



(10) **DE 10 2012 024 758 B4** 2024.02.01

(12)

Patentschrift

(21) Aktenzeichen: **10 2012 024 758.3**
(22) Anmeldetag: **18.12.2012**
(43) Offenlegungstag: **18.06.2014**
(45) Veröffentlichungstag
der Patenterteilung: **01.02.2024**

(51) Int Cl.: **C25D 7/06 (2006.01)**
C25D 21/12 (2006.01)

Innerhalb von neun Monaten nach Veröffentlichung der Patenterteilung kann nach § 59 Patentgesetz gegen das Patent Einspruch erhoben werden. Der Einspruch ist schriftlich zu erklären und zu begründen. Innerhalb der Einspruchsfrist ist eine Einspruchsgebühr in Höhe von 200 Euro zu entrichten (§ 6 Patentkostengesetz in Verbindung mit der Anlage zu § 2 Abs. 1 Patentkostengesetz).

(73) Patentinhaber:
Maschinenfabrik Nihoff GmbH & Co KG, 91126 Schwabach, DE

(74) Vertreter:
Wallinger Ricker Schlotter Tostmann Patent- und Rechtsanwälte Partnerschaft mbB, 80331 München, DE

(72) Erfinder:
Lorenz, Dagmar, 91126 Schwabach, DE;
Menningen, Klaus, 56244 Sessenhausen, DE;
Raab, Markus, 91639 Wolframs-Eschenbach, DE

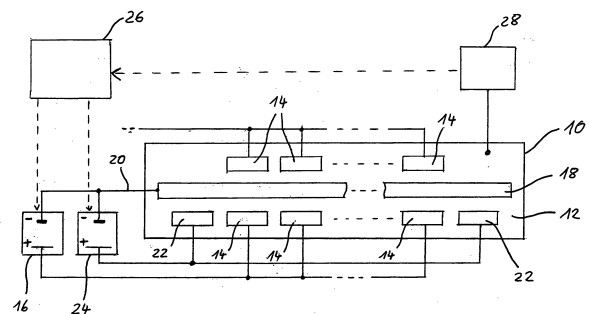
(56) Ermittelter Stand der Technik:

DE	28 22 821	A1
DE	30 12 168	A1
DE	32 33 010	A1
DE	42 35 227	A1
US	1 465 034	A
US	5 100 517	A

(54) Bezeichnung: **Vorrichtung und Verfahren zum elektrolytischen Beschichten eines Gegenstandes und deren Verwendung**

(57) Hauptanspruch: Vorrichtung zum elektrolytischen Beschichten eines Gegenstandes, aufweisend:
einen Elektrolytbehälter (10) mit einem Elektrolyten (12);
eine erste Gleichstromquelle (16);
wenigstens eine lösliche Anode (14), welche zumindest teilweise in den Elektrolyten (12) im Elektrolytbehälter (10) eintaucht und mit einem Pluspol der ersten Gleichstromquelle (16) elektrisch leitend verbunden ist;
wenigstens einen Kathodenanschluss (20), welcher mit einem Minuspol der ersten Gleichstromquelle (16) elektrisch leitend verbunden ist und mit welchem ein in den Elektrolyten (12) im Elektrolytbehälter (10) getauchter, zu beschichtender Gegenstand (18) elektrisch leitend verbindbar ist;
eine zweite Gleichstromquelle (24), welche unabhängig von der ersten Gleichstromquelle (16) betrieben werden kann; und
wenigstens eine unlösliche Anode (22), welche zumindest teilweise in den Elektrolyten (12) im Elektrolytbehälter (10) eintaucht und mit einem Pluspol der zweiten Gleichstromquelle (24) elektrisch leitend verbunden ist;
gekennzeichnet durch
eine Messvorrichtung (28) zum Erfassen wenigstens eines elektrolytischen Parameters, nämlich wenigstens eines Metallionengehalts, des Elektrolyten (12) im Elektrolytbehälter (10) und
eine Steuervorrichtung (26) zum Ansteuern der ersten

Gleichstromquelle (16) und der zweiten Gleichstromquelle (24) in Abhängigkeit von dem wenigstens einen elektrolytischen Parameter, nämlich wenigstens dem Metallionengehalt, des Elektrolyten (12) im Elektrolytbehälter (10), wobei durch die Steuervorrichtung (26) die Stromstärke der ersten Gleichstromquelle (16) derart reduzierbar und die Stromstärke der zweiten Gleichstromquelle (24) derart entsprechend erhöhbar ist, dass der Metallionengehalt im Elektrolyten (12) reduziert wird.



Beschreibung

[0001] Die Erfindung betrifft eine Vorrichtung und ein Verfahren zum elektrolytischen Beschichten eines Gegenstandes, insbesondere eines Drahtes, und deren Verwendung zum elektrolytischen Beschichten eines Drahtes.

[0002] Es ist bekannt, metallische Gegenstände wie beispielsweise Drähte in einer Galvanik-Anlage elektrolytisch zu beschichten, beispielsweise zu verzinnen. Dabei werden der Draht und das Beschichtungsmaterial, in ein Elektrolytbad getaucht und dadurch elektrisch leitend miteinander verbunden. Verbindet man den Draht und das Beschichtungsmaterial dann mit unterschiedlichen Polen einer Gleichstromquelle, so fließt bei ausreichend hoher Spannung ein elektrischer Strom, der bewirkt, dass die Ionen im Elektrolyten zum Draht bzw. zum Beschichtungsmaterial wandern (Elektrolyse).

[0003] Der Draht wird mit dem Minuspol der Gleichstromquelle verbunden und bildet die Kathode. Die positiv geladenen Metallionen wandern im Elektrolyten zur Kathode und nehmen dort Elektronen auf (elektrochemische Reduktion), wodurch Metallatome entstehen, die sich an dem zu beschichtenden Draht anlagern. Bei den Anoden unterscheidet man zwischen löslichen Anoden und so genannten unlöslichen Anoden. Bei den löslichen Anoden löst sich das Anodenmetall unter Abgabe von Elektronen an den Stromkreis auf (elektrochemische Oxidation) und geht als Metallion in den Elektrolyten (in der Regel eine Salzlösung). Unlösliche Anoden lösen sich hingegen nicht auf, sondern dienen nur der Kontaktierung des Elektrolyten, um die Metallionen innerhalb des Elektrolyten (in der Regel eine Metall-Salzlösung) zu bilden. Im Fall von löslichen Anoden lösen sich diese mit der Zeit auf, im Fall von unlöslichen Anoden verarmt der Elektrolyt mit der Zeit an dem Metall.

[0004] In sauren Elektrolyten, wie zum Beispiel Zinnelektrolyten auf Basis von Methansulfonsäure, besteht bei der Verwendung von löslichen Anoden immer eine Differenz zwischen anodischer und kathodischer Stromausbeute. Die anodische Stromausbeute liegt in der Regel nahe 100%, während die kathodische Stromausbeute zum Beispiel beim methansulfonsauren Zinnelektrolyten in der Regel etwa zwischen 95% und 97% liegt. Die kathodische Stromausbeute ist dabei insbesondere abhängig von dem Beschichtungsmaterial, dem Elektrolyten und den Betriebsparametern (Badtemperatur, Badbewegung, Stromdichte, etc.).

[0005] Die vorstehend beschriebene Differenz zwischen anodischer und kathodischer Stromausbeute hat bei herkömmlichen Galvanikanlagen einen Anstieg der Metallkonzentration im Elektrolyten zur

Folge, der bei Erreichen eines vorbestimmten oberen Schwellenwertes korrigiert werden muss. Um die Metallkonzentration im Elektrolyten in einem vorbestimmten Bereich zu halten, kann der Elektrolyt zum Beispiel regelmäßig oder kontinuierlich regeneriert werden.

[0006] Andererseits ist es bei Verwendung von unlöslichen Anoden erforderlich, die Metallkonzentration bei Erreichen eines vorbestimmten unteren Schwellenwertes zu korrigieren. Um die Metallkonzentration im Elektrolyten in einem vorbestimmten Bereich zu halten, ist es auch in diesem Fall möglich, den Elektrolyten regelmäßig oder kontinuierlich zu regenerieren. So offenbart zum Beispiel die DE 195 39 865 A1 eine Durchlauf-Galvanikanlage mit unlöslichen Anoden in der elektrolytischen Zelle, wobei der Elektrolyt in einem Regenerierraum kontinuierlich mit Metallionen angereichert wird.

[0007] Ferner beschreibt DE 195 39 865 A1 die Verwendung von unlöslichen Anoden in der elektrolytischen Zelle, die durch Diaphragmen vom Elektrolyten abgeschirmt sind, und von löslichen Anoden in einem externen Regenerierraum zur Ergänzung des Metallgehaltes des Elektrolyten.

[0008] Aus der DE 42 35 227 A1 ist eine Vorrichtung bekannt, um die Metallkonzentration bei der Verkupferung von Tiefdruckzylindern bzw. Drehkörpern in einer sauren Kupfersulfat-Lösung konstant zu halten. Hierbei wird in einem Hauptstromkreis eine Gleichstromquelle mit einer löslichen Anode und in einem Hilfsstromkreis eine weitere Gleichstromquelle mit einer unlöslichen Hilfsanode verbunden.

[0009] Aus der DE 30 12 168 A1 ist ein Verfahren zur galvanischen Abscheidung von Kupferniederschlägen, insbesondere zur elektrolytischen Beschichtung von Leiterplatten in einem Plattierungsbad, bekannt. Dabei werden inerte Anoden aus Edelmetall, Edelmetall-Legierungen oder deren Verbindungen gemeinsam mit löslichen Anoden verwendet, die über unterschiedliche Gleichstromquellen kontrolliert werden.

[0010] Aus der US 1 465 034 A ist ein Verfahren zur elektrolytischen Abscheidung von Kupfer bekannt, welches eine Kathode, wenigstens eine unlösliche Anode und mehrere lösliche Anoden verwendet. Dabei werden in einem Elektrolytbad eine Kathode mit einer löslichen Anode (z. B. aus Kupfer) und einer unlöslichen Anode (z. B. aus Blei) eingetaucht und die Anoden über Drähte mit dementsprechenden unabhängigen Stromquellen verbunden.

[0011] Aus der DE 32 33 010 A1 sind ein Verfahren und eine Vorrichtung zum Elektroplattieren eines metallischen Werkstückes bekannt, insbesondere für das kontinuierliche Elektroplattieren eines sich

bewegenden metallischen Werkstückes, z. B. eines Stahlbandes. Das Elektroplattieren erfolgt in einer Zelle, die ein Anodensystem mit einer sich nicht verbrauchenden Daueranode, angeschlossen an einer Leistungsversorgung, und einer Verbrauchsanode, angeschlossen an einer weiteren Leistungsversorgung bzw. Gleichstromquelle, besitzt.

[0012] Aus der DE 28 22 821 A1 sind ein Verfahren und eine Vorrichtung zur Herstellung von Kathoden, insbesondere Cadmium- oder Zinkkathoden, für elektrochemische Generatoren bekannt. Bei dem Herstellungsverfahren läuft ein kathodisch geschaltetes kontinuierliches Metallband durch ein elektrolytisches Bad, in welchem Ionen des aufzubringenden aktiven Metalls enthalten sind, wobei in dem Bad mindestens zwei Elektroden vorhanden sind, welche mit einer jeweiligen Spannungsquelle verbunden sind, wobei die Hauptelektrode aus einem aktiven Metall und die Hilfs- oder Regelelektrode aus einem inerten Metall besteht.

[0013] Aus der US 5 100 517 A ist ein Verfahren zur Beschichtung eines Stahldrahtes mit einer Kupferschicht bekannt. Das Beschichten erfolgt in einem Beschichtungsbad mit einer inerten Anode, welche an einer Gleichstromquelle angeschlossen ist, wobei das Beschichtungsbad mit Elektrolyt aus einem weiteren Bad versorgt wird, welches eine sich auflösende Kupferanode enthält.

[0014] Es ist die Aufgabe der vorliegenden Erfindung, eine verbesserte Vorrichtung und ein verbessertes Verfahren zum elektrolytischen Beschichten eines Gegenstandes zu schaffen.

[0015] Diese Aufgabe wird gelöst durch die Lehre der unabhängigen Ansprüche. Besonders bevorzugte Ausgestaltungen der Erfindung sind Gegenstand der abhängigen Ansprüche.

[0016] Die erfindungsgemäße Vorrichtung zum elektrolytischen Beschichten eines Gegenstandes weist einen Elektrolytbehälter mit einem Elektrolyten; eine erste Gleichstromquelle; wenigstens eine lösliche Anode, welche zumindest teilweise in den Elektrolyten im Elektrolytbehälter eintaucht und mit einem Pluspol der ersten Gleichstromquelle elektrisch leitend verbunden ist; und wenigstens einen Kathodenanschluss, welcher mit einem Minuspol der ersten Gleichstromquelle elektrisch leitend verbunden ist und mit welchem ein in den Elektrolyten im Elektrolytbehälter getauchter, zu beschichtender Gegenstand elektrisch leitend verbindbar ist, auf. Diese Vorrichtung ist gekennzeichnet durch eine zweite Gleichstromquelle, welche unabhängig von der ersten Gleichstromquelle betrieben werden kann; und wenigstens eine unlösliche Anode, welche zumindest teilweise in den Elektrolyten im Elektrolytbehälter

ter eintaucht und mit einem Pluspol der zweiten Gleichstromquelle elektrisch leitend verbunden ist.

[0017] Bei der erfindungsgemäßen Vorrichtung kann die Metallkonzentration im Elektrolyten durch die wenigstens eine unlösliche Anode gesteuert werden. Da die zweite Gleichstromquelle unabhängig von der ersten Gleichstromquelle betrieben werden kann, ist es bei entsprechendem Betrieb der beiden Gleichstromquellen möglich, über die wenigstens eine unlösliche Anode die Differenz zwischen anodischer und kathodischer Stromausbeute für die wenigstens eine lösliche Anode auszugleichen und so die Metallkonzentration konstant in einem vorbestimmten Bereich zu halten.

[0018] Die zweite Gleichstromquelle wird vorzugsweise kontinuierlich betrieben oder wird nur je nach Bedarf zugeschaltet.

[0019] Der Begriff „Elektrolyt“ soll in diesem Zusammenhang eine Flüssigkeit bezeichnen, welche in Ionen dissoziieren kann und damit für eine Elektrolyse, insbesondere in einer Galvanikanlage geeignet ist. Die chemische Zusammensetzung des Elektrolyten hängt dabei insbesondere von dem Material des zu beschichtenden Gegenstandes, dem Material der Anoden, insbesondere der löslichen Anoden, und dem gewünschten Beschichtungsmaterial ab. Zum Verzinnen eines (Kupfer-) Drahtes wird vorzugsweise ein methansulfonsaurer Elektrolyt verwendet.

[0020] Unter dem Begriff „Gleichstromquelle“ soll in diesem Zusammenhang jede Art von Einrichtung verstanden werden, welche geeignet ist, an ihrem Ausgang eine Gleichspannung bereitzustellen und damit einen angeschlossenen Verbraucher mit Gleichstrom zu versorgen. Als Gleichstromquellen werden vorzugsweise Batterien, Akkumulatoren, Brennstoffzellen und besonders bevorzugt Gleichrichter eingesetzt. Die Gleichrichter sind vorzugsweise einer Wechselstromquelle wie einem Wechselstromgenerator oder einem Versorgungsnetz nachgeschaltet. Eine Gleichstromquelle ist vorzugsweise aus einer Gleichspannung bereitstellenden Einrichtung oder aus mehreren (bevorzugt im Wesentlichen gleichartigen) parallel geschalteten, Gleichspannung bereitstellenden Einrichtungen aufgebaut.

[0021] Die „lösliche Anode“ soll in diesem Zusammenhang eine Anode bezeichnen, welche sich unter einer elektrochemischen Oxidation im Elektrolyten mit der Zeit auflöst, indem das das Beschichtungsmaterial bildende Metall unter Abgabe von Elektronen an den Stromkreis als Metallion in den Elektrolyten geht. Zum Verzinnen eines (Kupfer-) Drahtes wird vorzugsweise eine Zinnanode verwendet.

[0022] Die „unlösliche Anode“ soll in diesem Zusammenhang eine Anode bezeichnen, welche sich in dem Elektrolyten mit der Zeit im Wesentlichen nicht auflöst, sondern nur der elektrischen Kontaktierung des Elektrolyten dient. Unlösliche Anoden können auch als dimensionsstabile oder inerte Anoden bezeichnet werden. Unlösliche Anoden bestehen vorzugsweise im Wesentlichen aus Edelstahl, Titan oder Platin und/oder sind mit einer Schutzschicht aus Titan, Platin, Iridium, Ruthenium oder dergleichen versehen.

[0023] Die Vorrichtung weist wenigstens eine lösliche Anode und wenigstens eine unlösliche Anode auf, die zumindest teilweise in den Elektrolyten eintauchen. Bei der erfindungsgemäßen Vorrichtung tauchen beide Anodenarten in denselben Elektrolyten ein, in den auch der zu beschichtende Gegenstand getaucht wird. Dabei werden ein, zwei, drei, vier oder mehr lösliche Anoden verwendet, im Fall einer Durchlauf-Galvanikanlage wird je nach Größe des Durchlauf-Elektrolytbehälters eine größere Anzahl von löslichen Anoden verwendet. Außerdem werden, ein, zwei, drei, vier oder mehr unlösliche Anoden verwendet. Die effektive Gesamtoberfläche aller löslichen Anoden ist vorzugsweise größer als die effektive Gesamtoberfläche aller unlöslichen Anoden. Die löslichen und die unlöslichen Anoden sind vorzugsweise im Wesentlichen gleich dimensioniert. In diesem Fall ist die Anzahl der unlöslichen Anoden vorzugsweise kleiner als die Anzahl der löslichen Anoden.

[0024] Der zu beschichtende Gegenstand, der in den Elektrolyten im Elektrolytbehälter getaucht wird, kann mit einem Kathodenanschluss der Vorrichtung verbunden werden, welcher mit einem Minuspol der ersten Gleichstromquelle elektrisch leitend verbunden ist. Der Kathodenanschluss ist in diesem Zusammenhang eine Einrichtung, die geeignet ist, eine elektrisch leitende Verbindung mit dem zu beschichtenden Gegenstand herzustellen. Diese Verbindung ist vorzugsweise lösbar, um den zu beschichtenden Gegenstand einfach auswechseln zu können. Für eine Durchlauf-Galvanikanlage ist diese Verbindung vorzugsweise beweglich ausgestaltet. Der Kathodenanschluss ist vorzugsweise auch mit dem Minuspol der zweiten Gleichstromquelle elektrisch leitend verbunden, sodass beide Gleichstromquellen auf dem gleichen Potential liegen.

[0025] In einer bevorzugten Ausgestaltung der Erfindung ist die Stromstärke der zweiten Gleichstromquelle unabhängig von der Stromstärke der ersten Gleichstromquelle einstellbar. Durch die Regelung der Stromstärke im Stromkreis der wenigstens einen unlöslichen Anode kann über diese wenigstens eine unlösliche Anode die Differenz zwischen anodischer und kathodischer Stromausbeute für die wenigstens eine lösliche Anode ausgeglichen

und so die Metallkonzentration konstant in einem vorbestimmten Bereich gehalten werden.

[0026] Erfindungsgemäß ist eine Steuervorrichtung zum Ansteuern der ersten Gleichstromquelle und der zweiten Gleichstromquelle in Abhängigkeit von wenigstens einem elektrolytischen Parameter, nämlich von wenigstens einem Metallionengehalt, des Elektrolyten im Elektrolytbehälter vorgesehen. Dabei werden beide Gleichstromquellen angesteuert, um die Stromstärken in beiden Stromkreisen zu regeln. Unter einem „elektrolytischen Parameter“ soll in diesem Zusammenhang ein Betriebsparameter der Vorrichtung verstanden werden, welcher die Elektrolyse im Elektrolyten und damit die elektrolytische Beschichtung des zu beschichtenden Gegenstandes beeinflusst. Zu den elektrolytischen Parametern zählen in diesem Zusammenhang insbesondere, aber nicht ausschließlich der Metall (ionen)gehalt, der Säuregehalt, der pH-Wert und die Leitfähigkeit des Elektrolyten sowie die Stromstärke und die Durchlaufgeschwindigkeit.

[0027] Erfindungsgemäß ist durch die Steuervorrichtung die Stromstärke der ersten Gleichstromquelle derart reduzierbar und die Stromstärke der zweiten Gleichstromquelle derart entsprechend erhöhbar, dass der Metallionengehalt im Elektrolyten reduziert wird.

[0028] Erfindungsgemäß ist eine Messvorrichtung zum Erfassen des wenigstens einen elektrolytischen Parameters, nämlich wenigstens des Metallionengehalts, des Elektrolyten im Elektrolytbehälter vorgesehen. Bei dieser Messvorrichtung handelt es sich vorzugsweise um eine Messvorrichtung separat vom Elektrolytbehälter, welcher vorzugsweise regelmäßig dem Elektrolytbehälter entnommene Elektrolytproben zur Analyse zugeführt werden, oder um eine mit dem Elektrolyten im Elektrolytbehälter in Kontakt stehende Messvorrichtung, um eine im Wesentlichen kontinuierliche Analyse durchführen zu können.

[0029] Die erfindungsgemäße Vorrichtung ist vorzugsweise als eine Durchlauf-Vorrichtung zum kontinuierlichen elektrolytischen Beschichten eines Gegenstandes ausgebildet.

[0030] Die Durchlauf-Vorrichtung ist besonders bevorzugt zum Beschichten von Draht oder Bandmaterial einsetzbar.

[0031] Das erfindungsgemäße Verfahren zum elektrolytischen Beschichten eines Gegenstandes weist die Schritte auf: Tauchen eines zu beschichtenden Gegenstandes in einen Elektrolytbehälter mit einem Elektrolyten, in welchen wenigstens eine lösliche Anode, welche mit einem Pluspol einer ersten Gleichstromquelle elektrisch leitend verbunden ist, und wenigstens eine unlösliche Anode, welche mit

einem Pluspol einer zweiten Gleichstromquelle elektrisch leitend verbunden ist, zumindest teilweise eintauchen; Verbinden des zu beschichtenden Gegenstandes elektrisch leitend mit einem Minuspol der ersten Gleichstromquelle und einem Minuspol der zweiten Gleichstromquelle; und Betreiben der zweiten Gleichstromquelle unabhängig von der ersten Gleichstromquelle.

[0032] Mit diesem Verfahren können die gleichen Vorteile wie mit der oben beschriebenen Vorrichtung der Erfindung erzielt werden. Bezüglich der Vorteile, Begriffsdefinitionen und bevorzugten Ausgestaltungen soll deshalb an dieser Stelle nur auf die obigen Ausführungen in Zusammenhang mit der erfindungsgemäßen Vorrichtung verwiesen werden.

[0033] Dabei werden die Stromstärke der ersten Gleichstromquelle und die Stromstärke der zweiten Gleichstromquelle unterschiedlich zueinander eingestellt.

[0034] In einer weiteren bevorzugten Ausgestaltung der Erfindung wird eine Gesamtstromstärke der ersten Gleichstromquelle und der zweiten Gleichstromquelle konstant gehalten.

[0035] In dem erfindungsgemäßen Verfahren wird wenigstens ein elektrolytischer Parameter, nämlich wenigstens ein Metallionengehalt, des Elektrolyten im Elektrolytbehälter durch eine Messvorrichtung erfasst.

[0036] Weiterhin werden in dem erfindungsgemäßen Verfahren die erste Gleichstromquelle und die zweite Gleichstromquelle in Abhängigkeit von dem wenigstens einen elektrolytischen Parameter, nämlich wenigstens dem Metallionengehalt, des Elektrolyten im Elektrolytbehälter durch eine Steuervorrichtung angesteuert.

[0037] Außerdem werden in dem erfindungsgemäßen Verfahren durch die Steuervorrichtung derart die Stromstärke der ersten Gleichstromquelle reduziert und die Stromstärke der zweiten Gleichstromquelle entsprechend erhöht, dass der Metallionengehalt im Elektrolyten reduziert wird.

[0038] In einer noch weiteren Ausgestaltung der Erfindung wird der wenigstens eine elektrolytische Parameter des Elektrolyten im Elektrolytbehälter regelmäßig oder kontinuierlich erfasst.

[0039] In einer noch weiteren bevorzugten Ausgestaltung der Erfindung wird der Gegenstand im Durchlaufverfahren kontinuierlich elektrolytisch beschichtet.

[0040] Die oben beschriebene Vorrichtung der Erfindung und das oben beschriebene Verfahren der

Erfindung werden vorzugsweise zum elektrolytischen Beschichten eines Drahtes eingesetzt, besonders bevorzugt im Durchlaufverfahren.

[0041] Es sei an dieser Stelle vorsorglich darauf hingewiesen, dass die Vorrichtung und das Verfahren der Erfindung jeweils auf keinen speziellen zu beschichtenden Gegenstand, keinen speziellen Elektrolyten, kein spezielles Beschichtungsmaterial, keine speziellen löslichen Anoden und keine speziellen unlöslichen Anoden beschränkt sind.

[0042] Obige sowie weitere Merkmale und Vorteile der Erfindung werden aus der nachfolgenden Beschreibung eines bevorzugten, nicht-einschränkenden Ausführungsbeispiels anhand der beiliegenden Zeichnung besser verständlich. Darin zeigt die einzige **Fig. 1**, größtenteils schematisch, den Aufbau einer Durchlauf-Galvanikanlage gemäß einem bevorzugten Ausführungsbeispiel der vorliegenden Erfindung.

[0043] Die vorliegende Erfindung wird am Beispiel einer Durchlauf-Galvanikanlage näher beschrieben; sie ist aber ebenso bei Chargen-Galvanikanlagen anwendbar.

[0044] Die Galvanikanlage weist einen großen, länglichen Elektrolytbehälter 10 zum Aufnehmen eines geeigneten Elektrolyten 12 auf. Für eine Drahtverzin- nung wird beispielsweise ein methansulfonsaurer Elektrolyt 12 verwendet.

[0045] In dem Elektrolytbehälter 10 ist eine Vielzahl von löslichen Zinnanoden 14 angeordnet. Wie in **Fig. 1** angedeutet, sind diese vorzugsweise in zwei Reihen jeweils paarweise einander gegenüberliegende angeordnet. Die Zinnanoden 14 tauchen jeweils in den Elektrolyten 12 im Elektrolytbehälter 10 ein.

[0046] Die Zinnanoden 14 sind alle mit einem Pluspol einer ersten Gleichstromquelle 16 elektrisch leitend verbunden. Bei der ersten Gleichstromquelle 16 handelt es sich zum Beispiel um einen Gleichrichter, der an ein Versorgungsnetz oder an einen Wechselstromgenerator angeschlossen ist. Die erste Gleichstromquelle 16 ist zum Beispiel für eine Gesamtstromstärke von etwa 6.500 A ausgelegt.

[0047] Der zu beschichtende Draht 18 wird im Durchlaufverfahren in den Elektrolyten 12 im Elektrolytbehälter 10 getaucht. Zu diesem Zweck sind entsprechende Fördervorrichtungen vorhanden, die in **Fig. 1** nicht gezeigt sind. Die Fördergeschwindigkeit des Drahtes 18 durch den Elektrolyten 12 wird an die gewünschte Beschichtungsdicke angepasst.

[0048] Der zu beschichtende Draht 18 wird von einem Kathodenanschluss 20 elektrisch leitend kon-

taktiert, welcher mit dem Minuspol der ersten Gleichstromquelle 16 elektrisch leitend verbunden ist. Auf diese Weise entsteht ein geschlossener Stromkreis vom Pluspol der ersten Gleichstromquelle 16 über die löslichen Zinnanoden 14, den Elektrolyten 12, den Draht 18 und den Kathodenanschluss 20 zum Minuspol der ersten Gleichstromquelle 16.

[0049] Neben den löslichen Zinnanoden 14 sind in dem Elektrolytbehälter 10 zusätzlich unlösliche Anoden 22 derart vorgesehen, dass sie ebenfalls in den Elektrolyten 12 eintauchen. Wie in **Fig. 1** angedeutet, sind die löslichen Anoden 14 und die unlöslichen Anoden 22 im Wesentlichen gleich dimensioniert und geformt, ist die Anzahl der unlöslichen Anoden 22 jedoch deutlich kleiner als die Anzahl der löslichen Anoden 14. Die in den Elektrolyten 12 eintauchende effektive Gesamtoberfläche aller löslichen Anoden 14 ist damit deutlich größer als die effektive Gesamtoberfläche aller unlöslichen Anoden 22.

[0050] Die unlöslichen Anoden 22 sind alle mit einem Pluspol einer zweiten Gleichstromquelle 24 elektrisch leitend verbunden. Bei der zweiten Gleichstromquelle 24 handelt es sich analog zur ersten Gleichstromquelle 16 zum Beispiel um einen Gleichrichter, der an ein Versorgungsnetz oder an einen Wechselstromgenerator angeschlossen ist. Die zweite Gleichstromquelle 24 ist zum Beispiel für eine Gesamtstromstärke im Bereich von etwa 50 bis 150 A ausgelegt.

[0051] Der den zu beschichtenden Draht 18 kontaktierende Kathodenanschluss 20 ist auch mit dem Minuspol dieser zweiten Gleichstromquelle 24 verbunden. Auf diese Weise liegen die Minuspole der ersten und der zweiten Gleichstromquelle 16, 24 auf dem gleichen Potential.

[0052] Erfindungsgemäß sind die erste Gleichstromquelle 16 und die zweite Gleichstromquelle unabhängig voneinander betreibbar. Insbesondere sind die Stromstärken der beiden Gleichstromquellen 16, 24 unabhängig voneinander einstellbar.

[0053] Zu diesem Zweck ist eine Steuervorrichtung 26 vorgesehen, welche die erste Gleichstromquelle 16 und die zweite Gleichstromquelle 24 ansteuert.

[0054] Diese Steuervorrichtung 26 ist mit einer Messvorrichtung 28 verbunden, welche ausgebildet ist, um wenigstens einen elektrolytischen Parameter des Elektrolyten 12 im Elektrolytbehälter 10 zu erfassen. Dies kann beispielsweise kontinuierlich durch eine direkte Messung des Parameters im Elektrolytbehälter 10 oder durch eine regelmäßige Probenentnahme aus dem Elektrolytbehälter 10 und eine anschließende Analyse separat von dem Elektrolytbehälter 10 erfolgen.

[0055] Bei dem elektrolytischen Parameter handelt es sich um einen Betriebsparameter, welcher die Elektrolyse im Elektrolyten und damit die elektrolytische Beschichtung des zu beschichtenden Gegenstandes beeinflusst. Als elektrolytischer Parameter werden von der Messvorrichtung 28 zum Beispiel der Metall(ionen)gehalt, der Säuregehalt, der pH-Wert und/oder die Leitfähigkeit des Elektrolyten 12 erfasst. Weitere Betriebsparameter, die in diesem Zusammenhang von der Messvorrichtung 28 erfasst werden können, sind die Stromstärke und die Durchlaufgeschwindigkeit, welche ebenfalls die elektrolytische Beschichtung des Gegenstandes beeinflussen.

[0056] Die für den Beschichtungsprozess errechnete Stromstärke entspricht zum Beispiel 100%, d.h. die für die gewünschte Schichtdicke benötigten Metallionen gehen von den löslichen Anoden 14 in die Elektrolytlösung 12. Die kathodische Stromausbeute liegt dagegen zum Beispiel nur bei etwa 97%. Mit der Zeit würde daher die Metall(ionen)konzentration im Elektrolyten 12 ansteigen.

[0057] Um dies zu verhindern, können bei der erfindungsgemäßen Vorrichtung durch die Steuervorrichtung 26 die zweite Gleichstromquelle 16 zugeschaltet und so die fehlenden 3% der kathodischen Stromausbeute ausgeglichen werden. Da die unlöslichen Anoden 22 keine Metallionen in den Elektrolyten abgeben, sondern nur der Stromzufuhr dienen, kann auf diese Weise die Metallkonzentration im Elektrolyten im Wesentlichen konstant gehalten werden bzw. konstant in einem vorbestimmten Bereich gehalten werden.

[0058] Dies sei am Beispiel einer Drahtverzinnung in einem methansulfonsauren Elektrolyten näher veranschaulicht. Bei einem Drahtdurchmesser von etwa 1,6 mm und einer gewünschten Zinnbeschichtungsstärke von etwa 5 µm wird der Draht 18 zum Beispiel mit einer Geschwindigkeit von etwa 10 m/s durch den Elektrolyten 12 gefördert.

[0059] Bei einem Verzinnungsstrom von etwa 3.000 A (entspricht einer anodischen Stromausbeute der löslichen Zinnanoden 14 von etwa 100%) und einer kathodischen Stromausbeute von etwa 97% steuert die Steuervorrichtung 26 die zweite Gleichstromquelle 24 derart an, dass sie die Stromausbeutedifferenz von etwa 3% ausgleicht, d.h. eine Stromstärke von etwa 90 A ($= 3\% \times 3.000 \text{ A}$) zur Verfügung stellt.

[0060] Neben dem Konstanthalten der Metall(ionen)konzentration im Elektrolyten 12 ist es auch möglich, einen zu hohen Metallgehalt im Elektrolyten 12 zu korrigieren. Bei einer zu hohen Metall(ionen)konzentration im Elektrolyten 12, welche durch die Messvorrichtung 28 erfasst wird, kann bei der erfindungsgemäßen Vorrichtung durch die Steuervorrichtung 26 die Stromstärke der ersten Gleichstrom-

quelle 16 reduziert und die Stromstärke der zweiten Gleichstromquelle 24 entsprechend erhöht werden. Wenn die Erhöhung der Stromstärke der zweiten Gleichstromquelle 24 größer bemessen ist als die Reduzierung der Stromstärke der ersten Gleichstromquelle 16 kann der Metallgehalt im Elektrolyten 12 mit der Zeit wieder reduziert werden.

Patentansprüche

1. Vorrichtung zum elektrolytischen Beschichten eines Gegenstandes, aufweisend:
einen Elektrolytbehälter (10) mit einem Elektrolyten (12);
eine erste Gleichstromquelle (16);
wenigstens eine lösliche Anode (14), welche zumindest teilweise in den Elektrolyten (12) im Elektrolytbehälter (10) eintaucht und mit einem Pluspol der ersten Gleichstromquelle (16) elektrisch leitend verbunden ist;
wenigstens einen Kathodenanschluss (20), welcher mit einem Minuspol der ersten Gleichstromquelle (16) elektrisch leitend verbunden ist und mit welchem ein in den Elektrolyten (12) im Elektrolytbehälter (10) getauchter, zu beschichtender Gegenstand (18) elektrisch leitend verbindbar ist;
eine zweite Gleichstromquelle (24), welche unabhängig von der ersten Gleichstromquelle (16) betrieben werden kann; und
wenigstens eine unlösliche Anode (22), welche zumindest teilweise in den Elektrolyten (12) im Elektrolytbehälter (10) eintaucht und mit einem Pluspol der zweiten Gleichstromquelle (24) elektrisch leitend verbunden ist;
gekennzeichnet durch
eine Messvorrichtung (28) zum Erfassen wenigstens eines elektrolytischen Parameters, nämlich wenigstens eines Metallionengehalts, des Elektrolyten (12) im Elektrolytbehälter (10) und
eine Steuervorrichtung (26) zum Ansteuern der ersten Gleichstromquelle (16) und der zweiten Gleichstromquelle (24) in Abhängigkeit von dem wenigstens einen elektrolytischen Parameter, nämlich wenigstens dem Metallionengehalt, des Elektrolyten (12) im Elektrolytbehälter (10),
wobei durch die Steuervorrichtung (26) die Stromstärke der ersten Gleichstromquelle (16) derart reduzierbar und die Stromstärke der zweiten Gleichstromquelle (24) derart entsprechend erhöhbar ist, dass der Metallionengehalt im Elektrolyten (12) reduziert wird.

2. Vorrichtung nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet**, dass sie als eine Durchlauf-Vorrichtung zum kontinuierlichen elektrolytischen Beschichten eines Gegenstandes ausgebildet ist.

3. Verfahren zum elektrolytischen Beschichten eines Gegenstandes, mit den Schritten:

Tauchen eines zu beschichtenden Gegenstandes (18) in einen Elektrolytbehälter (10) mit einem Elektrolyten (12), in welchen wenigstens eine lösliche Anode (14), welche mit einem Pluspol einer ersten Gleichstromquelle (16) elektrisch leitend verbunden ist, und wenigstens eine unlösliche Anode (22), welche mit einem Pluspol einer zweiten Gleichstromquelle (24) elektrisch leitend verbunden ist, zumindest teilweise eintauchen;
Verbinden des zu beschichtenden Gegenstandes (18) elektrisch leitend mit einem Minuspol der ersten Gleichstromquelle (16) und einem Minuspol der zweiten Gleichstromquelle (24);
Betreiben der zweiten Gleichstromquelle (24) unabhängig von der ersten Gleichstromquelle (16);
Erfassen wenigstens eines elektrolytischen Parameters, nämlich wenigstens eines Metallionengehalts, des Elektrolyten (12) im Elektrolytbehälter (10) durch eine Messvorrichtung (28);
Ansteuern der ersten Gleichstromquelle (16) und der zweiten Gleichstromquelle (24) in Abhängigkeit von dem wenigstens einen elektrolytischen Parameter, nämlich wenigstens dem Metallionengehalt, des Elektrolyten (12) im Elektrolytbehälter (10) durch eine Steuervorrichtung (26); und
Reduzieren der Stromstärke der ersten Gleichstromquelle (16) und entsprechendes Erhöhen die Stromstärke der zweiten Gleichstromquelle (24) durch die Steuervorrichtung (26) derart, dass der Metallionengehalt im Elektrolyten (12) reduziert wird.

4. Verfahren nach Anspruch 3, **dadurch gekennzeichnet**, dass die Gesamtstromstärke der ersten Gleichstromquelle (16) und der zweiten Gleichstromquelle (24) konstant gehalten wird.

5. Verfahren nach Anspruch 3 oder 4, **dadurch gekennzeichnet**, dass der wenigstens eine elektrolytische Parameter des Elektrolyten (12) im Elektrolytbehälter (10) regelmäßig oder kontinuierlich erfasst wird.

6. Verfahren nach einem der Ansprüche 3 bis 5, **dadurch gekennzeichnet**, dass der Gegenstand (18) im Durchlaufverfahren kontinuierlich elektrolytisch beschichtet wird.

7. Verwendung der Vorrichtung nach einem der Ansprüche 1 bis 2 oder eines Verfahrens nach einem der Ansprüche 3 bis 6 zum elektrolytischen Beschichten eines Drahtes.

Es folgt eine Seite Zeichnungen

Anhängende Zeichnungen

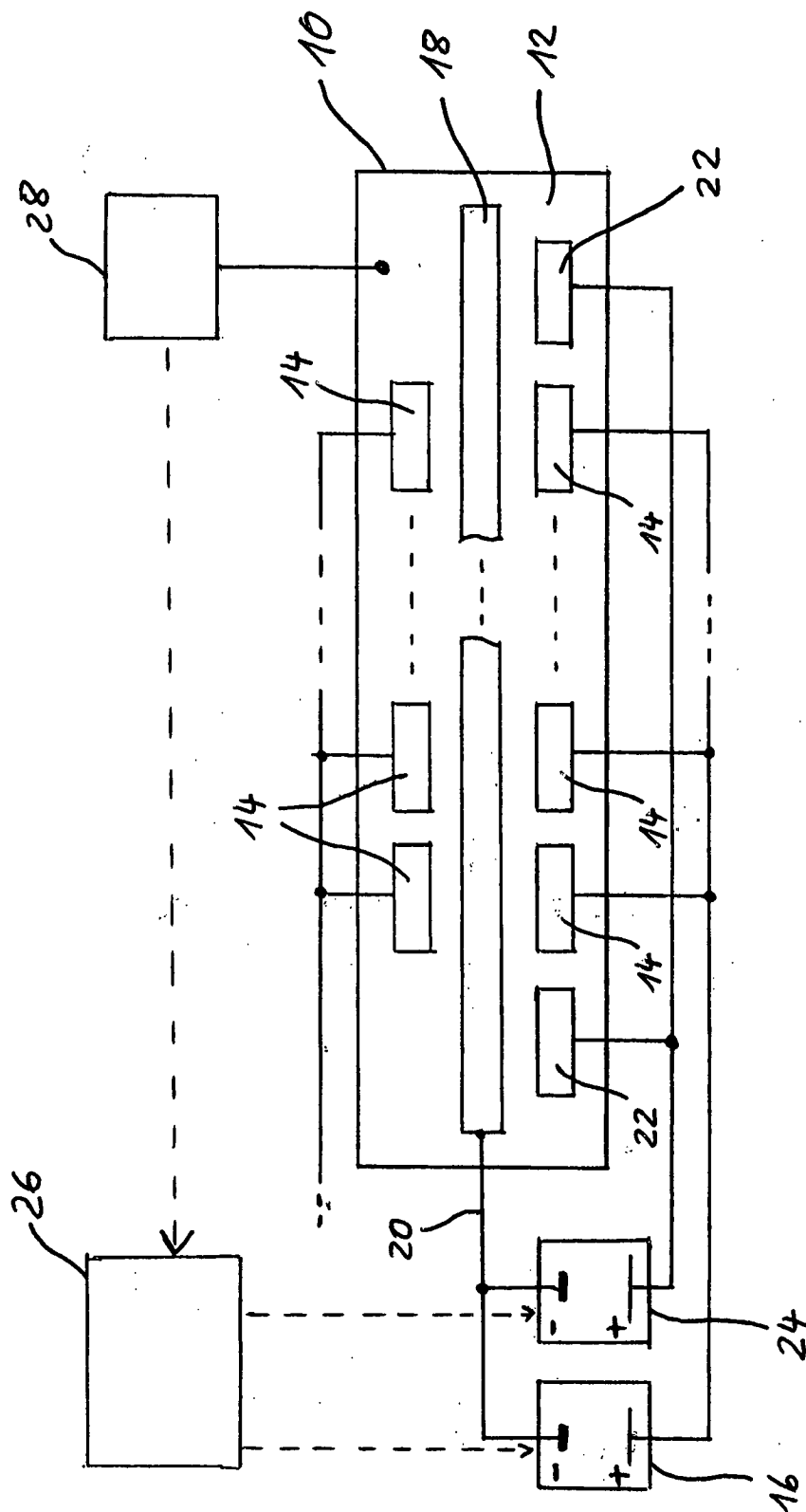


Fig. 1