



(19)
Bundesrepublik Deutschland
Deutsches Patent- und Markenamt

(10) **DE 10 2007 051 949 B3** 2009.03.12

(12)

Patentschrift

(21) Aktenzeichen: **10 2007 051 949.6**

(22) Anmeldetag: **31.10.2007**

(43) Offenlegungstag: –

(45) Veröffentlichungstag
der Patenterteilung: **12.03.2009**

(51) Int Cl.⁸: **C23C 8/64** (2006.01)

Innerhalb von drei Monaten nach Veröffentlichung der Patenterteilung kann nach § 59 Patentgesetz gegen das Patent Einspruch erhoben werden. Der Einspruch ist schriftlich zu erklären und zu begründen. Innerhalb der Einspruchsfrist ist eine Einspruchsgebühr in Höhe von 200 Euro zu entrichten (§ 6 Patentkostengesetz in Verbindung mit der Anlage zu § 2 Abs. 1 Patentkostengesetz).

(73) Patentinhaber:

Durferrit GmbH, 68169 Mannheim, DE

(74) Vertreter:

**Ruckh, R., Dipl.-Phys. Dr.rer.nat., Pat.-Anw., 73277
Owen**

(72) Erfinder:

**Baudis, Ulrich, Dr., 63755 Alzenau, DE; Merz,
Michael, Dr., 68239 Mannheim, DE**

(56) Für die Beurteilung der Patentfähigkeit in Betracht
gezogene Druckschriften:

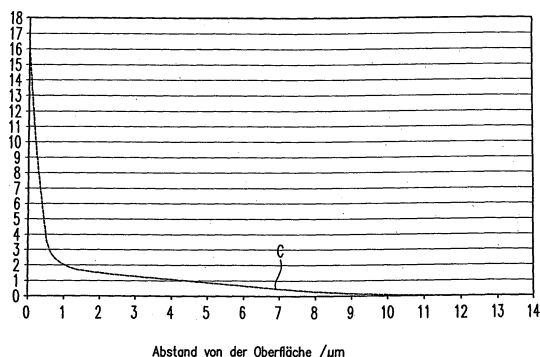
WO 82/02 905 A1

US 44 61 655 A

US 29 48 644 A

(54) Bezeichnung: **Verfahren zum Härten von Oberflächen von Werkstücken aus Edelstahl und Verwendung einer Salzschnmelze zur Durchführung des Verfahrens**

(57) Zusammenfassung: Die Erfindung betrifft ein Verfahren zum Härten von Oberflächen von Werkstücken aus Edelstahl. Die Werkstücke werden in eine Salzschnmelze eingetaucht und dieser für einen Zeitraum von 24 Stunden bis 240 Stunden ausgesetzt. Die Temperatur der Salzschnmelze ist kleiner als 400°C und die Salzschnmelze weist folgende Zusammensetzung auf: Kaliumacetat 60-100 Gew.-%, Natriumacetat 0-100 Gew.-%, Metallsalz 0-2 Gew.-%.



Beschreibung

[0001] Die Erfindung betrifft ein Verfahren zum Härten von Oberflächen von Werkstücken aus Edelstahl sowie eine Salzschnmelze zur Durchführung des Verfahrens.

[0002] Edelstahl wird aufgrund seiner ausgezeichneten Korrosionsbeständigkeit im chemischen Apparatebau, in der Lebensmitteltechnologie, in der petrochemischen Industrie, im Offshorebereich, im Schiffs- und Flugzeugbau, in der Architektur, im Hausbau und Gerätebau und in vielen weiteren Industriebereichen verwendet.

[0003] Von korrosionsbeständigem Edelstahl spricht man, wenn einem Eisenwerkstoff mindestens 13 Gew.-% Chrom zulegiert sind. In den meisten Fällen ist zusätzlich noch Nickel, Titan und Molybdän in der Eisenlegierung enthalten, wie beispielsweise in „Stahl Merkblatt 821 Edelstahl Rostfrei – Eigenschaften Informationsstelle Edelstahl, PF 102205, 40013 Düsseldorf www.edelstahlrostfrei.de“ und in „P. Gümpel et al. Rostfreie Stähle, Expert Verlag, Band 349, Renningen Malsheim 1998“, beschrieben ist.

[0004] Typische austenitische Edelstähle sind die Legierungen der Stähle 1.4301 oder 1.4571 mit folgenden Zusammensetzungen:

1.4301: C 0,05 Si 0,5 Mn 1,4 Cr 18,5 Ni 9,5 Gew.-%
1.4571: C 0,03 Si 0,5 Mn 1,7 Cr 17,0 Ni 11,2 Mo 2,2 Ti 0,1 Gew.-%

[0005] Beträgt der Chromgehalt weniger als 13 Gew.-%, so ist der Stahl im allgemeinen nicht ausreichend korrosionsbeständig um als „Edelstahl“ zu gelten. Der Gehalt an metallischem Chrom im Stahl ist somit ein wichtiges Kriterium für die Korrosionsbeständigkeit, wie insbesondere in der genannten Veröffentlichung von P. Gümpel angeführt ist.

[0006] Ein großer Nachteil der meisten gebräuchlichen Edelstähle wie 1.4301, 1.4441, 1.4541 oder 1.4575 besteht darin, dass diese ziemlich weich sind und somit anfällig gegen Verkratzen der Oberfläche durch harte Partikel wie Staub, Sand und dergleichen. Die meisten Edelstähle – abgesehen von den sogenannten martensitischen Edelstählen – sind nicht durch physikalische Methoden wie Glühen und Abschrecken härtbar. Die geringe Oberflächenhärte steht der Verwendung des Edelstahls häufig im Wege. Ein weiterer Nachteil der meisten Edelstähle ist ihre starke Neigung zum Fressen, das heißt zum Verschweißen der Oberfläche zweier gegeneinander gleitender Flächen aufgrund von Adhäsion.

[0007] Um diesem Problem zu begegnen ist es bekannt, eine thermochemische Behandlung von Werkstücken aus Edelstahl durchzuführen. Hierbei wird durch Nitrieren oder Nitrocarburieren im Gas (unter

Ammoniakatmosphäre), im Plasma (unter Stickstoff/Argon) oder in der Salzschnmelze (in geschmolzenen Cyanaten) die Oberfläche von Edelstahl mit Stickstoff angereichert, wobei sich Eisen- und Chromnitride bilden. Die dabei entstehenden Schichten bilden sich aus dem Werkstoff heraus, sie sind also – anders als bei galvanischen oder physikalischen Schichten – nicht von außen aufgetragen und deshalb extrem haftfest. Je nach Behandlungsdauer bilden sich harte Schichten von 5 bis 50 µm Dicke. Die Härte solcher nitrierter oder nitrocarburierter Schichten auf Edelstahl erreicht wegen der hohen Härte der dabei entstandenen Eisen- und Chromnitride Werte über 1000 Einheiten auf der Härteskala nach Vickers.

[0008] Das Problem beim praktischen Einsatz solcher nitrierter oder nitrocarburierter Schichten auf Edelstahl besteht darin, dass diese Schichten zwar hart sind, aber die Korrosionsbeständigkeit verlieren. Die Ursache dafür ist die relativ hohe Behandlungstemperatur, die beim Nitrieren oder Nitrocarburieren im Bereich um 580°C liegt. Bei dieser Temperatur bilden die eindiffundierenden Elemente Stickstoff und Kohlenstoff mit dem Chrom stabile Chromnitride (CrN) beziehungsweise Chromcarbid (Cr_7C_3) im Bereich der Bauteiloberfläche. Auf diese Weise wird das für die Korrosionsbeständigkeit unabdingbare freie Chrom aus der Edelstahlmatrix bis in eine Tiefe von ungefähr 50 µm unter der Oberfläche entfernt und in Chromnitrid oder Chromcarbid umgewandelt. Die Bauteiloberfläche wird aufgrund der Bildung von Eisen- und Chromnitrid zwar hart, aber korrosionsanfällig. Im Gebrauch werden solche Schichten aufgrund von Korrosion rasch abgenutzt beziehungsweise abgetragen.

[0009] Um dieses Problem zu vermeiden, existieren folgende Verfahrensweisen.

[0010] Es ist bekannt, dass die Oberflächenhärte auf Edelstahl durch galvanische Beschichtungen, zum Beispiel durch Vernickeln, oder physikalische Beschichtungen, zum Beispiel mittels PVD-Beschichtung (Physical Vapor Deposition) verbessert werden können. Dabei wird jedoch ein artfremder Stoff auf die Oberfläche des Stahls aufgebracht. Die mit dem verschleißenden oder korrosiven Medium in Kontakt stehende Oberfläche ist nicht mehr die Stahloberfläche selbst. Es ergeben sich Probleme der Haftung und der Korrosionsbeständigkeit. Diese Verfahren sind daher zur Verbesserung der Härte und des Verschleißverhaltens von Edelstahl nicht sehr verbreitet.

[0011] Eine harte und gleichzeitig korrosionsbeständige Schicht kann man durch das so genannte Kolsterisieren auf Edelstahl thermochemisch erzeugen. Dieses Verfahren ist beispielsweise erwähnt in „Kolsterisieren – korrosionsfestes Oberflächenhärten

von austenitischem rostfreiem Stahl – Informationsblatt der Bodycote Hardiff bv, Parimariboweg 45, NL-7333 Apeldoorn, info@hardiff.de". Die Bedingungen des Prozesses sind jedoch weder in der Patentliteratur noch in der allgemein zugänglichen wissenschaftlichen Literatur beschrieben. So behandelte Bauteile weisen eine harte, verschleißfeste Schicht zwischen 10 und 35 µm Dicke auf, die Korrosionsbeständigkeit des Grundwerkstoffs bleibt erhalten. Kolsterisierte Bauteile dürfen nicht über 400°C erhitzt werden, da sie sonst ihre Korrosionsbeständigkeit verlieren.

[0012] Durch Plasmanitrieren, wie in „H.-J. Spies et al. Mat.-Wiss. u. Werkstofftechnik 30 (1999) 457–464" und in „Y. Sun, T. Bell et al. The Response of Austenitic Stainless Steel to Low Temp. Plasma Nitriding" beschrieben, oder durch Unterdruckaufkohlung bei niedrigen Temperaturen, wie in „D. Günther, F. Hoffmann, M. Jung, P. Mayr: Oberflächenhärtung von austenitischen Stählen unter Beibehaltung der Korrosionsbeständigkeit Härtereitechn. Mitt. 56 (2001) 74–83", beschrieben, kann man eine übersättigte Lösung von Stickstoff und/oder Kohlenstoff in der Oberfläche von Bauteilen aus Edelstahl erzeugen, die die gewünschten Eigenschaften, das heißt höhere Härte bei unveränderter Korrosionsfestigkeit, aufweist.

[0013] Beide Verfahren erfordern jedoch einen hohen apparativen Aufwand und hohe Investitions- und Energiekosten, zur Bedienung der Anlagen ist besonders geschultes, meist sogar wissenschaftlich ausgebildetes Personal erforderlich.

[0014] Aus der WO 82/02905 A1 ist eine Salzschnmelze zur Wärmebehandlung von Stahlteilen bekannt, die Siliciumcarbid, Carbonationen und Lithiumionen enthält. Als bevorzugte Verbindungen werden Natrium- oder Kaliumcarbonate eingesetzt, um die Salzschnmelze mit Carbonaten auszustatten.

[0015] Die US 4,461,65 A betrifft eine cyanidfreie Salzschnmelze zur Behandlung metallischer Werkstoffe, in welcher Kalium-, Lithium- und Natriumionen enthalten sind.

[0016] Aus der US 2,948,644 A ist ein Aufkohlungsverfahren bekannt, bei welchem Furanderivate und auch Acetate eingesetzt werden.

[0017] Der Erfindung liegt die Aufgabe zugrunde, ein Verfahren bereitzustellen, mittels dessen ein Härten von Werkstücken aus Edelstahl ermöglicht wird, bei welchem zugleich eine hohe Korrosionsbeständigkeit der Werkstücke erhalten wird.

[0018] Zur Lösung dieser Aufgabe sind die Merkmale der Ansprüche 1 und 12 vorgesehen. Vorteilhafte Ausführungsformen und zweckmäßige Weiterbildun-

gen der Erfindung sind in den Unteransprüchen beschrieben.

[0019] Das erfindungsgemäße Verfahren dient zum Härten von Oberflächen von Werkstücken aus Edelstahl. Die Werkstücke werden in eine Salzschnmelze eingetaucht und dieser für einen Zeitraum von 24 Stunden bis 240 Stunden ausgesetzt. Die Temperatur der Salzschnmelze ist kleiner als 400°C. Die Salzschnmelze weist folgende Zusammensetzung auf:

Kaliumacetat	60–100 Gew.-%
Natriumacetat	≤ 40 Gew.-%
Metallsalz	≤ 2 Gew.-%

[0020] Da bei dem erfindungsgemäßen Verfahren die Behandlungstemperatur der Werkstücke, das heißt die Temperatur der erfindungsgemäß eingesetzten Salzschnmelze, kleiner ist als die Bildungstemperatur von Chromcarbid, die im Bereich von 420°C bis 440°C liegt, wird die Bildung von Carbiden in der Stahlmatrix, das heißt der Gitterstruktur des Edelstahls, vermieden.

[0021] Da die Bildung von Chromcarbiden weitgehend vermieden wird, bedeutet dies, dass das für die Korrosionsbeständigkeit der Edelstahl-Werkstücke unabdingbare freie Chrom nicht aus dem Oberflächenbereich der Werkstücke verdrängt wird. Die Werkstücke weisen somit harte, verschleißhemmende und leicht gleitende Oberflächen bei gleichzeitig hoher Korrosionsbeständigkeit auf.

[0022] Wesentlich zur Erzielung dieser vorteilhaften Wirkungen ist der Einsatz der erfindungsgemäßen Salzschnmelze, die Bestandteile enthält, aus denen diffusionsfähiger Kohlenstoff freigesetzt werden kann und geeignete Aktivatoren, die die Freisetzung von diffusionsfähigem Kohlenstoff bei niedrigen Temperaturen bewirken.

[0023] Die Konzentration der aktiven kohlenstoffabgebenden Stoffe (Acetate oder sich als Zwischenstufe bildende Carbide) ist in der erfindungsgemäßen Salzschnmelze sehr hoch verglichen mit der Konzentration entsprechender Stoffe (Ammoniak, Methan, Kohlenoxid) in Gasatmosphären oder im Plasma. Die relativ langen Behandlungsdauern der Werkstücke in der Salzschnmelze beruhen darauf, dass die Diffusionsgeschwindigkeit von Kohlenstoff eine Funktion der Temperatur ist und bei Temperaturen unter 450°C signifikant sinkt. Bei den notwendigen niedrigen Temperaturen zur Vermeidung der Chromcarbidbildung müssen lange Diffusionszeiten von 24 bis 240 h angewendet werden. Die sich dadurch ergebenden langen Behandlungsdauern sind jedoch unkritisch, da Edelstähle, insbesondere austenitische rostfreie Stähle oder sog. Duplex-Stähle (ferritisch – austenitische Stähle), gegen solch lange Wärmebehandlungsdauern sehr unempfindlich sind, das heißt sie

verändern ihre sonstigen mechanischen Eigenschaften oder das Gefüge so gut wie nicht.

[0024] Edelstahl liegt meistens in der Form eines austenitischen Stahls vor, das heißt die Eisenmatrix hat die Struktur des Austenits, ein kubisch flächenzentriertes Gitter, wie beispielsweise in „Stahl Merkblatt 821 Edelstahl Rostfrei – Eigenschaften Informationsstelle Edelstahl, PF 102204, 40013 Düsseldorf www.edelstahl-rostoffrei.de“ und in „P. Gumpel et al. Rostfreie Stähle, Expert Verlag, Band 349, Renningen Malmsheim 1998“ beschrieben ist.

[0025] In diesem Gitter kann sich ein nichtmetallisches Element wie Kohlenstoff in fester Lösung aufhalten. Gelingt es, Kohlenstoff in die Oberfläche eines austenitischen Edelstahls einzubringen und dort in fester gesättigter oder sogar übersättigter Lösung zu halten, so treten zwei Effekte ein:

(a) Wenn Kohlenstoff unterhalb der Bildungstemperatur des Chromcarbids (420–440°C) eindiffundiert, bilden sich keine Carbide des Chroms. Demzufolge wird der Legierungsmatrix im Bereich der Diffusionsschicht kein Chrom entzogen und die Korrosionsbeständigkeit des Edelstahls bleibt erhalten.

(b) Die eindiffundierten Elemente dehnen das austenitische Gitter und führen zu einer starken Druckspannung im Bereich der Diffusionszone. Dies wiederum führt zu einer beträchtlichen Härtesteigerung. In der wissenschaftlichen Literatur spricht man von expandiertem Austenit oder einer so bezeichneten S-Phase, die eine Härte bis 1000 auf der Vickers Skala annehmen kann. Dies ist in "Y. Sun, T. Bell et al. The Response of Austenitic Stainless Steel to Low Temp. Plasma Nitriding" erwähnt.

[0026] In der vorliegenden Erfindung werden diese Überlegungen unter Verwendung einer Salzschnmelze als reaktives Medium und als Wärmeüberträger genutzt.

[0027] Als Basisschnmelze dient ein Salzgemisch aus Kaliumacetat, Natriumacetat und eines Metallsalzes. Durch die Haltedauer bei einer festgelegten Temperatur, die in jedem Fall unterhalb von 400°C und damit unter der Bildungstemperatur von Chromcarbid liegt, und welche bevorzugt im Bereich zwischen 320°C und 380°C liegt, zersetzt sich das Acetat und bildet freien Kohlenstoff. Das zugesetzte Metallsalz kann ebenfalls eine katalytische Zersetzung des Acetates zu einem Metallcarbid bewirken, welches sich wiederum bei der vorhandenen Temperatur zersetzt und „atomaren“ Kohlenstoff an den Edelstahl abgibt.

[0028] Die vorliegende Erfindung vermeidet hohen apparativen und energetischen Aufwand und bedient sich einer leichten, auch für weniger qualifiziertes

Personal leicht ausführbaren Verfahrensweise.

[0029] Durch die Erfindung wird die Neigung des Edelstahls zum Fressen, das heißt zum Kaltverschweißen und damit auch der adhäsive Verschleiß wesentlich reduziert. Die Härte der Oberfläche des Edelstahls wird von 200 bis 300 Vickers auf Werte bis zu 1000 Vickers gesteigert, wodurch eine hohe Kratzfestigkeit entsteht.

[0030] Das in der erfindungsgemäßen Salzschnmelze enthaltene Metallsalz weist bevorzugt die in den Ansprüchen 3 und 4 angeführten Kationen und Anionen auf.

[0031] In einer besonders kostengünstigen und einfachen Ausgestaltung der Erfindung wird die Salzschnmelze unter Luft betrieben. Nachteilig hierbei ist jedoch, dass durch Luftkontakt eine beschleunigte Zersetzung der Acetate in der Salzschnmelze durch Oxidationsprozesse erfolgt, wodurch der Wirkungsgrad bei der Behandlung der Werkstücke in der Salzschnmelze reduziert wird.

[0032] Dieser Nachteil kann dadurch vermieden werden, wenn die Salzschnmelze in einer Schutzgasatmosphäre betrieben wird. Dabei können als Schutzgase N₂, Ar, CO, CO₂ oder Mischungen dieser Gase verwendet werden. In diesem Fall zerfallen die Acetate nur noch aufgrund von Wärmeeinwirkung, nicht mehr zusätzlich durch Oxidationsprozesse, das heißt die Zerfallsrate der Acetate ist erheblich reduziert.

[0033] Die Herstellung einer Schutzgasatmosphäre erfordert einen erheblichen Konstruktionsaufwand, da die Salzschnmelze in einer Retorte gelagert werden muss, in welche das Schutzgas eingeführt werden muss, wobei das Einführen des Schutzgases nach jedem Öffnen der Retorte wiederholt werden muss.

[0034] Der Zerfall der Acetate kann mit geringem konstruktivem Aufwand auch dadurch reduziert werden, dass die Schutzgase in die Salzschnmelze eingeführt, das heißt eingeleitet werden. Hierdurch ergibt sich gleichzeitig ein Umwälzen der Salzschnmelze, was zu einer gleichmäßigen Verteilung der Salze in der Salzschnmelze führt. Generell kann eine Umwälzung auch durch Einleitung von Luft in die Salzschnmelze erfolgen.

[0035] Alternativ kann die Salzschnmelze auch mechanisch bewegt werden, beispielsweise durch Rühren oder Umwälzen.

[0036] Die Erfindung wird im Folgenden anhand von Ausführungen und Abbildungen erläutert. Es zeigen:

[0037] [Abb. 1](#): Querschliff eines mit einer ersten Salzschnmelze behandelten Werkstücks.

[0038] [Abb. 2](#): Ortsabhängiger Verlauf der Kohlenstoffkonzentration im Oberflächenbereich des Werkstücks gemäß [Abb. 1](#).

[0039] [Abb. 3](#): Querschliff des mit einer zweiten Salzschnmelze behandelten Werkstücks.

[0040] [Abb. 4](#): Ortsabhängiger Verlauf der Konzentrationen von Fe, Cr, C im Oberflächenbereich des Werkstücks gemäß [Abb. 3](#).

[0041] Die nachfolgenden Beispiele zeigen die Ergebnisse der Behandlung desselben Werkstücks, nämlich eines Bolzens, bestehend aus dem Werkstoff X5 Cr Ni Mo 17-12-2, mit zwei unterschiedlichen Varianten der erfindungsgemäßen Salzschnmelze.

Beispiel 1

[0042] Eine Mischung aus 120 g Kaliumacetat und 0,2 g NiCl_2 wird in einem Tiegel aufgeschmolzen und bei 380°C wird für 53,5 h ein Bolzen (Werkstoff: X5 Cr Ni Mo 17-12-2) eingetaucht. Nach der Behandlung wird der Bolzen in Wasser abgeschreckt. Es bilden sich Schichtdicken von 11 μm bis 13 μm aus. Die GDOS-Analyse gemäß [Abb. 2](#) zeigt einen deutlichen Anstieg von Kohlenstoff (bis zu 16%) in dieser Schicht ([Abb. 2](#) zeigt den Kohlenstoffgehalt in Gew.-% in Abhängigkeit des Abstands von der Oberfläche des Werkstücks). [Abb. 1](#) zeigt einen Querschliff des Werkstücks (Bolzen) im Bereich dieser Schicht.

Beispiel 2

[0043] Eine Mischung aus 120 g Kaliumacetat und 0,2 g NiCl_2 wird in einem Tiegel aufgeschmolzen und bei 380°C wird für 100 h ein Bolzen (Werkstoff X5 Cr Ni Mo 17-12-2) eingetaucht. Nach der Behandlung wird der Bolzen in Wasser abgeschreckt. Es bilden sich Schichtdicken von 17 μm bis 21 μm aus. [Abb. 4](#) zeigt hierbei die Konzentration von Fe, C, Cr im Werkstück in Gew.-% in Abhängigkeit des Abstands von der Oberfläche des Werkstücks. Wie aus [Abb. 4](#) ersichtlich, wird wiederum ein deutlicher Anstieg von Kohlenstoff in der Schicht erhalten, wobei in der Schicht der Anteil an Cr, Fe reduziert ist. [Abb. 3](#) zeigt einen Querschliff des Werkstücks (Bolzen) im Bereich dieser Schicht.

Patentansprüche

1. Verfahren zum Härten von Oberflächen von Werkstücken aus Edelstahl, **dadurch gekennzeichnet**, dass die Werkstücke in eine Salzschnmelze eingetaucht werden und dieser für einen Zeitraum von 24 Stunden bis 240 Stunden ausgesetzt werden, wobei die Temperatur der Salzschnmelze kleiner als 400°C ist, und wobei die Salzschnmelze folgende Zusammensetzung aufweist:

Kaliumacetat	60–100 Gew.-%
Natriumacetat	≤ 40 Gew.-%
Metallsalz	≤ 2 Gew.-%

2. Verfahren nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass die Temperatur der Salzschnmelze im Bereich von 330°C bis 380°C liegt.

3. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 oder 2, dadurch gekennzeichnet, dass das verwendete Metallsalz aus wenigstens einem der folgenden Kationen besteht:

Li^+ , Na^+ , K^+ , Cs^+ , Mg^{2+} , Ca^{2+} , Sr^{2+} , Ba^{2+} , $\text{Ti}^{3+/4+}$, $\text{V}^{2+/3+/4+/15+}$, $\text{Cr}^{2+/3+}$, $\text{Mn}^{2+/4+}$, $\text{Fe}^{2+/3+}$, $\text{Co}^{2+/3+}$, $\text{Ni}^{2+/3+}$, $\text{Cu}^{+/2+}$, Zn^{2+} , $\text{MO}^{4+/5+/6+}$, $\text{Ru}^{2+/3+}$, $\text{Rh}^{1+/3+}$, Pd^{2+} , W^{6+} , Os^{4+} , $\text{Ir}^{3+/4+}$.

4. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 3, dadurch gekennzeichnet, dass das verwendete Metallsalz aus wenigstens einem der folgenden Anionen besteht: F^- , Cl^- , Br^- , I^- , O^{2-} , CH_3COO^- , $\text{C}_2\text{O}_4^{2-}$, CN^- , NCO^- .

5. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 4, dadurch gekennzeichnet, dass die Salzschnmelze unter Luft betrieben wird.

6. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 4, dadurch gekennzeichnet, dass die Salzschnmelze in einer Schutzgasatmosphäre betrieben wird.

7. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 4, dadurch gekennzeichnet, dass durch die Salzschnmelze Luft oder ein Schutzgas geführt wird.

8. Verfahren nach einem der Ansprüche 6 oder 7, dadurch gekennzeichnet, dass als Schutzgas N_2 , Ar, CO, und/oder CO_2 verwendet wird.

9. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 4, dadurch gekennzeichnet, dass die Salzschnmelze mit kohlenstoffhaltigem Pulver oder Granulat abgedeckt wird.

10. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 10, dadurch gekennzeichnet, dass die Salzschnmelze bewegt wird.

11. Verfahren nach Anspruch 10, dadurch gekennzeichnet, dass die Salzschnmelze gerührt oder umgewälzt wird.

12. Verwendung einer Salzschnmelze zur Durchführung des Verfahrens nach einem der Ansprüche 1 bis 11, dadurch gekennzeichnet, dass diese folgende Zusammensetzung aufweist:

Kaliumacetat	60–100 Gew.-%
Natriumacetat	≤ 40 Gew.-%
Metallsalz	≤ 2 Gew.-%

Es folgen 2 Blatt Zeichnungen

Abb.1

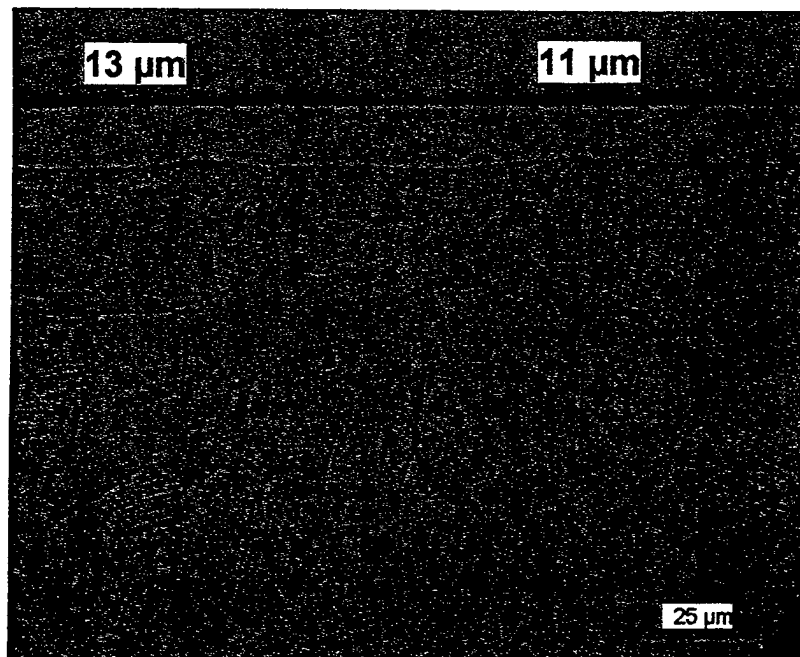


Abb.2

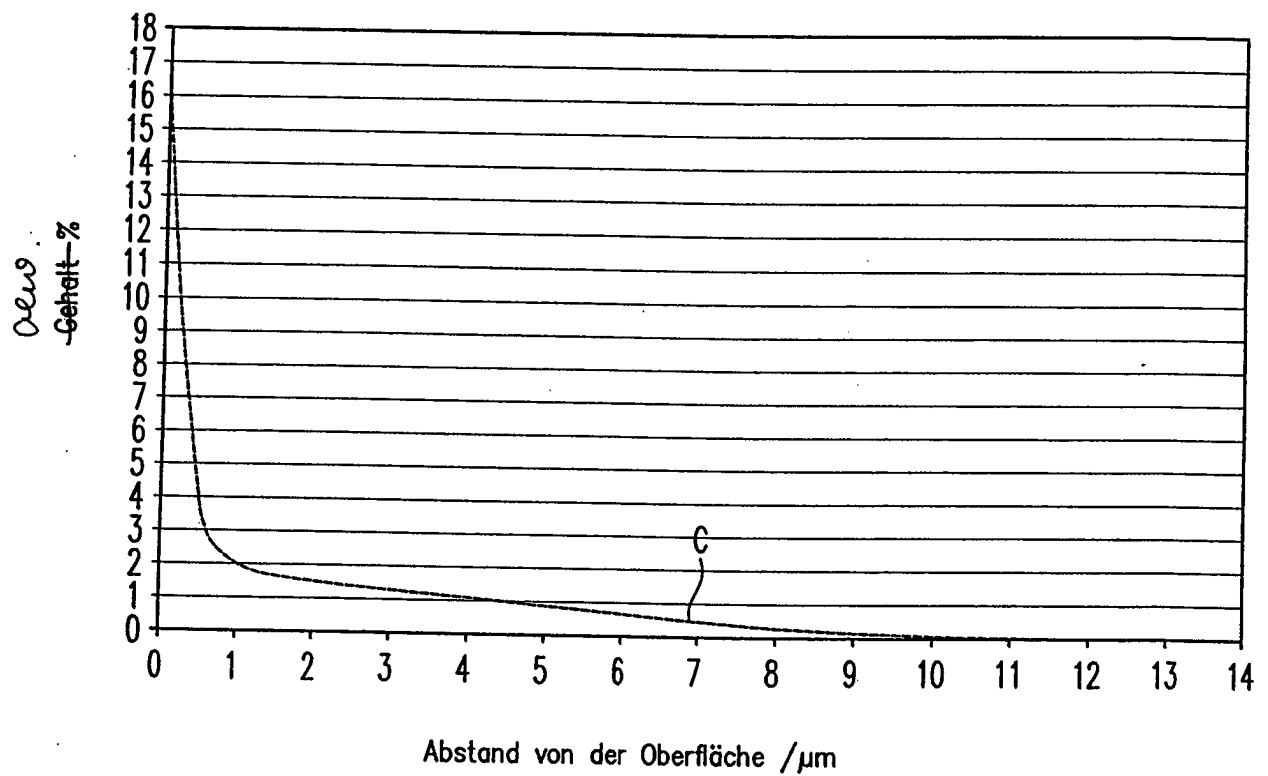


Abb.3

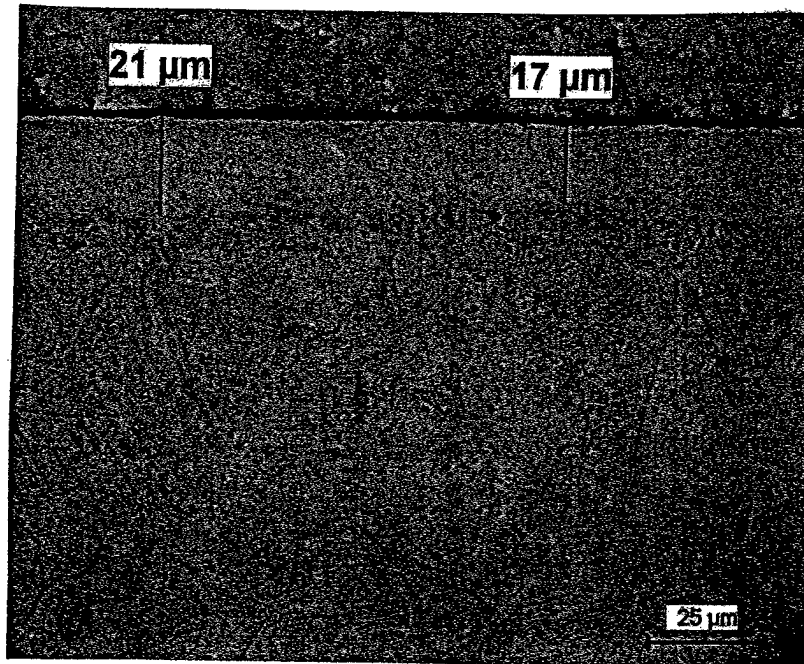


Abb.4

