



(11) **EP 1 997 939 B1**

(12) **EUROPÄISCHE PATENTSCHRIFT**

(45) Veröffentlichungstag und Bekanntmachung des
Hinweises auf die Patenterteilung:
07.10.2009 Patentblatt 2009/41

(51) Int Cl.:
C25D 3/56 ^(2006.01) **C25D 5/14** ^(2006.01)
C25D 7/10 ^(2006.01) **F15B 15/14** ^(2006.01)

(21) Anmeldenummer: **08008397.5**

(22) Anmeldetag: **03.05.2008**

(54) **Hydraulikzylinder sowie dessen Herstellungsverfahren**

Hydraulic cylinders and manufacturing method

Cylindre hydraulique et son procédé de fabrication

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

(30) Priorität: **04.05.2007 DE 102007021390**

(43) Veröffentlichungstag der Anmeldung:
03.12.2008 Patentblatt 2008/49

(73) Patentinhaber: **Weber-Hydraulik GmbH
74363 Güglingen (DE)**

(72) Erfinder:
• **Trivigno, Vincenzo
73667 Kaisersbach (DE)**

• **Wagner, Hartmut
74363 Güglingen (DE)**

(74) Vertreter: **Säger, Manfred
Säger & Partner
Patent- und Rechtsanwaltskanzlei (GbR)
Römersteig 2
Postfach 5
7304 Maienfeld (CH)**

(56) Entgegenhaltungen:
DE-A1- 3 619 336 JP-A- 7 278 845
JP-A- 2000 130 405 US-A- 4 554 219

EP 1 997 939 B1

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).

Beschreibung

[0001] Die Erfindung betrifft einen gattungsgemässen Eisen (Fe) aufweisenden Träger von relativ zueinander über eine Lauffläche bewegten Teilen eines Hydraulikzylinders, insbesondere Kolbenstange, mit einer elektrochemisch aufgetragenen Aussenschicht aus Chrom (Cr).

[0002] Bei solchen bekannten Bauteilen aus Stahl z.B. Kolbenstangen für Hydraulikzylinder, wird die Aussenschicht in einer Dicke von ca. 30 µm als mechanisch verschleissfeste Hartchromschicht (nicht hingegen dekorative Glanzchromschichten von ca. 0,3 bis 0,9 µm wie z.B. in der JP-7278845, JP-8100273 offenbart) aufgebracht. Auf Grund dessen haben sich diese bekannten Mechanik-Bauteile bewährt und sind ausreichend korrosionsbeständig sowie abriebfest.

[0003] Allerdings weisen die solchermassen abgetrennten Chromschichten Zugeigenspannungen auf, durch die Risse in der Chromschicht entstehen können, wodurch der Schutz gegen Korrosion drastisch verringert wird. Üblicherweise wird dieser bei den gattungsgemässen Hydraulikzylindern durch eine elektrochemisch aufgetragene Zwischenschicht aus reinem Nickel (DE 36 19 336 A1) oder durch doppeltes Verchromen, ggf. zusätzlich zu der Zwischenschicht aus reinem Nickel (JP 200 130405 A) oder bei gattungsfremden Bauteilen (DE-40 09 914-C2) durch vorheriges Vernickeln (JP10-251870) verstärkt.

[0004] Die relativ dicke Aussenschicht aus Chrom ist dabei nur mit einer grossen Menge an Chrom und demgemäss mit entsprechend hoher Energie elektrochemisch aufzubringen, was sich in einem vergleichsweise hohen Preis niederschlägt, obgleich für diese bekannten Mechanik-Bauteile nach dem Salz-Sprüh-Test (SST) nur eine Standzeit von 96 h garantiert wird.

[0005] Der Erfindung liegt daher die Aufgabe zugrunde, ein billiger herstellbares Bauteil eines Hydraulikzylinders mit besserer Korrosionsfestigkeit bei gleichzeitig hoher Abriebfestigkeit bereitzustellen.

[0006] Diese Aufgabe wird bei einem gattungsgemässen Bauteil nach dem Oberbegriff des Hauptanspruchs, erfindungsgemäss durch dessen kennzeichnende Merkmale, also dadurch gelöst, dass im Bereich der Lauffläche an den Träger eine elektrochemisch aufgetragene Zwischenschicht aus Nickel-Phosphor (NiP) angrenzt und dass direkt über dieser Zwischenschicht die Aussenschicht angeordnet ist.

[0007] Das Teil bzw. Bauteil des Hydraulikzylinders nach der Erfindung hat überraschenderweise eine gegenüber dem gattungsgemässen Stand der Technik zehn Mal grössere Standzeit von über 900 h nach dem SST, obgleich es mit nur einer ca. 10 bis 12 µm dicken Aussenschicht aus Hartchrom auskommt. Obgleich der Wirkmechanismus nicht bekannt ist, lässt sich aus der hohen Standzeit auf eine absolut dichte Zwischenschicht von typischerweise etwa derselben Dicke wie die Aussenschicht sowie auf eine innigste atomare Verbindung dieser mit der Zwischenschicht aus NiP schliessen. Mög-

licherweise wirkt die Zwischenschicht aus NiP auch ein-ebnend. Infolge der vergleichsweise dünnen Aussenschicht kann das erfindungsgemässe Bauteil entsprechend kostengünstig hergestellt werden, denn die Kosten für die Zwischenschicht schlagen nur gering zu Buche.

[0008] Es sind zwar gattungsfremde Giessformen mit einer Schicht aus NiP bekannt (JP-61249647-A). Diese bis zu 100 µm dicke Schicht weist aber einerseits darin als pulverförmige Partikel mit einer Grösse von bis zu 10 µm dispergiertes Aluminiumoxid (Al₂O₃) auf, das die ein-ebnende Wirkung der Schicht verhindert und die Potentialverhältnisse stört, andererseits Bereiche auf, die nur über eine weitere Schicht mit dem Träger verbunden sind. Ausserdem ist die Aussenschicht aus Chrom mit einer Dicke grösser als 0,05 mm sehr aufwendig.

[0009] Es sind auch aussenstromlos, d.h. nicht elektrochemisch abgeschiedene Zwischenschichten als Verschleiss- und Korrosionsschutz, auch chemisch Nickel (cNi) genannt, bekannt (z.B. US-3,577,276); diese lassen sich jedoch wegen der schlechten atomaren Bindung zwischen cNi und dem elektrochemisch aufgetragenen Hartchrom und der daraus resultierende schlechten Schichthaltung bei der Erfindung nicht als Zwischenschicht einsetzen, ganz abgesehen von weiteren Nachteilen wie geringe Abscheiderate, teure Badinstandhaltung, grosser Einfluss der Badqualität, denn Verunreinigungen im Bad werden mit abgeschieden und verschlechtern die Schichtqualität, aufwändige Vorbehandlung und hohe Prozesstemperaturen. Es kommt erschwerend hinzu, dass die zu beschichtende Oberfläche ein positiveres elektrochemisches Potential als Nickel aufweisen muss.

[0010] Zur Herstellung der erfindungsgemässen Bauteile kommen nur ausschliesslich elektrochemisch abgeschiedene Zwischenschichten aus NiP in Betracht. Solche Beschichtungsverfahren für NiP-Legierungen wurden zuletzt in den 70-er Jahren beschrieben, haben sich Schichten aus NiP kommerziell zunächst jedoch nicht durchgesetzt. Erst heute sind Elektrolyte zur elektrochemischen Abscheidung von Schichten aus NiP bekannt (Galvanotechnik 4/2005; Seite 818 - 822; Eugen G. Leuze Verlag), der auch erfindungsgemäss Einsatz finden kann.

[0011] Jedoch bereitet die Übereinanderanordnung zweier elektrochemisch abgeschiedener Schichten Probleme. So sind z.B. auch praktische Schwierigkeiten bei der elektrochemischen Hartverchromung von hochlegierten Stählen bekannt, die in den ungünstigen Potentialverhältnissen begründet liegen. Zur Erzielung einer atomaren Verbindung der Zwischenschicht mit der Aussenschicht aus Chrom, vorzugsweise Hartchromschicht muss erfahrungsgemäss diese ein höheres Potential als die zu verchromende Zwischenschicht aufweisen. Das ist z.B. bei der als Glanznickelbeschichtung mit einer dünnen Deckschicht aus Chrom (Weichverchromung) auf Ni z.B. bei Badarmaturen bekannten Übereinanderanordnungen aus elektrolytisch abgeschiedenem Nickel

(Ni, nicht NiP) und elektrolytisch abgeschiedenem Chrom, nicht jedoch bei der Zwischenschicht nach der Erfindung aus NiP der Fall.

[0012] Die Zwischenschicht weist eine Dicke von 5 µm bis 30 µm, vorzugsweise 7 µm bis 20 µm, bevorzugt 9 µm bis 15 µm und vorteilhafterweise 10 µm bis 12 µm und die Aussenschicht eine Dicke von 5 µm bis 30 µm, vorzugsweise 7 µm bis 20 µm, bevorzugt 9 µm bis 15 µm und vorteilhafterweise 10 µm bis 12 µm auf.

[0013] Die Erfindung betrifft auch ein bekanntes gattungsgemässes Verfahren zur Herstellung eines Eisen (Fe) als Träger aufweisenden (Bau-)Teils von relativ zueinander über eine Laufläche bewegten Teilen eines Hydraulikzylinder, insbesondere Kolbenstange, mit einer Aussenschicht aus Chrom (Cr), wobei dieses kathodisch in einem Cr im Elektrolyten aufweisenden Verchromungsbad elektrochemisch abgeschieden wird.

[0014] Dieses gattungsgemässe Verfahren nach dem Oberbegriff des Hauptanspruchs zeichnet sich erfindungsgemäss durch dessen kennzeichnende Merkmale, also dadurch aus, dass zunächst auf der das Eisen (Fe) aufweisende Träger elektrochemisch in einem ersten Bad mit einem Ni und P aufweisenden Elektrolyten eine Zwischenschicht aus NiP abgeschieden wird und dass das Bauteil anschliessend in das Verchromungsbad verbracht wird, in welchem es vorzugsweise kathodisch während eines ersten Zeitintervalls mit geringer erster Stromdichte und in zumindest einem weiteren vorletzten Zeitintervall mit einer demgegenüber grösseren vorletzten Stromdichte mit dem sich abscheidenden Cr beschichtet wird.

[0015] Durch diese Massnahmen wird zunächst elektrochemisch die Zwischenschicht aus NiP erzeugt. Danach wird dann das Mechanik-Bauteil direkt -nass in nass- in das Verchromungsbad zur Vermeidung von aufwendig wieder zu beseitigender Passivschichten (DE-2854403-C2) überführt. Ueberraschenderweise wird es durch das Einwirken mit verschiedenen, vorzugsweise stufenweise ansteigenden Stromdichten in mehreren aufeinanderfolgenden Zeitintervallen möglich, die Aussenschicht aus Chrom atomar mit der Zwischenschicht aus NiP innigst ohne eine weitere, zur Reduzierung des Potentials diene, haftungsvermittelnde Zusatzschicht, zu verbinden, obwohl die Schicht als NiP ein höheres Potential als Chrom aufweist.

[0016] Es ist zwar das Beschichten einer Giessform als gattungsfremdes Verfahren mit einer elektrochemisch abgeschiedenen Zwischenschicht aus NiP bekannt (JP-54124831-A); diese ist aber relativ dick im Bereich von 30 µm, ganz abgesehen davon, dass die Aussenschicht im Bereich von 10 µm bis 0.5 mm bemessen sein soll.

[0017] Erfindungsgemäss ist es aber auch möglich, das Bauteil nach einer Lagerung also trocken in nass, mit der Aussenschicht aus Chrom zu beschichten, wozu es zweckmässig ist, das Mechanik-Bauteil vor dem Verchromen vorzubehandeln.

[0018] So wird das Bauteil erfindungsgemäss nach

dem nach dem Entfetten durchgeführten Spülen mit Wasser und vor dem Verbringen in das Verchromungsbad unter Anschliessen an die Anode zwecks (Re)Aktivierung für kurze Zeit einem gesonderten Bad ausgesetzt.

[0019] Insgesamt ist mit dem erfindungsgemässen Verfahren nicht nur eine billigere Herstellung des Mechanik-Bauteils möglich; es wird infolge der besseren Prozessstabilität auch einfacher und problemloser zu steuern werden.

[0020] Zweckmässige Verfahrensschritte des erfindungsgemässen Verfahrens werden nachfolgend genannt. So kann die erste Stromdichte 5 A/dm² und die vorletzte Stromdichte 20 A/dm² betragen.

[0021] Das erste Zeitintervall dauert 300 s und das vorletzte Zeitintervall 120 s. Das sich an das vorletzte Zeitintervall anschliessende letzte Zeitintervall wird mit einer Stromdichte von 50 A/dm² bis zu der gewünschten abgeschiedenen Dicke der Aussenschicht aus Cr bemessen.

[0022] Zwischen dem ersten und dem vorletzten Zeitintervall werden zwei sich anschliessende, weitere Zeitintervalle vorgesehen, die 180 bzw. 120 s lang bemessen werden.

[0023] Die Stromdichten in den zwei weiteren Zeitintervallen werden mit 10 bzw. 15 A/dm² eingestellt.

[0024] Das Bauteil wird nach dem Beschichten mit dem NiP und vor dem Hartverchromen entfettet.

[0025] Das Bauteil wird nach dem Beschichten mit dem NiP und vor dem Hartverchromen bei Ultraschall ggf. in einer alkalischen Lösung, z.B. einer Na-Hydroxid-Lösung entfettet.

[0026] Nach dem alkalischen Entfetten wird das Bauteil als Kathode geschaltet kathodisch entfettet, z.B. bei einer Stromdichte von 12 A/dm², was in einer vorzugsweise zehnprozentigen Na-Hydroxid-Lösung bei einer Stromdichte von 12 A/dm² für 180 s stattfinden kann, wonach das Bauteil nach dem kathodischen Entfetten mit Wasser gespült werden kann.

[0027] Das Bauteil wird nach dem Spülen mit Wasser und vor dem Verbringen in das Verchromungsbad unter Anschliessen an die Anode zwecks Aktivierung einem gesonderten Bad ausgesetzt, das einen schwachen Chromelektrolyten von 140 bis 190, vorzugsweise 150 bis 180 g/l Cr aufweisen kann.

[0028] Das Bauteil kann in dem gesonderten Bad einer Stromdichte von 20 A/dm², z.B. für 15 s, ausgesetzt werden, welches eine Temperatur von 50 bis 60, vorzugsweise 55°C aufweist.

[0029] Das Bauteil wird nach dem gesonderten Bad dem Verchromungsbad ausgesetzt, das 250 bis 350, vorzugsweise 280 bis 320 g/l Cr und eine Temperatur von 50 bis 70, vorzugsweise 55°C aufweisen kann.

[0030] Das erste Bad weist eine Temperatur von 50 bis 74, vorzugsweise 55°C auf.

Patentansprüche

1. Hydraulikzylinder mit einem Eisen (Fe) aufweisenden Träger von relativ zueinander über eine Lauffläche bewegten Teilen des Hydraulikzylinders, insbesondere Kolbenstange, mit einer elektrochemisch aufgetragenen Aussenschicht aus Chrom (Cr), **dadurch gekennzeichnet, dass** an dem Träger im Bereich der Lauffläche eine elektrochemisch aufgetragene Zwischenschicht aus Nickel-Phosphor (NiP) angrenzend anliegt und dass direkt über dieser Zwischenschicht die Aussenschicht angeordnet ist. 5
2. Hydraulikzylinder nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Zwischenschicht eine Dicke von $5\mu\text{m}$ bis $30\mu\text{m}$, vorzugsweise $7\mu\text{m}$ bis $20\mu\text{m}$, bevorzugt $9\mu\text{m}$ bis $15\mu\text{m}$ und vorteilhafterweise $10\mu\text{m}$ bis $12\mu\text{m}$ aufweist. 10
3. Hydraulikzylinder nach Anspruch 1 oder 2, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Aussenschicht eine Dicke von $5\mu\text{m}$ bis $30\mu\text{m}$, vorzugsweise $7\mu\text{m}$ bis $20\mu\text{m}$, bevorzugt $9\mu\text{m}$ bis $15\mu\text{m}$ und vorteilhafterweise $10\mu\text{m}$ bis $12\mu\text{m}$ aufweist. 15
4. Verfahren zur Herstellung eines Eisen (Fe) als Träger aufweisenden Teils von relativ zueinander über eine Lauffläche bewegten Teilen eines Hydraulikzylinders, insbesondere Kolbenstange, mit einer Aussenschicht aus Chrom (Cr), wobei dieses kathodisch in einem Cr im Elektrolyten aufweisenden Verchromungsbad elektrochemisch abgeschieden wird, **dadurch gekennzeichnet, dass** zunächst auf dem Träger elektrochemisch in einem ersten Bad mit einem Nickel (Ni) und Phosphor (P) aufweisenden Elektrolyten eine Zwischenschicht aus NiP kathodisch abgeschieden wird, dass das Teil anschließend in das Verchromungsbad verbracht wird und dass das Bauteil entweder mit ständig ansteigender elektrischer Stromdichte oder während eines ersten Zeitintervalls mit einer ersten Stromdichte und in zumindest einem weiteren vorletzten Zeitintervall mit einer demgegenüber grösseren vorletzten Stromdichte mit dem sich elektrochemisch abscheidenden Cr beschichtet wird. 20
5. Verfahren nach Anspruch 4, **dadurch gekennzeichnet, dass** die erste Stromdichte 5 A/dm^2 beträgt. 25
6. Verfahren nach Anspruch 4, **dadurch gekennzeichnet, dass** die vorletzte Stromdichte 20 A/dm^2 beträgt. 30
7. Verfahren nach Anspruch 4, **dadurch gekennzeichnet, dass** das erste Zeitintervall 300 s dauert. 35
8. Verfahren nach Anspruch 4, **dadurch gekennzeichnet, dass** das vorletzte Zeitintervall 120 s dauert. 40
9. Verfahren nach Anspruch 4, **dadurch gekennzeichnet, dass** das sich an das vorletzte Zeitintervall anschliessende letzte Zeitintervall mit einer Stromdichte von 50 A/dm^2 bis zu der gewünschten abgeschiedenen Dicke der Aussenschicht aus Cr bemessen wird. 45
10. Verfahren nach Anspruch 4, **dadurch gekennzeichnet, dass** zwischen dem ersten und dem vorletzten Zeitintervall zwei sich anschliessende, weitere Zeitintervalle vorgesehen werden. 50
11. Verfahren nach Anspruch 10, **dadurch gekennzeichnet, dass** die zwei weiteren Zeitintervalle 180 bzw. 120 s lang bemessen werden. 55
12. Verfahren nach Anspruch 10 oder 11, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Stromdichten in den zwei weiteren Zeitintervallen mit 10 bzw. 15 A/dm^2 eingestellt werden.
13. Verfahren nach Anspruch 4, **dadurch gekennzeichnet, dass** das Bauteil nach dem Beschichten mit dem NiP und vor dem Hartverchromen entfettet wird.
14. Verfahren nach Anspruch 13, **dadurch gekennzeichnet, dass** das Bauteil nach dem Beschichten mit dem NiP und vor dem Hartverchromen bei Ultraschall entfettet wird.
15. Verfahren nach Anspruch 14, **dadurch gekennzeichnet, dass** das Bauteil nach dem Beschichten mit dem NiP und vor dem Hartverchromen unter Ultraschall in einer alkalischen Lösung entfettet wird.
16. Verfahren nach Anspruch 15, **dadurch gekennzeichnet, dass** das Bauteil nach dem Beschichten mit dem NiP und vor dem Hartverchromen unter Ultraschall in einer Na-Hydroxid-Lösung alkalisch entfettet wird.
17. Verfahren nach Anspruch 13, **dadurch gekennzeichnet, dass** das Bauteil nach dem alkalischen Entfetten als Kathode geschaltet kathodisch entfettet wird.
18. Verfahren nach Anspruch 17, **dadurch gekennzeichnet, dass** das kathodische Entfetten in einer Na-Hydroxid-Lösung bei einer Stromdichte von 12 A/dm^2 stattfindet.
19. Verfahren nach Anspruch 18, **dadurch gekennzeichnet, dass** das kathodische Entfetten in einer vorzugsweise zehnprozentigen Na-Hydroxid-Lö-

sung bei einer Stromdichte von 12 A/dm² für 180 s stattfindet.

20. Verfahren nach einem der vorangegangenen Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** das Bauteil nach dem kathodischen Entfetten mit Wasser gespült wird. 5
21. Verfahren nach einem der vorangegangenen Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** das Bauteil nach dem Spülen mit Wasser und vor dem Verbringen in das Verchromungsbad unter Anschliessen an die Anode zwecks Aktivierung einem gesonderten Bad ausgesetzt wird. 10
22. Verfahren nach Anspruch 21, **dadurch gekennzeichnet, dass** das gesonderte Bad einen schwachen Chromelektrolyten aufweist. 15
23. Verfahren nach Anspruch 22, **dadurch gekennzeichnet, dass** der schwache Chromelektrolyt 140 bis 190, vorzugsweise 150 bis 180 g/l Cr aufweist. 20
24. Verfahren nach Anspruch 22 oder 23, **dadurch gekennzeichnet, dass** das Bauteil in dem gesonderten Bad einer Stromdichte von 20 A/dm² ausgesetzt wird. 25
25. Verfahren nach Anspruch 24, **dadurch gekennzeichnet, dass** das Bauteil in dem gesonderten Bad einer Stromdichte von 20 A/dm² für 15 s ausgesetzt wird. 30
26. Verfahren nach Anspruch 22, **dadurch gekennzeichnet, dass** das gesonderten Bad eine Temperatur von 50 bis 60, vorzugsweise 55°C aufweist. 35
27. Verfahren nach einem der vorangegangenen Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** das Bauteil nach dem gesonderten Bad dem Verchromungsbad ausgesetzt wird. 40
28. Verfahren nach Anspruch 4, **dadurch gekennzeichnet, dass** das Verchromungsbad 250 bis 350, vorzugsweise 280 bis 320 g/l Cr aufweist. 45
29. Verfahren nach Anspruch 4, **dadurch gekennzeichnet, dass** das Verchromungsbad eine Temperatur von 50 bis 70, vorzugsweise 55°C aufweist. 50
30. Verfahren nach Anspruch 4, **dadurch gekennzeichnet, dass** das ersten Bad eine Temperatur von 50 bis 74, vorzugsweise 55°C aufweist. 55

Claims

1. Hydraulic cylinder with a carrier comprising iron (Fe)

for parts of the hydraulic cylinder moved relative to one another over a running surface, in particular, a piston rod, with an electrochemically applied outer layer made of chromium (Cr),

characterised in that

an electrochemically applied intermediate layer made of nickel phosphorus (NiP) is arranged in direct contact with the carrier in the region of the running surface, and that the outer layer is arranged directly above this intermediate layer.

2. Hydraulic cylinder according to claim 1,

characterised in that

the intermediate layer provides a thickness from 5 µm to 30 µm, preferably 7 µm to 20 µm, by preference 9 µm to 15 µm and advantageously 10 µm to 12 µm.

3. Hydraulic cylinder according to claim 1 or 2,

characterised in that

the outer layer provides a thickness from 5 µm to 30 µm, preferably 7 µm to 20 µm, by preference 9 µm to 15 µm and advantageously 10 µm to 12 µm

4. Method for manufacturing a part comprising iron (Fe) as a carrier for parts of a hydraulic cylinder moved relative to one another over a running surface, in particular, a piston rod, with an outer layer made of chromium (Cr), wherein the latter is deposited electrochemically by cathodic deposition in a chromium-plating bath providing Cr in the electrolyte,

characterised in that

initially, in a first bath with an electrolyte providing nickel (Ni) and phosphorus (P), an intermediate layer made of NiP is electrochemically deposited on the carrier by cathodic deposition, that the part is then introduced into the chromium-plating bath and that the structural part is coated with the electrochemically deposited Cr either with constantly increasing electrical current density or during a first time interval with a first current density and in at least one further, penultimate time interval with a relatively larger, penultimate current density by comparison with the latter.

5. Method according to claim 4,

characterised in that

the first current density is 5 A/dm²

6. Method according to claim 4,

characterised in that

the penultimate current density is 20 A/dm².

7. Method according to claim 4,

characterised in that

the first time interval lasts 300 s.

8. Method according to claim 4,

characterised in that

the penultimate time interval lasts 120 s.

9. Method according to claim 4,
characterised in that
the last time interval following the penultimate time interval is dimensioned with a current density of 50 A/dm² up to the required deposited thickness of the outer layer of Cr.
10. Method according to claim 4,
characterised in that
two further, mutually adjacent time intervals are provided between the first and the penultimate time interval.
11. Method according to claim 10,
characterised in that
the two further time intervals are dimensioned at 180 and respectively 120 s long.
12. Method according to claim 10 or 11,
characterised in that
the current densities in the two further time intervals are set to 10 and respectively 15 A/dm².
13. Method according to claim 4,
characterised in that
the structural part is degreased after coating with the NiP and before the hard chromium-plating.
14. Method according to claim 13,
characterised in that
the structural part is ultrasonically degreased after coating with the NiP and before the hard chromium-plating.
15. Method according to claim 14,
characterised in that,
after coating with the NiP and before the hard chromium-plating, the structural part is ultrasonically degreased in an alkaline solution.
16. Method according to claim 15,
characterised in that,
after coating with the NiP and before the hard chromium-plating, the structural part is degreased in an Na-hydroxide solution by ultrasonic alkaline degreasing.
17. Method according to claim 13,
characterised in that,
after the alkaline degreasing, the structural part is degreased in a cathodic manner connected as a cathode.
18. Method according to claim 17,
characterised in that

the cathodic degreasing takes place in an Na-hydroxide solution with a current density of 12 A/dm².

- 5 19. Method according to claim 18,
characterised in that
the cathodic degreasing takes place in a preferably ten-percent Na-hydroxide solution with a current density of 12 A/dm² for 180 s.
- 10 20. Method according to any one of the preceding claims,
characterised in that
the structural part is rinsed with water after the cathodic degreasing.
- 15 21. Method according to any one of the preceding claims,
characterised in that,
after the rinsing with water and before introduction into the chromium-plating bath, the structural part is subjected to a separate bath with connection to the anode for the purpose of activation.
- 20 22. Method according to claim 21,
characterised in that
the separate bath provides a weak chromium electrolyte.
- 25 23. Method according to claim 22,
characterised in that
the weak chromium electrolyte provides 140 to 190, preferably 150 to 180 g/l Cr.
- 30 24. Method according to claim 22 or 23,
characterised in that,
in the separate bath, the structural part is subjected to a current density of 20 A/dm².
- 35 25. Method according to claim 24,
characterised in that,
in the separate bath, the structural part is subjected to a current density of 20 A/dm² for 15 s.
- 40 26. Method according to claim 22,
characterised in that
the separate bath provides a temperature from 50 to 60, preferably 55°C.
- 45 27. Method according to any one of the preceding claims,
characterised in that,
after the separate bath, the structural part is subjected to the chromium-plating bath.
- 50 28. Method according to claim 4,
characterised in that
the chromium-plating bath provides 250 to 350, preferably 280 to 320 g/l Cr.
- 55

29. Method according to claim 4, **characterised in that** the chromium-plating bath provides a temperature from 50 to 70, preferably 55°C.
30. Method according to claim 4, **characterised in that** the first bath provides a temperature from 50 to 74, preferably 55°C.

Revendications

1. Vérin hydraulique avec un support contenant du fer (Fe), supportant des pièces du vérin hydraulique, mobiles les unes par rapport aux autres sur une surface de glissement, en particulier une tige de piston, avec une couche extérieure en chrome (Cr), déposée par voie électrochimique, **caractérisé en ce qu'une** couche intermédiaire en nickel et phosphore (NiP), déposée par voie électrochimique, est contiguë sur le support dans la zone de la surface de glissement, et **en ce que** la couche extérieure est agencée directement au-dessus de ladite couche intermédiaire.
2. Vérin hydraulique selon la revendication 1, **caractérisé en ce que** la couche intermédiaire a une épaisseur de 5 μm à 30 μm , de préférence de 7 μm à 20 μm , de manière préférée de 9 μm à 15 μm et de manière avantageuse de 10 μm à 12 μm .
3. Vérin hydraulique selon la revendication 1 ou 2, **caractérisé en ce que** la couche extérieure a une épaisseur de 5 μm à 30 μm , de préférence de 7 μm à 20 μm , de manière préférée de 9 μm à 15 μm et de manière avantageuse de 10 μm à 12 μm .
4. Procédé de réalisation d'une pièce formant support, contenant du fer (Fe), supportant des pièces d'un vérin hydraulique, mobiles les unes par rapport aux autres sur une surface de glissement, en particulier une tige de piston, avec une couche extérieure en chrome (Cr), celle-ci étant déposée par voie cathodique selon un processus électrochimique dans un bain de chromage contenant du Cr dans l'électrolyte, **caractérisé en ce que**, tout d'abord, une couche intermédiaire en NiP est déposée sur le support par voie cathodique selon un processus électrochimique dans un premier bain avec un électrolyte contenant du nickel (Ni) et du phosphore (P), **en ce que**, ensuite, la pièce est amenée dans le bain de chromage et **en ce que** la pièce est revêtue avec le Cr se déposant par voie électrochimique, soit avec une densité de courant électrique augmentant en continu, soit pendant un premier intervalle de temps avec une première densité de courant et au moins un autre avant-dernier intervalle de temps avec une avant-

dernière densité de courant supérieure à celle-ci.

5. Procédé selon la revendication 4, **caractérisé en ce que** la première densité de courant est de l'ordre de 5 A/dm².
6. Procédé selon la revendication 4, **caractérisé en ce que** l'avant-dernière densité de courant est de l'ordre de 20 A/dm².
7. Procédé selon la revendication 4, **caractérisé en ce que** le premier intervalle de temps dure 300 s.
8. Procédé selon la revendication 4, **caractérisé en ce que** l'avant-dernier intervalle de temps dure 120 s.
9. Procédé selon la revendication 4, **caractérisé en ce que** le dernier intervalle de temps, consécutif à l'avant-dernier intervalle de temps, est défini avec une densité de courant de 50 A/dm² jusqu'à l'épaisseur déposée souhaitée de la couche extérieure en Cr.
10. Procédé selon la revendication 4, **caractérisé en ce qu'il** est prévu deux intervalles de temps supplémentaires consécutifs entre le premier et l'avant-dernier intervalle de temps.
11. Procédé selon la revendication 10, **caractérisé en ce que** les deux intervalles de temps supplémentaires durent 180 et respectivement 120 s.
12. Procédé selon la revendication 10 ou 11, **caractérisé en ce que** les densités de courant dans les deux intervalles de temps supplémentaires sont réglées à 10 et respectivement 15 A/dm².
13. Procédé selon la revendication 4, **caractérisé en ce que** la pièce est dégraissée après le revêtement avec le NiP et avant le chromage dur.
14. Procédé selon la revendication 13, **caractérisé en ce que** la pièce est dégraissée par ultrasons après le revêtement avec le NiP et avant le chromage dur.
15. Procédé selon la revendication 14, **caractérisé en ce que** la pièce est dégraissée par ultrasons dans une solution alcaline après le revêtement avec le NiP et avant le chromage dur.
16. Procédé selon la revendication 15, **caractérisé en ce que** la pièce est dégraissée par ultrasons dans une solution d'hydroxyde de Na après le revêtement avec le NiP et avant le chromage dur.
17. Procédé selon la revendication 13, **caractérisé en ce que**, après le dégraissage alcalin, la pièce, mon-

tée en tant que cathode, est dégraissée par voie cathodique.

74, de préférence 55°C.

18. Procédé selon la revendication 17, **caractérisé en ce que** le dégraissage cathodique est effectué dans une solution d'hydroxyde de Na avec une densité de courant de 12 A/dm². 5
19. Procédé selon la revendication 18, **caractérisé en ce que** le dégraissage cathodique est effectué dans une solution, de préférence, à dix pour cent d'hydroxyde de Na avec une densité de courant de 12 A/dm² et pendant 180 s. 10
20. Procédé selon une des revendications précédentes, **caractérisé en ce que** la pièce est lavée à l'eau après le dégraissage cathodique. 15
21. Procédé selon une des revendications précédentes, **caractérisé en ce que** la pièce, après le lavage à l'eau et avant l'introduction dans le bain de chromage, est soumise à un bain spécial, moyennant le raccordement à l'anode en vue d'une activation. 20
22. Procédé selon la revendication 21, **caractérisé en ce que** le bain spécial comporte un électrolyte faible au chrome. 25
23. Procédé selon la revendication 22, **caractérisé en ce que** l'électrolyte faible au chrome contient 140 à 190, de préférence 150 à 180 g/l de Cr. 30
24. Procédé selon la revendication 22 ou 23, **caractérisé en ce que** la pièce dans le bain spécial est exposée à une densité de courant de 20 A/dm². 35
25. Procédé selon la revendication 24, **caractérisé en ce que** la pièce dans le bain spécial est exposée à une densité de courant de 20 A/dm² pendant 15 s. 40
26. Procédé selon la revendication 22, **caractérisé en ce que** le bain spécial a une température de 50 à 60, de préférence 55°C. 45
27. Procédé selon une des revendications précédentes, **caractérisé en ce que** la pièce est introduite dans le bain de chromage après le bain spécial. 50
28. Procédé selon la revendication 4, **caractérisé en ce que** le bain de chromage comporte 250 à 350, de préférence 280 à 320 g/l de Cr. 55
29. Procédé selon la revendication 4, **caractérisé en ce que** le bain de chromage a une température de 50 à 70, de préférence 55°C. 55
30. Procédé selon la revendication 4, **caractérisé en ce que** le premier bain a une température de 50 à

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

- JP 7278845 B [0002]
- JP 8100273 B [0002]
- DE 3619336 A1 [0003]
- JP 200130405 A [0003]
- DE 4009914 C2 [0003]
- JP 10251870 A [0003]
- JP 61249647 A [0008]
- US 3577276 A [0009]
- DE 2854403 C2 [0015]
- JP 54124831 A [0016]

In der Beschreibung aufgeführte Nicht-Patentliteratur

- Galvanotechnik. Eugen G. Leuze Verlag, April 2005, 818-822 [0010]