 0,020$ %, einen Chrommassenanteil von 23,0 % bis 25,0 %, einen Molybdänmassenanteil von 7,0 % bis 8,0 %, ei-

nen Nickelmassenanteil von 21,0 % bis 23,0 %, einen Manganmassenanteil von 2,0 % bis 4,0 % sowie einen Stickstoffmassenanteil von 0,45 % bis 0,55 % auf.

[0145] Bevorzugt weist das Metall- oder Legierungsprodukt generell einen Stahl, insbesondere korrosionsbeständigen Stahl, mit einem Chrommassenanteil von 10 % bis 25 % auf oder besteht aus einem solchen Stahl, insbesondere einem solchen korrosionsbeständigen Stahl.

[0146] In weiterer Ausgestaltung der Erfindung handelt es sich bei dem Metall- oder Legierungsprodukt um ein medizinisches oder medizintechnisches Produkt oder um eine Vorstufe, insbesondere ein Halbzeug, einen Rohling oder ein Halbfabrikat, oder um ein Bauteil, wie beispielsweise eine Schraube, eine Niete, einen Führungsstift, ein Hohlheft, einen Griff oder eine Feder, eines medizinischen bzw. medizintechnischen Produkts, insbesondere eines medizinischen Instruments, vorzugsweise chirurgischen Instruments.

[0147] Bevorzugt ist das medizinische bzw. medizintechnische Produkt ein medizinisches Instrument, insbesondere ein chirurgisches Instrument.

[0148] Das chirurgische Instrument kann insbesondere aus der Gruppe bestehend aus spreizendes Instrument, fassendes Instrument, klemmendes Instrument, schneidendes Instrument, Nahtgerät, Endoskop und kombiniertes Instrument ausgewählt sein.

[0149] Bei dem spreizenden Instrument kann es sich beispielsweise um einen Wundhaken, einen Retraktor, einen Wundspreizer, einen Brustbeinspreizer, einen Wundsperrerr, ein Spekulum oder eine Trokarhülse handeln.

[0150] Bei dem fassenden Instrument kann es sich beispielsweise um eine Pinzette, eine Klemme, einen Nadelhalter oder eine Faszange handeln.

[0151] Bei dem klemmenden Instrument kann es sich beispielsweise um eine weiche Klemme, insbesondere zum temporären Abklemmen für den Darm und feine Gefäße, oder um eine Präparierklemme handeln.

[0152] Bei dem schneidenden Instrument kann es sich beispielsweise um ein Skalpell, ein Messer, eine Schere, eine Branchenzange, eine Knochensplitterzange, eine Ringzange, ein Elektrotom, ein Konchotom, einen Kauter oder ein Ultraschallmesser handeln.

[0153] Bei dem Nahtgerät kann es sich insbesondere um ein Klammernahtgerät (Stapler) oder um einen Klammerentferner handeln.

[0154] Bei dem kombinierten Instrument kann es sich um einen Endostapler oder ein Klammernahtgerät, welches beispielsweise ein Hohlorgan verklammert und zugleich präzise schneidet, handeln. Weiterhin kann es sich bei dem kombinierten Instrument um einen kombinierten Nadelhalter, der als Universalnahtgerät sowohl fassen als auch schneiden kann, handeln.

[0155] Weiterhin kann es sich bei dem chirurgischen Instrument um einen Hammer handeln.

[0156] Weiterhin kann es sich bei dem chirurgischen Instrument um einen Meißel, insbesondere Flach- oder Hohlmeißel wie Knochenhohlmeißel, oder um eine Kürette, insbesondere Knochenkürette, handeln.

[0157] Weiterhin kann es sich bei dem chirurgischen Instrument um eine Sonde handeln.

[0158] Weiterhin kann es sich bei dem chirurgischen Instrument um eine Knochenstanze handeln.

[0159] Weiterhin kann es sich bei dem chirurgischen Instrument um einen Hebel oder Elevator oder ein Raspatorium handeln.

[0160] Gemäß einem zweiten Aspekt betrifft die Erfindung ein Metall- oder Legierungsprodukt.

[0161] Das Metall- oder Legierungsprodukt ist vorzugsweise hergestellt oder herstellbar nach einem Verfahren gemäß erstem Erfindungsaspekt.

[0162] Das Metall- oder Legierungsprodukt kann ein Lochkorrosionspotential von 100 mV bis 1200 mV, insbesondere 200 mV bis 800 mV, bevorzugt 300 mV bis ...600 mV, aufweisen (gemessen gegen eine Standardwasserstoffelektrode).

[0163] Alternativ oder in Kombination kann das Metall- oder Legierungsprodukt einen Kontaktwinkel von 60 ° bis 140 °, insbesondere 65 ° bis 120 °, bevorzugt 70 ° bis 100 °, aufweisen. Die Messung des Kontaktwinkels kann gemäß ASTM D 7334-08 erfolgen. Alternativ kann die Messung des Kontaktwinkels mittels eines Kontaktwinkelmessgeräts der Firma dataPhysics (Contact Angle System OCA 15 Plus) und unter Verwendung einer 0,9 %igen NatriumchloridLösung (B.Braun) durchgeführt werden, wobei das Tropfenvolumen 1 µl beträgt. Zur Messung des Kontaktwinkels können die Proben in diesem Fall in einem regulären Fertigungsprozess ausgewaschen und vor der Messung in vollentsalztem Wasser im Ultraschallbad für 5 Minuten gereinigt werden, wobei die Proben direkt vor der Messung mit vollentsalztem Wasser abgewaschen und mit ölfreier Druckluft abgeblasen werden.

[0164] Weitere Merkmale und Vorteile der Erfindung ergeben sich aus den Ansprüchen sowie aus der nachfolgenden Beschreibung bevorzugter Ausführungsformen anhand von Beispielen. Dabei können Merkmale der Erfindung jeweils für sich alleine oder in Kombination miteinander verwirklicht sein. Die nachfolgend beschriebenen Ausführungsformen dienen der weiteren Erläuterung der Erfindung, ohne diese hierauf zu beschränken.

BEISPIELTEIL

Oberflächenbehandlung eines chirurgischen Instruments bzw. repräsentativer Probekörper dessen nach einem erfindungsgemäßen Verfahren

[0165] Die verwendeten Probekörper wurden aus dem identischen Material und mit den identischen Fertigungsschritten wie die chirurgischen Instrumente (z.B. Klemmen, Nadelhalter, Scheren mit Hartmetall und dergleichen) hergestellt.

[0166] REM/EDX-Analysen (Fremdmaterial und Materialdopplungen) wurden an den Korrosionsproben und Instrumenten durchgeführt.

[0167] Potentiodynamische Prüfungen (Lochkorrosionspotential) wurden zunächst nur an Probekörpern durchgeführt. Zur Analyse des Benchmarks und zum Vergleich, ob die Messwerte, die an Probekörpern gemessen wurden, sich auf das Instrument beziehen lassen, wurden in einem Labor Instrumente gemessen. Hierbei wurden die Ergebnisse der Probekörper bestätigt.

[0168] Kontaktwinkelmessungen (Kontaktwinkel) wurden teilweise am Instrument (plane Fläche ohne Abschattungen) durchgeführt, bevorzugt jedoch an Probeplättchen, da hier die Schwankungen signifikant geringer waren.

[0169] Ein chirurgisches Instrument (Klemme BH 110R), Korrosionsprobekörper und Probeplättchen wurden zunächst während eines Zeitraumes von vier Stunden mittels Gleitschleifen behandelt. Danach ließ man das chirurgische Instrument und die Probekörper während eines Zeitraumes von einer Stunde aufhellen. Sowohl das Instrument als auch die Probekörper wurden aus dem identischen Material hergestellt.

[0170] Danach wurden das chirurgische Instrument und die Probekörper mittels Strahlen behandelt. Als Strahlmittel wurden Edelstahlperlen (Edelstahlguss Cr-Shot Beta 30) mit einem mittleren Perlendurchmesser von 200 µm bis 400 µm verwendet. Für das Strahlen wurde eine Injektorstrahlanlage verwendet. Das Strahlen wurde unter einem Druck von 4 bar durchgeführt.

[0171] Anschließend wurde die Oberfläche des chirurgischen Instruments und der Probekörper elektrolytisch poliert. Hierzu wurde mit einer Gleichspannung von 4, 5 Volt gearbeitet. Das Elektrolytieren wurde während eines Zeitraumes von 45 Sekunden bei einer Temperatur von 80 °C durchgeführt.

[0172] Im Anschluss daran wurde die Oberfläche des chirurgischen Instruments und der Probekörper passiviert. Hierzu wurden das chirurgische Instrument und die Probekörper in eine 33 %ige Salpetersäure eingetaucht. Das Passivieren wurde während eines Zeitraumes von 30 Minuten bei einer Temperatur von 30 °C durchgeführt.

[0173] Nach Abschluss der Oberflächenbehandlung des chirurgischen Instruments und der Probekörper waren keine Materialdopplungen bzw. Materialüberlappungen sowie kein Fremdmaterialübertrag feststellbar. Die Korrosionsprobekörper wiesen ein Lochkorrosionspotential von 550 mV auf. Die Probeplättchen hatten einen Kontaktwinkel von 86,0 °.

Oberflächenbehandlung eines
chirurgischen Instruments nach
einem gattungsgemäßen Verfahren

[0174] Ein chirurgisches Instrument (Klemme BH 110R), Korrosionsprobekörper und Probeplättchen wurde zunächst während eines Zeitraumes von vier Stunden mittels Gleitschleifen behandelt. Danach ließ man das chirurgische Instrument und die Probekörper während eines Zeitraumes von einer Stunde aufhellen.

[0175] Danach wurden das chirurgische Instrument und die Probekörper mittels Strahlen behandelt. Hierzu wurden Gaspellets mit einem mittleren Durchmesser von 40 µm bis 70 µm verwendet. Das Strahlen wurde in einer Injektorstrahlanlage unter einem Druck von 4 bar durchgeführt.

[0176] Anschließend wurden das chirurgische Instrument und die Probekörper einer Passivierung unterworfen. Hierzu wurde eine 10 %ige Zitronensäurelösung verwendet. Das Passivieren erfolgte während eines Zeitraumes von 10 Minuten bei einer Temperatur von 55 °C.

[0177] Nach Abschluss der Oberflächenbehandlung des chirurgischen Instruments und der Probekörper waren viele Materialdopplungen bzw. Materialüberlappungen feststellbar. Es konnte zudem ein Fremdmaterialübertrag von 1,4 % nachgewiesen werden. Das Lochkorrosionspotential der Korrosionsprobekörper betrug 386 mV. Außerdem wiesen die Probeplättchen einen Kontaktwinkel von 74,4 ° auf.

Fazit

[0178] Die oben beschriebene Gegenüberstellung eines erfindungsgemäßen Verfahrens und eines gattungsgemäßen Verfahrens zeigt, dass das erfindungsgemäße Verfahren zu korrosions- und insbesondere kratzbeständigeren Produkten führt. Obendrein ist das erfindungsgemäße Verfahren dazu geeignet, das Risiko des Auftretens von Oberflächenverfärbungen gegenüber gattungsgemäßen Verfahren zu verringern. Ferner führt das erfindungsgemäße Verfahren zu besser reinigbaren Produkten (siehe gemessene Kontaktwinkel).

Patentansprüche

1. Verfahren zum Oberflächenbehandeln und/oder Herstellen eines Metall- oder Legierungsprodukts mit den Schritten:

- a) Mattieren einer Oberfläche des Metall- oder Legierungsprodukts und
- b) elektrochemisches Bearbeiten der mattierten Oberfläche des Metall- oder Legierungsprodukts.

2. Verfahren nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet**, dass vor Schritt a) ein Schleifen, vorzugsweise Gleit- und/oder Bandschleifen, der Oberfläche des Metall- oder Legierungsprodukts durchgeführt wird.

3. Verfahren nach Anspruch 1 oder 2, **dadurch gekennzeichnet**, dass zum Durchführen von Schritt a) ein Strahlmittel, insbesondere ein duktiles, d.h. nicht sprödes, Strahlmittel, verwendet wird.

4. Verfahren nach Anspruch 3, **dadurch gekennzeichnet**, dass das Strahlmittel ein Metall oder eine Legierung, insbesondere Edelstahl, aufweist.

5. Verfahren nach Anspruch 3 oder 4, **dadurch gekennzeichnet**, dass das Strahlmittel ecken- und/oder kantenfrei, insbesondere kugel- und/oder perlenförmig, gestaltet ist oder entsprechend gestaltete Strahlmittelkörper aufweist.

6. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet**, dass zum Durchführen von Schritt b) ein Elektrolytieren der mattierten Oberfläche des Metall- oder Legierungsprodukts durchgeführt wird.

7. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 5, **dadurch gekennzeichnet**, dass zum Durchführen von Schritt b) ein anodisches Beizen der mattierten Oberfläche des Metall- oder Legierungsprodukts durchgeführt wird.

8. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet**, dass der Schritt

b) mehrmals, insbesondere zweimal, durchgeführt wird.

9. Verfahren nach Anspruch 8, **dadurch gekennzeichnet**, dass der Schritt b) jedes Mal während eines Zeitraumes von 30 s bis 120 s, insbesondere 45 s bis 90 s, vorzugsweise von 60 s, durchgeführt wird.

10. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet**, dass nach dem Schritt b) ein Schritt c) Passivieren der elektrochemisch bearbeiteten Oberfläche des Metall- oder Legierungsprodukts durchgeführt wird.

11. Verfahren nach Anspruch 10, **dadurch gekennzeichnet**, dass zum Durchführen von Schritt c) eine wässrige Passivierlösung, enthaltend Zitronen- und/oder Salpetersäure, verwendet wird.

12. Verfahren nach Anspruch 10 oder 11, **dadurch gekennzeichnet**, dass nach dem Schritt c) ein Schritt d) Verpacken des Metall- oder Legierungsprodukts und zwischen dem Schritt c) und dem Schritt d) ein Schritt cd) Sterilisieren des Metall- oder Legierungsprodukts oder nach dem Schritt d) ein Schritt e) Sterilisieren des Metall- oder Legierungsprodukts durchgeführt wird.

13. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet**, dass das Metall- oder Legierungsprodukt aus einem Stahl, insbesondere einem nichtrostendem oder korrosionsbeständigem Edelstahl, vorzugsweise aus einem martensitischen korrosionsbeständigen Edelstahl, besteht.

14. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet**, dass es sich bei dem Metall- oder Legierungsprodukt um ein medizintechnisches Produkt, insbesondere ein medizinisches Instrument, vorzugsweise chirurgisches Instrument, oder um eine Vorstufe, insbesondere ein Halbzeug, ein Rohling oder ein Halbfabrikat, davon oder um ein Bauteil eines medizintechnischen Produkts handelt.

15. Metall- oder Legierungsprodukt, hergestellt oder herstellbar nach einem Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche.

Es folgen keine Zeichnungen