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

(11) **EP 1 798 313 B1**

(12) **EUROPÄISCHE PATENTSCHRIFT**

(45) Veröffentlichungstag und Bekanntmachung des Hinweises auf die Patenterteilung:
**13.12.2017 Patentblatt 2017/50**

(51) Int Cl.:
***C25D 3/10*** *(2006.01)*

(21) Anmeldenummer: **06004787.5**

(22) Anmeldetag: **09.03.2006**

(54) **Verfahren zur Abscheidung rissfreier, korrosionsbeständiger und harter Chrom- und Chromlegierungsschichten**

Process for depositing crack-free, corrosion resistant and hard chromium and chromium alloy layers

Procédé pour la déposition des couches de chrome et d'alliage de chrome, sans fissure, résistantes contre la corrosion et dures

(84) Benannte Vertragsstaaten:
**FR GB IT NL**

(30) Priorität: **13.12.2005 DE 102005059367**

(43) Veröffentlichungstag der Anmeldung:
**20.06.2007 Patentblatt 2007/25**

(73) Patentinhaber: **MacDermid Enthone Inc.**
**Waterbury, CT 06702 (US)**

(72) Erfinder:
- **Horsthemke, Helmut**
  **42697 Solingen (DE)**
- **Bentele, Matthias**
  **40723 Hilden (DE)**

(74) Vertreter: **Michalski Hüttermann & Partner**
**Patentanwälte mbB**
**Speditionstraße 21**
**40221 Düsseldorf (DE)**

(56) Entgegenhaltungen:
**EP-A- 0 348 043**
**DE-A1- 4 302 564**
**DE-C1- 4 011 201**
**US-A- 3 804 728**
**US-A- 4 472 249**
**US-A- 4 588 481**
**US-A- 4 828 656**
**US-B1- 6 251 253**

- **G.A. LAUSMANN AND J.N.M. UNRUH: "Die galvanische Verchromung" SCHRIFTENREIHE GALVANOTECHNIK UND OBERFLÄCHENBEHANDLUNG, Bd. 27, 1. Januar 1900 (1900-01-01), XP009099872**

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 1 798 313 B1

## Beschreibung

**[0001]** Die vorliegende Patentanmeldung betrifft ein Verfahren zur Abscheidung einer rissfreien, korrosionsbeständigen und harten Chrom- oder Chromlegierungsschicht sowie einen Elektrolyten zur Abscheidung einer solchen.

**[0002]** Die Beschichtung von Oberflächen mittels galvanotechnischer Verfahren nimmt seit Jahrzehnten eine führende Position im Bereich der Oberflächenveredelung ein. Hierbei können die Gründe zur Beschichtung von Substratoberflächen eine Verbesserung der Oberflächeneigenschaft hinsichtlich Härte, Abrasivität oder Korrosionsbeständigkeit sein, oder auch rein ästhetisch begründet sein, um das dekorative Aussehen von Substraten gefälliger zu gestalten.

**[0003]** Gleichfalls ist es bereits lange aus dem Stand der Technik bekannt, Oberflächen mittels chromhaltiger Elektrolyten zu verchromen. Die abgeschiedenen Chromschichten weisen in Abhängigkeit des eingesetzten Elektrolyten und der Verfahrensparameter ganz unterschiedliche Eigenschaften hinsichtlich Härte, Korrosionsbeständigkeit und Glanz auf.

**[0004]** Aus dem Stand der Technik ist es bekannt, saure Chrom (V1)-haltige Elektrolytzusammensetzungen, welche darüber hinaus beispielsweise einen Sulfationenhaltigen Katalysator aufweisen, zur Abscheidung von Chromschichten auf einem Basismetall einzusetzen. Die Abscheidung erfolgt galvanisch bei Temperaturen in einem Bereich zwischen 50 und 70°C. Die hierbei eingesetzte Stromdichte liegt üblicherweise in einem Bereich zwischen 30 und 50 A/dm$^2$. Die aus dem Stand der Technik bekannte, resultierende Stromausbeute liegt im Bereich von 12 bis 16%.

**[0005]** Der Zusatz von Fluoridionen und Alkansulfonsäuren erlaubt, wie in DE 4302564 offenbart, eine Steigerung der Stromausbeute bis auf 26%.

**[0006]** Im allgemeinen sind die Eigenschaften der abgeschiedenen Chromschichten insbesondere von der Abscheidegeschwindigkeit, der eingesetzten Stromdichte und der Temperatur, bei welcher abgeschieden wird, abhängig. Hierbei beeinflussen sich die einzelnen Parameter gegenseitig. So ist es z. B. bekannt bei 30°C in einem Stromdichtebereich zwischen 2 und 8 A/dm$^2$ glänzende Chromschichten aus sulfathaltigen Elektrolyten abzuscheiden, wobei bei 40°C in vergleichbaren Elektrolyten bei Stromdichten von 3 bis 18 A/dm$^2$, und bei 50°C sogar zwischen 6 und 28 A/dm$^2$ glänzende Schichten erhalten werden. Dem hingegen ist die Abscheidung matter Chromschichten bei Temperaturen um 30°C in einem Bereich unter 2 A/dm$^2$ möglich. In Abhängigkeit der Temperatur steigt die Stromdichte zur Abscheidung matter Schichten bis auf 6 A/dm$^2$ an. Aus dem Stand der Technik bekannte Heißchromverfahren wie beispielsweise ANKOR® 1141 der Firma Enthone Inc. ermöglichen bei 70° C lediglich eine Stromausbeute von 10% bei einer erhaltenen Härte der abgeschiedenen Schicht von 700 HV 0,1. Eine Erhöhung der Stromausbeute in diesem Verfahren führt zur Rißbildung, ebenso wie die mechanische Nachbearbeitung dieser Schichten.

**[0007]** Aus dem europäischen Patent EP 0 073 568 ist die Verwendung von Chrom (V1)-haltigen Beschichtungsbädern bekannt, welche durch Zugabe eines Carboxylats zu halogenidhaltigen Beschichtungsbädern bei der Abscheidung matter bis glänzender Chromschichten Stromausbeuten um 30% ermöglicht. Als Halogenidquelle dient hier Kaliumiodat. Die Zusammensetzung weiterer Chrombäder ist beispielsweise in den Patentdokumenten US 4,472,249, EP0348043 A1, US 4,828,656, US 4,588, 481, DE 4011201 C1, DE 4302564 A1 und der Veröffentlichung "Die galvanische Verchromung" von G.A. Lausmann et al. in der Schriftenreihe Galvanotechnik und Oberflächenbehandlung, Bd. 27, 1. Januar 1900 (1900-01-01), XP009099872 beschrieben.

**[0008]** Vor dem Hintergrund des Standes der Technik ist es die Aufgabe der vorliegenden Erfindung, ein geeignetes Verfahren zur Abscheidung korrosionsfester, rissfreier und harter Chrom- und Chromlegierungsschichten mit hoher Stromausbeute zur Verfügung zu stellen. Darüber hinaus ist es die Aufgabe der vorliegenden Erfindung, eine entsprechende chromhaltige Elektrolytzusammensetzung zur Abscheidung rissfreier, korrosionsbeständiger und harter Chrom und Chromlegierungsschichten auf Substraten zur Verfügung zu stellen, welche die Abscheidung rissfreier Hartchromschichten bei hohen Stromausbeuten, insbesondere größer 30% und hohen Abscheidegeschwindigkeiten ermöglicht.

**[0009]** Gelöst wird die Aufgabe durch die Merkmale des Anspruchs 1 (Elektrolytzusammensetzung) und die Merkmale des Anspruchs 5 (Verfahren zur Abscheidung einer Chrom-oder Chromlegierungsschicht.

**[0010]** Zur Abscheidung der funktionellen Chromschicht wird eine elektrische Spannung zwischen zu beschichtendem Substrat und einer Gegenelektrode angelegt. Hierbei kann erfindungsgemäß eine Stromdichte zwischen ungefähr 20 A/dm$^2$ und ungefähr 150 A/dm$^2$ eingestellt werden.

**[0011]** Das erfindungsgemäße Verfahren wird bei einer Temperatur zwischen ungefähr 20°C und ungefähr 90°C betrieben.

**[0012]** Die mit dem erfindungsgemäßen Verfahren erzielte Stromausbeute ist 30%. Die Abscheidegeschwindigkeit des erfindungsgemäßen Verfahrens ist bei einer Stromdichte von 50 A/dm$^2$ größer als 1,3 $\mu$m/min.

**[0013]** Die aus dem erfindungsgemäßen Elektrolyten mittels des erfindungsgemäßen Verfahrens abgeschiedenen Chromschichten sind hart und weisen eine Härte größer 800 HV 0,1 auf.

**[0014]** Darüber hinaus sind die erfindungsgemäß abgeschiedenen Chromschichten äußerst korrosionsbeständig und weisen eine Korrosionsbeständigkeit gemäß DIN 50021 SS bei 25 $\mu$m von mehr als 200 Stunden auf.

**[0015]** Aus dem erfindungsgemäßen Elektrolyten werden mittels des erfindungsgemäßen Verfahrens matte, graue Chromschichten abgeschieden, welche mittels geeigneter mechanischer Bearbeitungsverfahren wie beispielsweise

Schleifen oder Läppen in glänzende Chromschichten überführt werden können. Auch nach einer solchen mechanischen korrosionsfester, rissfreier und harter Chrom- und Chromlegierungsschichten mit hoher Stromausbeute zur Verfügung zu stellen. Darüber hinaus ist es die **Aufgabe** der vorliegenden Erfindung, eine entsprechende chromhaltige Elektrolytzusammensetzung zur Abscheidung rissfreier, korrosionsbeständiger und harter Chrom- und Chromlegierungsschichten auf Substraten zur Verfügung zu stellen, welche die Abscheidung rissfreier Hartchromschichten bei hohen Stromausbeuten, insbesondere größer 30% und hohen Abscheidegeschwindigkeiten ermöglicht.

**[0016]** **Gelöst** wird die Aufgabe hinsichtlich des Verfahrens durch ein Verfahren zur Abscheidung von Chrom- oder Chromlegierungsschichten auf Substraten, bei welchem zur Abscheidung das Substrat mit einer Elektrolytzusammensetzung kontaktiert wird, welche wenigstens eine Mineralsäure oder ein Mineralsäuresalz, eine Chromverbindung, eine Halogensauerstoffverbindung, eine Sulfonsäure, sowie Sulfoessigsäure und/oder ein Salz dieser und/oder einen Reaktanten, aus dem sich Sulfoessigsäure bildet, aufweist.

**[0017]** Zur Abscheidung der funktionellen Chromschicht wird eine elektrische Spannung zwischen zu beschichtendem Substrat und einer Gegenelektrode angelegt. Hierbei kann erfindungsgemäß eine Stromdichte zwischen ungefähr 20 A/dm$^2$ und ungefähr 150 A/dm$^2$ eingestellt werden.

**[0018]** Das erfindungsgemäße Verfahren wird bei einer Temperatur zwischen ungefähr 20°C und ungefähr 90°C betrieben.

**[0019]** Die mit dem erfindungsgemäßen Verfahren erzielte Stromausbeute ist $^3$ 30%. Die Abscheidegeschwindigkeit des erfindungsgemäßen Verfahrens ist bei einer Stromdichte von 50 A/dm$^2$ größer als 1,3 $\mu$m/min.

**[0020]** Die aus dem erfindungsgemäßen Elektrolyten mittels des erfindungsgemäßen Verfahrens abgeschiedenen Chromschichten sind hart und weisen eine Härte größer 800 HV 0,1 auf.

**[0021]** Darüber hinaus sind die erfindungsgemäß abgeschiedenen Chromschichten äußerst korrosionsbeständig und weisen eine Korrosionsbeständigkeit gemäß DIN 50021 SS bei 25 $\mu$m von mehr als 200 Stunden auf.

**[0022]** Aus dem erfindungsgemäßen Elektrolyten werden mittels des erfindungsgemäßen Verfahrens matte, graue Chromschichten abgeschieden, welche mittels geeigneter mechanischer Bearbeitungsverfahren wie beispielsweise Schleifen oder Läppen in glänzende Chromschichten überführt werden können. Auch nach einer solchen mechanischen Bearbeitung weisen die erfindungsgemäß abgeschiedenen Schichten eine hohe Korrosionsbeständigkeit und Härte auf.

**[0023]** Die Erfindung wird anhand der in der nachfolgenden Tabelle aufgeführten Ausführungsbeispiele näher erläutert, wobei sich die Erfindung jedoch in keinster Weise auf die Ausführungsbeispiele beschränken läßt.

**[0024]** Hinsichtlich der Elektrolytzusammensetzung wird die Aufgabe durch eine chromhaltige Elektrolytzusammensetzung zur Abscheidung einer funktionellen Chrom- oder Chromlegierungsschicht auf Substraten gelöst, welche wenigstens eine Mineralsäure oder ein Mineralsäuresalz, eine Chromverbindung, eine Halogensauerstoffverbindung, eine Sulfonsäure sowie Sulfoessigsäure und/oder ein Salz dieser und/oder einen Reaktanten, aus dem sich Sulfoessigsäure bildet, aufweist. Reaktanten können beispielsweise 3-Hydroxypropan-1-sulfonsäure, Hydroxymethansulfonsäure oder Aldehydomethansulfonsäure sein.

**[0025]** Vorteilhafterweise enthält die erfindungsgemäße Elektrolytzusammensetzung die Sulfoessigsäure oder ein Salz dieser oder einen Reaktanten, aus dem diese sich bildet, in einer Konzentration zwischen ungefähr 0,03 und ungefähr 0,3 mol/l, bevorzugt zwischen 0,05 und 0,15 mol/l, und noch bevorzugter zwischen ungefähr 0,06 und ungefähr 0,12 mol/l.

**[0026]** Als geeignete Halogensauerstoffverbindungen haben sich in der erfindungsgemäßen Elektrolytzusammensetzung insbesondere Alkali- und/oder Erdalkalihalogensauerstoffverbindungen erwiesen. Die Zusammensetzung kann die Alkali- oder Erdalkalihalogensauerstoffverbindung in einer Konzentration zwischen ungefähr 0,001 und ungefähr 0,1 mol/l, bevorzugt zwischen ungefähr 0,005 und ungefähr 0,08 mol/l, und noch bevorzugter zwischen ungefähr 0,007 und 0,03 mol/l enthalten.

**[0027]** Als besonders geeignete Halogensauerstoffverbindung hat sich in der erfindungsgemäßen Elektrolytzusammensetzung Kaliumiodat erwiesen.

**[0028]** Der Zusatz von Halogensauerstoffverbindungen steigert die Stromausbeute und führt zu verbesserten Schichteigenschaften.

**[0029]** Die Elektrolytzusammensetzung weist als Mineralsäure vorteilhafterweise Schwefelsäure auf. Der pH-Wert der Elektrolytzusammensetzung liegt erfindungsgemäß in einem Bereich von pH < 1.

**[0030]** Die Elektrolytzusammensetzung zur Abscheidung funktioneller Chromschichten enthält die Chromverbindung in einer Konzentration zwischen ungefähr 0,5 mol/l und ungefähr 5 mol/l, bevorzugt zwischen ungefähr 1 mol/l und ungefähr 4 mol/l, noch bevorzugter zwischen ungefähr 2 mol/l und ungefähr 3 mol/l.

**[0031]** Insbesondere Chromtrioxid hat sich als geeignete Chromverbindung in den erfindungsgemäßen Elektrolytzusammensetzungen erwiesen.

**[0032]** Vorteilhaft enthält die Elektrolytzusammensetzung als Sulfonsäuren wenigstens eine Mono- oder Disulfonsäure. Insbesondere geeignet ist Methansulfonsäure oder Methandisulfonsäure.

**[0033]** Die Sulfonsäure kann in der erfindungsgemäßen Elektrolytzusammensetzung in einer Konzentration zwischen ungefähr 0,01 mol/l und ungefähr 0,1 mol/l, bevorzugt zwischen ungefähr 0,015 mol/l und ungefähr 0,06 mol/l, noch

bevorzugter zwischen ungefähr 0,02 mol/l und ungefähr 0,04 mol/l enthalten sein.

**[0034]** Der Zusatz einer Sulfonsäure führt zu Erhöhung der Härte der abgeschiedenen Chromschicht, ohne die Abscheidung hinsichtlich Stromausbeute oder Abscheidegeschwindigkeit zu beeinträchtigen.

Ausführungsbeispiele

**[0035]** In der nachfolgenden Tabelle sind ausgehend von einem Grundelektrolyten unterschiedliche erfindungsgemäße Elektrolyten und die aus diesen Elektrolyten unter den angegebenen erfindungsgemäßen Verfahrensparameters abgeschiedenen Schichten angegeben.

**[0036]** Der Grundelektrolyt weist 280 g/l Chromtrioxid und 2,8 gl Schwefelsäure auf.

**[0037]** Alle abgeschiedenen Schichten weisen eine Härte größer 800 HV 0,1 und eine Korrosionsbeständigkeit gemäß DIN 5002165 von mehr als 200 Stunden auf. Als Basismaterial dient induktiv gehärteter CK45-Stahl.

| Nr. | Konzentration 3-Hydroxypropan -1-sulfonsäure in ml/l | Konzentration Halogen-SauerstoffVerbindung in g/l | Konzentration weitere Sulfonsäure in g/l | Stromstärke in A | Stromdichte in A/dm$^2$ | Stromausbeute in % | Abscheiderate in $\mu$m/min. | Expositionszeit in min. |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 1 | 8 | 0 | 0 | 10 | 50 | 37,3 | 1,396 | 30 |
| 2 | 10 | 2 | 0 | 10 | 50 | 37,07 | 1,388 | 30 |
| 3 | 10 | 3,4 | 0 | 14 | 70 | 36,76 | n.b. | 30 |
| 4 | 12 | 3,4 | 0 | 14 | 70 | 38,79 | n.b. | 30 |
| 5 | 8 | 2 | 0 | 10 | 50 | 40,23 | 1,506 | 30 |
| 6 | 8 | 2 | 0 | 14 | 70 | 37,33 | 2,010 | 30 |
| 7 | 10 | 2 | 0 | 14 | 70 | 39,67 | n.b. | 30 |
| 8 | 10 | 2 | 2,25 | 10 | 50 | 33,88 | n.b. | 30 |
| 9 | 10 | 3,4 | 2,25 | 10 | 50 | 35,68 | 1,335 | 30 |
| 10 | 10 | 3,4 | 2,25 | 14 | 70 | 37,36 | 1,958 | 30 |
| | | | | | | | n.b. = nicht bestimmt | |

## Patentansprüche

1. Chromhaltige Elektrolytzusammensetzung zur Abscheidung einer Chrom-oder Chromlegierungsschicht auf einem Substrat, wenigstens aufweisend Schwefelsäure, eine Chromverbindung, Kaliumiodat, Sulfoessigsäure und/oder ein Salz dieser und/oder einen Reaktanten, aus dem sich Sulfoessigsäure bildet, sowie eine weitere Sulfonsäure, wobei die Elektrolytzusammensetzung die Sulfoessigsäure, deren Salz oder einen Reaktanten, aus dem sich Sulfoessigsäure bildet, in einer Konzentration zwischen 0,03 mol/l und 0,15 mol/l und die weitere Sulfonsäure oder deren Salz in einer Konzentration zwischen 0,01 mol/l und 0,1 mol/l aufweist, und wobei die Elektrolytzusammensetzung die Alkali- oder Erdalkalihalogensauerstoffverbindung in einer Konzentration zwischen 0,001 mol/l und 0,1 mol/l aufweist.

2. Elektrolytzusammensetzung gemäß Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Elektrolytzusammensetzung einen pH-Wert im Bereich von pH < 1 aufweist.

3. Elektrolytzusammensetzung gemäß einem der Ansprüche 1 oder 2, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Zusammensetzung die Chromverbindung in einer Konzentration zwischen 0,5 mol/l und 5 mol/l, bevorzugt zwischen 1 mol/l und 4 mol/l, noch bevorzugter zwischen 2 mol/l und 3 mol/l aufweist.

4. Elektrolytzusammensetzung gemäß einem der Ansprüche 1 bis 3, wobei die Elektrolytzusammensetzung als Sulfonsäure eine Mono- oder Disulfonsäure oder ein Salz dieser aufweist.

5. Verfahren zur Abscheidung einer Chrom- oder Chromlegierungsschicht auf einem Substrat, wobei zur Abscheidung das Substrat mit einer Elektrolytzusammensetzung gemäß einem der vorhergehenden Ansprüche kontaktiert wird, wobei zur Abscheidung der Chromschicht eine elektrische Spannung mit einer eingestellten Stromdichte zwischen 20 A/dm$^2$ bis 150 A/dm$^2$ zwischen dem zu beschichtenden Substrat und einer Gegenelektrode angelegt wird.

6. Verfahren gemäß Anspruch 5, **dadurch gekennzeichnet, dass** das Verfahren bei einer Temperatur zwischen 20° C und 90° C betrieben wird.

## Claims

1. An electrolytic plating composition containing chrome for coating of a substrate with a chromium or a chromium alloy layer, the composition at least comprises: sulfuric acid, a chromium compound; potassium iodate, sulfoacetic acid and/or a salt thereof and/or a reactant able to generate sulfoacetic acid, and an additional sulfonic acid, wherein the sulfoacetic acid, the salt thereof or the reactant, is present in the electrolytic composition in a concentration between 0.03 mol/l and 0,15 mol/l and the additional sulfonic acid or the salt thereof is present in a concentration between 0.01 mol/l and 0.1 mol/l, and wherein the alkaline or alkaline earth-halogen-oxygen compound is present in the electrolytic composition in a concentration between 0.001 mol/l and 0.1 mol/l.

2. Electrolytic composition according to claim 1, **characterized in that** the electrolytic composition has a pH of < 1.

3. Electrolytic composition according to any of claims 1 or 2, **characterized in that** the composition comprises the chromium compound in a concentration between 0.5 mol/l and 5 mol/l, preferably between 1 mol/l and 4 mol/l, further preferred between 2 mol/l and 3 mol/l.

4. Electrolytic composition according to any of claims 1 to 3, wherein the electrolytic composition comprises as a sulfonic acid a mono- or disulfonic acid or a salt thereof.

5. A process for electrolytically coating a chromium or a chromium alloy layer on a substrate, wherein for deposition the substrate is contacted with an electrolytic composition according to any of the preceding claims, wherein for the deposition of the chromium coating a voltage is applied between the substrate to be coated and a counter electrode providing a current density between 20 A/dm$^2$ and 150 A/dm$^2$.

6. Process according to claim 5, **characterized in that** the process is performed at a temperature between 20°C and 90°C.

## Revendications

1. Composition électrolytique contenant du chrome pour la déposition d'une couche de chrome ou d'un alliage de chrome sur un substrat, présentant au moins de l'acide sulfurique, un composé de chrome, de l'iodate de potassium et/ou un sel de ceux-ci, et/ou un réactif à partir duquel se forme de l'acide sulfo-acétique ainsi qu'un autre acide sulfonique, où la composition électrolytique présente l'acide sulfo-acétique, son sel ou un réactif à partir duquel se forme l'acide sulfo-acétique dans une concentration entre 0,03 mol/l et 0,15 mol/l et l'autre acide sulfonique ou son sel dans une concentration entre 0,01 mol/l et 0,1 mol/l, et où la composition électrolytique présente le composé oxy-halogéné alcalin ou alcalino-terreux dans une concentration entre 0,001 mol/l et 0,1 mol/l.

2. Composition électrolytique selon la revendication 1, **caractérisée en ce que** la composition électrolytique présente une valeur de pH dans la plage < 1.

3. Composition électrolytique selon l'une des revendications 1 ou 2, **caractérisée en ce que** la composition présente le composé de chrome dans une concentration entre 0,5 mol/l et 5 mol/l, de préférence entre 1 mol/l et 4 mol/l, de manière encore préférée, entre 2 mol/l et 3 mol/l.

4. Composition électrolytique selon l'une des revendications 1 à 3, **caractérisée en ce que** la composition électrolytique présente, en tant qu'acide sulfonique, un acide mono ou disulfonique, ou un sel de ceux-ci.

5. Procédé de dépôt d'une couche de chrome ou d'un alliage de chrome sur un substrat, où, pour le dépôt, le substrat est mis en contact avec une composition électrolytique selon l'une des revendications précédentes, où, pour le dépôt de la couche de chrome, une tension électrique avec une densité de courant entre 20 A/dm$^2$ et 150 A/dm$^2$ est appliquée entre le substrat à revêtir et une contre-électrode.

6. Procédé selon la revendication 5, **caractérisé en ce que** le procédé est exécuté à une température entre 20 °C et 90 °C.

## 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


- DE 4302564 **[0005]**
- EP 0073568 A **[0007]**
- US 4472249 A **[0007]**
- EP 0348043 A1 **[0007]**
- US 4828656 A **[0007]**
- US 4588481 A **[0007]**
- DE 4011201 C1 **[0007]**
- DE 4302564 A1 **[0007]**


### In der Beschreibung aufgeführte Nicht-Patentliteratur


- **VON G.A. LAUSMANN et al.** Die galvanische Verchromung. *Schriftenreihe Galvanotechnik und Oberflächenbehandlung,* 01. Januar 1900, vol. 27 **[0007]**