(19) Europäisches Patentamt
European Patent Office
Office européen des brevets

(11) **EP 2 102 389 B1**

(12) **EUROPÄISCHE PATENTSCHRIFT**

(45) Veröffentlichungstag und Bekanntmachung des Hinweises auf die Patenterteilung:
27.04.2016 Patentblatt 2016/17

(21) Anmeldenummer: **07846700.8**

(22) Anmeldetag: **21.11.2007**

(51) Int Cl.:
C25D 3/22 *(2006.01)* ***C25D 5/08*** *(2006.01)*
C25D 21/10 *(2006.01)*

(86) Internationale Anmeldenummer:
PCT/EP2007/010059

(87) Internationale Veröffentlichungsnummer:
WO 2008/071298 (19.06.2008 Gazette 2008/25)

(54) VERFAHREN ZUR GALVANISCHEN BESCHICHTUNG VON WERKSTÜCKEN IN EINEM ZINKHALTIGEN ELEKTROLYTBAD

METHOD FOR THE GALVANIC COATING OF WORKPIECES IN AN ELECTROLYTE BATH CONTAINING ZINC

PROCÉDÉ DE REVÊTEMENT GALVANIQUE DE PIÈCES DANS UN BAIN ÉLECTROLYTIQUE CONTENANT DU ZINC

(84) Benannte Vertragsstaaten:
AT BE BG CH CY CZ DE DK EE ES FI FR GB GR HU IE IS IT LI LT LU LV MC MT NL PL PT RO SE SI SK TR

(30) Priorität: **14.12.2006 DE 102006060255**

(43) Veröffentlichungstag der Anmeldung:
23.09.2009 Patentblatt 2009/39

(73) Patentinhaber:
- **Holder, Jochen**
  73252 Lenningen (DE)
- **Holder, Rainer**
  73252 Lenningen (DE)

(72) Erfinder:
- **Holder, Jochen**
  73252 Lenningen (DE)
- **Holder, Rainer**
  73252 Lenningen (DE)

(74) Vertreter: **Witte, Weller & Partner Patentanwälte mbB**
Postfach 10 54 62
70047 Stuttgart (DE)

(56) Entgegenhaltungen:
DE-A1- 3 905 100
DE-A1- 19 648 464
US-A- 4 545 865
US-B1- 6 630 060

Anmerkung: Innerhalb von neun Monaten nach Bekanntmachung des Hinweises auf die Erteilung des europäischen Patents im Europäischen Patentblatt kann jedermann nach Maßgabe der Ausführungsordnung beim Europäischen Patentamt gegen dieses Patent Einspruch einlegen. Der Einspruch gilt erst als eingelegt, wenn die Einspruchsgebühr entrichtet worden ist. (Art. 99(1) Europäisches Patentübereinkommen).

EP 2 102 389 B1

Beschreibung

[0001] Die Erfindung betrifft ein Verfahren zur galvanischen Beschichtung von Werkstücken, bei dem die Werkstücke zunächst an einer Transporteinrichtung aufgenommen werden, dann vorbehandelt werden und dann mittels der Transporteinrichtung, vorzugsweise an Gestellen, durch ein zinkhaltiges Elektrolytbad bewegt werden.

[0002] Die galvanische Beschichtung von Werkstücken in zinkhaltigen Elektrolytbädern gehört seit vielen Jahren zur standardmäßigen Oberflächenbehandlung von metallischen Werkstücken.

[0003] Die betreffenden Verzinkungsbäder nehmen einen erheblichen Platzbedarf ein und erfordern erhebliche Durchlaufzeiten, um eine sichere Verzinkung mit einer ausreichenden Schichtqualität zu gewährleisten. Dabei liegen die Durchlaufzeiten meist in der Größenordnung von einer Stunde oder mehr.

[0004] Verzinkungsbäder zum Beschichten von Werkstücken mit reinen Zinkschichten oder mit Zink-Eisen-Schichten oder Zink-Nickel-Schichten sind in vielfältiger Weise am Markt erhältlich. Alkalische, zyanidfreie Verzinkungsbäder enthalten in der Regel Natriumhydroxid oder alternativ Kaliumhydroxid mit etwa 100 bis 150 g/l, wobei der Zinkgehalt je nach Hersteller etwa 8 bis 18 g/l beträgt. Zusätzlich werden organische Zusätze zugesetzt, um hochwertige glänzende Schichten mit gleichmäßiger Schichtdickenverteilung zu erzielen. Je nach Hersteller werden in der Regel etwa 20 bis 30 ml zu reinen Verzinkungsbädern zugesetzt, während bei Zink-Eisen-Bädern etwa 20 bis 60 ml/l und bei Zink-Nickel-Bädern etwa 250 ml/l an organischen Zusätzen zugesetzt werden.

[0005] Die Durchlaufzeit der Werkstücke durch ein Beschichtungsbad werden maßgeblich von der maximal zulässigen Stromdichte beeinflusst. Hohe Stromdichten sind zwar wünschenswert, um kurze Durchlaufzeiten zu erzielen. Jedoch führen zu hohe Stromdichten zu ungleichmäßigen Beschichtungen und zu "Anbrennungen" der Werkstücke an exponierten Stellen. Aus diesem Grund wird die maximal zulässige Stromdichte von den Herstellern der Elektrolytbäder in erheblichem Umfang begrenzt. Für reine Verzinkungsbäder sind je nach Hersteller Stromdichten von maximal 2 bis 3 A/dm^2 zulässig. Für Zink-Eisen-Beschichtungsbäder werden Stromdichten von 1,5 bis 4 A/dm^2 als zulässig angesehen, während für Zink-Nickel-Elektrolytbäder 2,5 bis 3 A/dm^2 als Obergrenze angegeben werden.

[0006] Aus der US 6,630,060 B1 ist ein Verfahren zur galvanischen Beschichtung von Werkstücken bekannt, bei dem die Werkstücke mit einer Stromdichte von 10 A/dm^2 in vier bis sechs Minuten in einem wässrigen Zinkelektrolyt beschichtet werden, der 20 g/l mit 250 g/l KOH, mit 50 g/l K_2CO_3 und verschiedenen kommerziell erhältlichen Zusätzen beschichtet wird. Mit diesem Verfahren wurden Stahlbolzen mit einer durchschnittlichen Dicke von 13 μm mit einer Zinkbeschichtung versehen.

[0007] Aus der DE 196 48 464 A1 ist es ferner grundsätzlich bekannt, dass beim Galvanisieren bei erhöhter Umwälzung von zwei bis neunzig Mal pro Stunde verbesserte Galvanisierergebnisse erzielt werden können.

[0008] Vor diesem Hintergrund liegt der Erfindung die Aufgabe zugrunde, ein Verfahren zur galvanischen Beschichtung von Werkstücken aus ferritischem oder austenitischen Stahl in einem alkalischen, zinkhaltigen Elektrolytbad anzugeben, mit dem die Durchlaufzeit der Werkstücke durch das Elektrolytbad erheblich verkürzt wird und dennoch eine gleichbleibend hohe Qualität der galvanischen Beschichtung gewährleistet ist.

[0009] Diese Aufgabe wird erfindungsgemäß durch ein Verfahren gemäß Anspruch 1 gelöst.

[0010] Die Aufgabe der Erfindung wird auf diese Weise vollkommen gelöst.

[0011] Überraschenderweise wurde festgestellt, dass die Stromdichte während der Verzinkungsbehandlung erheblich erhöht werden kann, wenn eine starke Badagitation gewährleistet ist und gleichzeitig bei erhöhter Temperatur von 25 bis 40°C gearbeitet wird.

[0012] Das Elektrolytbad wird bevorzugt über Düsen, vorzugsweise über Venturi-Düsen, umgewälzt. Hierbei können mehrere oder eine Vielzahl von Düsen verwendet werden, über die Elektrolytflüssigkeit von einer Pumpe mit einem ausreichend hohen Massenstrom in das Bad eingedüst wird. Überschüssige Elektrolytflüssigkeit kann in einem Überlaufbehälter gesammelt werden und von dort aus mittels Pumpenunterstützung über die Düsen wieder in das Elektrolytbad zurückgeführt werden. Durch eine hohe Pumpenleistung und eine ausreichende Anzahl und Verteilung von Düsen, die beispielsweise an der Bodenfläche und/oder an den Seitenflächen des Bades angeordnet sein können, wird hierbei eine gleichmäßige Umwälzung und Verwirbelung der Elektrolytflüssigkeit über das gesamte wirksame Badvolumen gewährleistet. So können Einzelteile, die auf Gestellen durch das Bad bewegt werden, gleichmäßig und mit hoher Geschwindigkeit beschichtet werden.

[0013] Zusätzlich werden die Werkstücke während der elektrolytischen Beschichtung vorzugsweise innerhalb der Elektrolytflüssigkeit mechanisch hin- und herbewegt, vorzugsweise mit einer Geschwindigkeit von 1 bis 10 m/min, wie auch bei herkömmlichen Galvanik-Gestellbädern üblich.

[0014] Die Werkstücke werden vorzugsweise in einem zinkhaltigen Elektrolytbad behandelt, das einen Gehalt an Natriumcarbonat aufweist, der <80 g/l ist.

[0015] Bei Behandlung der Werkstücke in einem alkalischen Zinkbad wird der Zinkgehalt vorzugsweise auf 10 bis 50 g/l eingestellt.

[0016] Bei Behandlung in einem Zinkbad wird der Alkaligehalt vorzugsweise auf 150 bis 200 g/l an Natriumhydroxid oder alternativ an Kaliumhydroxid eingestellt.

[0017] Hierbei werden vorzugsweise organische Zusätze von 25 bis 100 ml/l, vorzugsweise von 30 bis 80 ml/l, weiter bevorzugt von 30 bis 75 ml/l zugesetzt.

[0018] Mit derartigen Behandlungsparametern und einer derartigen Badagitation lassen sich erheblich verkürzte Bad-Durchlaufzeiten erzielen, die in der Größenordnung von einigen Minuten (im Vergleich zu etwa einer Stunde gemäß dem Stand der Technik) liegen. Dabei ist die Qualität der abgeschiedenen Galvanikschichten äußerst zufriedenstellend.

[0019] Bei der Beschichtung von Werkstücken in einem alkalischen Zink-Eisen-Bad wird vorzugsweise ein Zinkgehalt von 10 bis 100 g/l und ein Eisengehalt von 100 bis 1.500 mg/l verwendet.

[0020] Weiter bevorzugt beträgt hierbei der Zinkgehalt 10 bis 50 g/l und der Eisengehalt 100 bis 1.000 mg/l.

[0021] Der Alkaligehalt wird hierbei vorzugsweise auf 150 bis 200 g/l an Natriumhydroxid oder Kaliumhydroxid eingestellt.

[0022] Hierbei werden bevorzugt im alkalischen Zink-Eisen-Bad organische Zusätze von 30 bis 100 ml/l, vorzugsweise von 30 bis 80 ml/l, weiter bevorzugt von 30 bis 60 ml/l zugesetzt.

[0023] Werden Werkstücke aus Stahl mit einer weitgehend glatten Oberfläche aus ferriti-schem oder austenitischem Stahl behandelt, so wird wiederum vorzugsweise eine Stromdichte von 12 bis 18 A/dm^2 verwendet.

[0024] Werden dagegen Gussteile, Druckgussteile, geschmiedete Teile oder Sintermetallteile in einem Zink-Bad oder einem Zink-Eisen-Bad behandelt, so wird eine höhere Stromdichte verwendet, die zwischen 10 und 25 A/dm^2 liegt.

[0025] Hierbei werden vorzugsweise organische Zusätze von 30 bis 100 ml/l, vorzugsweise von 30 bis 80 ml/l, weiter bevorzugt von 30 bis 60 ml/l zugefügt.

[0026] Erfolgt die Behandlung der Werkstücke in einem alkalischen Zink-Nickel-Bad, so wird vorzugsweise ein Zinkgehalt von 10 bis 100 g/l und ein Nickelgehalt von 1,5 bis 10 g/l verwendet. Weiter bevorzugt beträgt der Zinkgehalt hierbei 10 bis 50 g/l und der Nickelgehalt 2 bis 6 g/l.

[0027] Hierbei wird ferner vorzugsweise ein Alkaligehalt von 100 bis 300 g/l, vorzugsweise von 130 bis 200 g/l, besonders bevorzugt von 140 bis 180 g/l an Natriumhydroxid oder alternativ an Kaliumhydroxid verwendet.

[0028] Die Behandlung erfolgt hierbei vorzugsweise bei einer Temperatur von 25 bis 40 °C, vorzugsweise von 28 bis 40 °C.

[0029] Ferner werden vorzugsweise organische Zusätze von 300 bis 1.000 ml/l, vorzugsweise von 300 bis 500 ml/l zugesetzt.

[0030] Werden Werkstücke aus Stahl mit einer relativ glatten Oberfläche behandelt, die aus ferritischem oder austenitischem Stahl bestehen können, so wird eine Stromdichte von 10 bis 13 A/dm^2 verwendet.

[0031] Werden dagegen Gussteile, Druckgussteile, geschmiedete Teile oder Sintermetallteile in einem Zink-Nickel-Bad behandelt, so erfolgt dies mit einer etwas höheren Stromdichte von 10 bis 20 A/dm^2.

[0032] Wie bereits erwähnt, können die Werkstücke vorzugsweise während der elektrolytischen Beschichtung zusätzlich in der Elektrolytflüssigkeit bewegt werden, vorzugsweise mit einer Geschwindigkeit von 1 bis 10 m/min. Grundsätzlich können die Werkstücke auch mit einer höheren Geschwindigkeit innerhalb der Elektrolytflüssigkeit bewegt werden, so dass durch eine schnellere Bewegung der Werkstücke selbst eine geringere Badumwälzung erfolgen kann. Jedoch ist die Bewegung von Werkstücken, die an Gestellen aufgehängt sind, schon grundsätzlich aus mechanischen Gründen nicht beliebig zu steigern. Im Gegensatz zu Trommelware, die in einer Trommel gegebenenfalls mit relativ hoher Geschwindigkeit bewegt werden kann, ist erfindungsgemäß daher eine erhebliche Badagitation notwendig, um die erfindungsgemäß erreichbaren kurzen Durchlaufzeiten bei gleichmäßig hoher Qualität zu gewährleisten.

[0033] Es versteht sich, dass die vorstehend genannten und die nachstehend noch zu erläuternden Merkmale der Erfindung nicht nur in der jeweils angegebenen Kombination, sondern auch in anderen Kombinationen oder in Alleinstellung verwendbar sind, ohne den Rahmen der Erfindung zu verlassen.

[0034] Weitere Merkmale und Vorteile der Erfindung ergeben sich aus der nachfolgenden Beschreibung bevorzugter Ausführungsbeispiele unter Bezugnahme auf die Zeichnung. Es zeigen:

Fig. 1 eine schematische Darstellung eines erfindungsgemäßen Verfahrens zur Oberflächenbehandlung von Werkstücken nebst Vorbehandlung, galvanischer Beschichtung und Nachbehandlung;

Fig. 2 eine Aufsicht auf ein erfindungsgemäßes Elektrolytbad gemäß Fig. 1.

[0035] In Fig. 1 ist ein typischer Verfahrensablauf zur Oberflächenbehandlung von Werkstücken dargestellt und insgesamt mit der Ziffer 10 bezeichnet. Die zu behandelnden metallischen Werkstücke durchlaufen eine Mehrzahl von Stationen 12 - 38. Um eine kompakte Anordnung zu gewährleisten, können die Stationen entlang eines Riementriebes angeordnet sein, wie beispielsweise in Fig. 1 dargestellt ist. Die Werkstücke werden hierbei mittels des an geeigneten Führungen geführten Riementriebes von Station zu Station bewegt. Durch die Riemen wird hierbei der Transport gewährleistet, während die Führung die Tragkräfte für den Transport in x-/y-Richtung aufnimmt.

[0036] Bei den Werkstücken selbst handelt es sich um Einzelteile, die an Gestellen aufgenommen sind, die mittels des Riemens von Station zu Station bewegt werden.

[0037] Die Werkstücke können beispielsweise zunächst an einer Beschickungsstation 12 beladen werden und gelangen von hier aus zu einer Abkochentfettungsstation 14. Hieran schließt sich eine Kaskadenspülung 16 an und eine Beizbehandlung der Werkstücke in einer Beizstation 18. Die Beizstation 18 ist wiederum von einer Kaskadenspülung 20 gefolgt. Hieran schließt sich optional eine Ultaschallreinigung 22 und ggf. eine elektrolytische Entfettung 24 an. An diese schließt sich vorzugsweise eine Dekapierungsstation 26 an, die von einer Kaskadenspülung 28 gefolgt sein kann.

[0038] Dann gelangen die Werkstücke in eine Verzinkungsstation 30 die in Fig. 2 ausführlicher dargestellt ist. Nach Durchlaufen der Verzinkungsstation 30 gelangen die Werkstücke wiederum zu einer Kaskadenspülung 32 und ggf. zu einer Passivierungsstation oder Chromatierungsstation 34. Diese kann optional von einer Versiegelungsstation (Lackierung) 36 gefolgt sein. Schließlich gelangen die Werkstücke zu einer Entladungsstation 38.

[0039] In Fig. 2 ist nun der mögliche Aufbau einer Verzinkungsstation 30 näher dargestellt. Die Verzinkungsstation 30 weist drei hintereinander angeordnete, miteinander gekoppelte Zellen 46, 48, 50 auf, die als Doppelzellen ausgeführt sind und die nacheinander parallel von Werkstücken 68 bzw. 68' durchlaufen werden können, die an Gestellen gehalten sind, die mittels des Riementriebes bewegt werden. Die Werkstücke 68, 68' sind als Kathode geschaltet, und an den Längs-Außenseiten des Verzinkungsbades ist jeweils eine Anode 40, 44 vorgesehen. Zusätzlich ist in der Mitte einer jeden Zelle 46 eine zentrale Anode 42 vorgesehen, die sich, wie auch die beiden äußeren Anoden 40, 44, über die gesamte Länge des Verzinkungsbades erstreckt. Die letzte Zelle 50 mündet in einen Überlauf 52.

[0040] Die Zellen 46, 48, 50 sind mit einer gemeinsamen wässrigen Elektrolytflüssigkeit befüllt, die jeweils über eine Pumpe 54, 56, 58 mit hohem Druck aus dem Überlaufbehälter 52 über Düsen 66 am Boden einer jeden Zelle 46, 48, 50 zugeführt wird. Die Düsen 66 sind gleichmäßig verteilt am Boden einer jeden Zelle 46, 48, 50 angeordnet. Neben einer gleichmäßigen Verteilung ist natürlich auch eine ungleichmäßige Anordnung am Boden und den Badwänden denkbar. Es handelt sich vorzugsweise um Venturi-Düsen, wodurch eine erhöhte Strömungsgeschwindigkeit im Bereich der Austrittstelle einer jeden Düse 66 erreicht wird und gleichzeitig eine verbesserte Zirkulation innerhalb des Badvolumens.

[0041] Jede Pumpe 54, 56, 58 hat eine Pumpleistung von 365 l/min. Durch die Venturi-Wirkung der Düsen 66 ergibt sich eine erhöhte Umwälzung, was zu einer Badumwälzung in jeder Zelle 46, 48, 50 führt, die etwa 146-fach/h beträgt.

[0042] Durch eine derartig hohe Badumwälzung ergibt sich ein intensiver Kontakt der Werkstücke 68, 68' mit der Elektrolytflüssigkeit und eine gleichmäßige Beschichtung bei hoher Stromdichte.

[0043] In der nachfolgenden Tabelle 1 sind für ein alkalisches Verzinkungsbad die wesentlichen Parameter laut Herstellerangaben, die bevorzugten Werte für die Verzinkung von Stahlteilen und anderen Teilen angegeben, sowie Werte von durchgeführten Versuchen an Stahlteilen und Gussteilen.

[0044] Es wurden Verzinkungsbäder der Firma Coventya GmbH, Stadtring Nordhorn 116, D-33334 Gütersloh, Badtyp Performa 269 (Zink-Eisen), sowie Performa 285 (Zink-Nickel), sowie Oklane Star (Zink alkalisch), ferner der Firma Atotech Deutschland GmbH, Industriestraße 69, D-90537 Feucht, Badtyp Reflectalloy (Zink-Nickel) und Protolux (Zink alkalisch), ferner der Firma Kunz GmbH, Untergasse 47 65468 Trebur, Badtyp Al 450 (Zink-Nickel), ferner der Firma SurTec International GmbH, Stuckertstraße 18, D-64673 Zwingenberg, Badtyp 704 (Zink alkalisch), 712 (Zink-Eisen) und 715 (Zink-Nickel) verwendet.

[0045] Als Werkstücke wurden Gussteile für Bremssättel verwendet, wobei es sich unter anderem um Halter, Gehäuse und Rahmen handelte. Daneben wurden Stahlteile aus ferritischem Stahl verschiedener Geometrie untersucht.

[0046] In Tabelle 1 sind nun die Herstellerangaben für ein alkalisches wässriges Verzinkungsbad unter Verwendung von Natriumhydroxid, sowie die erfindungsgemäß bevorzugten Werte und durchgeführten Versuchswerte zusammengefasst. Unter der Spalte "Stahlteile" sind die bevorzugten Werte zur Behandlung von Werkstücken aus Stahl mit relativ glatter Oberfläche zusammengefasst, wobei es sich um ferritischen oder austenitischen Stahl handeln kann. In der Spalte "Andere Teile" sind die bevorzugten Werte zur Behandlung von Gussteilen, Druckgussteilen (wie Al-Druckgussteilen), geschmiedeten Teilen und Sintermetallteilen zusammengefasst. Die Versuchswerte wurden an Stahlteilen aus ferritischem Stahl bzw. Gussteilen gewonnen.

[0047] In Tabelle 2 sind die entsprechenden Angaben für eine Elektrolytbeschichtung in einem Zink-Eisen-Elektrolytbad angegeben, während in Tabelle 3 die entsprechenden Werte für eine Zink-Nickel-Elektrolytbeschichtung zusammengefasst sind. Die Herstellerangaben beziehen sich auf Natriumhydroxidbäder oder alternativ Kaliumhydroxidbäder.

[0048] Die Versuche wurden sowohl in Natriumhydroxidbädern als auch in Kaliumhydroxidbädern durchgeführt.

[0049] Die Durchlaufzeiten der Werkstücke betrugen 1 bis 3 min.

[0050] Tabelle 1 bezieht sich auf eine reine Verzinkung von Werkstücken, während Tabelle 2 sich auf eine Zink-Eisen-Beschichtung mit etwa 0,3 bis 0,8 Gew.-% Fe-Anteil bezieht. Dagegen betrifft Tabelle 3 eine Zink-Nickel-Beschichtung mit einem Nickelanteil von etwa 10 bis 20 Gew.-%.

[0051] Sämtliche Stromdichte-Angaben in dieser Anmeldung beziehen sich auf die kathodische Stromdichte.

[0052] Zusätzlich zu der angegebenen Badumwälzung wurden die Werkstücke 68, 68' mit einer Geschwindigkeit von etwa 3 bis 5 m/min während der Behandlung in x-/y-Richtung hin- und herbewegt.

[0053] Alle Werkstücke erfüllten die Spezifikationen. Die Schichtdicke, die in der Regel zwischen 8 und 16 μm lag, erfüllte die Anforderungen. Die Werkstücke waren blasenfrei und hatten einen guten Glanzgrad.

[0054] Außer der erheblich verkürzten Beschichtungszeit von etwa 1 bis 3 min unterschieden sich die beschichten Werkstücke nicht von Werkstücken, die in herkömmlichen Prozessen laut Herstellerangaben beschichtet wurden. Bei herkömmlichen Prozessen waren lediglich die Durchlaufzeiten erheblich größer und lagen in der Größenordnung von etwa 30 bis 90 min.

[0055] Durch die verwendeten Parameter (erhöhte Konzentrationen von Zink und gegebenenfalls Eisen bzw. Nickel, organischen Zusätzen, bei gleichzeitig erhöhter Temperatur und Stromdichte) ergaben sich in Verbindung mit der starken Badumwälzung drastisch verkürzte Durchlaufzeiten bei gleichzeitig hoher Beschichtungsqualität im Vergleich zu herkömmlichen Beschichtungen.

[0056] Infolge der erheblich verkürzten Durchlaufzeiten lässt sich eine Gesamtanlage deutlich kompakter aufbauen, was zu erheblichen Kosten und Platzvorteilen bei gleichzeitig geringeren Betriebskosten führt.

[0057] Außerdem lassen sich derartig kompakte Anlagen einfacher in eine vorhandene Fertigung integrieren.

Tabelle 1

	Herstellerangaben	Bevorzugte Werte		Versuchswerte	
		Stahlteile	Andere Teile	Stahlteile	Gussteile
(1) Natriumhydroxid/ Kaliumhydroxid	100 - 150 g/l	150 - 200 g/l	150 - 200 g/l	180 g/l	180 g/l
(2) Zinkgehalt	8 - 18 g/l	15 - 30 g/l	15 - 40 g/l	30 g/l	35 g/l
(3) Organische Zusätze	20 - 30 ml/l	25 - 60 ml/l	25 - 75 ml/l	40 ml/l	50 ml/l
(4) Natriumcarbonat	<80 g/l	<80 g/l	<80 g/l	<80 g/l	<80 g/l
(5) Temperatur	25 - 28 °C	25 - 40 °C	25 - 40 °C	40 °C	40 °C
(6) Stromdichte	2 - 3 A/dm^2	5 - 15 A/dm^2	5 - 20 A/dm^2	15 A/dm^2	20 A/dm^2

Tabelle 2

	Herstellerangaben	Bevorzugte Werte		Versuchswerte	
		Stahlteile	Andere Teile	Stahlteile	Gussteile
(1) Natriumhydroxid/ Kaliumhydroxid	120 - 150 g/l	150 - 200 g/l	150 - 200 g/l	180 g/l	180 g/l
(2) Zinkgehalt	8 - 20 g/l	15 - 30 g/l	15 - 40 g/l	30 g/l	35 g/l
(3) Organische Zusätze	20 - 60 ml/l	40 - 80 ml/l	40 - 80 ml/l	40 ml/l	50 ml/l
(4) Natriumcarbonat	<80 g/l	<80 g/l	<80 g/l	<80 g/l	<80 g/l
(5) Temperatur	<21 -/+ - 2 °C	25 -/+ 2 °C	25 -/+ 2 °C	25 °C	28°C
(6) Stromdichte	1,5 - 4 A/dm^2	5 - 15 A/dm^2	5 - 20 A/dm^2	15 A/dm^2	20 A/dm^2
(7) Fe-Gehalt	80 - 450 mg/l	100 - 600 mg/l	100 - 1000 mg/l	100 - 800 mg/l	450 mg/l

Tabelle 3

	Herstellerangaben	Bevorzugte Werte		Versuchswerte	
		Stahlteile	Andere Teile	Stahlteile	Gussteile
(1) Natriumhydroxid/ Kaliumhydroxid	120 - 130 g/l	130 - 180 g/l	130 - 200 g/l	160 g/l	165 g/l

(fortgesetzt)

	Herstellerangaben	Bevorzugte Werte		Versuchswerte	
		Stahlteile	Andere Teile	Stahlteile	Gussteile
(2) Zinkgehalt	6 - 7 g/l	10 - 30 g/l	10 - 40 g/l	28 g/l	30 g/l
(3) Organische Zusätze	250 ml/l	300 - 400 ml/l	300 - 500 ml/l	330 ml/l	350 ml/l
(4) Natriumcarbonat	<80 g/l	<80 g/l	<80 g/l	<80 g/l	<80 g/l
(5) Temperatur	24 -/+ - 1 °C	28 - 35 °C	28 - 40 °C	28 °C	30 °C
(6) Stromdichte	2,5 - 3 A/dm^2	3 - 20 A/dm^2	6 - 30 A/dm^2	10 - 13 A/dm^2	12 - 15 A/dm^2
(7) Ni-Gehalt	1,0 - 1,5 g/l	1,5 - 6 g/l	2 - 6 g/l	4,5 g/l	4,4 g/l

Patentansprüche

1. Verfahren zur galvanischen Beschichtung von Werkstücken (68, 68') aus ferritischem oder austenitischem Stahl, oder in Form von Gussteilen, Druckgussteilen, geschmiedeten Teilen oder Sintermetallteilen, bei dem die Werkstücke (68, 68') zunächst an einer Transporteinrichtung aufgenommen werden, dann vorbehandelt werden und mittels der Transporteinrichtung, vorzugsweise an Gestellen, durch ein alkalisches zinkhaltiges Elektrolytbad mit einem Zinkgehalt von 10 bis 100 g/l und mit einem Alkaligehalt von 150 bis 300 g/l bewegt werden, wobei das Badvolumen über Düsen (66), vorzugsweise über Venturi-Düsen, mindestens 20 Mal pro Stunde umgewälzt wird, vorzugsweise mindestens 30 Mal, vorzugsweise mindestens 40 Mal, weiter bevorzugt mindestens 50 Mal, noch weiter bevorzugt mindestens 80 Mal, weiter bevorzugt mindestens 100 Mal, besonders bevorzugt mindestens 200 Mal pro Stunde umgewälzt wird, wobei die Behandlung im Zinkbad bei 25 bis 40 °C erfolgt,
   wobei die Werkstücke (68, 68') aus ferritischem oder austenitischem Stahl mit einer Strom dichte von 10 bis 20 A/dm^2, bevorzugt von 12 bis 18 A/dm^2 behandelt werden, und wobei Werkstücke in Form von Gussteilen, Druckgussteilen, geschmiedeten Teilen oder Sintermetallteilen mit einer Stromdichte von 10 bis 25 A/dm^2 behandelt werden.

2. Verfahren nach Anspruch 1, bei dem die Werkstücke (68, 68') in einem zinkhaltigen Elektrolytbad behandelt werden, das einen Gehalt an Natriumcarbonat aufweist, der <80 g/l ist.

3. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, bei dem die Werkstücke (68, 68') in einem alkalischen Zinkbad behandelt werden, das einen Zinkgehalt von 10 bis 50 g/l aufweist.

4. Verfahren nach Anspruch 3, bei dem die Werkstücke (68, 68') in einem Zinkbad behandelt werden, das 150 bis 200 g/l an Natriumhydroxid oder Kaliumhydroxid aufweist.

5. Verfahren nach Anspruch 3 oder 4, bei dem die Werkstücke (68, 68') in einem Zinkbad behandelt werden, das organische Zusätze von 25 bis 100 ml/l, vorzugsweise von 30 bis 80 ml/l, weiter bevorzugt von 30 bis 75 ml/l enthält.

6. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 2, bei dem die Werkstücke (68, 68') in einem alkalischen Zink-Eisen-Bad behandelt werden, das einen Zinkgehalt von 10 bis 100 g/l und einen Eisengehalt von 100 bis 1500 mg/l aufweist, und das vorzugsweise einen Zinkgehalt von 10 bis 50 g/l und einen Eisengehalt von 100 bis 1000 mg/l aufweist.

7. Verfahren nach Anspruch 6, bei dem die Werkstücke (68, 68') in einem alkalischen Zink-Eisen-Bad behandelt werden, das einen Alkaligehalt von 100 bis 300 g/l, vorzugsweise von 150 bis 200 g/l an Natriumhydroxid oder Kaliumhydroxid aufweist, und das vorzugsweise eine Temperatur von 25 bis 30 °C aufweist.

8. Verfahren nach Anspruch 6 oder 7, bei dem die Werkstücke (68, 68') in einem alkalischen Zink-Eisen-Bad behandelt werden, das organische Zusätze von 30 bis 100 ml/l, vorzugsweise von 30 bis 80 ml/l, weiter bevorzugt von 30 bis 60 ml/l enthält.

9. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 2, bei dem die Werkstücke (68, 68') in einem alkalischen Zink-Nickel-Bad behandelt werden, das einen Nickelgehalt von 1,5 bis 10 g/l aufweist, und das vorzugsweise einen Zinkgehalt

von 10 bis 50 g/l und einen Nickelgehalt von 2 bis 6 g/l aufweist.

10. Verfahren nach Anspruch 9, bei dem die Werkstücke (68, 68') in einem alkalischen Zink-Nickel-Bad behandelt werden, das einen Alkaligehalt von 100 bis 300 g/l, vorzugsweise von 130 bis 200 g/l, besonders bevorzugt von 140 bis 180 g/l an Natriumhydroxid oder Kaliumhydroxid aufweist, wobei die Temperatur vorzugsweise von 28 bis 40 °C beträgt, und das vorzugsweise organische Zusätze von 300 bis 1000 ml/l, vorzugsweise von 300 bis 500 ml/l enthält.

11. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, bei dem die Werkstücke (68, 68') während der elektrolytischen Beschichtung zusätzlich in der Elektrolytflüssigkeit bewegt werden, vorzugsweise mit einer Geschwindigkeit von 1 bis 10 m/min.

Claims

1. A method for galvanic coating of workpieces (68, 68') of ferritic or austenitic steel, or in the form of cast parts, pressure cast parts, forged parts or sintered metal parts, wherein the workpieces (68, 68') are initially gathered on a transport device, are pre-treated thereafter and are moved through an alkaline zinc-containing electrolyte bath having a zinc content of 10 to 100 g/l and an alkali content of 150 to 300 g/l by means of a transport device, preferably on racks, wherein the bath volume is circulated via nozzles (66), preferably via Venturi nozzles, at least 20 fold per hour, preferably at least 30 fold, preferably at least 40 fold, further preferred at least 50 fold, even farther preferred at least 80 fold, more preferred at least 100 fold, particularly preferred at least 200 fold per hour, wherein the treatment within the zinc bath is performed at 25 to 40°C, wherein the workpieces (68, 68') of ferritic or austenitic steel are treated with a current density of 10 to 20 A/dm^2, preferably with 12 to 18 A/dm^2, and wherein workpieces in the form of cast parts, pressure cast parts, forged parts, or sintered metal parts are treated with a current density of 10 to 25 A/dm^2.

2. The method of claim 1, wherein the workpieces (68, 68') are treated within a zinc containing electrolyte bath having a content of sodium carbonate being < 80 g/l.

3. The method of any of the preceding claims, wherein the workpieces (68, 68') are treated in an alkaline zinc bath having a zinc content of 10 to 50 g/l.

4. The method of claim 3, wherein the workpieces (68, 68') are treated within a zinc bath comprising 150 to 200 g/l of sodium hydroxide or potassium hydroxide.

5. The method of claim 3 or 4, wherein the workpieces (68, 68') are treated within a zinc bath comprising organic additives of 25 to 100 ml/l, preferably of 30 to 80 ml/l, further preferred of 30 to 75 ml/l.

6. The method of any of claims 1 to 2, wherein the workpieces (68, 68') are treated within an alkaline zinc-iron-bath having a zinc content of 10 to 100 g/l and an iron content of 100 to 1500 mg/l and having preferably a zinc content of 10 to 50 g/l and an iron content of 100 to 1000 mg/l.

7. The method of claim 6, wherein the workpieces (68, 68') are treated within an alkaline zinc-iron-bath having an alkali content of 100 to 300 g/l, preferably 150 to 200 g/l of sodium hydroxide or potassium hydroxide, and having preferably a temperature of 25 to 30°C.

8. The method of claim 6 or 7, wherein the workpieces (68, 68') are treated within an alkaline zinc-iron-bath comprising organic additives of 30 to 100 ml/l, preferably of 30 to 80 ml/l, further preferred of 30 to 60 ml/l.

9. The method of any of claims 1 to 2, wherein the workpieces (68, 68') are treated within an alkaline zinc-nickel-bath, having a nickel content of 1.5 to 10 g/l, and preferably having a zinc content of 10 to 50 g/l and a nickel content of 2 to 6 g/l.

10. The method of claim 9, wherein the workpieces (68, 68') are treated within an alkaline zinc-nickel-bath having an alkali content of 100 to 300 g/l, preferably of 130 to 200 g/l, particularly preferred of 140 to 180 g/l of sodium hydroxide or potassium hydroxide, wherein the temperature preferably is 28 to 40°C, and preferably comprising organic additives of 300 to 1000 ml/l, preferably of 300 to 500 ml/l.

11. The method of any of the preceding claims, wherein the workpieces (68, 68') during the electrolytic coating are in addition moved within the electrolyte liquid, preferably at a speed of 1 to 10 m/min.

Revendications

1. Procédé de revêtement galvanique de pièces (68, 68') en acier ferritique ou austénitique, ou sous forme de pièces moulées, de pièces moulées sous pression, de pièce forgées ou de pièces métalliques frittées, dans lequel les pièces (68, 68') sont d'abord reprises sur un dispositif de transport, puis elles sont prétraitées et déplacées au moyen du dispositif de transport, de préférence sur des châssis, à travers un bain électrolytique contenant du zinc avec une teneur en zinc de 10 à 100 g/l et une teneur en alcalis de 150 à 300 g/l, dans lequel le volume du bain est mis en circulation au moyen de buses (66), de préférence des tuyères de Venturi, au moins 20 fois par heure, de préférence au moins 30 fois, de préférence encore au moins 40 fois, de préférence toujours au moins 50 fois, de préférence encore au moins 80 fois, de préférence particulière au moins 100 fois, et de toute préférence encore au moins 200 fois par heure, dans lequel le traitement dans le bain de zinc est exécuté à 25 à 40°C, dans lequel les pièces (68, 68') en acier ferritique ou austénitique sont traitées avec une densité de courant de 10 à 20 A/dm^2, de préférence de 12 à 18 A/dm^2, et dans lequel on traite des pièces en forme de pièces moulées, de pièces moulées sous pression, de pièces forgées ou de pièces métalliques frittées avec une densité de courant de 10 à 25 A/dm^2.

2. Procédé selon la revendication 1, dans lequel les pièces (68, 68') sont traitées dans un bain électrolytique contenant du zinc, qui présente une teneur en carbonate de sodium, qui est < 80 g/l.

3. Procédé selon l'une quelconque des revendications précédentes, dans lequel les pièces (68, 68') sont traitées dans un bain de zinc alcalin, qui présente une teneur en zinc de 10 à 50 g/l.

4. Procédé selon la revendication 3, dans lequel les pièces (68, 68') sont traitées dans un bain de zinc, qui présente une teneur en hydroxyde de sodium ou en hydroxyde de potassium de 150 à 200 g/l.

5. Procédé selon la revendication 3 ou 4, dans lequel les pièces (68, 68') sont traitées dans un bain de zinc, qui contient des additifs organiques de 25 à 100 ml/l, de préférence de 30 à 80 ml/l, et de préférence encore de 30 à 75 ml/l.

6. Procédé selon l'une quelconque des revendications 1 à 2, dans lequel les pièces (68, 68') sont traitées dans un bain zinc-fer alcalin, qui présente une teneur en zinc de 10 à 100 g/l et une teneur en fer de 100 à 1500 mg/l et qui présente de préférence une teneur en zinc de 10 à 50 g/l et une teneur en fer de 100 à 1000 mg/l.

7. Procédé selon la revendication 6, dans lequel les pièces (68, 68') sont traitées dans un bain zinc-fer alcalin, qui présente une teneur en alcalis de 100 à 300 g/l, de préférence de 150 à 200 g/l d'hydroxyde de sodium ou d'hydroxyde de potassium, et qui présente de préférence une température de 25 à 30°C.

8. Procédé selon la revendication 6 ou 7, dans lequel les pièces (68, 68') sont traitées dans un bain zinc-fer alcalin, qui contient des additifs organiques de 30 à 100 ml/l, de préférence de 30 à 80 ml/l, et de préférence encore de 30 à 60 ml/l.

9. Procédé selon l'une quelconque des revendications 1 à 2, dans lequel les pièces (68, 68') sont traitées dans un bain zinc-fer alcalin, qui présente une teneur en nickel de 1,5 à 10 g/l, et qui présente de préférence une teneur en zinc de 10 à 50 g/l et une teneur en nickel de 2 à 6 g/l.

10. Procédé selon la revendication 9, dans lequel les pièces (68, 68') sont traitées dans un bain zinc-nickel alcalin, qui présente une teneur en alcalis de 100 à 300 g/l, de préférence de 130 à 200 g/l, de préférence encore de 140 à 180g/l d'hydroxyde de sodium ou d'hydroxyde de potassium, dans lequel la température vaut de préférence 28 à 40°C, et qui contient de préférence des additifs organiques de 300 à 1000 ml/l, de préférence de 300 à 500 ml/l.

11. Procédé selon l'une quelconque des revendications précédentes, dans lequel les pièces (68, 68') sont en outre déplacées dans le liquide électrolytique, pendant le revêtement électrolytique, de préférence avec une vitesse de 1 à 10 m/min.

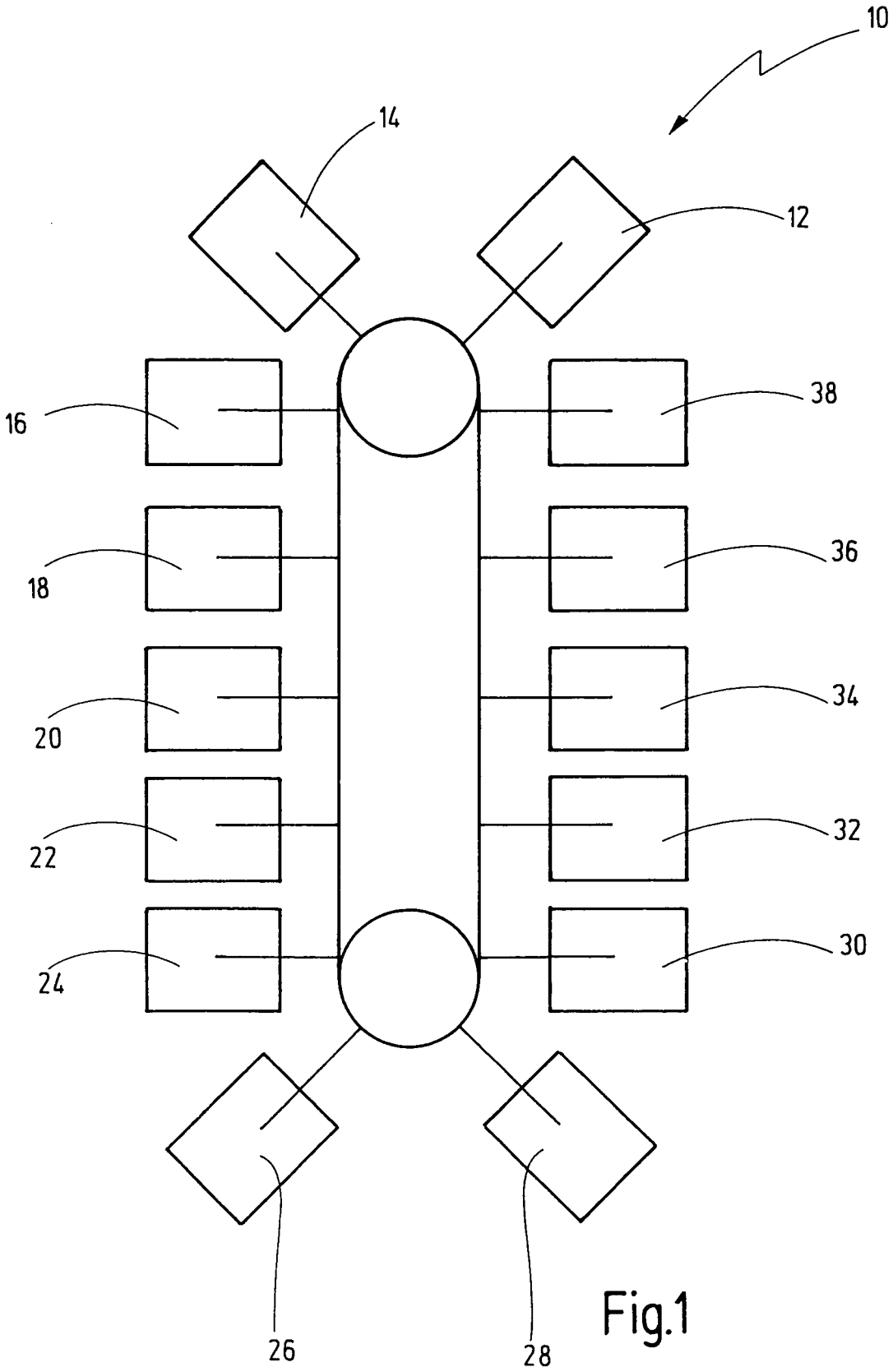


Fig.1

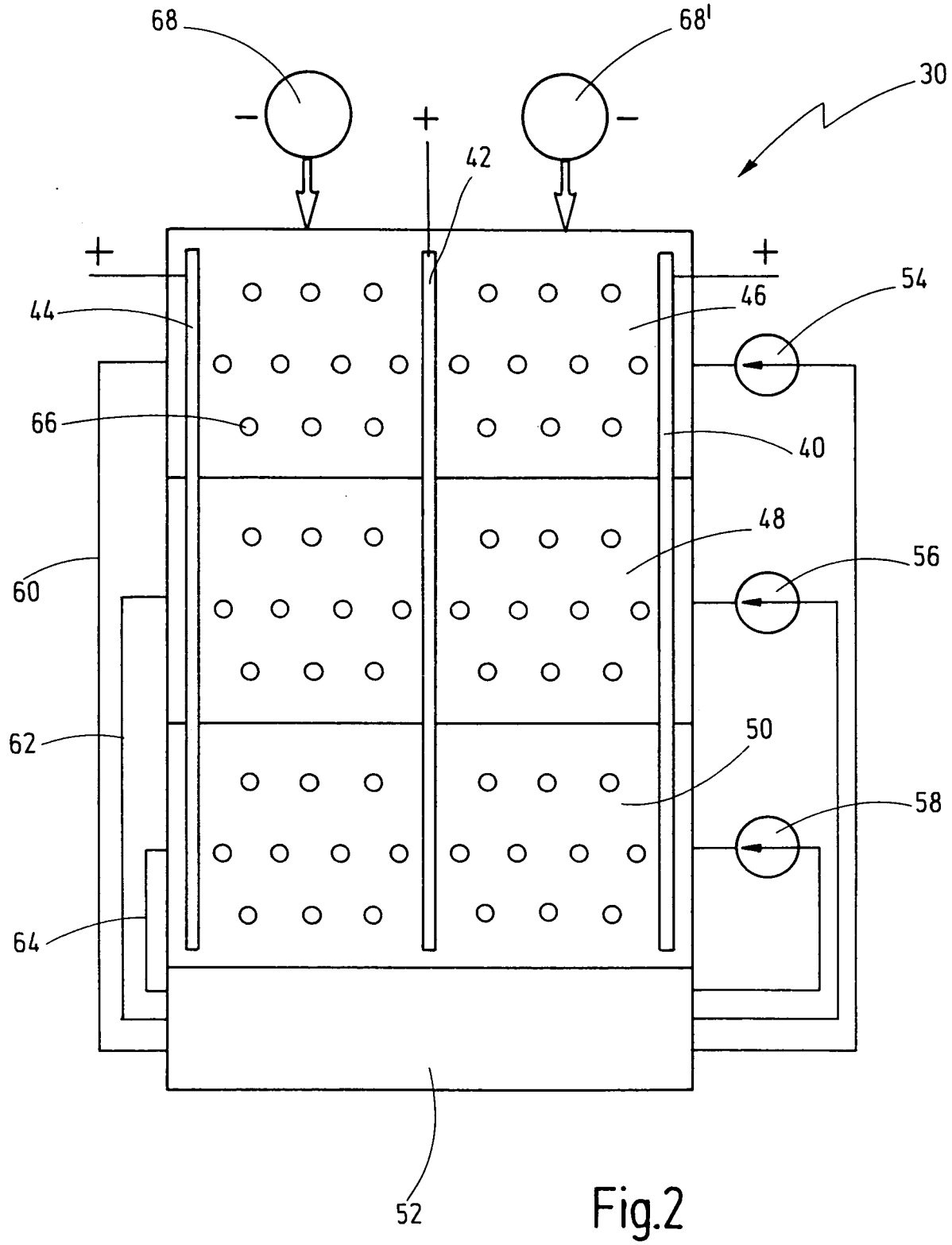


Fig.2

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

- US 6630060 B1 **[0006]**
- DE 19648464 A1 **[0007]**