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

(11) EP 1 624 091 A1

(12) EUROPÄISCHE PATENTANMELDUNG

(43) Veröffentlichungstag:
08.02.2006 Patentblatt 2006/06

(51) Int Cl.:
C25D 5/10 *(2006.01)* ***C23C 28/02*** *(2006.01)*

(21) Anmeldenummer: **04103744.1**

(22) Anmeldetag: **04.08.2004**

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

(71) Anmelder: **Aluminal Oberflächentechnik GmbH & Co. KG**
56412 Montabaur-Heiligenroth (DE)

(72) Erfinder:
- **Heller, Jörg, Dr.**
  51766 Engelskirchen (DE)
- **Strobl, Christoph, Prof. Dr.**
  85049 Ingolstadt (DE)

(74) Vertreter: **Sternagel, Fleischer, Godemeyer & Partner**
Patentanwälte,
An den Gärten 7
51491 Overath (DE)

(54) Mit einer Aluminium/Magnesium-Legierung oder Aluminium beschichtete Werkstücke mit Zink-Zwischenschicht

(57) Die vorliegende Erfindung betrifft ein beschichtetes Werkstück umfassend ein Substrat, mindestens eine auf dem Substrat aufgebrachte metallische Zwischenschicht aus Zink oder einer Zinklegierung und eine auf der Zwischenschicht aufgebrachte Schicht enthaltend Aluminium oder eine Aluminium/Magnesium-Legierung.

EP 1 624 091 A1

Beschreibung

[0001] Die vorliegende Erfindung ist auf mit einer Aluminium/Magnesium-Legierung oder Aluminium beschichtete Werkstücke gerichtet, sowie auf ein Verfahren zu ihrer Herstellung.

[0002] Die Abscheidung von Aluminium, Magnesium oder Aluminium/Magnesium-Legierungen auf Werkstükken, die aus unedlen Metallen bestehen, ist ein probates Mittel, um diese Werkstücke vor Korrosion zu schützen. Sie werden dabei gleichzeitig mit einer dekorativen Beschichtung versehen. Die schützende Metallschicht wird hierbei vorwiegend galvanisch auf dem Werkstück abgeschieden. Durch die abgeschiedene Metallschicht wird die Korrosionsbeständigkeit des Werkstückes signifikant verbessert. Es zeigt sich allerdings, dass die Korrosionsbeständigkeit des Werkstückes von der Haftung der aufgebrachten Schutzschicht auf dem Werkstück abhängt. Bei nicht ausreichender Haftung der Schutzschicht auf dem Werkstück wird die Schutzschicht leicht entfernt, z. B. beim Einschrauben einer mit einer Oberflächenschicht aus Aluminium, Magnesium oder einer Aluminium/Magnesium-Legierung versehenen Schraube als Werkstück in ein zweites Werkstück. Dadurch tritt an diesen Stellen Korrosion, insbesondere Kontaktkorrosion auf. Diese Korrosion führt unweigerlich zur Zerstörung des Werkstückes. Eine langfristige Verhinderung der Korrosion ist somit nicht gewährleistet.

[0003] Im Stand der Technik hat es verschiedene Versuche gegeben, dieses Problem zu lösen.

[0004] In der DE 31 12 919 A1 wird vorgeschlagen metallbeschichtete Eisenwerkstücke mit einer Haftvermittlungszwischenschicht aus Kobalt, Kobaltlegierungen oder nickelhaltigem Kobalt zu versehen und hierauf eine Aluminiumschicht galvanisch aufzubringen. Die als Haftvermittler dienende Zwischenschicht wird aus einem wässrigen Medium galvanisch aufgebracht. Optional kann nach Aufbringen der Galvano-Aluminiumschicht auf die Haftvermittlungsschicht, die Galvano-Aluminiumschicht chromatiert werden. Hierdurch wird die Korrosionsbeständigkeit weiter verbessert.

[0005] In der DE 38 04 303 wird ein Verfahren zur Verbesserung der Haftung von galvanischen Aluminiumschichten auf Metallwerkstücken durch Aufbringung einer Haftvermittlungsschicht vorgeschlagen. Zur Aufbringung der Haftvermittlungsschicht aus Eisen, Eisen und Nickel, Nickel, Kobalt, Kupfer und Legierungen der vorstehend genannten Metalle oder Zinn-Nickel-Legierungen wird ein nichtwässriger Elektrolyt verwendet. Nach Aufbringung der Zwischenschicht als Haftvermittlungsschicht auf ein Metallwerkstück wird eine Galvano-Aluminiumschicht auf die Zwischenschicht aufgebracht. Hierbei ist die Aufbringung der Zwischenschicht aus einem nichtwässrigen Elektrolyten essentiell, da ansonsten bei der Verwendung eines wässrigen Elektrolyten durch den während der Elektrolyse entstehenden Wasserstoff eine Versprödung des Metallwerkstückes auftritt. Hierdurch werden die oft verwendeten niedrig legierten hochfesten Stähle nachteilig beeinflusst. Durch Verwendung eines nichtwässrigen Elektrolyten zur Aufbringung der metallischen Zwischenschicht wird die Versprödung der Werkstücke vermieden.

[0006] Sowohl in der DE 31 21 919 A1 als auch in der DE 38 04 303 A1 werden reine Galvano-Aluminiumschichten auf die mit einer Zwischenschicht versehenen Werkstücke aufgebracht. Beide Druckschriften beschreiben nicht die Aufbringung von Aluminium/Magnesium-Legierungen auf Werkstücke.

[0007] In der EP 1 141 447 B1 werden Elektrolyte zum Beschichten von Werkstücken mit Schichten aus einer Aluminium/Magnesium-Legierungen offenbart. Eine solche Beschichtung ist besonders notwendig, wenn Verbindungen mit Magnesiumteilen erzeugt werden sollen, weil die Korrosionsprodukte des Magnesium-Metalls alkalisch sind und die Aluminium-Oberflächenbeschichtungen angreifen. Durch Einsatz von Aluminium/Magnesium-Legierungen wird hier die Kontaktkorrosion vermieden und eine Langzeitbeständigkeit der Beschichtung bewirkt. Es wird vorgeschlagen Stahlbefestigungselemente für den Kontakt mit Magnesiumbauteilen, insbesondere in der Automobilindustrie mit Aluminium/Magnesium-Legierungen zu beschichten. In der EP 1 141 447 B1 werden keine metallischen Zwischenschichten, die zwischen dem Werkstück und der korrosionsreduzierenden Schicht aus einer Aluminium/Magnesium-Legierung angeordnet sind, offenbart.

[0008] DE 102 57 737 B3 beschreibt ein Verfahren zur elektrolytischen Magnesiumabscheidung auf verzinktem Band. Hierbei wird ein Substrat aus Blech vorzugsweise ein Stahlblech mit einem Zink- oder Zinklegierungsüberzug versehen. anschließend erfolgt eine elektrolytische Abscheidung von Magnesium auf der Zinkschicht. Das beschichtete Substrat wird dann einer Wärmebehandlung zur Ausbildung einer Mg-Zn-Legierungsphase unterzogen. Es werden Bänder mit verbesserter Korrosionsbeständigkeit bei gleichbleibender Oberflächenqualität und Verarbeitbarkeit erhalten.

[0009] Das Aufbringen von reinen Magnesiumschichten hat jedoch den Nachteil, dass diese Schichten relativ weich sind und häufig bei Verwendung in Verbindungselementen die Beschichtung allein durch die mechanische Beanspruchung beim Verbinden beschädigt oder entfernt wird. Hierdurch kommt es zu einer Beschädigung der Korrosionsschutzschicht, so dass bei diesen Teilen eine frühzeitige Korrosion zu beobachten ist. Ein weiterer Nachteil ist es, dass Magnesium im sauren Bereich keine Korrosionsbeständigkeit aufweist. Im Gegensatz dazu besitzen Al/Mg- Legierungen eine höhere Korrosionsbeständigkeit, die bis in den sauren Bereich hinein reicht.

[0010] Die auf einem Werkstück aufgebrachten Aluminium/Magnesium-Schichten des Standes der Technik sind im Gegensatz zu reinen Magnesiumschichten sehr hart und spröde, so dass die oben beschriebenen Probleme hier nicht auftreten. Weiterhin kann der Magnesium Anteil der Al/Mg-Legierung individuell eingestellt wer-

den, so dass die Härte der Schicht an die jeweiligen Anwendungserfordernisse angepasst werden kann.

[0011] Werden Befestigungsmittel, die mit einer Aluminium/Magnesium-Schicht versehen sind, wie z. B. Schrauben, zur Befestigung von Bauteilen verwendet, so besteht aber die Gefahr, dass die Schrauben die Bauteile durch die auf dem Befestigungsmittel aufgebrachte Aluminium/Magnesium-Schicht oberflächlich anrauen und im schlimmsten Fall zerstören. Diese Gefahr besteht insbesondere dann, wenn die Bauteile aus relativ weichen oder spröden Materialien bestehen, wie z. B. aus Magnesium. Durch die oberflächliche Zerstörung des Bauteiles kann dieses wiederum einer vermehrten Korrosion ausgesetzt sein, welche bis zur Zerstörung des Bauteiles führen kann.

[0012] Grundsätzlich tritt die vorbeschriebene Korrosion vermehrt bei hohen pH-Werten auf, so dass bei beiden vorgenannten Fällen der Zerstörung der Oberflächenschicht des Befestigungsmittels oder des Bauteils die Korrosionsgeschwindigkeit bei hohen pH-Werten steigt.

[0013] Die technische Aufgabe der vorliegenden Erfindung ist es, beschichtete Werkstücke bereitzustellen, die eine abriebfeste Beschichtung besitzen und eine verbesserte Korrosionsbeständigkeit, insbesondere im alkalischen Bereich aufweisen sowie in Kombination mit anderen Materialien eine verminderte Korrosion zeigen, insbesondere wenn die beschichteten Werkstücke als Befestigungsmittel zur Befestigung von Bauteilen verwendet werden.

[0014] Die technische Aufgabe der vorliegenden Erfindung wird gelöst durch ein beschichtetes Werkstück umfassend ein Substrat, mindestens eine auf dem Substrat aufgebrachte metallische Zwischenschicht aus Zink oder einer Zinklegierung und eine auf der Zwischenschicht aufgebrachte Schicht enthaltend eine Aluminium/Magnesium-Legierung oder Aluminium.

[0015] Vorzugsweise enthält das Substrat ein Metall und/oder eine MetallLegierung. Alternativ kann das Substrat ein metallisiertes Substrat sein, wobei das Substrat vollflächig oder teilflächig metallisiert sein kann. Bevorzugte Substrate enthalten Kunststoffe.

[0016] Das Substrat kann des Weiteren Inhaltsstoffe ausgewählt aus der Gruppe Eisen, Stahl, Eisen-Legierung, Nicht-Eisenmetalle, Zink-Druckguss, Aluminium-Druckguss, Titan, Titan als Legierung, Magnesium, Magnesium-Druckguss oder Mischungen derselben enthalten, wobei die vorgenannten Metalle vorzugsweise als Legierungsbestandteil in dem Substrat vorliegen.

[0017] Die metallische Zwischenschicht hat vorzugsweise eine Schichtdicke von 0,1 μm bis 30 μm. In einer weiteren bevorzugten Ausführungsform ist die Schichtdicke der metallischen Zwischenschicht 0,5 μm bis 20 μm, weiter bevorzugt 1 μm bis 10 μm und am meisten bevorzugt 1,5 μm bis 8 μm. Im Falle von Zink ist die Zwischenschicht besonders bevorzugt 4 bis 8 μm.

[0018] Die auf der metallischen Zwischenschicht aufgebrachte Schicht enthaltend eine Aluminium/Magnesium-Legierung enthält vorzugsweise 0,5 bis 70 Gew.% Magnesium. In einer weiter bevorzugten Ausführungsform sind 1 bis 50 Gew.%, weiter bevorzugt 2 bis 40 Gew.%, in einer weiteren bevorzugten Ausführungsform 3 bis 30 Gew.%, vorzugsweise 4 bis 25 Gew.% und am meisten bevorzugt 5 bis 20 Gew.% Magnesium in der Aluminium/Magnesium-Legierung enthalten.

[0019] Vorzugsweise hat die Schicht enthaltend eine Aluminium/Magnesium-Legierung eine Schichtdicke von 0,1 μm bis 100 μm. In einer we i-ter bevorzugten Ausführungsform ist die Schichtdicke 0,5 μm bis 70 μm, weiter bevorzugt 1 μm bis 50 μm, vorzugsweise 2 μm bis 40 μm, weiter bevorzugt 2 μm bis 30 μm, weiter bevorzugt 2 μm bis 28 μm und am meisten bevorzugt 2 μm bis 25 μm.

[0020] Die Schicht enthaltend die Aluminium/Magnesium-Legierung ist vorzugsweise die Oberflächenschicht des beschichteten Werkstückes. Alternativ kann noch mindestens eine Schicht auf der Schicht enthaltend die Aluminium/Magnesium-Legierung aufgebracht sein, die vorzugsweise eine Passivierung ist.

[0021] Das beschichtete Werkstück ist vorzugsweise eine Gestellware, eine Schüttgutware oder ein Endlosprodukt, wobei das beschichtete Werkstück vorzugsweise ein Draht, ein Band, eine Schraube, eine Mutter, eine Betonverankerung, ein Befestigungselement oder ein Maschinenbauteil ist. Vorzugsweise wird das beschichtete Werkstück in der Automobilindustrie im Getriebe-, Motoren- und Karosseriebereich eingesetzt. Es kann eine Ölwanne oder eine Getriebeölwanne sein.

[0022] Ein weiterer Gegenstand der vorliegenden Erfindung ist die Bereitstellung eines Verfahrens zur Herstellung eines beschichteten Werkstückes, umfassend die Schritte:

a) Aufbringen mindestens einer metallischen Zwischenschicht aus Zink oder einer Zinklegierung auf ein Substrat und

b) Aufbringen einer Schicht enthaltend eine Aluminium/Magnesium-Legierung oder Aluminium auf die metallische Zwischenschicht.

[0023] Vorzugsweise wird in Schritt a) die metallische Zwischenschicht aus einer wässrigen Lösung oder einer nicht-wässrigen Lösung abgeschieden.

[0024] In einer bevorzugten Ausführungsform wird die metallische Zwischenschicht chemisch abgeschieden.

[0025] Alternativ kann in Schritt a) die metallische Zwischenschicht aus einem wässrigen Elektrolyten galvanisch abgeschieden werden. Mögliche Elektrolyte sind Lösungen der Metallsalze des Zinks. Diese können als Halogenide, Sulfate oder Sulfonate vorliegen. Die Elektrolyte können weitere Additive enthalten wie z. B. komplexierende Substanzen .

[0026] Es ist alternativ auch möglich in Schritt a) die metallische Zwischenschicht aus einem nicht-wässrigen Elektrolyten galvanisch abzuscheiden. Mögliche Elektro-

lyte enthalten Verbindungen des Molybdäns oder Vanadiums oder aller anderen vorgenannten Metalle, die die Zwischenschicht enthalten kann. Die Metalle liegen vorzugsweise als Halogenide vor, die mit Ether, insbesondere Diethylether und/oder Acetylacetonat (acac) komplexiert sein können.

[0027] Vorzugsweise wird in Schritt b) die Schicht enthaltend eine Aluminium/Magnesium-Legierung oder Aluminium aus einem wasserfreien Elektrolyten abgeschieden. In einer weiteren bevorzugten Ausführungsform wird in Schritt b) die Schicht enthaltend eine Aluminium/Magnesium-Legierung aus einem wasserfreien Elektrolyten galvanisch abgeschieden. Als Elektrolyt kann jeder Elektrolyt verwendet werden, der dem Fachmann geläufig ist. Insbesondere enthält der Elektrolyt aluminiumorganische Verbindungen der allgemeinen Formeln (I) und (II)

$$M[(R^1)_3Al\text{-}(H\text{-}Al(R^2)_2)_n\text{-}R^3] \qquad (I)$$

$$Al(R^4)_3 \qquad (II)$$

wobei n gleich 0 oder 1 ist, M gleich Natrium oder Kalium ist und R^1, R^2, R^3, R^4 gleich oder verschieden sein können, wobei R^1, R^2, R^3, R^4 eine C_1 bis C_4 Alkylgruppe sind und als Lösungsmittel für den Elektrolyt ein halogenfreies, aprotisches Lösungsmittel eingesetzt wird.

[0028] Als Elektrolyt kann auch ein Gemisch aus den Komplexen $K[AlEt_4]$, $Na[AlEt_4]$ und $AlEt_3$ eingesetzt werden. Das molare Verhältnis der Komplexe zu $AlEt_3$ ist vorzugsweise 1:0,5 bis 1:3 und weiter bevorzugt 1:2.

[0029] Die elektrolytische Abscheidung der Schicht enthaltend eine Aluminium/Magnesium-Legierung auf dem Werkstück wird unter Verwendung einer löslichen Aluminium- und einer ebenfalls löslichen Magnesiumanode oder unter Verwendung einer Anode aus einer Aluminium/Magnesium-Legierung durchgeführt.

[0030] Die elektrolytische Beschichtung wird vorzugsweise bei einer Temperatur von 80 bis 105°C durchgeführt. Bevorzugt ist eine Temperatur des Galvanisierungsbades von 91 bis 100° C

[0031] In einer bevorzugten Ausführungsform wird auf das Substrat, bevor in Schritt a) die metallische Zwischenschicht aufgebracht wird, eine den elektrischen Strom leitende Schicht aufgebracht.

[0032] Die den elektrischen Strom leitende Schicht kann mit jedem Verfahren auf das Substrat aufgebracht werden, welches dem Fachmann bekannt ist. Vorzugsweise wird die den elektrischen Strom leitende Schicht durch Metallisierung auf das Substrat aufgebracht.

[0033] Wenn das beschichtete Werkstück der vorliegenden Erfindung als Befestigungsmittel verwendet wird, tritt keine Beeinträchtigung des beschichteten Werkstückes auf. Obwohl eine Oberflächenschicht aus einer Aluminium/Magnesium-Legierung sehr hart, spröde und wenig duktil ist, haftet sie nach und während der Verwendung als Befestigungsmittels immer noch sehr fest auf dem beschichteten Werkstück. Des Weiteren ist die verwendete Beschichtung bestehend aus der Zwischenschicht und der Oberflächenschicht so elastisch, dass sie sich nach Verwendung als Befestigungsmittel nicht nachteilig verändert hat. Wenn das beschichtete Werkstück z.B. als Schraube in ein Bauteil geschraubt wird gibt die Oberflächenbehandlung des Werkstücks nach. Dies führt dann zu einer weiteren Reduzierung der Beanspruchung des beschichteten Werkstückes. Da keine Zerstörung der metallischen Zwischenschicht sowie der Oberflächenschicht enthaltend eine Aluminium/Magnesium-Legierung, auftritt, wird das beschichtete Werkstück auch nach und während seiner Verwendung sicher vor Korrosion, insbesondere vor Kontaktkorrosion, geschützt.

[0034] Diese genannten Vorteile weisen die mit einer Aluminium/Magnesium-Beschichtung versehenen Werkstücke des Standes der Technik nicht auf. Entweder wird die Oberflächenschicht bestehend aus einer Aluminium/Magnesium-Schicht zerstört, so dass dann Korrosion des Werkstückes eintritt oder aber die sehr harte und spröde Schicht aus Aluminium/Magnesium-Legierung der Werkstücke des Standes der Technik zerstört die Oberfläche der zu befestigenden Bauteile derart, dass diese anschließend einer verstärkten Korrosion ausgesetzt sind.

[0035] Die vorliegende Erfindung wird anhand der folgenden Beispiele erläutert, ohne jedoch auf diese beschränkt zu sein:

Beispiele:

Beispiel 1

[0036] Ein Blech der Größe 100 x 25 x 1 mm aus Stahl St37 wird mit einer Zinkzwischenschicht mit einer Stärke von ca. 4 µm versehen. Die Zinkschicht wird aus einem wässrigen Zinkelektrolyten galvanisch abgeschieden. Nachfolgend wird eine Schicht aus einer Aluminium/Magnesium-Legierung mit einem Magnesiumanteil von 20 Gew.-% und einer Schichtdicke von 12 µm durch galvanische Abscheidung aus einem nicht-wässrigen Elektrolyten auf der Zinkschicht abgeschieden. Das beschichtete Blech wird der Länge nach um einen Winkel von 180° gebogen, wobei die aufgebrachten Metallschichten im Bereich der Biegekante unversehrt bleiben.

Vergleichsbeispiel 1:

[0037] Ein Blech der Größe 100 x 25 x 1 mm aus Stahl St37 wird mit einer Schicht aus einer Aluminium/Magnesium-Legierung mit einem Magnesiumanteil von 20 Gew.-% und einer Schichtdicke von 12 µm durch galvanische Abscheidung aus einem nicht-wässrigen Elektrolyten versehen. Das so beschichtete Blech wird der Län-

ge nach um einen Winkel von 180° gebogen, wobei an der Biegekante Teile der Beschichtung aufreißen und teilweise in Form von feinsten Nadeln abplatzen.

Beispiel 2

[0038] Fünf Schrauben der Größe M6 x 55 werden mit einer Aluminium/Magnesium-Legierung mit einem Magnesiumanteil von 15 Gew.-% und einer Schichtdicke von 16 μm durch galvanische Abscheidung aus einem nicht-wässrigen Elektrolyten versehen.

[0039] Fünf weitere Schrauben der Größe M6 x 55 werden mit einer Zinkschicht mit einer Schichtdicke von ca. 4 μm versehen. Die Zinkschicht wird aus einem wässrigen Zinkelektrolyten galvanisch abgeschieden. Nachfolgend wird auf der Zinkschicht eine Aluminium/Magnesium-Legierung mit einem Magnesiumanteil von 15 Gew.-% und einer Schichtdicke von 16 μm durch galvanische Abscheidung aus einem nicht-wässrigen Elektrolyten aufgebracht.

[0040] Alle Schrauben werden einmal bis zur Hälfte in eine Mutter entsprechender Größe hinein und wieder heraus geschraubt. Die so behandelten Schrauben werden anschließend in eine Salzsprühnebelkammer gehängt und ihr Korrosionsverhalten wird untersucht. Dabei zeigt sich, dass bei den Schrauben, die mit einer Zinkzwischenschicht versehen wurden, eine längere Zeit verstreicht, bis eine erste Korrosion der Schrauben erkennbar ist.

Beispiel 3

[0041] Schrauben der Größe M5 x 5 werden in einer Trommel mit einer Aluminium/Magnesium-Legierung mit einem Magnesiumanteil von 10 Gew.-% und einer durchschnittlichen Schichtdicke von 14 μm aus einem nicht-wässrigen Elektrolyten galvanisch beschichtet.

[0042] Weitere Schrauben werden mit einer Zinkzwischenschicht mit einer Schichtdicke von ca. 4-6 μm Zink versehen. Die Zinkschicht wird aus einem wässrigen Zinkelektrolyten galvanisch aufgebracht. Nachfolgend wird auf der Zinkschicht in einer Trommel eine Schicht aus einer Aluminium/Magnesium-Legierung mit einem Magnesiumanteil von 10 Gew.-% und einer durchschnittlichen Schichtdicke von 15 μm aus einem nicht-wässrigen Elektrolyten galvanisch aufgebracht.

[0043] Jeweils drei gleich beschichtete Schrauben werden bis zum Anschlag in ein Gehäuse aus einer Aluminium/Magnesium-Legierung mit einer zum Schraubendurchmesser passenden Sackmutter eingeschraubt. Nachfolgend wird das Korrosionsverhalten in einer Salzsprühnebelkammer untersucht. Es zeigt sich, dass die Gehäuse, in die die Schrauben mit einer Zwischenschicht aus Zink eingeschraubt wurden, erst signifikant später korrodieren. Die Gehäuse mit den Schrauben ohne Zinkzwischenschicht zeigen zu einem früheren Zeitpunkt erste Korrosionserscheinungen.

[0044] Zusammenfassend lässt sich anhand der vorgenannten Beispiele feststellen, das die metallische Zwischenschicht eine signifikante Verbesserung der Korrosionsresistenz und eine erhebliche Haftungsverbesseung der aufgebrachten Aluminium/Magnesium-Legierung zeigt. Beschichtete Werkstücke umfassend ein Substrat, eine auf dem Substrat aufgebrachte metallische Zwischenschicht und eine auf der Zwischenschicht aufgebrachte Schicht enthaltend eine Aluminium/Magnesium-Legierung zeigen ein überlegenes Eigenschaftsprofil, das die Werkstücke des Standes der Technik nicht aufweisen.

Patentansprüche

1. Ein beschichtetes Werkstück umfassend ein Substrat, mindestens eine auf dem Substrat aufgebrachte metallische Zwischenschicht aus Zink oder einer Zinklegierung und eine auf der Zwischenschicht aufgebrachte Schicht enthaltend Aluminium oder eine Aluminium/Magnesium-Legierung.

2. Das beschichtete Werkstück nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Oberfläche des Substrates elektrisch leitfähig ist.

3. Das beschichtete Werkstück nach Anspruch 1 oder 2, **dadurch gekennzeichnet, dass** das Substrat ein Metall und/oder eine Metalllegierung enthält und/oder ein metallisiertes Substrat ist.

4. Das beschichtete Werkstück nach einem oder mehreren der vorgehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** das Substrat Inhaltsstoffe ausgewählt aus der Gruppe Eisen, Stahl, Eisen-Legierung, Nicht-Eisenmetalle, Zink-Druckguss, Aluminium-Druckguss, Titan, Titan als Legierung, Magnesium, Magensium-Druckguss oder Mischungen derselben enthält, wobei die vorgenannten Metalle vorzugsweise als Legierungsbestandteil in dem Substrat vorliegen.

5. Das beschichtete Werkstück nach einem oder mehreren der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Zwischenschicht eine Schichtdicke von 0,1 μm bis 30 μm aufweist.

6. Das beschichtete Werkstück nach einem oder mehreren der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** die auf der Zwischenschicht aufgebrachte Schicht enthaltend eine Aluminium/Magnesium-Legierung 0,5 bis 70 Gewichtsprozent Magnesium enthält.

7. Das beschichtete Werkstück nach einem oder mehreren der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** die auf der Zwischenschicht aufgebrachte Schicht eine Schichtdicke von

0,1 μm bis 100 μm aufweist.

8. Das beschichtete Werkstück nach einem oder mehreren der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** das beschichtete Werkstück eine Gestellware, eine Schüttgutware oder ein Endlosprodukt ist, wobei das beschichtete Werkstück vorzugsweise ein Draht, ein Band, eine Schraube, eine Mutter, eine Beton-Verankerung oder ein Maschinenbauteil ist.

9. Verfahren zur Herstellung eines beschichteten Werkstückes umfassend die Schritte:

a) Aufbringen mindestens einer metallischen Zwischenschicht aus Zink oder einer Zinklegierung auf ein Substrat und
b) Aufbringen einer Schicht enthaltend eine Aluminium/Magnesium-Legierung oder Aluminium auf die metallische Zwischenschicht.

10. Verfahren zur Herstellung eines beschichteten Werkstückes gemäß Anspruch 10, **dadurch gekennzeichnet, dass** in Schritt a) die metallische Zwischenschicht aus einer wässrigen Lösung oder einer nicht-wässrigen Lösung abgeschieden wird.

11. Verfahren zur Herstellung eines beschichteten Werkstückes gemäß Anspruch 10 oder 11, **dadurch gekennzeichnet, dass** in Schritt a) die metallische Zwischenschicht aus einem wässrigen Elektrolyten galvanisch abgeschieden wird.

12. Verfahren zur Herstellung eines beschichteten Werkstückes gemäß Anspruch 10, **dadurch gekennzeichnet, dass** in Schritt b) die Schicht enthaltend eine Aluminium/Magnesium-Legierung oder Aluminium aus einem wasserfreien Elektrolyten abgeschieden wird.

13. Verfahren zur Herstellung eines beschichteten Werkstückes gemäß Anspruch 13, **dadurch gekennzeichnet, dass** in Schritt b) die Schicht enthaltend eine Aluminium/Magnesium-Legierung oder Aluminium aus dem wasserfreien Elektrolyten galvanisch abgeschieden wird.

14. Verfahren zur Herstellung eines beschichteten Werkstückes gemäß einem oder mehreren der Ansprüche 10 bis 14, **dadurch gekennzeichnet, dass** auf das Substrat, bevor in Schritt a) die metallische Zwischenschicht aufgebracht wird, eine den elektrischen Strom leitende Schicht aufgebracht wird.

16. Verfahren zur Herstellung eines beschichteten Werkstückes gemäß Anspruch 15, **dadurch gekennzeichnet, dass** die den elektrischen Strom leitende Schicht durch Metallisierung des Substrates aufgebracht wird.

Europäisches Patentamt

EUROPÄISCHER RECHERCHENBERICHT

Nummer der Anmeldung
EP 04 10 3744

EINSCHLÄGIGE DOKUMENTE

Kategorie	Kennzeichnung des Dokuments mit Angabe, soweit erforderlich, der maßgeblichen Teile	Betrifft Anspruch	KLASSIFIKATION DER ANMELDUNG (Int.Cl.7)
X	FR 1 455 524 A (NIPPON KOKAN KK) 1. April 1966 (1966-04-01) * Seite 1, linke Spalte, Zeile 1 - Seite 1, rechte Spalte, Zeile 25; Beispiel 1; Tabelle I *	1-5, 7-11,14, 16	C25D5/10 C23C28/02
Y	-& DE 14 96 936 A (NIPPON KOKAN KK) 30. Oktober 1969 (1969-10-30) -----	6,12,13	
Y	WO 00/32847 A (MEHLER KLAUS DIETER ; STUDIENGESELLSCHAFT KOHLE MBH (DE); LEHMKUHL HER) 8. Juni 2000 (2000-06-08) * das ganze Dokument * -----	6,12,13	
X	US 3 438 754 A (BROOKER CARL F ET AL) 15. April 1969 (1969-04-15) * Spalte 1, Zeile 26 - Spalte 2, Zeile 25; Ansprüche 1-11 * -----	1-5,7-11	
X	US 2 544 670 A (HANINK DEAN K ET AL) 13. März 1951 (1951-03-13) * Anspruch 1 * -----	1-4,8,9	RECHERCHIERTE SACHGEBIETE (Int.Cl.7) C25D C23C

Der vorliegende Recherchenbericht wurde für alle Patentansprüche erstellt

Recherchenort	Abschlußdatum der Recherche	Prüfer
München	19. Januar 2005	Hammerstein, G

KATEGORIE DER GENANNTEN DOKUMENTE

X : von besonderer Bedeutung allein betrachtet
Y : von besonderer Bedeutung in Verbindung mit einer anderen Veröffentlichung derselben Kategorie
A : technologischer Hintergrund
O : nichtschriftliche Offenbarung
P : Zwischenliteratur

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 anderen Gründen angeführtes Dokument

& : Mitglied der gleichen Patentfamilie, übereinstimmendes Dokument

1

EPO FORM 1503 03.82 (P04C03)

ANHANG ZUM EUROPÄISCHEN RECHERCHENBERICHT ÜBER DIE EUROPÄISCHE PATENTANMELDUNG NR. EP 04 10 3744

In diesem Anhang sind die Mitglieder der Patentfamilien der im obengenannten europäischen Recherchenbericht angeführten Patentdokumente angegeben.
Die Angaben über die Familienmitglieder entsprechen dem Stand der Datei des Europäischen Patentamts am
Diese Angaben dienen nur zur Unterrichtung und erfolgen ohne Gewähr.

19-01-2005

Im Recherchenbericht angeführtes Patentdokument	Datum der Veröffentlichung	Mitglied(er) der Patentfamilie	Datum der Veröffentlichung
FR 1455524 A	01-04-1966	CH 434922 A	30-04-1967
		DE 1496936 A1	30-10-1969
		GB 1117748 A	26-06-1968
DE 1496936 A	30-10-1969	CH 434922 A	30-04-1967
		DE 1496936 A1	30-10-1969
		FR 1455524 A	01-04-1966
		GB 1117748 A	26-06-1968
WO 0032847 A	08-06-2000	DE 19855666 A1	08-06-2000
		AT 220129 T	15-07-2002
		CA 2352800 A1	08-06-2000
		DE 59901980 D1	08-08-2002
		WO 0032847 A2	08-06-2000
		EP 1141447 A2	10-10-2001
		JP 2002531698 T	24-09-2002
		US 6652730 B1	25-11-2003
US 3438754 A	15-04-1969	BE 676723 A	18-08-1966
		DE 1621321 A1	23-07-1970
		FR 1469396 A	21-04-1967
		GB 1082031 A	06-09-1967
		LU 50489 A	18-04-1966
US 2544670 A	13-03-1951	KEINE	

EPO FORM P0461

Für nähere Einzelheiten zu diesem Anhang : siehe Amtsblatt des Europäischen Patentamts, Nr.12/82