

(19)



(11)

EP 3 000 918 A1

(12)

EUROPÄISCHE PATENTANMELDUNG

(43) Veröffentlichungstag:
30.03.2016 Patentblatt 2016/13

(21) Anmeldenummer: **14186089.0**

(22) Anmeldetag: **24.09.2014**

(51) Int Cl.:
C25D 5/04 (2006.01) **C25D 5/14** (2006.01)
C25D 5/36 (2006.01) **C25D 7/00** (2006.01)
C25D 17/02 (2006.01) **C25D 21/02** (2006.01)
C25D 21/04 (2006.01) **C25D 3/06** (2006.01)
C25D 21/12 (2006.01)

(84) Benannte Vertragsstaaten:
AL AT BE BG CH CY CZ DE DK EE ES FI FR GB GR HR HU IE IS IT LI LT LU LV MC MK MT NL NO PL PT RO RS SE SI SK SM TR
 Benannte Erstreckungsstaaten:
BA ME

(71) Anmelder: **topocrom systems AG**
8212 Neuhausen am Rheinfall (CH)

(72) Erfinder:
 • **Müll, Karl**
8604 Volketswil-Kindhausen (CH)
 • **Bolch, Thomas**
74232 Abstatt (DE)

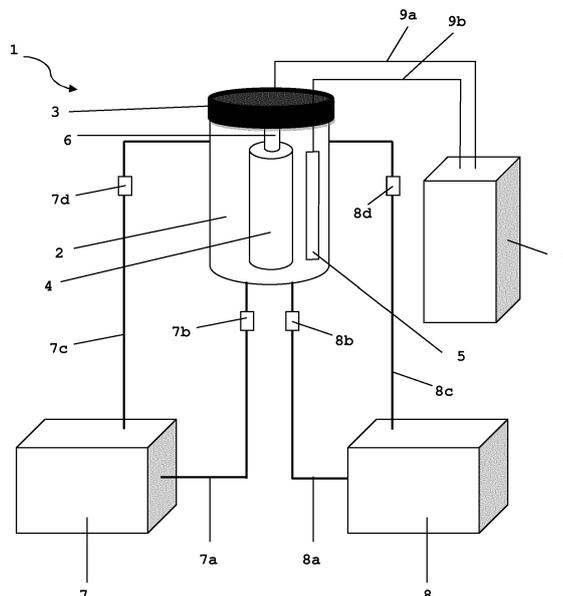
(74) Vertreter: **Hepp Wenger Ryffel AG**
Friedtalweg 5
9500 Wil (CH)

(54) **Verfahren und Vorrichtung zum galvanischen Aufbringen einer Oberflächenbeschichtung**

(57) Die vorliegende Erfindung betrifft ein Verfahren zum galvanischen Aufbringen einer Oberflächenbeschichtung, insbesondere einer Chrombeschichtung, auf einen Körper, beispielsweise ein Maschinenbauteil, dadurch gekennzeichnet, dass auf den Körper vor dem galvanischen Aufbringen der Oberflächenbeschichtung eine Schicht aus einer durch eine eingesetzte Elektrolytlösung oxidierbare Verbindung, vorzugsweise eine Polyhydroxyverbindung mit einer Viskosität von mindestens 1000 mPas bei 25°C aufgetragen wird. Die vorliegende Erfindung betrifft weiterhin ein Verfahren zum galvanischen Aufbringen einer Oberflächenbeschichtung, ins-

besondere einer Chrombeschichtung, auf einen Körper, beispielsweise ein Maschinenbauteil, wobei die Oberflächenbeschichtung in einem geschlossenen Reaktor in einem mindestens zweistufigen, vorzugsweise dreistufigen Prozess durchgeführt wird, dadurch gekennzeichnet, dass eine im Reaktor enthaltene Elektrolytlösung mit einer Temperatur T1 für die Durchführung einer nachfolgenden Prozessstufe durch eine Elektrolytlösung mit einer Temperatur T2 ≠ T1 ersetzt wird. Die vorliegende Erfindung betrifft weiterhin eine Vorrichtung zur Durchführung dieses Verfahrens.

FIG. 1



EP 3 000 918 A1

Beschreibung

[0001] Die vorliegende Erfindung betrifft ein Verfahren und eine Vorrichtung zum galvanischen Aufbringen einer Oberflächenbeschichtung, insbesondere einer Chrombeschichtung.

[0002] Für verschiedene technische Anwendungen ist es wünschenswert oder sogar erforderlich, Maschinenbauteile mit besonderen Oberflächeneigenschaften einzusetzen. Als Beispiele seien filamentführende Bauteile im Textil- und Carbonfaser-Bereich, Rollen und Walzen im Druckbereich, Walzen in Einzugsmaschinen in der Blechindustrie, sowie Dressierwalzen zur Texturierung von Blechen für beispielsweise die Automobilindustrie genannt.

[0003] Eine geeignete Methode zur Bereitstellung derartiger Oberflächenbeschichtungen ist eine Verchromung eines entsprechenden Bauteils.

[0004] In der EP-0 565 070 B1 und der EP-0 722 515 B1 ist ein Verfahren zur galvanischen Oberflächenbeschichtung beschrieben, mit welchem eine Chrombeschichtung unter Bedingungen einer bestimmten Stromführung galvanisch auf die Oberfläche eines Substrats aufgebracht wird. Dieses Verfahren ist mittlerweile als TOPOCROM[®]-Verfahren im Markt etabliert. Mit dem TOPOCROM[®]-Verfahren kann eine Chrombeschichtung in verschiedenen Variationen auf einfache Weise aufgetragen werden, ohne dass mechanische oder chemische Nachbehandlungen der beschichteten Oberfläche erforderlich sind.

[0005] In einer beispielhaften Ausführungsform wird das TOPOCROM[®]-Verfahren in einem galvanischen Bad durchgeführt, welches einen Chromelektrolyten, beispielsweise einen schwefelsauren Chromelektrolyten enthält. Das zu beschichtende Bauteil bildet die Kathode. Zusätzlich wird in das galvanische Bad eine Anode (beispielsweise aus platinierter Titan) eingetaucht. Durch Anlegen von Gleichstrom kommt es zur Abscheidung einer Chromschicht auf dem als Kathode fungierenden Bauteil.

[0006] Das in der EP-0 565 070 B1 und der EP-0 722 515 B1 beschriebene TOPOCROM[®]-Verfahren funktioniert sehr erfolgreich und zuverlässig. Es hat sich aber gezeigt, dass die Prozessführung noch weiter optimiert werden könnte beziehungsweise aufgrund veränderter Anforderungen von Behörden angepasst werden sollte. So wird im Raum der Europäischen Union die Verwendung von Chromsäurehaltigen Zusammensetzungen aufgrund der starken Toxizität von Cr(VI)-Verbindungen zunehmend kritisch gesehen. Eine vollständig geschlossene, emissions- und abwasserfreie Prozessführung mit möglichst effizientem Recycling des Elektrolyten wäre daher wünschenswert beziehungsweise könnte möglicherweise zukünftig erforderlich sein.

[0007] Es war die Aufgabe der vorliegenden Erfindung, ein verbessertes Verfahren zum galvanischen Aufbringen einer Oberflächenbeschichtung, insbesondere einer Chrombeschichtung, auf ein Maschinenbauteil bereitzu-

stellen.

[0008] Die vorstehende Aufgabe wird durch den Gegenstand der unabhängigen Ansprüche gelöst.

[0009] Im Einzelnen betrifft die vorliegende Erfindung ein Verfahren zum galvanischen Aufbringen einer Oberflächenbeschichtung, insbesondere einer Chrombeschichtung, auf einen Körper, beispielsweise ein Maschinenbauteil, wobei auf den Körper vor dem galvanischen Aufbringen der Oberflächenbeschichtung eine Schicht aus einer durch eine eingesetzte Elektrolytlösung oxidierbaren Verbindung, vorzugsweise einer Polyhydroxyverbindung, mit einer Viskosität von mindestens 1000 mPas bei 25°C aufgetragen wird.

[0010] Verfahren zum galvanischen Aufbringen einer Oberflächenbeschichtung sind hinlänglich bekannt. Grundsätzlich handelt es sich hierbei um ein elektrochemisches Verfahren, bei welchem Elektroden in ein Elektrolytbad gebracht werden. Wird an die Elektroden Gleichstrom angelegt, kommt es zu einer Redox-Reaktion (Elektrolyse) und einer damit verbundenen Generierung von chemischen Elementen beziehungsweise Verbindungen an den Elektroden.

[0011] Im Fall einer Verchromung einer Oberfläche wird als Elektrolyt eine Chromsäure-haltige Lösung eingesetzt. Chromsäure (H_2CrO_4) bildet sich in verdünnten wässrigen Lösungen von CrO_3 . Die Reduktion der Cr(VI)-Ionen aus dem Elektrolyten zum Element Cr gelingt in Anwesenheit eines Katalysators. Üblicherweise wird Schwefelsäure (H_2SO_4) allein oder zusammen mit Flusssäure, komplexen Fluoriden oder einer aliphatischen Sulfonsäure mit ein bis drei Kohlenstoffatomen (vorzugsweise Methansulfonsäure) verwendet. Gängige Elektrolytlösungen enthalten beispielsweise 250 g CrO_3 und 2,5 g Schwefelsäure in 1 l Wasser, beziehungsweise 200-300 g CrO_3 , 1,9-3,3 g H_2SO_4 und 1,5-12 g Methansulfonsäure in 1 l Wasser.

[0012] Als Anode kann bei der Verchromung eine Elektrode aus Blei oder vorzugsweise aus platinierter Titan eingesetzt werden.

[0013] Als Kathode wird bei der Verchromung der mit Chrom zu beschichtende Körper eingesetzt. Grundsätzlich kann als Kathode jeder Körper eingesetzt werden, welcher mit Chrom beschichtet werden kann. Erfindungsgemäss bevorzugt handelt es sich bei dem zu beschichtenden Körper um ein Maschinenbauteil, beispielsweise um Förderwalzen für den Textil- und Carbonfaser-Bereich, um Rollen und Walzen im Druckbereich, Walzen in Einzugsmaschinen in der Blechindustrie, sowie Dressierwalzen zur Texturierung von Blechen für beispielsweise die Automobilindustrie.

[0014] Derartige Körper sind üblicherweise aus Eisen oder Stahl gefertigt, können aber auch aus anderen Materialien bestehen.

[0015] Erfindungsgemäss bevorzugt handelt es sich bei dem zu beschichtenden Körper um einen rotations-symmetrischen Körper, der während des galvanischen Verfahrens zum Erreichen einer gleichmässigen Oberflächenbeschichtung gedreht werden kann.

[0016] Die Verchromung wird üblicherweise mit einem Gleichstrom von 10 bis 200 A/dm², vorzugsweise 25 bis 150 A/dm² und besonders bevorzugt 30 bis 100 A/dm² durchgeführt. Besonders bevorzugt wird hierbei eine Stromführung herangezogen, wie sie in der EP-0 565 070 B1 und der EP-0 722 515 B1 beschrieben ist, d.h. mittels eines Gleichstrom-Auftragsverfahrens, wobei mittels mindestens eines Anfangsimpulses der elektrischen Spannung und/oder des elektrischen Stromes auf der zu beschichtenden Fläche Keimbildungen des Abscheidematerials erreicht werden und dass anschließend mittels mindestens eines Folgeimpulses ein Wachstum der Abscheidematerialkeime durch Anlage von weiterem Abscheidematerial herbeigeführt wird, wobei während der Keimbildungsphase die Erhöhung der elektrischen Spannung und/oder des elektrischen Stromes in mehreren Stufen erfolgt, die Zeit zwischen den Erhöhungen zwischen 0,1 und 30 Sekunden liegt, wobei Stromdichteänderungen in Stufen von 1 bis 6 mA/cm² erfolgen.

[0017] Der als Kathode fungierende Körper durchläuft vor der Verwendung im beschriebenen galvanischen Abscheidungsverfahren üblicherweise mehrere Vorbehandlungsstufen. Insbesondere die Verchromung von Oberflächen ist schwierig und verläuft unter geringen Stromausbeuten im Bereich von nur etwa 15-20%. Für die Chromabscheidung ist eine hohe Stromdichte (Überspannung) erforderlich, wodurch die Reduktion zu elementarem Chrom an der Kathode in Konkurrenz zur Bildung von Wasserstoff (aus den H₃O⁺-Ionen der sauren wässrigen Elektrolytlösung) sowie zur Bildung von Cr³⁺-Ionen aus der Chromsäure steht. Die für die Chromabscheidung erforderliche Stromdichte ist unter anderem vom Kathodenmaterial und der Beschaffenheit der Oberfläche des Kathodenmaterials abhängig. Zur Verringerung der für die Chromabscheidung erforderlichen Stromdichte werden Kathodenmaterialien üblicherweise mechanisch vorbehandelt, beispielsweise durch Schleifen oder Sandstrahlen, um eine möglichst glatte Oberfläche zu erhalten. Zusätzliche chemische und/oder elektrochemische Vorbehandlungsstufen schliessen sich üblicherweise an. Die gesamte Vorbehandlung des zu beschichtenden Körpers erfordert mehrere separate Vorbehandlungsbäder, es fallen Abwässer an und es müssen aufwendige Massnahmen für den Schutz am Arbeitsplatz getroffen werden.

[0018] Mit der vorliegenden Erfindung wird eine einfache aber sehr vorteilhafte Methode zur Vorbehandlung des zu beschichtenden Körpers bereitgestellt. Erfindungsgemäss wird die Oberfläche des zu beschichtenden Körpers mit einer Schicht aus einer durch eine eingesetzte Elektrolytlösung oxidierbaren Verbindung, vorzugsweise einer Polyhydroxyverbindung, mit einer Viskosität von mindestens 1000 mPas bei 25°C versehen.

[0019] Erfindungsgemäss kann für die Vorbehandlung jede Verbindung eingesetzt werden, die einerseits durch eine eingesetzte Elektrolytlösung oxidierbar ist, andererseits aber ausreichend viskos ist, dass sie auf der Ober-

fläche des zu beschichtenden Körpers ausreichend lang verweilt und nicht zu schnell von der Oberfläche abfliesst, d.h. einen Oberflächenfilm ausbildet. Cr(VI)-Verbindungen sind bekanntermassen starke Oxidationsmittel und können beispielsweise Alkohole oxidieren. Es hat sich erfindungsgemäss gezeigt, dass Polyhydroxyverbindungen, d.h. chemische Verbindungen mit mindestens zwei Hydroxygruppen, sehr gut für die erfindungsgemässe Vorbehandlung geeignet sind, sofern sie eine ausreichende Viskosität aufweisen. Erfindungsgemäss bevorzugt ist die Polyhydroxyverbindung ausgewählt aus der Gruppe bestehend aus Glycerin, Kohlenhydraten wie Glucose, Fructose oder Saccharose, vorzugsweise Glucose, und bestimmten Polyalkylenoxiden wie Polyethylenglykol. Erfindungsgemäss sind bei Raumtemperatur flüssige Polyalkylenoxide beziehungsweise Lösungen von Polyalkylenoxiden wie beispielsweise Polyethylenglykol 1500 (von Merck) einsetzbar. Erfindungsgemäss bevorzugt ist Glycerin oder Polyethylenglykol 1500.

[0020] Die für die Vorbehandlung einzusetzende Verbindung muss ausreichend viskos sein, dass sie auf der Oberfläche des zu beschichtenden Körpers ausreichend lang verweilt und nicht zu schnell von der Oberfläche abfliesst. Erfindungsgemäss sollte die einzusetzende Verbindung eine Viskosität von mindestens 1000 mPas bei 25°C aufweisen. Erfindungsgemäss handelt es sich hierbei um eine dynamische Viskosität, welche mit einem üblichen Rotationsviskosimeter (Searle-System) gemäss DIN 53 019-1; 2008-09 bei 25°C bestimmt wird.

[0021] Erfindungsgemäss ist die Obergrenze der Viskosität der für die Vorbehandlung einzusetzenden Verbindung nicht kritisch. Erfindungsgemäss bevorzugt weist eine für die Vorbehandlung einzusetzende Verbindung eine Viskosität von 1000 mPas bis 6000 mPas, vorzugsweise 1200 bis 4500 mPas, bei 25°C auf.

[0022] Die für die Vorbehandlung einzusetzende Verbindung kann mit einem mit der Substanz getränkten Reinigungstuch manuell oder vorteilhaft maschinell auf die Oberfläche des zu beschichtenden Körpers aufgetragen werden. Bevorzugt ist das Auftragen mit Hilfe eines Schwingschleifers, der mit der für die Vorbehandlung einzusetzenden Verbindung versehen und gleichmässig über die Oberfläche des zu beschichtenden Körpers bewegt wird.

[0023] Der erfindungsgemässe Vorbehandlungsschritt führt zu verschiedenen unerwarteten Vorteilen.

[0024] Durch diese Vorbehandlung wird die ansonsten übliche, vorstehend beschriebene aufwendige Vorbehandlung obsolet. Der zu beschichtende Körper kann nach einer allfälligen mechanischen Vorbehandlung wie Schleifen oder Sandstrahlen ohne zusätzliche aufwendige chemische und/oder elektrochemische Vorbehandlungsstufen dem galvanischen Beschichtungsverfahren unterzogen werden. Erfindungsgemäss bevorzugt wird der zu beschichtende Körper lediglich vor dem erfindungsgemässen Vorbehandlungsverfahren mit einem Alkohol, vorzugsweise Ethanol, gereinigt. Beispielsweise können mit Alkohol getränkte Reinigungstücher be-

reitgestellt und manuell oder mit Hilfe einer entsprechenden Maschine über die Oberfläche des zu beschichtenden Körpers geführt werden. Dadurch werden durch eine allfällige mechanische Vorbehandlung wie Schleifen oder Sandstrahlen auf der Oberfläche befindliche Rückstände entfernt.

[0025] Aufgrund des Wegfallens der üblichen aufwendigen chemischen und/oder elektrochemischen Vorbehandlungsstufen entfällt ein erheblicher Teil zu entsorgender Abwässer, und es müssen keine aufwendige Massnahmen für den Schutz am Arbeitsplatz getroffen werden, da die erfindungsgemässe Vorbehandlung mit sicher handhabbaren, ungefährlichen chemischen Substanzen durchgeführt werden kann.

[0026] Es hat sich erfindungsgemäss gezeigt, dass durch die erfindungsgemässe Vorbehandlung eine sehr wirksame Aktivierung der Oberfläche des zu beschichtenden Körpers erreicht wird. Ohne auf eine Theorie festgelegt sein zu wollen, kommt es vermutlich bereits im stromlosen Zustand, d.h. vor Beginn der eigentlichen galvanischen Abscheidung, zu einer chemischen Reaktion zwischen dem Elektrolyten, vorzugsweise einem Chromsäure-Elektrolyten, und der oxidierbaren Schicht auf dem zu beschichtenden Körper. Im Fall eines Chromsäure-Elektrolyten führt diese Reaktion wahrscheinlich zur Ausbildung einer Cr^{3+} -Ionen enthaltenden Schicht auf der Oberfläche des zu beschichtenden Körpers.

[0027] Diese Schicht unterstützt offensichtlich die anschliessende Abscheidung von Chrom während des galvanischen Verfahrens, was daraus geschlossen werden kann, dass aufgrund der erfindungsgemässen Vorbehandlung eine sonst übliche Umpolung der Elektroden zum Aktivieren der zu beschichtenden Oberfläche des Körpers nicht mehr erforderlich ist. Dies stellt einen erheblichen Vorteil dar, da während einer üblichen Umpolung der Elektroden Eisenionen (im Fall eines zu beschichtenden Körpers aus Eisen) oder andere Fremdionen gebildet werden und in den Elektrolyten übergehen. Dies führt zu einer zunehmenden Kontaminierung des Elektrolyten und erfordert dessen relativ frühzeitigen Ersatz. Mit dem erfindungsgemässen Verfahren entfällt hingegen dieser Umpolungsschritt, wodurch sich die Lebensdauer des Elektrolyten ausserordentlich verlängert. Gerade im Hinblick auf die zu erwartenden regulatorischen Verschärfungen beim Umgang mit Cr(VI) -haltigen Zusammensetzungen ist dies von erheblicher Bedeutung.

[0028] Zudem ist es wegen des Wegfalls des Umpolungsschrittes möglich, kostengünstigere Gleichrichter (nicht umpolbare Gleichrichter) einzusetzen.

[0029] Schliesslich hat sich gezeigt, dass aufgrund der erfindungsgemässen Vorbehandlung besser haftende Chrombeschichtungen erzeugt werden können. Dies ist darauf zurückzuführen, dass aufgrund der anfänglichen chemischen Reaktion im stromlosen Zustand eine gleichmässige, Cr^{3+} -Ionen enthaltende Schicht auf der Oberfläche des zu beschichtenden Körpers gebildet wird, die anschliessend nach Anlegen eines Stroms zur

Ausbildung einer gleichmässigen Chromschicht führt. Eine Chrom-Abscheidung ausschliesslich unter galvanischen Bedingungen hat sich demgegenüber als weniger gut haftend und nachteilig herausgestellt.

[0030] Mit üblichen galvanischen Beschichtungsverfahren, beispielsweise einem Verchromungsverfahren wie dem TOPOCROM[®]-Verfahren, werden mehrere Metallschichten, vorzugsweise Chromschichten, übereinander abgeschieden werden. Beispielsweise wird bei einer Ausführungsform des TOPOCROM[®]-Verfahrens zunächst eine Grundschrift aufgetragen, welche rissarm ist und eine Dicke von vorzugsweise 25 bis 40 μm , insbesondere 30 μm aufweist. Auf diese Grundschrift kann anschliessend eine sogenannte Strukturschicht aufgetragen werden. Beispielsweise umfasst beim TOPOCROM[®]-Verfahren die dort gebildete Strukturchromschicht halbkugelförmige Kalotten. Auf die Strukturschicht kann anschliessend noch eine Deckschicht zum Schutz der Strukturschicht aufgebracht werden, welche vorzugsweise eine Dicke von vorzugsweise 2 bis 20 μm , besonders bevorzugt 3 bis 15 μm und insbesondere 4 bis 10 μm aufweist. Die Herstellung einer derartigen Dreischichtstruktur aus Chrom ist beispielsweise in der EP-0 565 070 B1 und der EP-0 722 515 B1 beschrieben.

[0031] Zur Abscheidung der verschiedenen Chromschichten ist es erforderlich, die Temperatur des Elektrolyten in Abhängigkeit von der abzuscheidenden Schicht zu variieren. Üblicherweise erfolgt das Erwärmen des Elektrolyten direkt im Elektrolyseaktor, beispielsweise durch externe Heizelemente. Bei einer aus Umweltschutzgründen und aufgrund regulatorischer Anforderungen erwünschten vollständig geschlossenen Prozessführung ist dies jedoch nachteilig. Für die Anpassung der Temperatur des Elektrolyten auf die gewünschte Prozessstemperatur ist ein vergleichsweise hoher Aufwand und Zeitbedarf erforderlich. Durch externes Erwärmen kann es zu unerwünschten Nebenreaktionen im Elektrolyseaktor kommen, und der eingesetzte Elektrolyt hat eine kürzere Lebensdauer. Diese Nachteile werden durch die vorliegende Erfindung ebenfalls überwunden.

[0032] Die vorliegende Erfindung betrifft weiterhin ein Verfahren zum galvanischen Aufbringen einer Oberflächenbeschichtung, insbesondere einer Chrombeschichtung, auf einen Körper, beispielsweise ein Maschinenbauteil, wobei die Oberflächenbeschichtung in einem, vorzugsweise geschlossenen, Reaktor in einem mindestens zweistufigen, vorzugsweise dreistufigen Prozess durchgeführt wird, dadurch gekennzeichnet, dass eine im Reaktor enthaltende Elektrolytlösung mit einer Temperatur T_1 für die Durchführung einer nachfolgenden Prozessstufe durch eine Elektrolytlösung mit einer Temperatur $T_2 \neq T_1$ ersetzt wird.

[0033] Mit dem erfindungsgemässen Verfahren ist es möglich, das gesamte galvanische Verfahren in einem geschlossenen Reaktor zu gestalten, wobei das galvanische Verfahren zu einem Mehrschichtaufbau eingesetzt werden kann. Unter einem Mehrschichtaufbau wird

hierbei die Erzeugung von mindestens zwei, vorzugsweise drei, aber gegebenenfalls auch mehr Schichten übereinander auf der Oberfläche eines zu beschichtenden Körpers verstanden.

[0034] Mit dem erfindungsgemässen Verfahren wird eine fehlerfreie mehrschichtige Beschichtung auf der Oberfläche eines zu beschichtenden Körpers realisiert, ohne dass der Körper hierbei aus dem Reaktor entnommen werden muss. Das Verfahren kann unter Erfüllung der derzeit zu erwartenden Verschärfungen regulatorischer Vorschriften abwasserfrei und emissionsfrei (d.h. ohne Emissionsbelastung am Arbeitsplatz; die Abluft aus dem Reaktor wird über ein geschlossenes System abgeleitet; gereinigt und kann dann problemlos abgegeben werden) betrieben werden. Das Verfahren ist bezüglich der eingesetzten Elektrolyten sehr schonend. Die eingesetzten Elektrolyten haben eine sehr lange Lebensdauer, was insbesondere im Hinblick auf die zu erwartenden regulatorischen Verschärfungen beim Umgang mit Cr(VI)-haltigen Zusammensetzungen von erheblicher Bedeutung ist.

[0035] Gemäss der vorliegenden Erfindung werden die einzelnen Prozessstufen nicht dadurch realisiert, dass ein einziger im Reaktor enthaltener Elektrolyt erwärmt beziehungsweise abgekühlt wird. Erfindungsgemäss wird vielmehr eine Elektrolytlösung mit einer Temperatur T1 für die nächste Prozessstufe durch eine Elektrolytlösung mit einer Temperatur $T2 \neq T1$ ersetzt, d.h. es findet ein Austausch der Elektrolytlösungen statt.

[0036] Erfindungsgemäss bevorzugt wird der Austausch dadurch realisiert, dass das Ersetzen der Elektrolytlösung mit einer Temperatur T1 durch eine Elektrolytlösung mit einer Temperatur $T2 \neq T1$ durch Einbringen der Elektrolytlösung mit einer Temperatur $T2 \neq T1$ in den Reaktor und dadurch bewirktes Herausdrängen der Elektrolytlösung mit einer Temperatur T1 erfolgt.

[0037] Dies kann beispielsweise dadurch realisiert werden, dass in der Bodenfläche des Reaktors oder im unteren Bereich, vorzugsweise im unteren Drittel, besonders bevorzugt im unteren Viertel des Reaktors zur Durchführung des galvanischen Verfahrens mindestens ein Einlass für eine Elektrolytlösung mit einer Temperatur $T2 \neq T1$ angeordnet ist. Durch diesen Einlass kann Elektrolytlösung mit einer Temperatur $T2 \neq T1$ aus einem Vorratsbehälter in den Reaktor eingeführt werden, beispielsweise mittels einer Pumpe. Der Einlass ist vorzugsweise mit einer Sperrvorrichtung ausgestattet, beispielsweise ein Ventil oder eine Tür. Gleichzeitig ist im oberen Bereich, vorzugsweise im oberen Drittel und besonders bevorzugt im oberen Viertel des Reaktors mindestens eine Auslassöffnung angeordnet. Wird nun der Einlass in den Reaktor geöffnet und Elektrolytlösung mit einer Temperatur $T2 \neq T1$ in den Reaktor eingeführt, verdrängt dieser Elektrolyt den im Reaktor vorhandenen Elektrolyten mit einer Temperatur T1, wobei der Elektrolyt mit der Temperatur T1 durch den Auslass aus dem Reaktor herausgeführt wird. Der Auslass kann mit einer Sperrvorrichtung ausgestattet sein, beispielsweise einem Ventil oder einer

Tür. Alternativ kann der Auslass auch als Überlaufsystem ausgebildet sein, d.h. bei normalem Elektrolytniveau im Reaktor befindet sich der Auslass oberhalb des Elektrolyten. Erst durch Zufuhr von Elektrolytlösung mit einer Temperatur $T2 \neq T1$ in den Reaktor wird das Elektrolytniveau im Reaktor derart angehoben, dass es den Auslass erreicht und durch diesen aus dem Reaktor abfließen kann.

[0038] Erfindungsgemäss bevorzugt werden die verschiedenen Elektrolytlösungen in getrennten Behältern gelagert und ausserhalb des Reaktors zur Durchführung des galvanischen Verfahrens auf die gewünschte Temperatur eingestellt. Es kann sich bei den Behältern und herkömmliche Flüssigkeitstanks handeln, welche gegenüber dem eingesetzten Elektrolyten beständig sind. Die Einstellung der Temperatur des Elektrolyten kann auf bekannte Weise erfolgen, beispielsweise durch Heizelemente.

[0039] Die Elektrolytbehälter sind über Verbindungsleitungen, vorzugsweise Rohre, mit dem Reaktor zur Durchführung des galvanischen Verfahrens verbunden. Die aus den verschiedenen Elektrolytbehältern kommenden Rohre können über separate Einlässe in den Reaktor geführt werden. Es ist aber auch möglich, die aus den verschiedenen Elektrolytbehältern kommenden Rohre vor dem Reaktor zusammenzuführen und über einen einzigen Einlass in den Reaktor zu führen. Im letzteren Fall sind vor dem Zusammenführungspunkt der Rohre in den einzelnen Rohren Sperrvorrichtungen vorzusehen, beispielsweise ein Ventil oder eine Tür, um eine selektive Einleitung einer bestimmten Elektrolytlösung in den Reaktor zu ermöglichen.

[0040] Analog ist der Auslass oder sind die Auslässe aus dem Reaktor über Verbindungsleitungen, vorzugsweise Rohre, mit den jeweiligen Elektrolytbehältern verbunden. Die in die verschiedenen Elektrolytbehälter führenden Rohre können über separate Auslässe im oberen Bereich des Reaktors mit dem Reaktorinnern verbunden werden. Es ist aber auch möglich, die in die verschiedenen Elektrolytbehälter führenden Rohre ausserhalb des Reaktors zusammenzuführen und über einen einzigen Auslass mit dem Reaktorinnern zu verbinden. Im letzteren Fall sind vor dem Zusammenführungspunkt der Rohre in den einzelnen Rohren Sperrvorrichtungen vorzusehen, beispielsweise ein Ventil oder eine Tür, um eine selektive Überführung einer bestimmten Elektrolytlösung aus dem Reaktor in den für diese Elektrolytlösung vorgesehenen Behälter zu ermöglichen.

[0041] Es ist erfindungsgemäss weiterhin bevorzugt, dass die während einer Prozessstufe im Reaktor enthaltene Elektrolytlösung kontinuierlich durch Herausbefördern aus dem Reaktor und Ersetzen mit der gleichen Elektrolytlösung umgewälzt wird. Dies kann beispielsweise dadurch erfolgen, dass für diese Elektrolytlösung ein Einlass in den Reaktor und ein Auslass aus dem Reaktor durchströmbar ist (vorzugsweise durch Öffnen entsprechender Sperrvorrichtungen) und diese Elektrolytlösung beispielsweise durch Betreiben einer Umwälzpumpe

pe kontinuierlich umgewälzt wird. Dadurch wird eine gleichbleibende Qualität der Elektrolytlösung im Reaktor gewährleistet.

[0042] Die vorliegende Erfindung betrifft somit weiterhin eine Vorrichtung zum galvanischen Aufbringen einer Oberflächenbeschichtung, insbesondere einer Chrombeschichtung, insbesondere zur Durchführung eines vorstehend beschriebenen Verfahrens, umfassend einen Reaktor zur Aufnahme eines zu beschichtenden Körpers, beispielsweise eines Maschinenbauteil, eine Anode und mindestens zwei, vorzugsweise zwei Elektrolytbehälter, dadurch gekennzeichnet, dass die Elektrolytbehälter (über Verbindungsleitungen durch separate Einlässe und Auslässe mit dem Innern des Reaktors verbunden sind.

[0043] Das erfindungsgemässe Verfahren ist besonders bevorzugt derart ausgestaltet, dass die Oberflächenbeschichtung in einem dreistufigen Prozess durchgeführt wird, wobei die erste Prozessstufe im Reaktor mit einer Elektrolytlösung mit einer Temperatur T1 durchgeführt wird, anschliessend die zweite Prozessstufe mit einer Elektrolytlösung mit einer Temperatur T2 \neq T1 durchgeführt wird, und die dritte Prozessstufe mit einer Elektrolytlösung mit einer Temperatur T3 \neq T2 durchgeführt wird. Besonders bevorzugt ist hierbei, dass die Temperatur T3 gleich der Temperatur T1 ist. Gemäss einer bevorzugten Ausführungsform ist T2 < T1 und ganz besonders bevorzugt ist T2 < T1 und T1 = T3.

[0044] Diese Ausgestaltung des erfindungsgemässen Verfahrens kann verwendet werden, um bei einer Chrombeschichtung in drei aufeinanderfolgenden Prozessschritten nacheinander eine Grundchromschicht, eine Strukturchromschicht und eine Deckschicht aufgetragen. Die Stromführung bei diesen Prozessstufen kann wie in der EP-0 565 070 B1 und EP-0 722 515 B1 beschrieben durchgeführt werden. In der ersten Prozessstufe, der Abscheidung der Grundschicht aus Chrom, wird ein Elektrolyt in den Reaktor eingeleitet, welcher eine Temperatur im Bereich von 40 bis 60°C, vorzugsweise 45 bis 55°C aufweist. Sobald die Bildung der Grundschicht abgeschlossen ist, wird dieser Elektrolyt durch einen zweiten Elektrolyten ersetzt, welcher eine tiefere Temperatur im Bereich von 25 bis 39°C, vorzugsweise 30 bis 38°C aufweist. Mit Hilfe dieses zweiten Elektrolyten wird die Abscheidung der Strukturchromschicht durchgeführt. Sobald die Bildung der Strukturchromschicht abgeschlossen ist, wird dieser Elektrolyt durch einen dritten Elektrolyten ersetzt, welcher wieder eine höhere Temperatur im Bereich von 40 bis 60°C, vorzugsweise 45 bis 55°C aufweist. Mit Hilfe dieses dritten Elektrolyten wird die Abscheidung der Deckschicht aus Chrom durchgeführt. Sofern für den ersten und dritten Elektrolyten die gleiche Temperatur einzustellen ist, kann für die erste und dritte Prozessstufe auch der gleiche Elektrolyt verwendet werden.

[0045] Der Reaktor zur Durchführung des galvanischen Verfahrens kann jede beliebige Form aufweisen. Eine Zylinderform ist bevorzugt. Höhe und Grundfläche

des Reaktors können je nach zu beschichtendem Körper variiert werden.

[0046] Erfindungsgemäss bevorzugt kann die Deckfläche des Reaktors geöffnet werden, d.h. beispielsweise in Form eines Deckels ausgestaltet sein, um den zu beschichtenden Körper in den Reaktor einzuführen.

[0047] Wie vorstehend beschrieben ist der Reaktor mit einem oder mehreren Einlässen und einen oder mehreren Auslässen für die Elektrolytlösungen ausgestattet, welche über entsprechende Verbindungsleitungen mit den Behältern für die Elektrolytlösungen verbunden sind.

[0048] Weiterhin ist der Reaktor über Stromleitungen mit einem Gleichrichter verbunden, aus welchem der Reaktor mit dem für das galvanische Verfahren erforderlichen Strom versorgt wird. Gleichrichter sind bekannt und müssen hier nicht näher erläutert werden. Wie vorstehend ausgeführt ist es erfindungsgemäss nicht erforderlich, umpolbare Gleichrichter einzusetzen, da für das erfindungsgemässe Verfahren eine Umpolung nicht erforderlich ist. Erfindungsgemäss vorteilhaft können daher kostengünstigere, nicht umpolbare Gleichrichter eingesetzt werden.

[0049] Innerhalb des Reaktors ist eine Anode fest angeordnet. Wie vorstehend beschrieben kommt beim erfindungsgemässen Verfahren vorzugsweise eine Anode aus platinierter Titan zum Einsatz. Bleielektroden können zwar in vielen Fällen auch eingesetzt werden, weisen aber einige Nachteile auf.

[0050] Im Betriebszustand ist der als Kathode fungierende zu beschichtende Körper derart im Reaktor angeordnet, dass seine Oberfläche einen Abstand zur Anode im Bereich von 5 bis 80 cm, vorzugsweise 30 bis 60 cm aufweist.

[0051] Grundsätzlich kann wie vorstehend beschrieben als Kathode jeder Körper eingesetzt werden, welcher mit dem erfindungsgemässen verfahren beschichtet werden kann, vorzugsweise mit Chrom beschichtet werden kann. Erfindungsgemäss bevorzugt handelt es sich bei dem zu beschichtenden Körper um ein Bauteil einer Maschine, beispielsweise um Förderwalzen für den Textil- und Carbonfaser-Bereich, um Rollen und Walzen im Druckbereich, Walzen in Einzugsmaschinen in der Blechindustrie, sowie Dressierwalzen zur Texturierung von Blechen für beispielsweise die Automobilindustrie.

[0052] Derartige Körper sind üblicherweise aus Eisen oder Stahl gefertigt, können aber auch aus anderen Materialien bestehen.

[0053] Erfindungsgemäss bevorzugt handelt es sich bei dem zu beschichtenden Körper um einen rotations-symmetrischen Körper, der während des galvanischen Verfahrens zum Erreichen einer gleichmässigen Oberflächenbeschichtung gedreht werden kann.

[0054] Hierfür ist der Reaktor vorzugsweise mit einem Motor zum Drehen des Körpers ausgestattet. Erfindungsgemäss bevorzugt ist der Motor an der Deckfläche des Reaktors angeordnet und kann auf einfache Weise, beispielsweise durch eine Steckverbindung, mit dem zu beschichtenden Körper verbunden werden.

[0055] Erfindungsgemäss bevorzugt wird das galvanische Verfahren unter Rotation des zu beschichtenden rotationssymmetrischen Körpers durchgeführt.

[0056] Erfindungsgemäss besonders bevorzugt werden beide hier beschriebenen Massnahmen miteinander kombiniert, d.h. das galvanische Verfahren wird in einem mindestens zweistufigen, vorzugsweise dreistufigen Prozess durchgeführt, wobei eine im Reaktor enthaltene Elektrolytlösung mit einer Temperatur T1 für die Durchführung einer nachfolgenden Prozessstufe durch eine Elektrolytlösung mit einer Temperatur T2 \neq T1 ersetzt wird, und wobei auf den Körper vor dem galvanischen Aufbringen der Oberflächenbeschichtung eine Schicht aus einer durch eine eingesetzte Elektrolytlösung oxidierbare Verbindung, vorzugsweise eine Polyhydroxyverbindung, mit einer Viskosität von mindestens 1000 mPas bei 25°C aufgetragen wird.

[0057] Wie vorstehend beschrieben ist die Polyhydroxyverbindung erfindungsgemäss bevorzugt ausgewählt aus der Gruppe bestehend aus Glycerin, Kohlenhydraten, und bestimmten Polyalkylenoxiden wie Polyethylenglykol, beispielsweise Polyethylenglykol 1500 (von Merck). Erfindungsgemäss sind bei Raumtemperatur flüssige Polyalkylenoxide beziehungsweise Lösungen von Polyalkylenoxiden einsetzbar. Erfindungsgemäss bevorzugt ist Glycerin oder Polyethylenglykol 1500.

[0058] Die Vorbehandlung kann wie vorstehend beschrieben durchgeführt werden.

[0059] Erfindungsgemäss bevorzugt ist weiterhin, dass während der Oberflächenbeschichtung der Reaktor mittels eines Belüftungssystems zur Entfernung entstehender Gase betrieben wird. Während der Durchführung des galvanischen Verfahrens bilden sich an der Kathode Wasserstoff und an der Anode Sauerstoff. Zur Vermeidung der Ausbildung eines Knallgasgemisches wird vorzugsweise die gasförmige Atmosphäre im Reaktor beispielsweise mittels einer Saugpumpe kontinuierlich oder zu bestimmten Zeitpunkten entfernt.

[0060] Sobald der vorzugsweise erfindungsgemäss vorbehandelte zu beschichtende Körper in den Reaktor eingeführt und der Reaktor geschlossen wurde, kann das gesamte erfindungsgemässe Verfahren in einer vollständig geschlossenen Anlage durchgeführt werden. Sämtliche Prozessparameter und Prozessschritte, wie die Stromregulierung, die Zufuhr und Abfuhr der verschiedenen Elektrolytlösungen, gegebenenfalls das Absaugen der Reaktoratmosphäre, können mit Hilfe einer elektronischen Steuereinheit überwacht und durchgeführt werden.

[0061] Nach Beendigung des galvanischen Abscheidungsprozesses wird die gesamte Elektrolytlösung aus dem Reaktor entfernt und der beschichtete Körper vorzugsweise mit Wasser oder einer wässrigen Reinigungslösung gereinigt. Erst danach wird der Reaktor geöffnet, um den beschichteten Körper zu entnehmen. Während des gesamten Verfahrens tritt keine Emissionsbelastung auf. Der eingesetzte Elektrolyt wird in verschlossenen Behältern aufbewahrt und hat eine sehr lange Haltbar-

keit.

[0062] Die vorliegende Erfindung wird anhand von nicht einschränkenden

[0063] Figuren und Beispielen näher erläutert.

[0064] Es zeigt:

Fig. 1 eine schematische Darstellung einer erfindungsgemässen Vorrichtung zur Durchführung des erfindungsgemässen Verfahrens

Beispiel 1

[0065] Fig. 1 ist eine schematische Darstellung einer erfindungsgemässen Vorrichtung zur Durchführung des erfindungsgemässen Verfahrens. Die Vorrichtung 1 umfasst einen Reaktor 2 zur Durchführung des galvanischen Verfahrens. Der Reaktor 2 ist durch einen abnehmbaren Deckel 3 verschlossen.

[0066] In den Reaktor 2 wird ein zu beschichtender Körper 4, vorzugsweise ein rotationssymmetrischer Körper, als Kathode eingeführt. Weiterhin ist im Reaktor 2 eine Anode 5 angeordnet, welche vorzugsweise aus platinierem Titan besteht. Der zu beschichtende Körper 4 ist über eine drehbare Stange 6 mit dem Deckel 3 verbunden.

[0067] Aus den Elektrolytbehältern 7,8 kann über Verbindungsleitungen 7a, 8a Elektrolytlösung in den Reaktor 2 eingeleitet werden. In der Fig. 1 sind nur zwei Behälter 7, 8 mit jeweiligen Verbindungsleitungen 7a, 8a gezeigt; es können nach Bedarf aber auch zusätzliche Behälter und Verbindungsleitungen bereitgestellt werden. Die Verbindungsleitungen 7a, 8a können mittels Sperrvorrichtungen 7b, 8b, welche vorzugsweise Ventile sind, geöffnet und geschlossen werden, so das gezielt nur ein bestimmter Elektrolyt in den Reaktor 2 gelangt.

[0068] Die Verbindungsleitungen 7a, 8a enden in Einlässen, die in der Bodenfläche des Reaktors 2 angeordnet sind. Im oberen Drittel des Reaktors 2 sind Auslässe angeordnet, über welche Elektrolyt abfliessen und über Verbindungsleitungen 7c, 8c in die Elektrolytbehälter 7,8 zurückfliessen kann. Die Verbindungsleitungen 7c, 8c können mittels Sperrvorrichtungen 7d, 8d, welche vorzugsweise Ventile sind, geöffnet und geschlossen werden, so das gezielt nur ein bestimmter Elektrolyt aus dem Reaktor 2 in den vorgesehenen Elektrolytbehälter 7,8 gelangt.

[0069] Zur Beförderung des Elektrolyts durch die Leitungen 7a, 7c, 8a, 8c sind (nicht gezeigte) Pumpen vorgesehen.

[0070] Ein mit Wechselspannung betriebener Gleichrichter 9 versorgt über Stromleitungen 9a, 9b die Kathode 4 und Anode 5 mit dem für das Verfahren erforderlichen Gleichstrom.

[0071] Die Vorrichtung 1 wird mittels einer (nicht gezeigten) elektronischen Prozesseinheit gesteuert.

[0072] Erfindungsgemäss wird der rotationssymmetrische Körper vorzugsweise vorbehandelt, ehe er in den Reaktor 2 eingebracht wird. Nach einer mechanischen

Oberflächenbehandlung, beispielsweise durch Schleifen oder Sandstrahlen, wird die Oberfläche des Körpers 4 zunächst mit einem mit Ethanol getränkten Reinigungstuch gereinigt. Anschliessend wird mittels eines Schwingschleifers ein Film aus Polyethylenglykol 1500 (von Merck) auf die Oberfläche des Körpers 4 aufgetragen.

[0073] Der so vorbehandelte Körper 4, beispielsweise ein Stahlzylinder, wird in den Reaktor 2 gebracht, und der Reaktor 2 mit dem Deckel 3 verschlossen. Nun wird aus dem Behälter 7 als Elektrolyt eine Mischung aus 250 g CrO₃ und 2,5 g Schwefelsäure in 1 l Wasser in den Reaktor 2 gepumpt. Der Elektrolyt wird zuvor auf 50°C erwärmt. Der Körper 4 wird gedreht, es wird Strom angelegt, und es bildet sich eine erste Chromschicht. Während dieser ersten Prozessstufe sind die Sperrvorrichtungen 7b und 7d geöffnet und die Sperrvorrichtungen 8b, 8d geschlossen, und der Elektrolyt aus dem Behälter 7 wird kontinuierlich umgewälzt.

[0074] Nach Beendigung der ersten Prozessstufe wird die Sperrvorrichtung 7b geschlossen und dafür die Sperrvorrichtung 8b geöffnet. Die Sperrvorrichtung 7d bleibt geöffnet, während die Sperrvorrichtung 8d geschlossen ist. Nun wird aus dem Behälter 8 als Elektrolyt eine Mischung aus 250 g CrO₃ und 2,5 g Schwefelsäure in 1 l Wasser in den Reaktor 2 gepumpt. Der Elektrolyt wird zuvor auf 37°C erwärmt. Der Elektrolyt aus dem Behälter 8 drängt den aus dem Behälter 7 stammenden wärmeren Elektrolyten über die Leitung 7c in den Behälter 7 zurück. Sobald der Elektrolyt aus dem Behälter 7 vollständig aus dem Reaktor 2 verdrängt ist, wird die Sperrvorrichtung 7d geschlossen und die Sperrvorrichtung 8d geöffnet. Im Reaktor 2 befindet sich nun der Elektrolyt aus dem Behälter 8. Der Körper 4 wird gedreht, es wird Strom angelegt, und es bildet sich eine zweite Chromschicht (Strukturschicht). Während dieser zweiten Prozessstufe sind die Sperrvorrichtungen 8b und 8d geöffnet, und der Elektrolyt aus dem Behälter 8 wird kontinuierlich umgewälzt.

[0075] Nach Beendigung der zweiten Prozessstufe wird die Sperrvorrichtung 8b geschlossen und dafür die Sperrvorrichtung 7b geöffnet. Die Sperrvorrichtung 8d bleibt geöffnet, während die Sperrvorrichtung 7d geschlossen ist. Nun wird aus dem Behälter 7 als Elektrolyt eine Mischung aus 250 g CrO₃ und 2,5 g Schwefelsäure in 1 l Wasser in den Reaktor 2 gepumpt. Der Elektrolyt wird zuvor auf 50°C erwärmt. Der Elektrolyt aus dem Behälter 7 drängt den aus dem Behälter 8 stammenden wärmeren Elektrolyten über die Leitung 8c in den Behälter 8 zurück. Sobald der Elektrolyt aus dem Behälter 8 vollständig aus dem Reaktor 2 verdrängt ist, wird die Sperrvorrichtung 8d geschlossen und die Sperrvorrichtung 7d geöffnet. Im Reaktor 2 befindet sich nun der Elektrolyt aus dem Behälter 7. Der Körper 4 wird gedreht, es wird Strom angelegt, und es bildet sich eine dritte Chromschicht (Deckschicht). Während dieser dritten Prozessstufe sind die Sperrvorrichtungen 7b und 7d geöffnet, und der Elektrolyt aus dem Behälter 7 wird kontinuierlich umgewälzt.

[0076] Während sämtlicher Prozessstufen kann die Gasatmosphäre im Reaktor 2 mittels einer (nicht gezeigten) Pumpe abgesaugt werden, um die Bildung eines Knallgasgemisches zu verhindern.

5 **[0077]** Nach Beendigung der dritten Prozessstufe wird die Sperrvorrichtung 7b geschlossen, während die Sperrvorrichtung 7d geöffnet bleibt. Der gesamte Elektrolyt wird aus dem Reaktor 2 entfernt. Der beschichtete Körper 4 wird mit Wasser oder einer wässrigen Lösung gereinigt, welche aus einer (nicht gezeigten) Leitung in den Reaktor 2 eingeleitet wird. Das Reinigungswasser wird anschliessend aus dem Reaktor 2 abgeleitet und gereinigt. Der Reaktor 2 wird nun geöffnet, und der beschichtete Körper 4 wird entnommen.

Patentansprüche

1. Verfahren zum galvanischen Aufbringen einer Oberflächenbeschichtung, insbesondere einer Chrombeschichtung, auf einen Körper (4), beispielsweise ein Maschinenbauteil, **dadurch gekennzeichnet, dass** auf den Körper vor dem galvanischen Aufbringen der Oberflächenbeschichtung eine Schicht aus einer durch eine eingesetzte Elektrolytlösung oxidierbaren Verbindung, vorzugsweise einer Polyhydroxyverbindung, mit einer Viskosität von mindestens 1000 mPas bei 25°C aufgetragen wird.
2. Verfahren nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Polyhydroxyverbindung ausgewählt ist aus der Gruppe bestehend aus Glycerin, Kohlenhydraten und Polyethylenglykol.
3. Verfahren nach Anspruch 1 oder 2, **dadurch gekennzeichnet, dass** der Körper (4) vor dem Auftragen der Schicht aus einer Polyhydroxyverbindung mit einem Alkohol, vorzugsweise Ethanol, gereinigt wird.
4. Verfahren zum galvanischen Aufbringen einer Oberflächenbeschichtung, insbesondere einer Chrombeschichtung, auf einen Körper (4), beispielsweise ein Maschinenbauteil, wobei die Oberflächenbeschichtung in einem, vorzugsweise geschlossenen, Reaktor (2) in einem mindestens zweistufigen, vorzugsweise dreistufigen Prozess durchgeführt wird, **dadurch gekennzeichnet, dass** eine im Reaktor (2) enthaltene Elektrolytlösung mit einer Temperatur T1 für die Durchführung einer nachfolgenden Prozessstufe durch eine Elektrolytlösung mit einer Temperatur T2 ≠ T1 ersetzt wird.
5. Verfahren nach Anspruch 4, **dadurch gekennzeichnet, dass** das Ersetzen der Elektrolytlösung mit einer Temperatur T1 durch eine Elektrolytlösung mit einer Temperatur T2 ≠ T1 durch Einbringen der Elektrolytlösung mit einer Temperatur T2 ≠ T1 in den

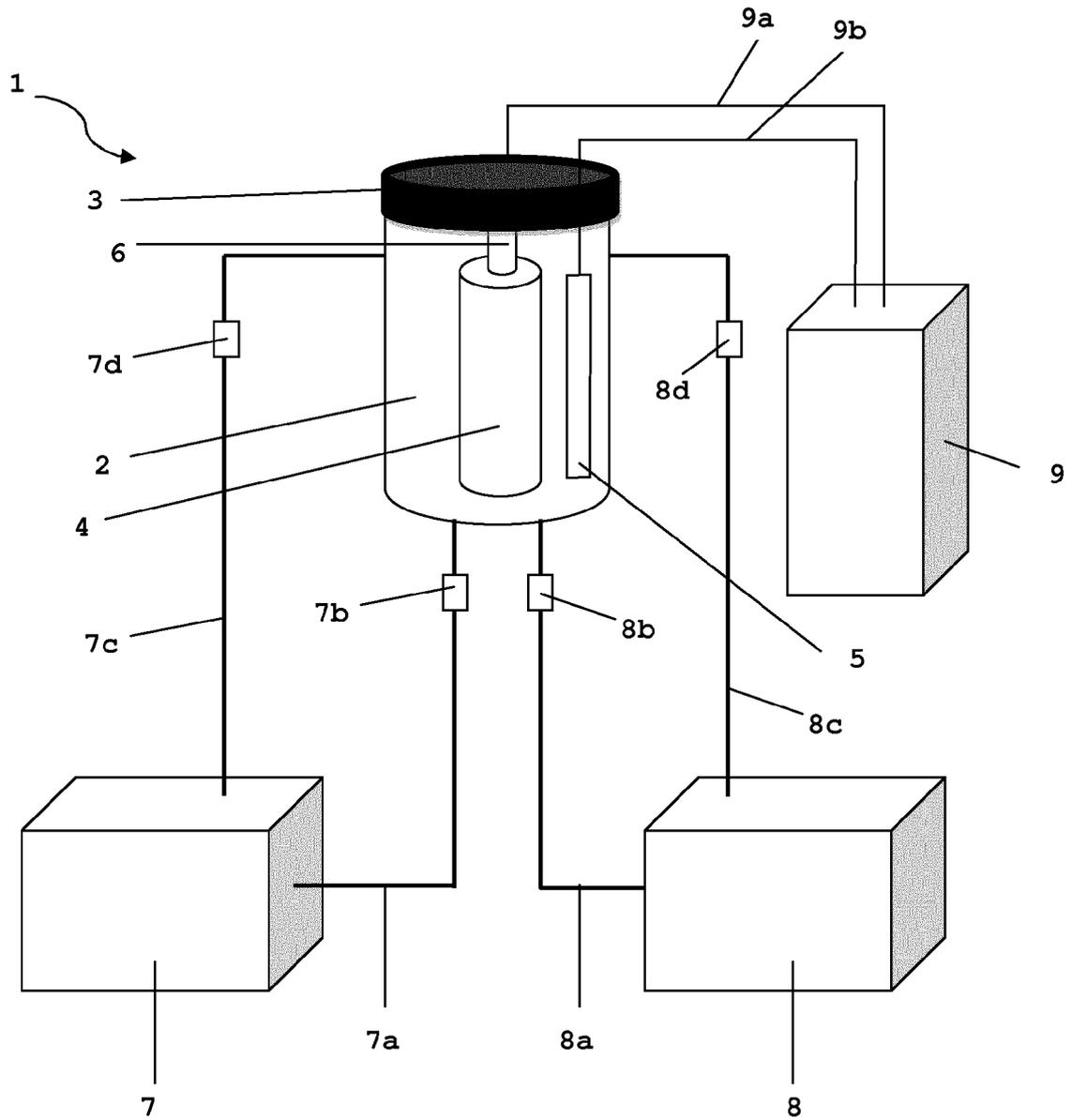
Reaktor (2) und dadurch bewirktes Herausdrängen der Elektrolytlösung mit einer Temperatur T1 erfolgt.

6. Verfahren nach Anspruch 4 oder 5, **dadurch gekennzeichnet, dass** die während einer Prozessstufe im Reaktor (2) enthaltene Elektrolytlösung kontinuierlich durch Herausbefördern aus dem Reaktor (2) und Ersetzen mit der gleichen Elektrolytlösung umgewälzt wird. 5
7. Verfahren nach einem der Ansprüche 4 bis 6, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Oberflächenbeschichtung in einem dreistufigen Prozess im Reaktor (2) durchgeführt wird, wobei die erste Prozessstufe mit einer Elektrolytlösung mit einer Temperatur T1 durchgeführt wird, anschliessend die zweite Prozessstufe mit einer Elektrolytlösung mit einer Temperatur T2 \neq T1 durchgeführt wird, und die dritte Prozessstufe mit einer Elektrolytlösung mit einer Temperatur T3 \neq T2 durchgeführt wird. 10 15 20
8. Verfahren nach Anspruch 7, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Temperatur T3 gleich der Temperatur T1 ist. 25
9. Verfahren nach einem der Ansprüche 4 bis 8, **dadurch gekennzeichnet, dass** auf den Körper (4) vor dem galvanischen Aufbringen der Oberflächenbeschichtung eine Schicht aus einer durch eine eingesetzte Elektrolytlösung oxidierbare Verbindung, vorzugsweise eine Polyhydroxyverbindung, mit einer Viskosität von mindestens 1000 mPas bei 25°C aufgetragen wird. 30
10. Verfahren nach einem der Ansprüche 4 bis 9, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Polyhydroxyverbindung ausgewählt ist aus der Gruppe bestehend aus Glycerin, Kohlenhydraten, vorzugsweise Glucose, und Polyethylenglykol. 35 40
11. Verfahren nach einem der Ansprüche 4 bis 10, **dadurch gekennzeichnet, dass** der Körper (4) vor dem Auftragen der Schicht aus einer Polyhydroxyverbindung mit einem Alkohol, vorzugsweise Ethanol, gereinigt wird. 45
12. Verfahren nach einem der Ansprüche 4 bis 11, **dadurch gekennzeichnet, dass** der Körper (4) rotationssymmetrisch ist. 50
13. Verfahren nach Anspruch 12, **dadurch gekennzeichnet, dass** der Körper (4) während der Oberflächenbeschichtung rotiert.
14. Verfahren nach einem der Ansprüche 4 bis 13, **dadurch gekennzeichnet, dass** während der Oberflächenbeschichtung der Reaktor (2) mittels eines Belüftungssystems zur Entfernung entstehender

Gase betrieben wird.

15. Vorrichtung zum galvanischen Aufbringen einer Oberflächenbeschichtung, insbesondere einer Chrombeschichtung, insbesondere zur Durchführung eines Verfahrens gemäss einem der Ansprüche 4 bis 14, umfassend einen Reaktor (2) zur Aufnahme eines zu beschichtenden Körpers (4), beispielsweise eines Maschinenbauteil, eine Anode (5) und mindestens zwei, vorzugsweise zwei Elektrolytbehälter (7,8), **dadurch gekennzeichnet, dass** die Elektrolytbehälter (7,8) über Verbindungsleitungen (7a, 7c, 8a, 8c) durch separate Einlässe und Auslässe mit dem Innern des Reaktors (2) verbunden sind.

FIG. 1





EUROPÄISCHER RECHERCHENBERICHT

Nummer der Anmeldung
EP 14 18 6089

5

10

15

20

25

30

35

40

45

50

55

EINSCHLÄGIGE DOKUMENTE			
Kategorie	Kennzeichnung des Dokuments mit Angabe, soweit erforderlich, der maßgeblichen Teile	Betrifft Anspruch	KLASSIFIKATION DER ANMELDUNG (IPC)
X	US 3 406 105 A (LETENDRE CALVIN O) 15. Oktober 1968 (1968-10-15)	1-3	INV. C25D5/04
Y	* Spalte 2, Zeilen 4-7 * * Spalte 4, Zeile 66 - Spalte 5, Zeile 29 *	9,10	C25D5/14 C25D5/36 C25D7/00 C25D17/02
X	----- GB 1 312 723 A (NIPPON KOKAN KK) 4. April 1973 (1973-04-04)	1,2	C25D21/02 C25D21/04
Y	* Beispiele 1, 5 *	9,10	ADD. C25D3/06 C25D21/12
X	----- GB 335 161 A (EUGENE VICTOR HAYES GRATZE) 15. September 1930 (1930-09-15)	1,2	
Y	* Anspruch 1 * * Seite 4, Zeilen 57-88 *	9,10	
X	----- DATABASE WPI Week 199644 27. August 1996 (1996-08-27) Thomson Scientific, London, GB; AN 1996-439918 XP002737695, & JP H08 218193 A (SUMITOMO METAL IND LTD) 27. August 1996 (1996-08-27)	1,2	RECHERCHIERTE SACHGEBIETE (IPC)
Y	* Zusammenfassung *	9,10	C25D
A	----- WO 95/09938 A1 (HEIDELBERGER DRUCKMASCH AG [DE]; WMV AG [CH]; MUELL KARL [CH]) 13. April 1995 (1995-04-13) * Zusammenfassung * * Abbildung 1 * * Seite 1, Zeilen 6-15 * * Seite 2, Zeilen 11-16 * * Seite 6, Zeile 27 - Seite 7, Zeile 4 * * Seite 7, Zeilen 20-23 * * Seite 9, Zeilen 22-24 *	1-3	
	----- -/--		
3 Der vorliegende Recherchenbericht wurde für alle Patentansprüche erstellt			
Recherchenort Den Haag		Abschlußdatum der Recherche 25. Juni 2015	Prüfer Lange, Ronny
KATEGORIE DER GENANNTEN DOKUMENTE X : von besonderer Bedeutung allein betrachtet Y : von besonderer Bedeutung in Verbindung mit einer anderen Veröffentlichung derselben Kategorie A : technologischer Hintergrund O : nichtschriftliche Offenbarung P : Zwischenliteratur		T : der Erfindung zugrunde liegende Theorien oder Grundsätze E : älteres Patentedokument, das jedoch erst am oder nach dem Anmeldedatum veröffentlicht worden ist D : in der Anmeldung angeführtes Dokument L : aus anderen Gründen angeführtes Dokument & : Mitglied der gleichen Patentfamilie, übereinstimmendes Dokument	

EPO FORM 1503 03.82 (P04C03)



EUROPÄISCHER RECHERCHENBERICHT

Nummer der Anmeldung
EP 14 18 6089

5

10

15

20

25

30

35

40

45

50

55

EINSCHLÄGIGE DOKUMENTE			
Kategorie	Kennzeichnung des Dokuments mit Angabe, soweit erforderlich, der maßgeblichen Teile	Betrifft Anspruch	KLASSIFIKATION DER ANMELDUNG (IPC)
X	US 2014/083843 A1 (CHUANG CHENG-HSIN [TW] ET AL) 27. März 2014 (2014-03-27)	4-7, 11-15	
Y	* Zusammenfassung * * Abbildung 3 * * Absätze [0005], [0024], [0025] *	8-10	
X	US 2004/206622 A1 (KAWAKAMI KATSUJI [JP] ET AL) 21. Oktober 2004 (2004-10-21)	4-7,15	
	* Abbildungen 1, 3 * * Absätze [0042], [0043], [0065], [0070] - [0072] *		
Y	US 2011/027940 A1 (OLADEJI ISAI AH O [US]) 3. Februar 2011 (2011-02-03)	8	
	* Zusammenfassung * * Abbildungen 1, 4 * * Absätze [0058], [0063], [0070] *		
			RECHERCHIERTE SACHGEBIETE (IPC)
Der vorliegende Recherchenbericht wurde für alle Patentansprüche erstellt			
Recherchenort Den Haag		Abschlußdatum der Recherche 25. Juni 2015	Prüfer Lange, Ronny
KATEGORIE DER GENANNTEN DOKUMENTE X : von besonderer Bedeutung allein betrachtet Y : von besonderer Bedeutung in Verbindung mit einer anderen Veröffentlichung derselben Kategorie A : technologischer Hintergrund O : nichtschriftliche Offenbarung P : Zwischenliteratur		T : der Erfindung zugrunde liegende Theorien oder Grundsätze E : älteres Patentedokument, das jedoch erst am oder nach dem Anmeldedatum veröffentlicht worden ist D : in der Anmeldung angeführtes Dokument L : aus anderen Gründen angeführtes Dokument & : Mitglied der gleichen Patentfamilie, übereinstimmendes Dokument	

EPO FORM 1503 03.82 (P04C03)



5

GEBÜHRENPFLICHTIGE PATENTANSPRÜCHE

Die vorliegende europäische Patentanmeldung enthielt bei ihrer Einreichung Patentansprüche, für die eine Zahlung fällig war.

10

Nur ein Teil der Anspruchsgebühren wurde innerhalb der vorgeschriebenen Frist entrichtet. Der vorliegende europäische Recherchenbericht wurde für jene Patentansprüche erstellt, für die keine Zahlung fällig war, sowie für die Patentansprüche, für die Anspruchsgebühren entrichtet wurden, nämlich Patentansprüche:

15

Keine der Anspruchsgebühren wurde innerhalb der vorgeschriebenen Frist entrichtet. Der vorliegende europäische Recherchenbericht wurde für die Patentansprüche erstellt, für die keine Zahlung fällig war.

20

MANGELNDE EINHEITLICHKEIT DER ERFINDUNG

Nach Auffassung der Recherchenabteilung entspricht die vorliegende europäische Patentanmeldung nicht den Anforderungen an die Einheitlichkeit der Erfindung und enthält mehrere Erfindungen oder Gruppen von Erfindungen, nämlich:

25

Siehe Ergänzungsblatt B

30

Alle weiteren Recherchegebühren wurden innerhalb der gesetzten Frist entrichtet. Der vorliegende europäische Recherchenbericht wurde für alle Patentansprüche erstellt.

35

Da für alle recherchierbaren Ansprüche die Recherche ohne einen Arbeitsaufwand durchgeführt werden konnte, der eine zusätzliche Recherchegebühr gerechtfertigt hätte, hat die Recherchenabteilung nicht zur Zahlung einer solchen Gebühr aufgefordert.

Nur ein Teil der weiteren Recherchegebühren wurde innerhalb der gesetzten Frist entrichtet. Der vorliegende europäische Recherchenbericht wurde für die Teile der Anmeldung erstellt, die sich auf Erfindungen beziehen, für die Recherchegebühren entrichtet worden sind, nämlich Patentansprüche:

40

Keine der weiteren Recherchegebühren wurde innerhalb der gesetzten Frist entrichtet. Der vorliegende europäische Recherchenbericht wurde für die Teile der Anmeldung erstellt, die sich auf die zuerst in den Patentansprüchen erwähnte Erfindung beziehen, nämlich Patentansprüche:

45

Der vorliegende ergänzende europäische Recherchenbericht wurde für die Teile der Anmeldung erstellt, die sich auf die zuerst in den Patentansprüchen erwähnte Erfindung beziehen (Regel 164 (1) EPU).

55



**MANGELNDE EINHEITLICHKEIT
DER ERFINDUNG
ERGÄNZUNGSBLATT B**

Nummer der Anmeldung

EP 14 18 6089

5

Nach Auffassung der Recherchenabteilung entspricht die vorliegende europäische Patentanmeldung nicht den Anforderungen an die Einheitlichkeit der Erfindung und enthält mehrere Erfindungen oder Gruppen von Erfindungen, nämlich:

10

1. Ansprüche: 1-3

15

20

25

Ein Verfahren zum galvanischen Aufbringen einer Oberflächenbeschichtung, insbesondere einer Chrombeschichtung, auf einen Körper, beispielsweise ein Maschinenbauteil, dadurch gekennzeichnet, dass auf den Körper vor dem galvanischen Aufbringen der Oberflächenbeschichtung eine Schicht aus einer durch eine eingesetzte Elektrolytlösung oxidierbaren Verbindung, vorzugsweise einer Polyhydroxyverbindung, mit einer Viskosität von mindestens 1000 mPas bei 25°C aufgetragen wird, wobei die Polyhydroxyverbindung vorzugsweise ausgewählt ist aus der Gruppe bestehend aus Glycerin, Kohlenhydraten und Polyethylenglykol und wobei der Körper bevorzugt vor dem Auftragen der Schicht aus einer Polyhydroxyverbindung mit einem Alkohol, vorzugsweise Ethanol, gereinigt wird.

30

35

40

45

2. Ansprüche: 4-15

Ein Verfahren zum galvanischen Aufbringen einer Oberflächenbeschichtung, insbesondere einer Chrombeschichtung, auf einen Körper, beispielsweise ein Maschinenbauteil, wobei die Oberflächenbeschichtung in einem, vorzugsweise geschlossenen, Reaktor in einem mindestens zweistufigen, vorzugsweise dreistufigen Prozess durchgeführt wird, dadurch gekennzeichnet, dass eine im Reaktor enthaltene Elektrolytlösung mit einer Temperatur T1 für die Durchführung einer nachfolgenden Prozessstufe durch eine Elektrolytlösung mit einer Temperatur T2 # T1 ersetzt wird und eine Vorrichtung zum galvanischen Aufbringen einer Oberflächenbeschichtung, insbesondere einer Chrombeschichtung, insbesondere zur Durchführung des Verfahrens, umfassend einen Reaktor zur Aufnahme eines zu beschichtenden Körpers, beispielsweise eines Maschinenbauteils, eine Anode und mindestens zwei, vorzugsweise zwei Elektrolytbehälter, dadurch gekennzeichnet, dass die Elektrolytbehälter über Verbindungsleitungen durch separate Einlässe und Auslässe mit dem Innern des Reaktors verbunden sind.

50

55

**ANHANG ZUM EUROPÄISCHEN RECHERCHENBERICHT
 ÜBER DIE EUROPÄISCHE PATENTANMELDUNG NR.**

EP 14 18 6089

5 In diesem Anhang sind die Mitglieder der Patentfamilien der im obengenannten europäischen Recherchenbericht angeführten Patentdokumente angegeben.
 Die Angaben über die Familienmitglieder entsprechen dem Stand der Datei des Europäischen Patentamts am
 Diese Angaben dienen nur zur Unterrichtung und erfolgen ohne Gewähr.

25-06-2015

Im Recherchenbericht angeführtes Patentdokument	Datum der Veröffentlichung	Mitglied(er) der Patentfamilie	Datum der Veröffentlichung
US 3406105 A	15-10-1968	DE 1250232 B	25-06-2015
		GB 1094198 A	06-12-1967
		US 3406105 A	15-10-1968
GB 1312723 A	04-04-1973	CH 538547 A	30-06-1973
		DE 2041728 A1	08-04-1971
		FR 2059685 A1	04-06-1971
		GB 1312723 A	04-04-1973
		JP S4928572 B1	27-07-1974
		SE 367658 B	04-06-1974
		SU 368762 A3	26-01-1973
		US 3699013 A	17-10-1972
GB 335161 A	15-09-1930	KEINE	
JP H08218193 A	27-08-1996	KEINE	
WO 9509938 A1	13-04-1995	AU 7784794 A	01-05-1995
		BR 9405631 A	08-09-1999
		CA 2172613 A1	13-04-1995
		CH 690273 A5	29-06-2000
		CN 1115583 A	24-01-1996
		CZ 9501447 A3	17-07-1996
		EP 0722515 A1	24-07-1996
		ES 2114703 T3	01-06-1998
		FI 952774 A	06-06-1995
		GR 3026689 T3	31-07-1998
		JP 3293828 B2	17-06-2002
		JP H09503550 A	08-04-1997
		PL 309286 A1	02-10-1995
		SI 9420006 A	31-12-1995
SK 86195 A3	06-03-1996		
WO 9509938 A1	13-04-1995		
US 2014083843 A1	27-03-2014	KEINE	
US 2004206622 A1	21-10-2004	CN 1535331 A	06-10-2004
		JP 4014827 B2	28-11-2007
		JP 2003034897 A	07-02-2003
		KR 20040019355 A	05-03-2004
		TW 1292000 B	01-01-2008
		US 2004206622 A1	21-10-2004
US 2011027940 A1	03-02-2011	CA 2769529 A1	03-02-2011
		EP 2459769 A2	06-06-2012

EPO FORM P0461

Für nähere Einzelheiten zu diesem Anhang : siehe Amtsblatt des Europäischen Patentamts, Nr.12/82

**ANHANG ZUM EUROPÄISCHEN RECHERCHENBERICHT
 ÜBER DIE EUROPÄISCHE PATENTANMELDUNG NR.**

EP 14 18 6089

5 In diesem Anhang sind die Mitglieder der Patentfamilien der im obengenannten europäischen Recherchenbericht angeführten Patentdokumente angegeben.
 Die Angaben über die Familienmitglieder entsprechen dem Stand der Datei des Europäischen Patentamts am
 Diese Angaben dienen nur zur Unterrichtung und erfolgen ohne Gewähr.

25-06-2015

10
15
20
25
30
35
40
45
50
55

Im Recherchenbericht angeführtes Patentdokument	Datum der Veröffentlichung	Mitglied(er) der Patentfamilie	Datum der Veröffentlichung
		JP 2013500400 A	07-01-2013
		KR 20120057622 A	05-06-2012
		US 2011027940 A1	03-02-2011
		US 2011139071 A1	16-06-2011
		WO 2011014245 A2	03-02-2011

EPO FORM P0461

Für nähere Einzelheiten zu diesem Anhang : siehe Amtsblatt des Europäischen Patentamts, Nr.12/82

IN DER BESCHREIBUNG AUFGEFÜHRTE DOKUMENTE

Diese Liste der vom Anmelder aufgeführten Dokumente wurde ausschließlich zur Information des Lesers aufgenommen und ist nicht Bestandteil des europäischen Patentdokumentes. Sie wurde mit größter Sorgfalt zusammengestellt; das EPA übernimmt jedoch keinerlei Haftung für etwaige Fehler oder Auslassungen.

In der Beschreibung aufgeführte Patentdokumente

- EP 0565070 B1 [0004] [0006] [0016] [0030] [0044]
- EP 0722515 B1 [0004] [0006] [0016] [0030] [0044]