

12 **EUROPÄISCHE PATENTANMELDUNG**

21 Anmeldenummer: 87116246.7

51 Int. Cl.4: **C25D 5/34**, **C25D 3/44**,  
**C23C 8/36**

22 Anmeldetag: 04.11.87

30 Priorität: 11.11.86 **NL 8602856**

43 Veröffentlichungstag der Anmeldung:  
**18.05.88 Patentblatt 88/20**

84 Benannte Vertragsstaaten:  
**AT BE CH DE ES FR GB IT LI LU NL SE**

71 Anmelder: **INTERATOM Gesellschaft mit beschränkter Haftung Friedrich-Ebert-Strasse D-5060 Bergisch Gladbach 1(DE)**

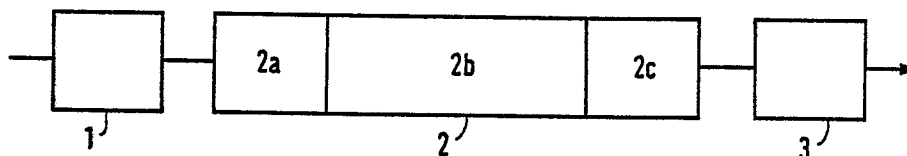
72 Erfinder: **de Vries, Hans Zuppeldse Weg 15 NL-8181 Heerde(NL)**

74 Vertreter: **Mehl, Ernst, Dipl.-Ing. et al Postfach 22 01 76 D-8000 München 22(DE)**

54 **Verfahren und Vorrichtung zur galvanischen Abscheidung von Metallen auf ein Substrat.**

57 Die Oberfläche von Gegenständen, die einer galvanischen Beschichtung mit Metall unterzogen werden soll, muß vor dem Einbringen in das Galvanisierbad gereinigt werden. Je nach Art und Material der Gegenstände müssen hierfür verschiedene Reinigungsverfahren eingesetzt werden, wodurch der apparative Aufwand steigt. Besondere Probleme ergeben sich, wenn wie beim Beschichten mit Aluminium Elektrolyte verwendet werden, die nicht mit Wasser oder Sauerstoff in Berührung kommen dürfen. Als gleichmäßig für alle Arten von Gegenständen und auch für empfindliche Elektrolyten geeignet, hat sich ein Verfahren erwiesen, das unter der Bezeichnung "sputter cleaning" bekannt ist und bei dem die Oberfläche durch ein Beschießen mit Edeltasteilchen unter vermindertem Druck gereinigt wird. Da im Anschluß hieran kein Trocknungsvorgang mehr erforderlich ist, können die zu beschichtenden Gegenstände unmittelbar danach in das Galvanisierbad eingebracht werden; ein Zwischenvernickeln, z. B. zum Korrosionsschutz ist nicht mehr erforderlich. Durch den Verzicht auf Lösungs- und Beizmittel wird das Galvanisierverfahren umweltfreundlicher.

EP 0 267 534 A1



## Verfahren und Vorrichtung zur galvanischen Abscheidung von Metallen auf ein Substrat

Die Erfindung bezieht sich auf ein Verfahren zur galvanischen Abscheidung von Metall auf einem Substrat unter Anwendung eines organischen Elektrolyten, unter Ausschluß von Wasser und Sauerstoff. Die Erfindung bezieht sich auch auf eine Vorrichtung zur galvanischen Abscheidung von Metall auf einem Substrat, unter Ausschluß von Sauerstoff und Wasser, umfassend eine oder mehrere Elektrolysezellen, Mittel zum Einbringen der zu überziehenden Substrate in die Elektrolysezelle unter nahezu völligem Ausschluß von Sauerstoff und Wasser, Mittel zum Abführen beschichteter Substrate aus der Elektrolysezelle unter nahezu völligem Ausschluß von Sauerstoff und Wasser und Mittel zum Transportieren von Substraten innerhalb der Vorrichtung.

Bei der galvanischen Abscheidung von Metallen auf im allgemeinen metallischen Substraten gibt es Verfahren, die auf Organometallelektrolyten basieren. Dabei arbeitet man mit nichtwäßrigen Systemen, z. B. organischen Lösungsmitteln, was einerseits vorteilhaft ist falls die Substrate gegen Elektrolyse in wäßrigen Salzlösungen oder Einwirkung von Säuren empfindlich sind, und andererseits notwendig sein kann um das Abscheiden von bestimmten Metallen, wie Aluminium und Magnesium zu ermöglichen, weil diese Metalle nicht oder kaum galvanisch aus wäßrigen Systemen abgeschieden werden können.

Das galvanische Abscheiden von Aluminium ist schon vor langer Zeit auf Basis von Komplexen von Aluminiumtriäthyl und NaF in Xylol oder Toluol entwickelt worden. (Ullmanns Encyclopädie der technischen Chemie, 4. Auflage, Band 12, Seite 169) Die EP-A-0 084 816 beschreibt Elektrolyten auf Basis eines Komplexes von Aluminiumtriäthyl und einem anderen niedrigen ( $C_1-C_8$ ) Aluminiumalkyl einerseits mit einem Fluorid von Kalium, Rubidium oder Cäsium andererseits.

Auf Grund der Reaktivität der angewendeten Aluminiumalkyle ist es wesentlich, daß in dieser Art von Systemen unter Ausschluß von Sauerstoff und Wasser gearbeitet wird. Dazu sind in der Praxis sehr weitgehende Maßnahmen zu treffen, weil jede Spur dieser Produkte zur Desaktivierung eines Teiles des Elektrolyten führen kann, was die Lebensdauer desselben sehr nachteilig beeinflußt. Es wäre ideal, wenn überhaupt kein Wasser oder Sauerstoff in das System gelangen würde, weil in einer solchen Situation die Lebensdauer des Elektrolyten, theoretisch betrachtet, unendlich wäre.

Man hat daher schon von Anfang an in geschlossenen Anlagen bei einem gewissen Inertgasüberdruck gearbeitet, wodurch schon der größte Teil des Wasser- und Sauerstoffeinflusses

eliminiert wurde. Als Ergänzung dazu hat man mehrere Schleusensysteme entwickelt, die einerseits dazu dienen, die Elektrolysezelle von der Außenluft abzuschließen, und andererseits dafür sorgen, daß mit dem Einbringen bzw. Abführen der Substrate möglichst wenig Wasser und Sauerstoff in das System gelangt. Siehe in dieser Hinsicht u. a. die US-A-4 053 383.

Bei der galvanischen Beschichtung mit Metallen soll die Oberfläche der zu überziehenden Substrate äußerst rein sein, insbesondere bei Anwendung von Organometallelektrolyten in organischen Lösungsmittelsystemen. Es dürfen namentlich keine Oxydschichten auf der Oberfläche vorhanden sein, weil diese zu Problemen in bezug auf die Haftung des galvanisch niedergeschlagenen Metalls auf das Substrat führen können. Bis heute wird diese Vorbehandlung mit Hilfe einer Anzahl wäßriger Vorbehandlungsbäder durchgeführt, darunter in bestimmten Fällen das elektrolytische oder chemische Auftragen einer Nickel-Zwischenschicht. Bei bestimmten Metallen kann es nämlich vorkommen, daß die Oberfläche zwischen dem letzten Vorbehandlungsbad und der Galvanometallbeschichtung doch noch oxydiert. Durch die geringe Oxydationsgeschwindigkeit einer dünnen Nickelschicht kann man dies vermeiden. Die Konsequenz solcher Vorbehandlungen ist jedoch, daß das Substrat mit wäßrigen Bädern in Berührung kommt. Selbstverständlich ist es nicht möglich, das Substrat in nassem Zustand in die Elektrolysezelle einzubringen, weil das anhaftende Wasser sehr nachteilig für den Elektrolyten ist. Man muß daher nach der wäßrigen Vorbehandlung eine gesonderte, und sehr weitgehende Trocknung durchführen, welche Trocknung jedoch unter solchen Bedingungen erfolgen soll, daß keine Oxydation der Oberfläche auftritt. Eine geeignete Trocknungsmethode ist das bekannte Dupont-Verfahren (auf Basis von Freon).

Weil jedoch die Art der Vorbehandlung in starkem Maße von der Art des Substrats abhängig ist, tritt bei einer Anlage größeren Umfangs, die zur Behandlung verschiedener Substrate bestimmt ist, der Nachteil auf, daß eine große Anzahl Vorbehandlungsbäder erforderlich ist. In einer Anlage größeren Umfangs kann diese Anzahl schon bald mehr als 10 betragen. Obwohl dies an sich noch kein Problem zu sein braucht, wird es selbstverständlich nützlich sein, wenn man völlig auf die wäßrige Vorbehandlung verzichten kann.

Überraschenderweise hat es sich gezeigt, daß es möglich und genügend ist, wenn man die Substrate vor der eigentlichen Elektrolyse unter Anwendung einer Technik reinigt, die als "sputter

cleaning" bekannt ist. Diese Technik beruht auf dem Bombardieren der Oberfläche des Substrats mit Edeltasteilchen, wodurch die Oberfläche von Verunreinigungen, namentlich Oxyden, befreit wird.

Das Verfahren gemäß der Erfindung wird somit dadurch gekennzeichnet, daß man das Substrat durch Beschießen mit Teilchen unter vermindertem Druck vorbehandelt und das so behandelte Substrat, ohne daß dieses mit Sauerstoff oder Wasser in Berührung kommt, galvanisch mit Metall überzieht.

Die Vorrichtung gemäß der Erfindung wird dadurch gekennzeichnet, daß sie Mittel enthält zum Vorbehandeln von Substraten durch Beschießen mit Teilchen unter vermindertem Druck.

Überraschenderweise hat es sich gezeigt, daß durch Anwendung einer oder mehrerer solcher Vorbehandlungen man eine ausreichend reine Substratoberfläche erhält, die ohne weitere Behandlung, aber auch ohne Gefahr einer Berührung mit Sauerstoff oder Wasser mit dem Metall in der Elektrolysebehandlung beschichtet werden kann.

Mit dem Verfahren gemäß der Erfindung kann man also auf die Anwendung von wäßrigen Vorbehandlungsbädern verzichten, während es auch nicht mehr notwendig ist, eine Nickel-Haftschiicht anzubringen, um Oxydation zu vermeiden. Das Verfahren und die Vorrichtung gemäß der Erfindung haben eine große Anzahl Vorteile.

Ein erster, wichtiger Vorteil ist; daß mit dem Verfahren gemäß der Erfindung die Galvanisiermethode noch erheblich umweltfreundlicher geworden ist. An sich war die Anwendung von organischen Elektrolyten in organischen Lösungsmitteln schon ein umweltfreundliches System, weil man in geschlossenen Einheiten arbeitet, aber durch das Wegfallen der Vorbehandlung hat man überhaupt kein Abwasser mehr, während auch keine Abgase mehr produziert werden. Dadurch braucht man jetzt auch keine Abwasserreinigungsanlage mehr.

Ein zweiter Vorteil ist, daß man nur eine einzige universelle Vorbehandlung für nahezu alle metallischen Basismaterialien hat, wobei man nur die Art und die Menge der zu entfernenden Verunreinigungen berücksichtigen muß. Angesichts der bereits jetzt erforderlichen Regeltechnik und der Kompliziertheit der Apparatur ist dies ein großer Fortschritt.

Ein dritter Vorteil ist, daß durch das Wegfallen der wäßrigen Vorbehandlung es auch nicht mehr notwendig ist, das Produkt einem gesonderten Trockenschritt zu unterwerfen. Dies bedeutet eine wichtige Einsparung in bezug auf Investitionskosten ebenso wie in bezug auf Produktionskosten.

Das Wegfallen des Trockenschritts, der oft mit halogenierten Kohlenwasserstoffen durchgeführt wurde, macht das Verfahren gemäß der Erfindung deutlich umweltfreundlicher.

In Ergänzung der oben geschilderten Vorteile gibt die Erfindung auch noch die Möglichkeit, bestimmte Materialien, die bis heute nicht in wäßrigen Elektrolyten galvanisch beschichtet werden konnten, oder aber nicht unter Anwendung von organischen Elektrolyten überzogen werden konnten, wenn wäßrige Vorbehandlungen angewendet wurden, zu verarbeiten. Dies betrifft u. a. sehr hochfeste Stahllarten, z. B. für die Raumfahrt, Luftfahrt oder Energieversorgungsanlagen, die im Zusammenhang mit dem möglichen Auftreten von Wasserstoffsprödigkeit bestimmt nicht mit Wasser in Berührung kommen dürften. Es war daher bis heute nicht möglich, auf diesen Materialien galvanisch Metalle abzuscheiden. Durch die vorliegende Erfindung ist es jetzt möglich, auch diese Art von Metallen galvanisch zu beschichten. Bei bestimmten Anwendungen, denen man z. B. Stahl oder Aluminium mit einer galvanisch niedergeschlagenen Metallschicht überziehen möchte, ist es unerwünscht, daß eine Nickelzwichenschicht vorhanden ist. Gemäß der vorliegenden Erfindung ist dies jedoch auch nicht mehr notwendig, sodaß die vorliegende Erfindung auch den Weg für diese Art von Anwendungen erschließt.

An sich ist die Methode, die gemäß der vorliegenden Erfindung zum Vorbehandeln angewendet wird bekannt, jedoch nicht in Kombination mit der galvanischen Beschichtung mit Metallen. Dieses Verfahren wird nämlich bisher angewendet vor der Zerstäubung von Metallen oder Metallverbindungen auf Gegenständen und ist als "sputter cleaning" bekannt.

Dabei wird nach Evakuieren der Behandlungskammer Edelgas bis zu einem geeigneten Druck eingelassen, wonach das Substrat an ein negatives Potential gelegt wird und die Oberfläche während einer Glimmentladung durch intensives Beschießen mit Edeltasteilchen gereinigt.

Bei dem Verfahren gemäß der Erfindung verwendet man im allgemeinen Argon, weil dieses als das geeignetste erscheint, und außerdem nicht allzuschwer erhältlich ist.

Die Bedingungen, unter denen die Vorbehandlung erfolgen kann, hängen in starkem Maße von der Art des zu behandelnden Substrats ab, wie von dem Metalltyp, der Oberfläche desselben und dem Maß der Verunreinigung. In diesem Zusammenhang wird angemerkt, daß vor der "sputter cleaning" das Substrat eine ergänzende Vorbehandlung erfahren haben kann, z. B. eine Lösungsmittelentfettung oder eine mechanische Entfernung einer ggf. vorhandenen Walzhaut.

Wenn das Material in den Vorbehandlungsraum gebracht wird, legt man zunächst ein Mittel- oder Hochvakuum an, wobei etwa  $10^{-6}$  mbar als Untergrenze betrachtet wird, mit Hilfe herkömmlicher Vakuumpumpensysteme, wie Zweistufengasballast-

pumpe, Roots-pumpe, Diffusionspumpe oder Molekularpumpe.

Der Druck in dem Vorbehandlungsraum wird im allgemeinen zwischen 1 und  $10^{-6}$  mbar liegen, wobei man vorteilhaft zunächst einen möglichst niedrigen Druck erreicht und sodann den Raum dadurch auf Arbeitsdruck bringen kann, daß man Argon einläßt. Ein geeigneter Druck kann zwischen  $10^{-4}$  und 1 mbar liegen.

Die Potentialdifferenz, die man anlegt, um zu der Beschießung mit Edelgasteilchen zu gelangen, wird im wesentlichen durch das gewünschte Maß der Beschießung bestimmt. Die üblichen Werte sind dem Fachmann bekannt und können von Fall zu Fall anhand einfacher Routineversuche bestimmt werden.

Die Temperatur, bei der die Vorbehandlung stattfindet, wird im wesentlichen durch die Selbsterwärmung des Produktes infolge der Beschießung mit den Teilchen bestimmt. Diese Temperatur stellt sich von selbst ein und kann verhältnismäßig hoch ansteigen. Man wird im allgemeinen danach streben, die Temperatur ziemlich niedrig zu halten, zumal wenn es sich um temperaturempfindliche Substrate handelt.

Die Verweilzeit in den Vorbehandlungseinheiten ist selbstverständlich von der Art und dem Umfang der Verunreinigungen abhängig, und wird im allgemeinen zwischen 0,5 und 30 Minuten liegen. Auch hierfür gilt, daß der geeignetste Bereich einfach anhand von Routineversuchen bestimmt werden kann.

Nachdem die Substrate mittels einer oder mehrerer solcher Plasmavorbehandlungen gereinigt worden sind, werden diese sofort aus dem Vorbehandlungsraum in den Elektrolyseraum gebracht, der vorzugsweise unter einem leichten Stickstoffüberdruck steht. Weil "sputter cleaning" bei besonders niedrigen Drücken stattfindet, ist es vorteilhaft, mit dem in dem Elektrolyseraum vorhandenen Gas den Vorbehandlungsraum zunächst auf denselben Druck zu bringen wie den Elektrolyseraum. Übliche Vorrichtungen zum Galvanisieren von Substraten mit Organometallelektrolyten sind mit inneren fernbetätigbaren Förderorganen versehen, die für das Transportieren der Materialien innerhalb der Einheit sorgen können.

Nachdem das Substrat aus dem Vorbehandlungsraum entfernt ist, kann das Material ggf. in reinem Lösungsmittel gespült werden, wonach es in das Elektrolysebad gebracht wird, das vorzugsweise aus einem organischen Lösungsmittel besteht, in dem ein Metallkomplex als Elektrolyt gelöst ist.

Geeignete Metalle zur Anwendung bei der vorliegenden Erfindung sind Aluminium, Aluminiumlegierungen, Magnesium, Magnesiumlegierungen, Titan und Titanlegierungen, wobei namentlich Alu-

minium und Aluminiumlegierungen bevorzugt werden.

Wie in der Einleitung schon angegeben ist, verwendet man für die elektrolytische Beschichtung mit Aluminium vorzugsweise Aluminiumalkylkomplexe, namentlich Komplexe auf Basis von Aluminiumtriäthyl mit Alkalimetallfluorid. Als Lösungsmittel wird namentlich Toluol oder Xylol angewendet, wobei Toluol angesichts seines Siedepunktes bevorzugt wird.

Als Substrat verwendet man im allgemeinen Gegenstände auf Basis von Metall oder Metallegierungen, sowie Silizium. Insbesondere verwendet man Substrate, bestehend aus Fe, Cu, Ni, Zn, Al, Ti, Mg, Si oder Legierungen derselben.

Die Formgebung der Elektrolysezelle hängt in starkem Maße von der Art des Substrats ab, z. B. Schüttgut, Band, Draht oder an Gestelle gehängte Gegenstände, und gemäß der vorliegenden Erfindung können im Prinzip alle möglichen Arten von Elektrolysezellen angewendet werden. Eine große Anzahl geeigneter Elektrolysezellen ist in der Patentliteratur beschrieben worden, wobei u. a. auf die nachstehenden verwiesen werden kann: die US-A-4 066 515, die US-A-4 176 034, die EP-A-0 060 880, die EP-A-0 042 503, die EP-A-0 043 440, die EP-A-0 042 504, die EP-A-0 075 099 und die US-A-4 460 447. Diese Auflistung ist jedoch keineswegs beschränkend gemeint, weil im Prinzip jede Konstruktion der Elektrolysezelle angewendet werden kann, wenn diese den Forderungen in bezug auf den elektrischen Kontakt und die Abschließbarkeit entspricht.

Nachdem das Substrat in genügendem Maße mit dem Metall beschichtet worden ist, wird es mit Hilfe der zuvor genannten Fördervorrichtung aus dem Elektrolysebad genommen, ggf. mit Lösungsmittel besprüht, und über eine Austragschleuse aus der Vorrichtung geführt, welche Schleuse dazu dient, den Einbruch von Sauerstoff oder Wasser in die Vorrichtung zu verhindern.

Nötigenfalls können die beschichteten Substrate dann einer Nachbehandlung, z. B. Chromatierung, Phosphatierung oder Anodisierung unterzogen werden.

Die Erfindung bezieht sich auch auf eine Vorrichtung zur Durchführung dieses Verfahrens, und gemäß einer Vorzugsausführungsform umfaßt diese Vorrichtung einen oder mehrere erste Räume, die unter vermindertem Druck gebracht werden können, die versehen sind mit Mitteln zum Anlegen eines negativen Potentials auf dem Substrat, Mittel für das Einlassen eines oder mehrerer Gase in die Räume, und einen oder mehrere zweite Räume, mit darin angeordneten Mitteln für die galvanische Beschichtung von Substraten. Vorteilhaft können diese ersten Räume, in denen "sputter cleaning" stattfinden kann, mit der Zuführschleuse der Vor-

richtung kombiniert werden. Da man ja gezwungen ist, ein Hoch-oder Mittelvakuum anzulegen, ist die Gefahr einer Sauerstoff-und/oder Wasserzufuhr über diese Schleuse gleich null.

Die Erfindung wird jetzt anhand der Zeichnung erläutert, in welcher in der Figur ein Blockschema des Verfahrens gemäß der Erfindung gegeben wird.

In dem in die Figur aufgenommenen Blockschema wird das zu beschichtende Substrat, z. B. Band, Draht, Schüttgut (Bolzen, Muttern, u. dgl.) oder an Gestelle gehängte Gegenstände zunächst in einem Vorraum 1 einer eventuellen Vorbehandlung unterzogen. Diese Vorbehandlung kann aus der mechanischen Entfernung von Oberflächenverunreinigungen (z. B. einer Walzhaut) bestehen oder aus einer Behandlung mit einem Lösungsmittel zum Entfetten der Oberfläche.

Nach dieser, ggf. angewendeten Vorbehandlung wird das Substrat in die eigentliche Vorrichtung 2 gebracht, welche im Prinzip als eine Zusammensetzung von drei verschiedenen Teilen, die in einer Einrichtung zusammengefügt sind, zu betrachten ist. Diese Teile sind ein erster Raum für die Vorbehandlung 2a, ein zweiter Raum für die eigentliche elektrolytische Behandlung 2b, und eine Austragschleuse für das Entfernen des Substrats aus der Vorrichtung 2c.

Das Substrat wird in den Vorbehandlungsraum 2a eingebracht (ggf. ist es auch möglich, die Vorbehandlung in zwei oder mehr Stufen durchzuführen, abhängig von dem Maß der Vorbehandlung), welcher Raum mittels nicht eingezeichneter Mittel auf Hochvakuum gebracht wird. Nachdem der gewünschte Arbeitsdruck erreicht ist, z. B. nach Zugeben von Argon, legt man das erforderliche Potential an. Dazu sind selbstverständlich in dem Vorbehandlungsraum Mittel vorhanden, die für den elektrischen Kontakt mit dem Substrat sorgen.

Nach Ablauf der Vorbehandlung, die zwischen 0,5 und 30 Minuten dauern kann, wird das Vakuum in dem Raum aufgehoben, z. B. durch das Einlassen von  $N_2$ , wie er auch den eigentlichen Elektrolyseraum 2b füllt. Dies erfolgt selbstverständlich erst, nachdem die Potentialdifferenz aufgehoben worden ist.

Sodann wird das Substrat über ein inneres fernbetätigbares Fördersystem aus dem Vorbehandlungsraum 2a in den Elektrolyseraum oder die Elektrolysezelle 2b gebracht.

Im Elektrolyseraum 2b wird die eigentliche galvanische Beschichtung durchgeführt, und zwar in einer Weise, die nicht näher erläutert zu werden braucht, weil sie in der Beschreibung anhand der zitierten Veröffentlichungen ausführlich dokumentiert worden ist.

Nach Beendigung der Elektrolyse wird das Substrat vorzugsweise mit Lösungsmittel gespült

um Elektrolytverlust zu vermeiden. Danach wird es mit dem zuvor genannten Transportsystem in den Raum 2c geführt, der im wesentlichen als Schleuse dient, um zu vermeiden, daß Wasser oder Sauerstoff in das System gelangen und zu Elektrolytverlust führen. Das Substrat wird sodann aus der Schleuse 2c entfernt, und das Produkt ist jetzt mit dem Metall überzogen und im Prinzip fertig. Erwünschtenfalls kann man noch eine oder mehrere Nachbehandlungen durchführen. Bei einer Aluminiumbeschichtung kann dies z. B. Anodisieren, Chromatieren oder Phosphatieren sein. Diese Nachbehandlung findet dann in einem weiteren Raum 3 statt. Die Art und die Ausführung einer derartigen Nachbehandlung ist dem Fachmann bekannt. Spezifische Nachbehandlungen sind in den US-A-4 439 287 und 4 455 201 beschrieben.

## 20 Ansprüche

1. Verfahren zur galvanischen Abscheidung von Metall auf ein Substrat unter Anwendung eines organischen Elektrolyten, unter Ausschluß von Wasser und Sauerstoff, **dadurch gekennzeichnet**, daß man das Substrat durch Beschießen mit Edelgasteilchen unter vermindertem Druck vorbehandelt und das so behandelte Substrat, ohne daß dieses mit Sauerstoff oder Wasser in Berührung kommt, galvanisch mit Metall überzieht.

2. Verfahren nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet**, daß man das Substrat mit Hilfe einer Glimmentladung in Argonatmosphäre vorbehandelt.

3. Verfahren nach Anspruch 1 oder 2, **dadurch gekennzeichnet**, daß man die Vorbehandlung bei einem Druck zwischen  $10^{-5}$  und  $10^{-1}$  mbar durchführt.

4. Verfahren nach den Ansprüchen 1 bis 3, **dadurch gekennzeichnet**, daß man ein Substrat anwendet, das aus der aus Metallen und Metalllegierungen bestehenden Gruppe gewählt ist.

5. Verfahren nach den Ansprüchen 1 bis 4, **dadurch gekennzeichnet**, daß das Substrat aus Fe, Cu, Ni, Zn, Al, Ti, Mg, Si oder Legierungen derselben besteht.

6. Verfahren nach den Ansprüchen 1 bis 5, **dadurch gekennzeichnet**, daß man das Substrat galvanisch beschichtet mit Aluminium, Magnesium, Titan oder Legierungen dieser Metalle mit anderen Metallen.

7. Verfahren nach Anspruch 6, **dadurch gekennzeichnet**, daß man das Substrat galvanisch mit Aluminium beschichtet.

8. Verfahren nach den Ansprüchen 1 bis 7, **dadurch gekennzeichnet**, daß man die galvanische Beschichtung in einem Elektrolysebad auf

Basis eines aromatischen Lösungsmittelsystems durchführt, mit einem darin gelösten Aluminiumalkylkomplex als Elektrolyten.

9. Verfahren nach Anspruch 8, **dadurch gekennzeichnet**, daß man Xylol oder Toluol als Lösungsmittel anwendet. 5

10. Verfahren nach den Ansprüchen 1 bis 9, **dadurch gekennzeichnet**, daß man einen auf Alkalimetallfluorid und einem oder mehreren Aluminiumalkylen basierten Komplex als Elektrolyten verwendet. 10

11. Verfahren nach Anspruch 10, **dadurch gekennzeichnet**, daß man Aluminiumtriäthyl und mindestens ein anderes Aluminiumalkyl anwendet.

12. Verfahren nach den Ansprüchen 1 bis 11, **dadurch gekennzeichnet**, daß man die galvanische Beschichtung in Gegenwart eines Inertgases, wie Stickstoff, durchführt. 15

13. Verfahren nach den Ansprüchen 1 bis 12, **dadurch gekennzeichnet**, daß man das Substrat vor der Vorbehandlung einer Reinigung unterzieht. 20

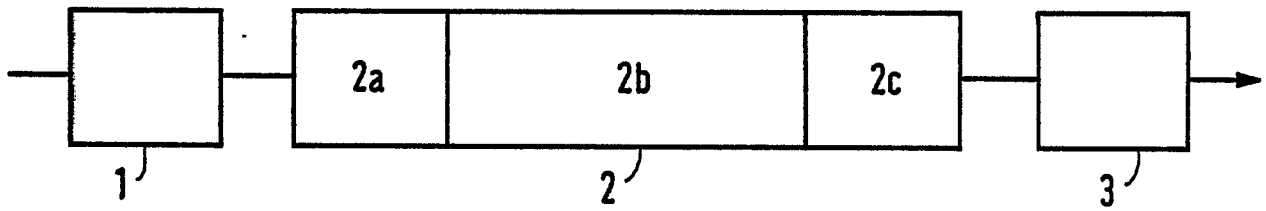
14. Verfahren nach Anspruch 13, **dadurch gekennzeichnet**, daß die Reinigung Lösungsmittel-Entfettung und/oder mechanische Entfernung einer Walzhaut umfaßt. 25

15. Vorrichtung zur galvanischen Abscheidung eines Metalls auf ein Substrat, umfassend eine oder mehrere Elektrolysezellen (2b), Mittel zum Einbringen der zu überziehenden Substrate in die Elektrolysezelle unter nahezu völligem Ausschluß von Sauerstoff und Wasser, Mittel (2c) zum Abführen beschichteter Substrate aus der Elektrolysezelle unter nahezu völligem Ausschluß von Sauerstoff und Wasser und Mittel zum Transportieren von Substraten in der Vorrichtung, **dadurch gekennzeichnet**, daß die Vorrichtung Mittel (2a) enthält zum Vorbehandeln von Substraten durch Beschießen mit Edelgasteilchen unter vermindertem Druck. 30

16. Vorrichtung nach den Ansprüchen 1 bis 15, umfassend einen oder mehrere erste Räume (2a), die unter vermindertem Druck gebracht werden können, und die versehen sind mit Mitteln zum Anlegen eines negativen Potentials auf den Substraten, Mittel für das Einlassen eines oder mehrerer Gase in diese Räume, und einen oder mehrere zweite Räume (2b), mit darin angeordneten Mitteln für die galvanische Beschichtung von Substraten. 40

17. Vorrichtung nach Anspruch 16, **dadurch gekennzeichnet**, daß der eine oder mehrere erste Räume (2a) gleichzeitig als Mittel dienen zum Einbringen von Substraten in die Elektrolysezelle (2b) unter nahezu völligem Ausschluß von Sauerstoff und Wasser. 45

55





EINSCHLÄGIGE DOKUMENTE			
Kategorie	Kennzeichnung des Dokuments mit Angabe, soweit erforderlich, der maßgeblichen Teile	Betrifft Anspruch	KLASSIFIKATION DER ANMELDUNG (Int. Cl.4)
Y	CHEMICAL ABSTRACTS, Band 94, Nr. 12, 23. März 1981, Seite 584, Zusammenfassung 92628c, Columbus, Ohio, US; & JP-A-80 138 094 (NIPPON ELECTRIC CO., LTD) 28-10-1980 ---	1-17	C 25 D 5/34 C 25 D 3/44 C 23 C 8/36
Y	EP-A-0 186 963 (GENERAL MOTORS CORP.) * Seite 4, Zeilen 15-20; Seite 12, Zeilen 3-30; Ansprüche 3,4 * ---	1-17	
Y	EP-A-0 084 816 (SIEMENS) * Seite 6; Seite 7, Zeilen 1-22; Ansprüche 1-4 * ---	1-17	
Y	EP-A-0 054 743 (FAHRMBACHER) * Seite 4, Zeilen 23-32; Seite 5; Ansprüche * ---	1-17	
Y	DE-A-2 906 783 (DEGUSSA) * Seite 5, Zeilen 18-36; Seite 6, Zeilen 1-7; Anspruch 3 * -----	1-17	
			RECHERCHIERTE SACHGEBIETE (Int. Cl.4)
			C 25 D 3/44 C 25 D 5/34 C 25 D 5/36 C 25 D 5/38 C 25 D 5/40 C 25 D 5/42 C 25 D 5/44 C 23 C 8/36
Der vorliegende Recherchenbericht wurde für alle Patentansprüche erstellt			
Recherchenort DEN HAAG		Abschlußdatum der Recherche 10-12-1987	Prüfer VAN LEEUWEN R. H.
KATEGORIE DER GENANNTEN DOKUMENTE		T : der Erfindung zugrunde liegende Theorien oder Grundsätze E : älteres Patentdokument, das jedoch erst am oder nach dem Anmeldedatum veröffentlicht worden ist D : in der Anmeldung angeführtes Dokument L : aus andern Gründen angeführtes Dokument ----- & : Mitglied der gleichen Patentfamilie, übereinstimmendes Dokument	
X : von besonderer Bedeutung allein betrachtet Y : von besonderer Bedeutung in Verbindung mit einer andern Veröffentlichung derselben Kategorie A : technologischer Hintergrund O : nichtschriftliche Offenbarung P : Zwischenliteratur			