



Europäisches Patentamt  
European Patent Office  
Office européen des brevets



(11) **EP 0 748 883 A1**

(12) **EUROPÄISCHE PATENTANMELDUNG**

(43) Veröffentlichungstag:  
18.12.1996 Patentblatt 1996/51

(51) Int Cl.<sup>6</sup>: **C25D 15/02**

(21) Anmeldenummer: **96810338.2**

(22) Anmeldetag: **28.05.1996**

(84) Benannte Vertragsstaaten:  
**CH DE FR GB IT LI NL SE**

(30) Priorität: **12.06.1995 DE 19521323**

(71) Anmelder: **ABB Management AG**  
**5401 Baden (CH)**

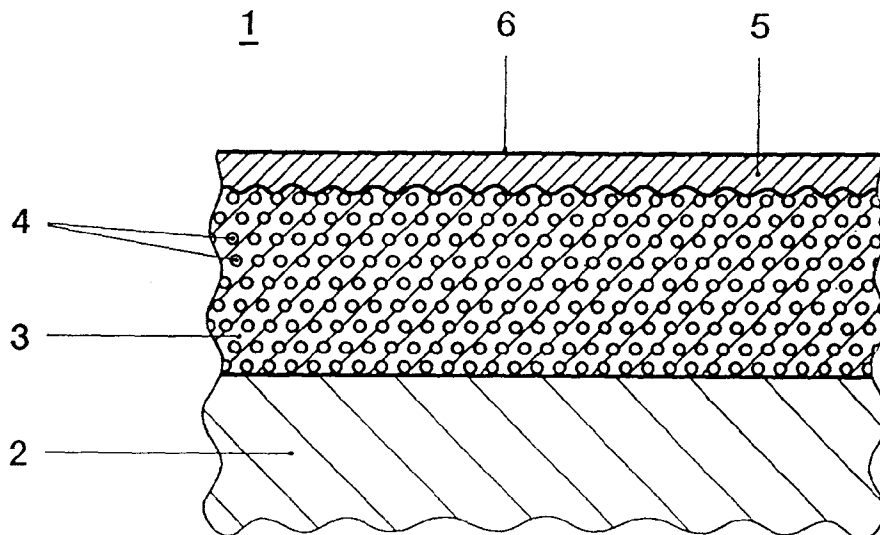
(72) Erfinder:  
• **Jülke, Elias, Dr.**  
**5430 Wettingen (CH)**  
• **Schiesser, Martin**  
**8953 Dietikon (CH)**

(54) **Teil mit einer galvanisch aufgetragenen Beschichtung und Verfahren zur Herstellung von galvanischen Schichten**

(57) Es soll ein Teil (1) mit einer galvanisch aufgetragenen, gegen mechanischen Abrieb beständigen Beschichtung geschaffen werden, welches vergleichsweise einfach herzustellen ist, wobei die Beschichtung so ausgelegt ist, dass sie, wenn sie als Komponente einer Kontaktanordnung eingesetzt wird, eine zusätzliche Schmierung derselben unnötig macht, und ein einfa-

ches Verfahren zur Herstellung dieser galvanisch aufgetragenen Beschichtung anzugeben.

Dies wird dadurch erreicht, dass in mindestens eine metallische Schicht der Beschichtung homogen verteilte Nanopartikel (4) eingelassen sind, welche mit mindestens einem, den Abrieb bzw. die Reibung reduzierenden Stoff chemisch-physikalisch verbunden sind.



**FIG. 1**

**EP 0 748 883 A1**

## Beschreibung

### TECHNISCHES GEBIET

Die Erfindung geht aus von einem Teil mit einer galvanisch aufgetragenen Beschichtung gemäss dem Oberbegriff des Anspruchs 1 und von einem Verfahren zur Herstellung von galvanischen Schichten.

### STAND DER TECHNIK

Es sind galvanisch beschichtete Teile und eine Vielzahl von Verfahren zur Herstellung von galvanischen Schichten bekannt. Aus der Offenlegungsschrift DE 23 58 309 ist beispielsweise ein derartiges Verfahren bekannt, bei welchem im galvanischen Bad feinkörnige Partikel in der Schwebe gehalten werden. Diese feinkörnigen Partikel werden mechanisch in die galvanisch erzeugte Metallschicht eingebracht und werden beim Fortschreiten des Galvanisierungsvorgangs von dem abgelagerten Metall eingeschlossen. Das Einbringen der feinkörnigen Partikel in die Metallschicht erfordert einen vergleichsweise grossen maschinellen Aufwand.

Aus dem Artikel "Erhöhung der Verschleissfestigkeit versilberter Gleitkontakte durch Dispersionsbeschichtungen" von V. Sova und H. Bollhalder, der in der Zeitschrift "Oberfläche surface" 1987, Heft 9, Seiten 13 bis 15, erschienen ist, ist bekannt, dass durch den Einbau metallfremder Partikel in eine Silbermatrix der Adhäsionsverschleiss der so erhaltenen galvanischen Schichten vermindert wird. Diese metallfremden Partikel können Oxide, Karbide, Sulfide oder Fremdmetalle sein, sie weisen Partikelgrössen im Bereich zwischen 0,5 µm und 8 µm auf. Der Volumenanteil dieser metallfremden Partikel lag im Bereich zwischen 1% und 5%. Diese Dispersionsbeschichtung brachte eine Verbesserung des Adhäsionsverschleisses bei Silberkontaktsanordnungen, allerdings können derartige Kontaktsanordnungen nur eingesetzt werden, wenn sie von Zeit zu Zeit zusätzlich mit üblichen Schmiermitteln geschmiert werden. Die Oberfläche von derartigen Beschichtungen ist vergleichsweise rau, da einerseits die scharfkantigen metallfremden Partikel stellenweise aus der Oberfläche herausragen, und andererseits die scharfkantigen metallfremden Partikel Poren in der Beschichtung verursachen. In den Vertiefungen dieser Oberfläche lagert sich das jeweilige Schmiermittel ab und wird zusammen mit der im Betrieb erfolgenden Abtragung der rauhen Partien der Oberfläche verbraucht, es muss dann ersetzt werden.

### DARSTELLUNG DER ERFINDUNG

Die Erfindung, wie sie in den unabhängigen Ansprüchen gekennzeichnet ist, löst die Aufgabe, ein Teil mit einer galvanisch aufgetragenen Beschichtung zu schaffen, welches vergleichsweise einfach herzustellen ist, wobei die Beschichtung so ausgelegt ist, dass sie,

wenn sie als Komponente einer Kontaktsanordnung eingesetzt wird, eine zusätzliche Schmierung derselben unnötig macht, und ein einfaches Verfahren zur Herstellung dieser galvanisch aufgetragenen Beschichtung anzugeben.

Die durch die Erfindung erreichten Vorteile sind im wesentlichen darin zu sehen, dass die Beschichtung eine bessere Standfestigkeit gegenüber mechanischen Beanspruchungen aufweist. Es ist ein wesentlicher wirtschaftlicher Vorteil, dass diese Beschichtungen ohne zusätzlichen maschinellen Aufwand in üblichen Galvanisanlagen hergestellt werden können.

Die weiteren Ausgestaltungen der Erfindung sind Gegenstände der abhängigen Ansprüche.

Die Erfindung, ihre Weiterbildung und die damit erzielbaren Vorteile werden nachstehend anhand der Zeichnung, welche lediglich einen Ausführungsweg darstellt, näher erläutert.

### 20 KURZE BESCHREIBUNG DER ZEICHNUNG

Es zeigen:

Fig.1 einen Teilschnitt durch ein Teil mit einer erfindungsgemässen Beschichtung,

Fig.2 einen Schnitt durch ein Nanopartikel,

Fig.3 ein vereinfachtes Blockdiagramm eines erfindungsgemässen Verfahrens, und

Fig.4 ein vereinfachtes Blockdiagramm eines weiteren erfindungsgemässen Verfahrens.

Bei den Figuren sind gleich wirkende Elemente mit gleichen Bezugszeichen versehen. Alle für das unmittelbare Verständnis der Erfindung nicht erforderlichen Elemente sind nicht dargestellt.

### 40 WEGE ZUR AUSFÜHRUNG DER ERFINDUNG

Die Fig.1 zeigt einen stark vereinfacht dargestellten Teilschnitt durch ein Teil 1 mit einer erfindungsgemässen Beschichtung. Das Teil 1 kann zylindrisch ausgebildet sein, es kann aber auch eine ebene Oberfläche aufweisen, die mit einer Beschichtung versehen ist. Das Teil 1 weist ein Grundmaterial 2 auf, welches aus einem Metall oder aus einem Kunststoff besteht. Wenn das Grundmaterial 2 eine Kunststoffmatrix ist, dann wird seine zu beschichtende Oberfläche vor dem Einbringen in ein galvanisches Bad metallisiert, beispielsweise durch chemisches Abscheiden einer Metallschicht auf dieser Oberfläche oder durch das Aufdampfen einer Metallschicht unter Hochvakuumbedingungen. Auf das Grundmaterial 2 ist galvanisch eine erste Metallschicht 3 aufgebracht worden, in die homogen verteilte Nanopartikel 4 eingelagert sind. Diese Nanopartikel 4 sind mit einem den Abrieb bzw. die Reibung reduzierenden Stoff

chemisch-physikalisch verbunden. Dieser den Abrieb bzw. die Reibung reduzierende Stoff ist ein Stoff auf der Basis von oberflächenaktiven chemischen Verbindungen. Diese erste Metallschicht 3 kann auch aus mehreren nacheinander aufgebracht einzelnen Schichten bestehen. Für bestimmte Anwendungen braucht die erste Metallschicht 3 nicht mit weiteren Schichten überzogen werden. Die erste Metallschicht 3 wird hier jedoch durch eine metallische Deckschicht 5 vollständig überzogen. Die Deckschicht 5 weist eine glatte Oberfläche 6 auf. Die metallische Deckschicht 5 weist in der Regel eine grössere Härte auf als die erste Metallschicht 3.

Für eine feststehende oder vergleichsweise langsam bewegte Komponente einer versilberten Kontaktanordnung hat es sich herausgestellt, dass die erste Metallschicht 3 vorteilhaft eine Dicke im Bereich von 5 µm bis 15 µm aufweist, während die metallische Deckschicht 5 eine Dicke im Bereich um 2 µm aufweist. Die metallische Deckschicht 5 wird dabei vorteilhaft als Hartversilberung ausgeführt, um so deren Abriebverhalten zu optimieren.

Als Nanopartikel 4 können, je nach dem vorgesehenen Einsatzbereich der Beschichtung, verschiedene, entsprechend aufbereitete Stoffe verwendet werden, beispielsweise Karbide wie SiC, WC und TiC, Nitride wie AlN und Si<sub>3</sub>N<sub>4</sub>, Boride wie TiB, Metalloxide wie ZnO, SiO<sub>2</sub>, Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub>, Bi<sub>2</sub>O<sub>3</sub>, PdO, NiO, AgO, TeO, CuO, Sb<sub>2</sub>O<sub>3</sub>, TiO<sub>2</sub>, ZrO<sub>2</sub>, Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>, In<sub>2</sub>O<sub>3</sub>, SnO, V<sub>2</sub>O<sub>5</sub>, TiO<sub>2</sub> und MgO und Metalle wie beispielsweise W und Ni. Die Nanopartikel 4 werden aus den jeweiligen Grundmaterialien mit Hilfe eines der bekannten Verfahren hergestellt. Die Nanopartikel 4 weisen eine Grösse im Bereich von etwa 5 nm bis 50 nm auf und sind in der Regel kugelförmig ausgebildet. Die Nanopartikel 4 weisen keine scharfen Kanten auf. Es werden entweder Nanopartikel 4 aus einem einzigen Stoff oder Nanopartikel 4 aus einem Gemisch von zwei oder mehr Stoffen in das galvanische Bad eingebracht. Um eine gleichmässige Verteilung der Nanopartikel 4 in dem galvanischen Bad zu erreichen, wird das Bad ständig umgerührt.

Werden Partikel mit einer etwas gröberen Struktur als die oben beschriebenen Nanopartikel 4 eingesetzt, so wird die chemischphysikalische Wirksamkeit dieser Partikel zwar etwas verschlechtert, da sich an diese Partikel weniger oberflächenaktive chemische Verbindungen anlagern können, es sind aber durchaus Anwendungen vorstellbar, wo eine derartige gröbere Struktur vorteilhaft einsetzbar ist. Insbesondere ist es auch möglich, Partikel, die eine etwas gröbere Struktur aufweisen, mit nanostrukturiertem Material vermischt anzuwenden, um so eine spezifische Anpassung an bestimmte vorgegebene Betriebsanforderungen zu erreichen.

Als für die Anlagerung an die Nanopartikel 4 geeignete oberflächenaktive chemische Verbindungen können bipolare, natürliche chemische Verbindungen eingesetzt werden, die als Seifen bezeichnet werden, wie beispielsweise Stearate, Oleate, Palmitate oder Lau-

reate, es können aber auch synthetische Verbindungen wie beispielsweise Sulfonsäuren, und da insbesondere Toluolsulfonsäure oder Laurinsulfonsäure, oder Aminoalkohole, Polyalkohole und dergleichen eingesetzt werden. Diese Verbindungen lagern sich chemisch-physikalisch an die Nanopartikel 4 an, in der Regel sind es Van der Waal'sche Kräfte, welche für diese Anlagerung sorgen. Die Nanopartikel 4 werden von einer oder einem Gemisch von zwei oder mehreren dieser den Abrieb bzw. die Reibung reduzierenden Verbindungen ganz oder zumindest teilweise eingehüllt.

In der Fig.2 ist ein Schnitt durch ein Nanopartikel 4 mit seiner auf chemisch-physikalischem Weg angelagerten Hülle aus einer oberflächenaktiven chemischen Verbindung schematisch dargestellt. Das Nanopartikel 4 ist beispielsweise aus Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>, ZrO oder TiO<sub>2</sub> nach einem der bekannten Verfahren hergestellt worden. An das Nanopartikel 4 ist direkt Sauerstoff O angelagert und an den Sauerstoff O eine Kohlenwasserstoffverbindung R<sub>1</sub>. An die Kohlenwasserstoffverbindung R<sub>1</sub> ist hier beispielsweise ein Aminoalkohol NH<sub>2</sub> angelagert, welcher als die entscheidende Komponente für die Reduktion des Abriebs bzw. der Reibung anzusehen ist, wenn dieses Nanopartikel 4 in die erste Metallschicht 3 eingelagert ist. An das Nanopartikel 4 sind jedoch zusätzlich auch Hydroxylgruppen OH direkt angelagert, der Wasserstoff für diese Hydroxylgruppen wird durch den angelagerten Sauerstoff O aus dem Wasser des galvanischen Bades geholt. Die Wasserstoffionen dieser Hydroxylgruppen OH sind positiv geladen, sodass das Nanopartikel 4 insgesamt eine positive elektrische Ladung aufweist. Die so positiv geladenen Nanopartikel 4 wandern im elektrischen Feld des galvanischen Bades zur Kathode, ebenso wie die gelösten Metalle, und lagern sich dort gemeinsam mit diesen an dem zu beschichtenden Teil 1 ab. Auf diese Art wird ohne zusätzliche Hilfsmittel eine sehr homogene Verteilung der Nanopartikel 4 in der ersten Metallschicht 3 erreicht, was eine gleichmässige Schmierwirkung durch die Hülle der eingelagerten Nanopartikel 4 zur Folge hat.

Auch die nichtoxidischen Nanopartikel 4, welche Nitride, Boride, Karbide und Metalle als Grundstoffe aufweisen, überziehen sich in der normalen Atmosphäre mit einer hauchdünnen Oxidschicht, welche nach dem Einbringen dieser Nanopartikel 4 in ein galvanisches Bad die selben chemischphysikalischen Oberflächenreaktionen ermöglicht, wie sie weiter oben im Zusammenhang mit der Darstellung des Nanopartikels 4 in der Fig. 2 beschrieben sind.

Viele dieser Verbindungen werden in herkömmlichen galvanischen Bädern bereits als Netzmittel verwendet, ihre zusätzliche vorteilhafte Einsatzmöglichkeit als Mittel für die Reduktion des Abriebs bzw. der Reibung konnte bisher jedoch nicht ausgenutzt werden. Erst durch die Kombination mit den Nanopartikeln 4, die ein Anlagern dieser Verbindungen aus einem chemisch-physikalischen Weg in einer für eine gute Schmierung ausreichenden Menge erlauben, und die selbst keine

Kanten aufweisen, welche die so erzeugte Schmierwirkung wieder zunichte machen könnten, kommt die vorteilhafte Reduktion des Abriebs bzw. der Reibung voll zur Geltung. Die erste Metallschicht 3 ist demnach als eine selbstschmierend wirkende Schicht zu betrachten.

Derartige Beschichtungen können vorteilhaft als Kontaktflächen in Kontaktanordnungen eingesetzt werden. Es ist eine Vielzahl von speziellen Anwendungen dieser Beschichtungen vorstellbar. Das beschichtete Teil 1 kann in einer Kontaktierungsbaugruppe als feststehende oder vergleichsweise langsam bewegte Komponente mit einer beweglichen, auf diesem Teil 1 gleitenden oder abrollenden, metallischen Komponente zusammenwirken. Das Teil 1 kann beispielsweise als feststehender Nennstromkontakt eines Leistungsschalters ausgebildet sein, und als auf diesem feststehenden Kontakt gleitende Komponente kann ein mit versilberten Fingern oder mit versilberten Spiralkontakten ausgerüsteter beweglicher Gegenkontakt vorgesehen sein. Einerseits können durch diese neuartig versilberten Kontakte die Kontaktübergänge in Leistungsschaltern und in Energieverteilungsanlagen verbessert werden, andererseits können beispielsweise auch die mit Gold beschichteten Kontaktpartien in Relais haltbarer gemacht, bzw., bei gleicher Lebensdauer, mit einer dünneren Beschichtung versehen werden, was bei der enormen Stückzahl derartiger Kontakte zu erheblichen Materialeinsparungen führt.

Für den Einsatz in versilberten Kontaktzonen in metallgekapselten gasisolierten Schaltanlagen, die mit SF<sub>6</sub>-Gas gefüllt sind, lassen sich besonders vorteilhaft Nanopartikel 4 auf der Basis von Karbiden und Metallen verwenden, die mit Hilfe eines der bekannten Verfahren aufbereitet wurden. Diese Nanopartikel 4 weisen eine Grösse von etwa 5 nm bis 50 nm auf. Diese Nanopartikel 4 sind gegen die Zersetzungsprodukte des in der Regel in diesen metallgekapselten gasisolierten Schaltanlagen als Isoliermittel und als Löschmittel für den Lichtbogen verwendeten Schwefelhexafluorids beständig, sodass die Schmierfähigkeit der ersten Metallschicht 3 durch diese Zersetzungsprodukte nicht reduziert wird. Durch die an diese Nanopartikel 4 angelagerten Verbindungen wird eine besonders lange Lebensdauer der Kontakte erreicht. Der hier auftretende Abrieb besteht aus vergleichsweise kleinen Abriebpartikeln, es treten keine Abriebpartikel der kritischen Grösse auf, welche in dem in den metallgekapselten gasisolierten Hochspannungsanlagen herrschenden elektrischen Feld wandern und Überschläge verursachen könnten.

Derartige Beschichtungen können auch vorteilhaft als Oberflächen für Gleitlager oder sonstige mechanisch beanspruchten Lagerstellen eingesetzt werden. Bei einer Lagerstelle ist das Teil 1 als feststehende oder vergleichsweise langsam bewegte Komponente ausgebildet, die mit einer beweglichen, auf diesem Teil 1 gleitenden oder abrollenden, metallischen Komponente zusammenwirkt.

Es ist auch möglich, Gebrauchsgegenstände, wie

beispielsweise Essbesteck, Schmuck, Modeschmuck aus Plastik und dergleichen mit der erfindungsgemässen Beschichtung zu versehen, um so deren Haltbarkeit zu verbessern bzw. um Material für die Beschichtung einzusparen. Bei versilbertem Essbesteck ist die erste Metallschicht 3, wie beschrieben, mit Nanopartikeln 4 samt den Abrieb reduzierenden Anlagerungen versehen, und die darüberliegende Deckschicht 5 ist eine Hochglanzversilberung.

Diese Deckschicht 5 wird sich im Laufe der Zeit an den am meisten beanspruchten Stellen durchscheuern, sodass dort die erste Metallschicht 3 zum Vorschein kommt. Dank der Dotierung mit den umhüllten Nanopartikeln 4 ist diese erste Metallschicht 3 jedoch so abriebfest, dass die weitere Abnutzung des Essbestecks extrem verlangsamt wird, während der optische Eindruck des Bestecks nur unwesentlich beeinträchtigt ist.

Das Verfahren zur Herstellung von abriebbeständigen galvanischen Schichten auf Teilen 1, weist die folgenden Verfahrensschritte auf:

- a) Einbringen von Nanopartikeln in ein erstes galvanisches Bad, welches ständig umgerührt wird,
- b) Einbringen von sich an diese Nanopartikel anlagernden Partikel aus einem Stoff auf der Basis von oberflächenaktiven chemischen Verbindungen in das erste galvanische Bad,
- c) Einbringen eines zu beschichtenden Teiles 1 in das erste galvanische Bad,
- d) Durchführen eines elektrolytischen Beschichtungsvorgangs bis eine erste, überwiegend metallische Schicht auf das Teil 1 aufgebracht ist, und
- e) Entnehmen des Teiles 1 aus dem galvanischen Bad.

Das Teil 1 ist nun mit der ersten Metallschicht 3 überzogen. diese erste Metallschicht 3 kann als einschichtiges Gebilde oder auch aus mehreren gleichartigen Schichten aufgebaut sein. Grundsätzlich ist es auch möglich, diese erste Metallschicht 3 aus mehreren Schichten aus verschiedenen Metallen aufzubauen, wobei jedoch jede dieser Schichten mit Nanopartikeln 4 dotiert ist. Wird diese erste Metallschicht 3 in einem Lager eingesetzt, so ist in der Regel ein Überziehen mit einer zusätzlichen Deckschicht 5 nicht vorgesehen. Die volle Wirkung der an die Nanopartikel 4 angelagerten, schmierend wirkenden Verbindungen ist so von Anfang an gewährleistet.

Wird das beschichtete Teil 1 beispielsweise für eine Kontaktanordnung verwendet, so wird die erste Metallschicht 3 mit einer metallischen Deckschicht 5 überzogen und die nachfolgenden Verfahrensschritte schliessen sich an die oben bereits aufgelisteten Verfahrensschritte an:

- f) Einbringen des beschichteten Teiles 1 in ein zweites galvanisches Bad,
- g) Durchführen mindestens eines weiteren elektro-

lytischen Beschichtungsvorgangs bis eine zweite, die erste Schicht vollständig überdeckende, metallische Deckschicht 5 auf das Teil 1 aufgebracht ist, und

h) Entnehmen des mit zwei Schichten überzogenen Teiles 1 aus dem zweiten galvanischen Bad.

Im ersten und im zweiten galvanischen Bad ist mehrheitlich das gleiche Metall gelöst, es ist aber auch möglich, wenn spezielle Anwendungen dies erfordern, dass in einem oder auch in beiden galvanischen Bädern mindestens zwei unterschiedliche Metalle gelöst sind. Die Härte der jeweiligen Metallschicht kann so mit einfachen Mitteln den jeweiligen Betriebsanforderungen angepasst werden.

Von den Nanopartikeln 4 werden 0,002 bis 0,20 Gewichtsprozent in das erste galvanische Bad eingebracht. Es hat sich gezeigt, dass dann eine optimale Zusammensetzung der ersten Metallschicht 3 erreicht wird. Von dem Stoff auf der Basis von oberflächenaktiven chemischen Verbindungen wird eine vergleichsweise geringe, an die Menge der Nanopartikel 4 angepasste, Menge in das erste galvanische Bad eingebracht, dabei wird darauf geachtet, dass dieser Stoff kontinuierlich zudosiert wird. Werden die Mengen der Nanopartikel 4 und dieses Stoffes nicht aneinander angepasst, so tritt häufig ein unerwünschtes Verklumpen der Nanopartikel 4 auf, was zur Folge hat, dass diese Klumpen im galvanischen Bad absinken, die homogene Verteilung der Nanopartikel 4 in der ersten Metallschicht 3 ist dann nicht mehr gewährleistet. Wird jedoch auf die Anpassung der erwähnten Mengen geachtet, so wird die Konzentration des galvanischen Bades nicht nennenswert beeinflusst.

## BEZEICHNUNGSLISTE

1	Teil
2	Grundmaterial
3	erste Metallschicht
4	Nanopartikel
5	Deckschicht
6	Oberfläche
O	Sauerstoff
R <sub>1</sub>	Kohlenwasserstoffverbindung
NH <sub>2</sub>	Aminoalkohol
OH	Hydroxylgruppe

## Patentansprüche

- Teil mit einer galvanisch aufgetragenen, gegen mechanischen Abrieb beständigen Beschichtung, dadurch gekennzeichnet,
  - dass in mindestens eine erste Metallschicht (3) der Beschichtung homogen verteilte Nanopartikel (4) eingelassen sind, welche mit minde-

stens einem, den Abrieb bzw. die Reibung reduzierenden Stoff chemisch-physikalisch verbunden sind.

- Teil nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet,
  - dass die mindestens eine erste Metallschicht (3) vollständig mit einer metallischen Deckschicht (5) überzogen ist.
- Teil nach Anspruch 2, dadurch gekennzeichnet,
  - dass die metallische Deckschicht (5) eine grössere Härte aufweist als die erste Metallschicht (3).
- Teil nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet,
  - dass als der mindestens ein Stoff, der den Abrieb bzw. die Reibung reduziert, ein Stoff auf der Basis von oberflächenaktiven chemischen Verbindungen gewählt wird.
- Teil nach einem der voranstehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet,
  - dass das Teil (1) in einer Kontaktierungs- oder Lagerbaugruppe als feststehende oder vergleichsweise langsam bewegte Komponente mit einer beweglichen, auf diesem Teil gleitenden oder abrollenden, metallischen Komponente zusammenwirkt.
- Teil nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet,
  - dass die Nanopartikel (4) eine Partikelgröße im Bereich von 5 nm bis 50 nm aufweisen.
- Teil nach einem der Ansprüche 2 oder 3, dadurch gekennzeichnet,
  - dass die erste Metallschicht (3) überwiegend Silber als metallische Matrix aufweist, und
  - dass die metallische Deckschicht (5) als Hartversilberung ausgeführt ist.
- Teil nach einem der Ansprüche 2 oder 3, dadurch gekennzeichnet,
  - dass die erste Metallschicht (3) eine Dicke im Bereich von 5 µm bis 15 µm aufweist, und
  - dass die metallische Deckschicht (5) eine Dicke im Bereich um 2 µm aufweist.
- Teil nach einem der Ansprüche 2 oder 3, dadurch gekennzeichnet,
  - dass die erste Metallschicht (3) und die metal-

lische Deckschicht (5) aus unterschiedlichen Metallen oder Metallegierungen bestehen.

10. Teil nach Anspruch 4, dadurch gekennzeichnet,

- dass als oberflächenaktive chemische Verbindung entweder bipolare, natürliche chemische Verbindungen eingesetzt werden, die als Seifen bezeichnet werden, oder synthetische Verbindungen wie Sulfonsäuren oder Aminoalkohole oder Polyalkohole.

11. Teil nach Anspruch 10, dadurch gekennzeichnet,

- dass als bipolare, natürliche chemische Verbindungen Stearate, Oleate, Palmitate oder Laureate eingesetzt werden, und
- dass als Sulfonsäuren insbesondere Toluolsulfonsäure oder Laurinsulfonsäure eingesetzt werden.

12. Teil nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet,

- dass als Teil (1) ein Gebrauchsgegenstand vorgesehen ist.

13. Verfahren zur Herstellung von abriebbeständigen galvanischen Schichten auf Teilen, welches die folgenden Verfahrensschritte aufweist:

- a) Einbringen von Nanopartikeln (4) in ein erstes galvanisches Bad, welches ständig umgerührt wird,
- b) Einbringen von sich an diese Nanopartikel (4) anlagernden Partikel aus einem Stoff auf der Basis von oberflächenaktiven chemischen Verbindungen in das erste galvanische Bad,
- c) Einbringen eines zu beschichtenden Teiles (1) in das erste galvanische Bad,
- d) Durchführen eines elektrolytischen Beschichtungsvorgangs bis eine erste, überwiegend metallische Schicht (3) auf das Teil (1) aufgebracht ist,
- e) Entnehmen des Teiles (1) aus dem galvanischen Bad.

14. Verfahren nach Anspruch 13, dadurch gekennzeichnet,

- dass das Teil (1) in ein zweites galvanisches Bad eingebracht wird,
- dass mittels mindestens eines weiteren elektrolytischen Beschichtungsvorgangs eine zweite, die erste Schicht (3) vollständig überdeckende, metallische Deckschicht (5) auf das Teil (1) aufgebracht wird, und
- dass danach das mit den zwei Schichten (3,5) überzogene Teil (1) aus dem zweiten galvani-

schen Bad entnommen wird.

15. Verfahren nach Anspruch 14, dadurch gekennzeichnet,

- dass im ersten und im zweiten galvanischen Bad mehrheitlich das gleiche Metall oder in mindestens einem der beiden Bäder mindestens zwei unterschiedliche Metalle gelöst sind.

16. Verfahren nach Anspruch 13, dadurch gekennzeichnet,

- dass als Basis für die Nanopartikel (4) ein einziger chemischer Stoff oder ein Gemisch von mindestens zwei chemischen Stoffen dient.

17. Verfahren nach Anspruch 16, dadurch gekennzeichnet,

- dass ein Teil des chemischen Stoffes oder ein Teil des Gemisches aus einem gröber strukturierten Material ausgeführt sind.

18. Verfahren nach Anspruch 13, dadurch gekennzeichnet,

- dass von den Nanopartikeln (4) 0,002 bis 0,20 Gewichtsprozent in das erste galvanische Bad eingebracht werden, und
- dass von dem Stoff auf der Basis von oberflächenaktiven chemischen Verbindungen eine an die Menge der Nanopartikel (4) angepasste Menge in das erste galvanische Bad eingebracht wird.

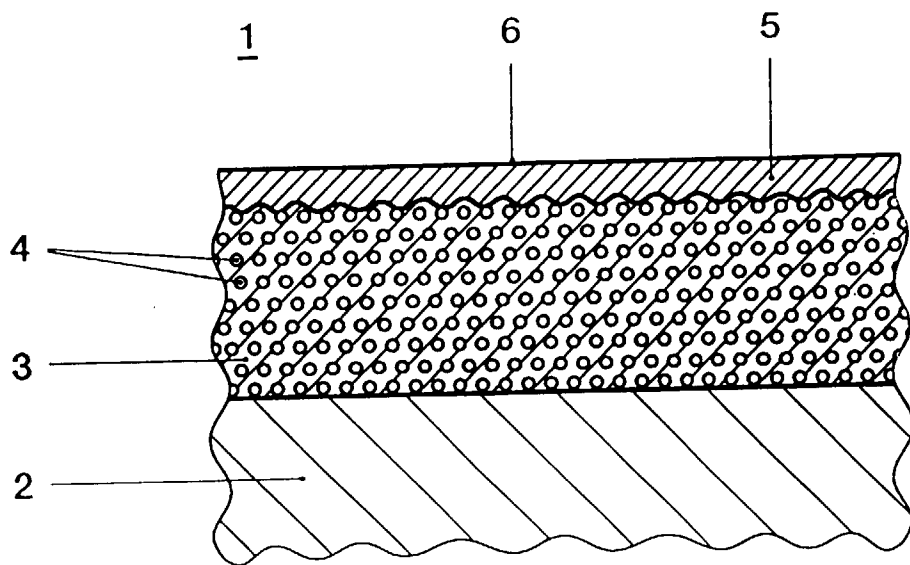


FIG. 1

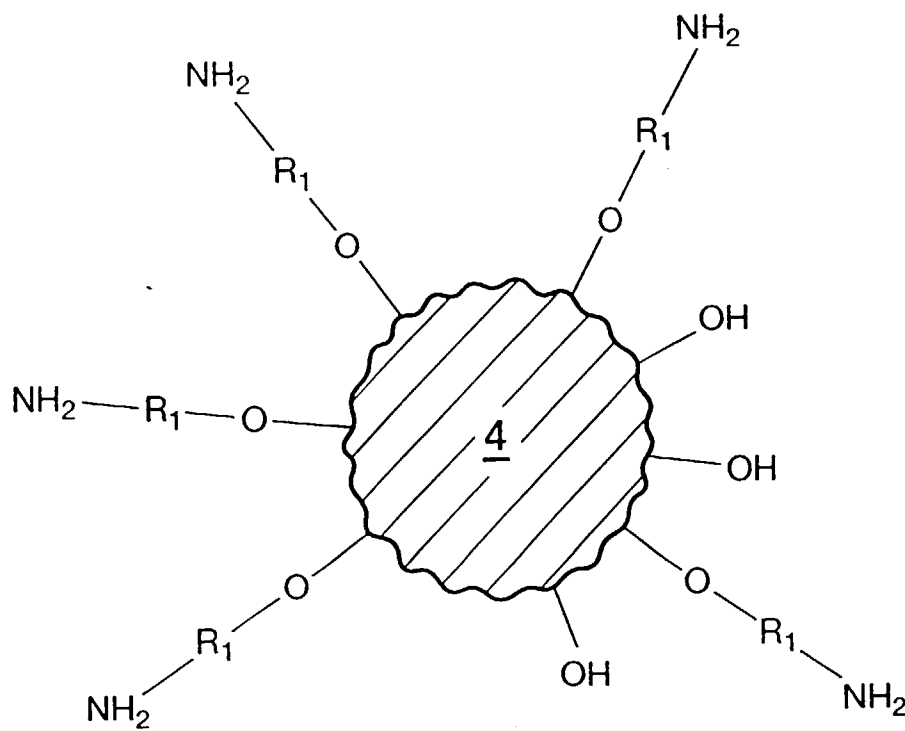


FIG. 2

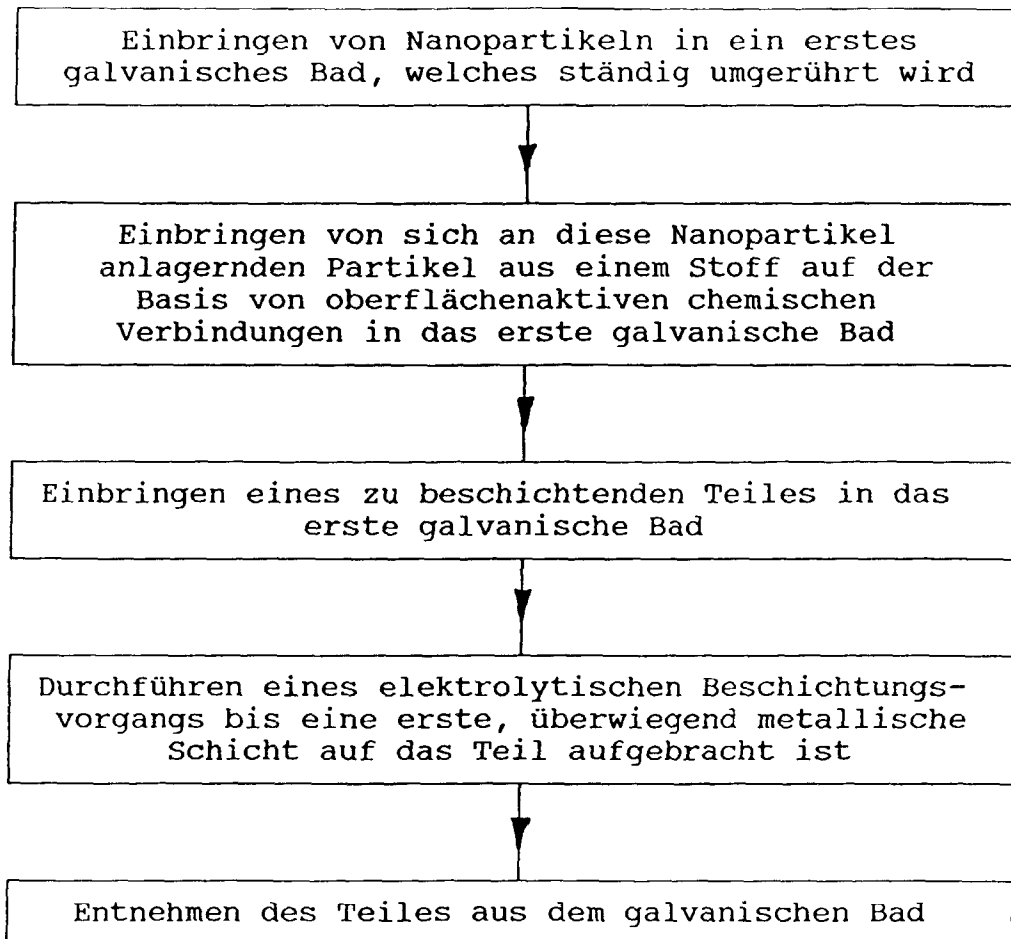


Fig. 3



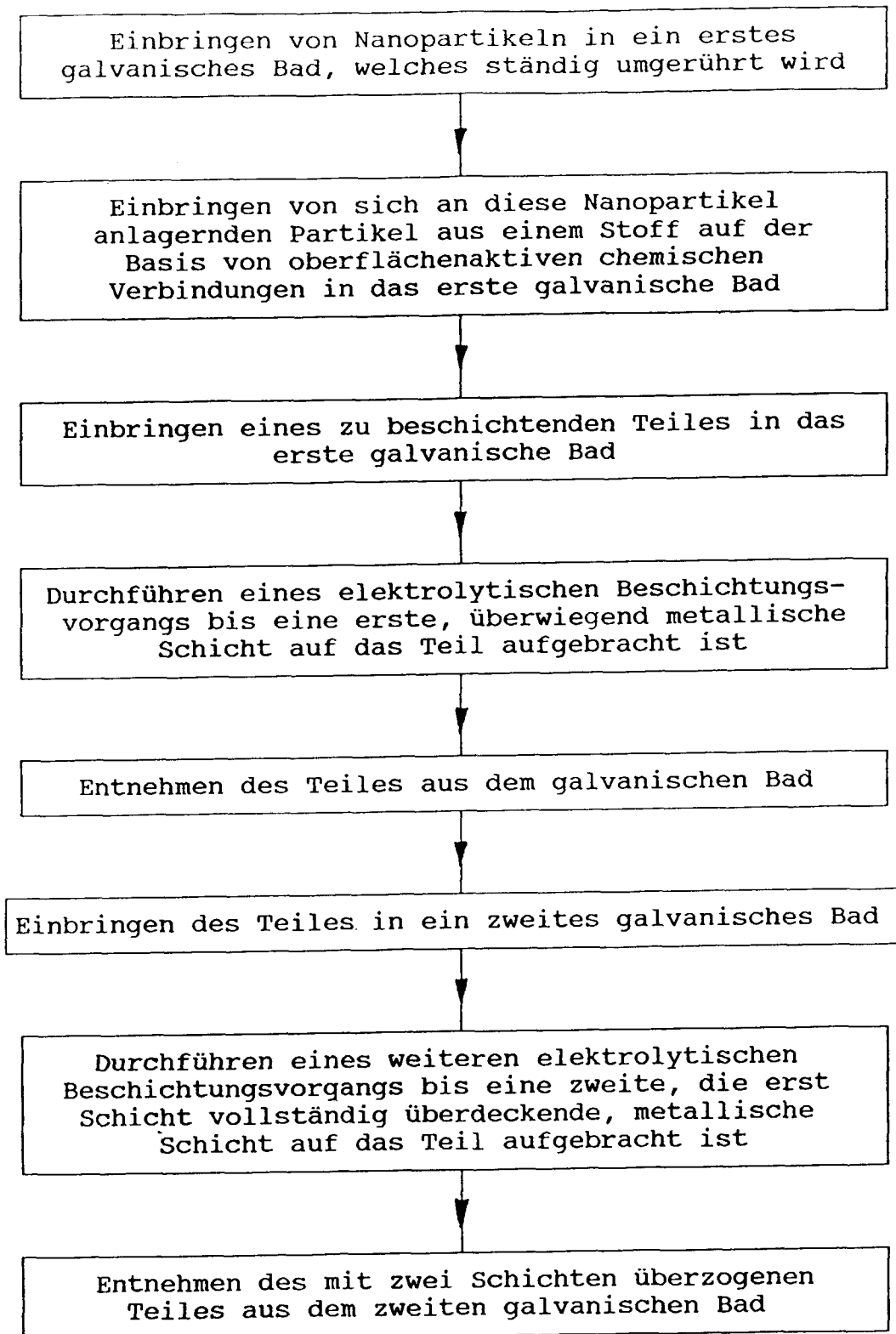


Fig. 4

