

(19)



(11)

EP 2 055 801 A1

(12)

## EUROPÄISCHE PATENTANMELDUNG

(43) Veröffentlichungstag:  
06.05.2009 Patentblatt 2009/19

(51) Int Cl.:  
C23C 8/46 (2006.01)

(21) Anmeldenummer: 08018519.2

(22) Anmeldetag: 23.10.2008

(84) Benannte Vertragsstaaten:

AT BE BG CH CY CZ DE DK EE ES FI FR GB GR  
HR HU IE IS IT LI LT LU LV MC MT NL NO PL PT  
RO SE SI SK TR

Benannte Erstreckungsstaaten:

AL BA MK RS

(30) Priorität: 31.10.2007 DE 102007051949

(71) Anmelder: Durferrit GmbH  
68169 Mannheim (DE)

(72) Erfinder:

- Baudis, Ulrich, Dr.  
63755 Alzenau (DE)
- Merz, Michael, Dr.  
68239 Mannheim (DE)

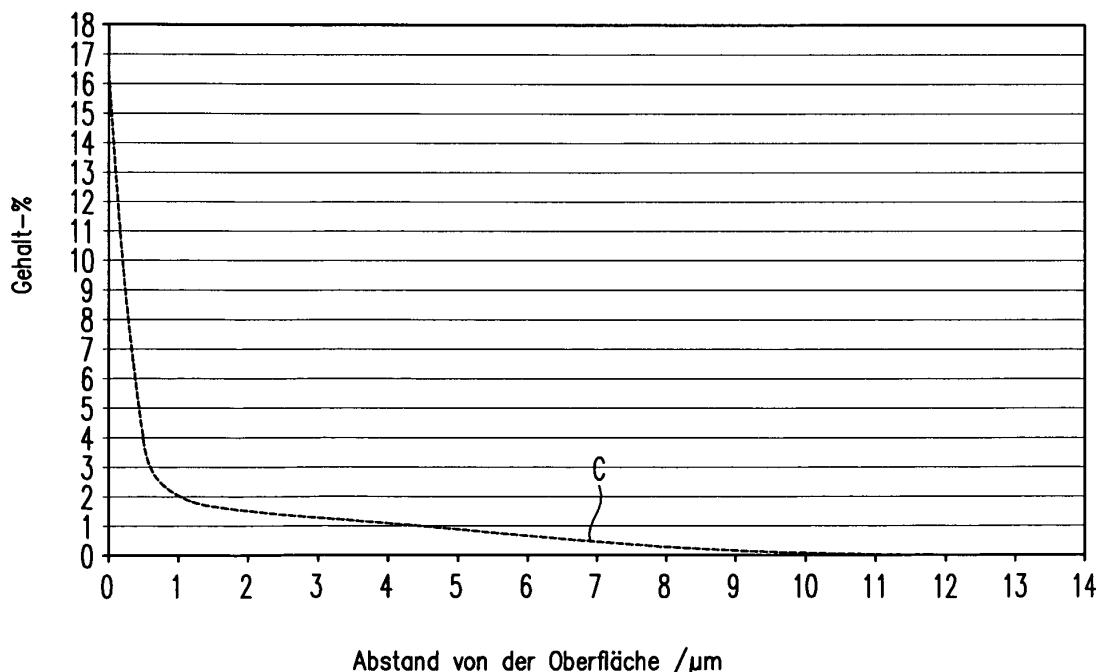
(74) Vertreter: Ruckh, Rainer Gerhard  
Fabrikstrasse 18  
73277 Owen/Teck (DE)

(54) **Verfahren zum Härteln von Oberflächen von Werkstücken aus Edelstahl und Salzschmelze zur Durchführung des Verfahrens**

(57) Die Erfindung betrifft ein Verfahren zum Härteln von Oberflächen von Werkstücken aus Edelstahl. Die Werkstücke werden in eine Salzschmelze eingetaucht und dieser für einen Zeitraum von 24 Stunden bis 240

Stunden ausgesetzt. Die Temperatur der Salzschmelze ist kleiner als 400°C und die Salzschmelze weist folgende Zusammensetzung auf: Kaliumacetat 60-100 Gew.-%, Natriumacetat 0-100 Gew.-%, Metallsalz 0-2 Gew.-%.

## Abb. 2



## Beschreibung

**[0001]** Die Erfindung betrifft ein Verfahren zum Härt(en) 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. Gümpe et al. Rostfreie Stähle, Expert Verlag, Band 349, Renningen Malsheim 1998", betrieben 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. Gümpe 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 gegenüberliegender 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, wo-

bei 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  $\mu\text{m}$  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 Chromcarbide (Cr<sub>7</sub>C<sub>3</sub>) im Bereich der Bauteilloberfläche. Auf diese Weise wird das für die Korrosionsbeständigkeit unabdingbare freie Chrom aus der Edelstahlmatrix bis in eine Tiefe von ungefähr 50  $\mu\text{m}$  unter der Oberfläche entfernt und in Chromnitrid oder Chromcarbid umgewandelt. Die Bauteilloberfläche 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 O-berflächenhärten von austenitischem rostfreiem Stahl - Informationsblatt der Bodycote Hardif b.v., Parimariboweg 45, NL-7333 Apeldoorn, info@hardif.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  $\mu\text{m}$  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 Härtetei-Techn. 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]** Der Erfindung liegt die Aufgabe zugrunde, ein Verfahren bereitzustellen, mittels dessen ein Härteln von Werkstücken aus Edelstahl ermöglicht wird, bei welchem zugleich eine hohe Korrosionsbeständigkeit der Werkstücke erhalten wird.

**[0015]** Zur Lösung dieser Aufgabe sind die Merkmale der Ansprüche 1 und 12 vorgesehen. Vorteilhafte Ausführungsformen und zweckmäßige Weiterbildungen der Erfindung sind in den Unteransprüchen beschrieben.

**[0016]** Das erfindungsgemäße Verfahren dient zum Härteln von Oberflächen von Werkstücken aus Edelstahl. Die Werkstücke werden in eine Salzschmelze eingetaucht und dieser für einen Zeitraum von 24 Stunden bis 240 Stunden ausgesetzt. Die Temperatur der Salzschmelze ist kleiner als 400°C. Die Salzschmelze weist folgende Zusammensetzung auf:

Kaliumacetat	60-100 Gew.-%
Natriumacetat	0-100 Gew.-%
Metallsalz	0-2 Gew.-%

**[0017]** Da bei dem erfindungsgemäßen Verfahren die Behandlungstemperatur der Werkstücke, das heißt die Temperatur der erfindungsgemäß eingesetzten Salzschmelze, kleiner ist als die Bildungstemperatur von Chromcarbid, die im Bereich von 420°C bis 440°C liegt, wird die Bildung von Carbid in der Stahlmatrix, das heißt der Gitterstruktur des Edelstahls, vermieden.

**[0018]** 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.

**[0019]** Wesentlich zur Erzielung dieser vorteilhaften

Wirkungen ist der Einsatz der erfindungsgemäßen Salzschmelze, die Bestandteile enthält, aus denen diffusionsfähiger Kohlenstoff freigesetzt werden kann und geeignete Aktivatoren, die die Freisetzung von diffusionsfähigem Kohlenstoff bei niedrigen Temperaturen bewirken.

**[0020]** Die Konzentration der aktiven kohlenstoffabgebenden Stoffe (Acetate oder sich als Zwischenstufe bildende Carbide) ist in der erfindungsgemäßen Salzschmelze sehr hoch verglichen mit der Konzentration entsprechender Stoffe (Ammoniak, Methan, Kohlenoxid) in Gasatmosphären oder im Plasma. Die relativ langen Behandlungsdauern der Werkstücke in der Salzschmelze 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.

**[0021]** 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-rostfrei.de" und in "P. Gumpel et al. Rostfreie Stähle, Expert Verlag, Band 349, Renningen Malsheim 1998" beschrieben ist.

**[0022]** 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 Diffusionschicht 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.

**[0023]** In der vorliegenden Erfindung werden diese Überlegungen unter Verwendung einer Salzsäume als reaktives Medium und als Wärmeüberträger genutzt.

**[0024]** Als Basisschmelze 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.

**[0025]** Die vorliegende Erfindung vermeidet hohen apparativen und energetischen Aufwand und bedient sich einer leichten, auch für weniger qualifiziertes Personal leicht ausführbaren Verfahrensweise.

**[0026]** Durch die Erfindung wird die Neigung des Edelstahls zum Fressen, das heißt zum Kaltverschweißen und damit auch der adhäsiven 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.

**[0027]** Das in der erfindungsgemäßen Salzsäume enthaltene Metallsalz weist bevorzugt die in den Ansprüchen 3 und 4 angeführten Kationen und Anionen auf.

**[0028]** In einer besonders kostengünstigen und einfachen Ausgestaltung der Erfindung wird die Salzsäume unter Luft betrieben. Nachteilig hierbei ist jedoch, dass durch Luftkontakt eine beschleunigte Zersetzung der Acetate in der Salzsäume durch Oxidationsprozesse erfolgt, wodurch der Wirkungsgrad bei der Behandlung der Werkstücke in der Salzsäume reduziert wird.

**[0029]** Dieser Nachteil kann dadurch vermieden werden, wenn die Salzsäume in einer Schutzgasatmosphäre betrieben wird. Dabei können als Schutzgase N<sub>2</sub>, Ar, CO, CO<sub>2</sub> 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.

**[0030]** Die Herstellung einer Schutzgasatmosphäre erfordert einen erheblichen Konstruktionsaufwand, da die Salzsäume 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.

**[0031]** Der Zerfall der Acetate kann mit geringem konstruktivem Aufwand auch dadurch reduziert werden, dass die Schutzgase in die Salzsäume eingeführt, das heißt eingeleitet werden. Hierdurch ergibt sich gleichzeitig ein Umwälzen der Salzsäume, was zu einer gleichmäßigen Verteilung der Salze in der Salzsäume führt. Generell kann eine Umwälzung auch durch Einleitung von Luft in die Salzsäume erfolgen.

**[0032]** Alternativ kann die Salzsäume auch mecha-

nisch bewegt werden, beispielsweise durch Rühren oder Umwälzen.

**[0033]** Die Erfindung wird im Folgenden anhand von Ausführungen und Abbildungen erläutert. Es zeigen:

5 Abb. 1: Querschliff eines mit einer ersten Salzsäume behandelten Werkstücks.

10 Abb. 2: Ortsabhängiger Verlauf der Kohlenstoffkonzentration im Oberflächenbereich des Werkstücks gemäß Abb. 1.

15 Abb. 3: Querschliff des mit einer zweiten Salzsäume behandelten Werkstücks.

20 Abb. 4: Ortsabhängiger Verlauf der Konzentrationen von Fe, Cr, C im Oberflächenbereich des Werkstücks gemäß Abb. 3.

25 **[0034]** 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 Salzsäume.

#### Beispiel 1

30 **[0035]** Eine Mischung aus 120 g Kaliumacetat und 0,2 g NiCl<sub>2</sub> 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

35 **[0036]** Eine Mischung aus 120 g Kaliumacetat und 0,2 g NiCl<sub>2</sub> wird in einem Tiegel aufgeschmolzen und bei 45 380°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 50 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 Härt(en) von Oberflächen von Werkstücken aus Edelstahl, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Werkstücke in eine Salzschmelze eingetaucht werden und dieser für einen Zeitraum von 24 Stunden bis 240 Stunden ausgesetzt werden, wobei die Temperatur der Salzschmelze kleiner als 400°C ist, und wobei die Salzschmelze folgende Zusammensetzung aufweist:

Kaliumacetat	60-100 Gew.-%
Natriumacetat	0-100 Gew.-%
Metallsalz	0-2 Gew.-%

2. Verfahren nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Temperatur der Salzschmelze 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<sup>+</sup>, Na<sup>+</sup>, K<sup>+</sup>, Cs<sup>+</sup>, Mg<sup>2+</sup>, Ca<sup>2+</sup>, Sr<sup>2+</sup>, Ba<sup>2+</sup>,  
 Ti<sup>3+/4+</sup>, V<sup>2+/3+/4+/5+</sup>, Cr<sup>2+/3+</sup>,  
 Mn<sup>2+/4+</sup>, Fe<sup>2+/3+</sup>, CO<sup>2+/3+</sup>, Ni<sup>2+/3+</sup>, Cu<sup>+/2+</sup>, Zn<sup>2+</sup>,  
 Mo<sup>4+/5+/6+</sup>, Ru<sup>2+/3+</sup>, Rh<sup>1+/3+</sup>,  
 Pd<sup>2+</sup>, W<sup>6+</sup>, Os<sup>4+</sup>, Ir<sup>+/4+</sup>.

4. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 3, **dadurch gekennzeichnet, dass** das verwendete Metallsalz aus wenigstens einem der folgenden Anionen besteht: F<sup>-</sup>, Cl<sup>-</sup>, Br<sup>-</sup>, I<sup>-</sup>, O<sup>2-</sup>, CH<sub>3</sub>COO<sup>-</sup>, C<sub>2</sub>O<sub>4</sub><sup>2-</sup>, CN<sup>-</sup>, NCO<sup>-</sup>.

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

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

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

8. Verfahren nach einem der Ansprüche 6 oder 7, **dadurch gekennzeichnet, dass** als Schutzgas N<sub>2</sub>, Ar, CO, und/oder CO<sub>2</sub> verwendet wird.

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

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

- 5 11. Verfahren nach Anspruch 10, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Salzschmelze gerührt oder umgewälzt wird.

- 10 12. Salzschmelze zur Durchführung des Verfahrens nach einem der Ansprüche 1 bis 11, **dadurch gekennzeichnet, dass** diese folgende Zusammensetzung aufweist:

Kaliumacetat	60-100 Gew.-%
Natriumacetat	0-100 Gew.-%
Metallsalz	0-2 Gew.-%

25

30

35

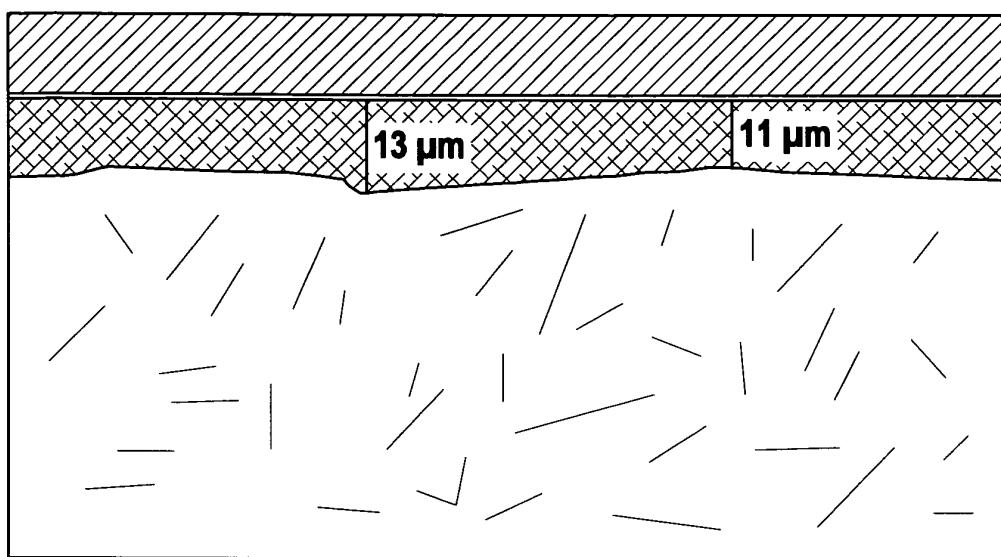
40

45

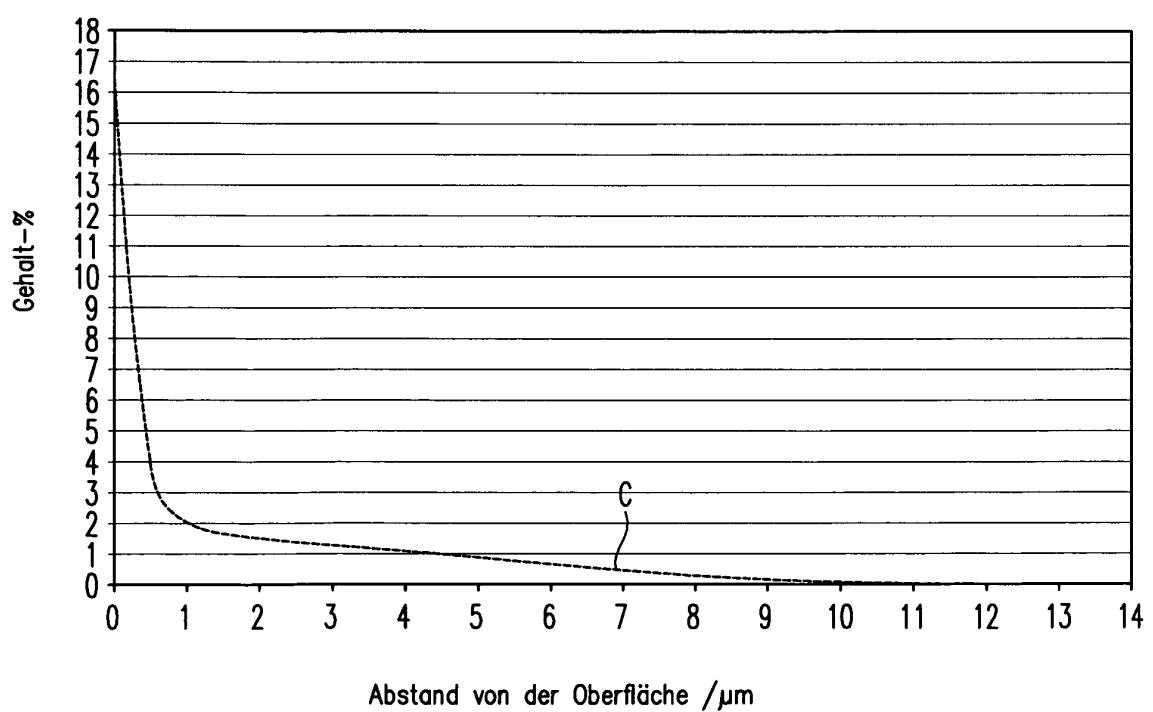
50

55

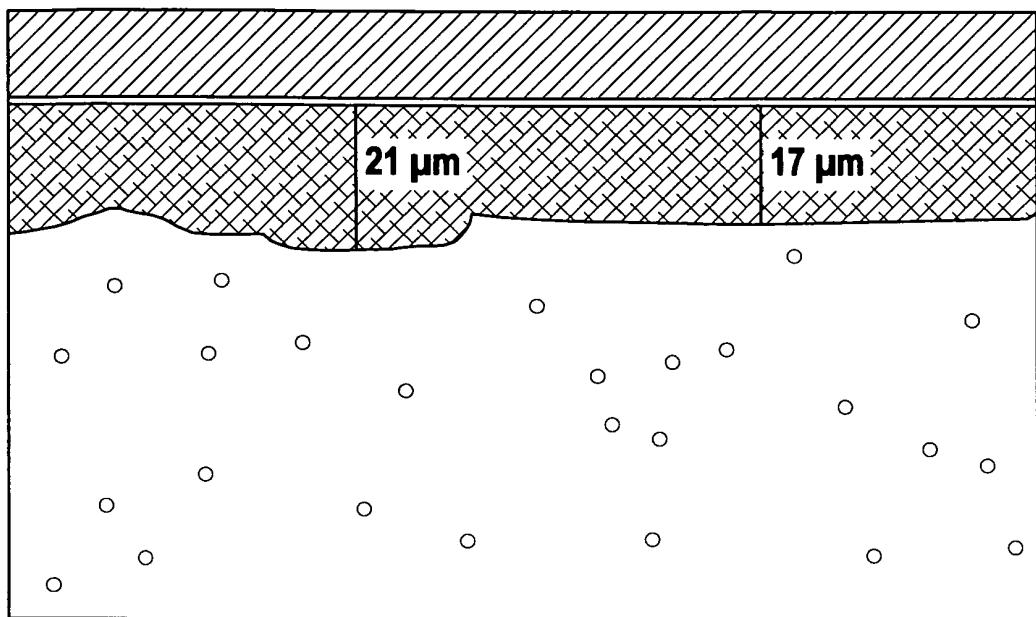
**Abb. 1**



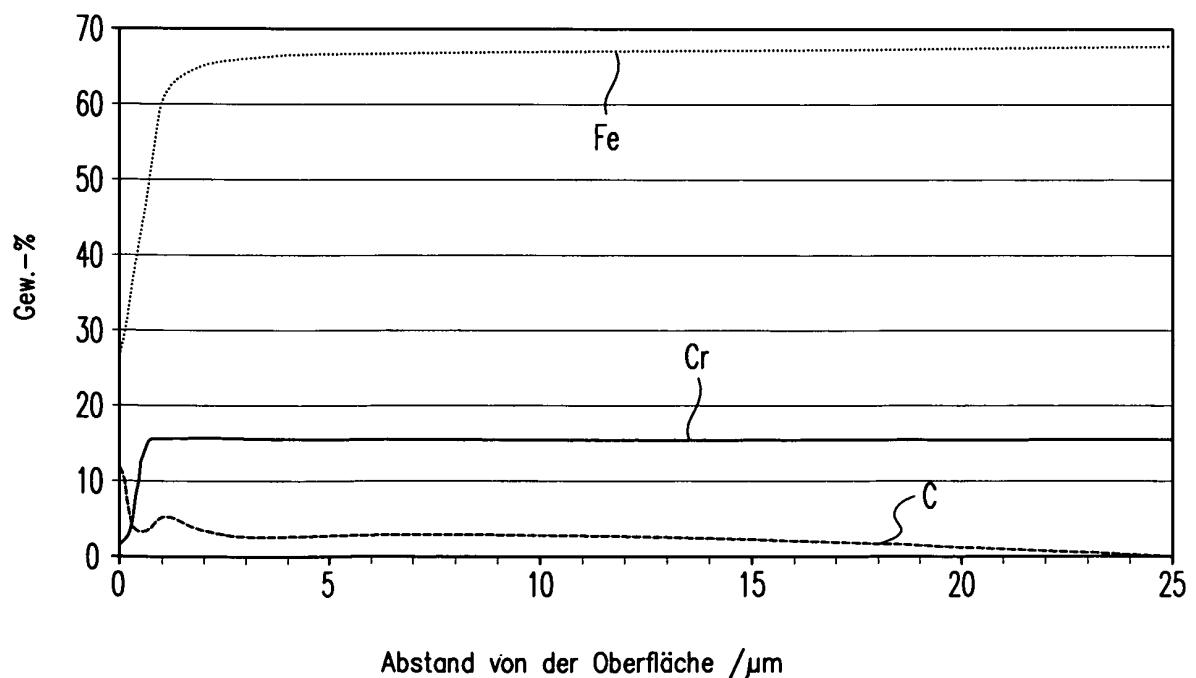
**Abb. 2**



**Abb. 3**



**Abb. 4**





## EUROPÄISCHER RECHERCHENBERICHT

Nummer der Anmeldung  
EP 08 01 8519

EINSCHLÄGIGE DOKUMENTE			
Kategorie	Kennzeichnung des Dokuments mit Angabe, soweit erforderlich, der maßgeblichen Teile	Betreff Anspruch	KLASSIFIKATION DER ANMELDUNG (IPC)
Y	DE 10 2006 026883 B3 (DURFERRIT GMBH [DE]) 16. August 2007 (2007-08-16) * Absätze [0017] - [0026]; Ansprüche 1-17 * -----	1-12	INV. C23C8/46
Y	US 3 840 450 A (INOUE K) 8. Oktober 1974 (1974-10-08) * Spalte 2, Zeile 12 - Spalte 3, Zeile 75 * -----	1-12	
A	US 4 461 655 A (KERRIDGE DAVID H [GB]) 24. Juli 1984 (1984-07-24) * Ansprüche 1-10 *	1-12	
A	US 2 249 581 A (HAIG SOLAKIAN) 15. Juli 1941 (1941-07-15) * Ansprüche 1-6 *	1-12	
A	BAUDIS U ET AL: "UNTERSUCHUNGEN ZUM VERSTAENDNIS DER CHEMISCHEN REAKTIONEN BEIM NITROCARBURIEREN IN SALZSCHMELZEN" HTM HAERTEREI TECHNISCHE MITTEILUNGEN, CARL HANSER VERLAG, MUNCHEN, DE, Bd. 58, Nr. 5, 1. Januar 2003 (2003-01-01), Seiten 251-256, XP001186002 ISSN: 0341-101X * Zusammenfassung *	1-12	RECHERCHIERTE SACHGEBiete (IPC)
A	ALWART S ET AL: "LOW-TEMPERATURE NITROCARBURIZING" ADVANCED MATERIALS & PROCESSES, AMERICA SOCIETY FOR METALS. METALS PARK, OHIO, US, Bd. 154, Nr. 3, 1. September 1998 (1998-09-01), Seiten 41-43, XP000778078 ISSN: 0882-7958 * Zusammenfassung *	1-12	C23C C21D
	----- ----- ----- ----- ----- ----- ----- ----- -----		
1	Der vorliegende Recherchenbericht wurde für alle Patentansprüche erstellt		
	Recherchenort	Abschlußdatum der Recherche	Prüfer
	München	26. Februar 2009	Catana, Cosmin
	KATEGORIE DER GENANNTEN DOKUMENTE	T : der Erfindung zugrunde liegende Theorien oder Grundsätze E : älteres Patentdokument, das jedoch erst am oder nach dem Anmelde datum veröffentlicht worden ist D : in der Anmeldung angeführtes Dokument L : aus anderen Gründen angeführtes Dokument ..... & : Mitglied der gleichen Patentfamilie, übereinstimmendes Dokument	
	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		



## EUROPÄISCHER RECHERCHENBERICHT

Nummer der Anmeldung  
EP 08 01 8519

EINSCHLÄGIGE DOKUMENTE			
Kategorie	Kennzeichnung des Dokuments mit Angabe, soweit erforderlich, der maßgeblichen Teile	Betrifft Anspruch	KLASSIFIKATION DER ANMELDUNG (IPC)
A	EP 0 054 962 A (GOERIG & CO GMBH & CO KG [DE]) 30. Juni 1982 (1982-06-30) * Ansprüche 1-9 * -----	1-12	
			RECHERCHIERTE SACHGEBIETE (IPC)
1	Der vorliegende Recherchenbericht wurde für alle Patentansprüche erstellt		
	Recherchenort München	Abschlußdatum der Recherche 26. Februar 2009	Prüfer Catana, Cosmin
KATEGORIE DER GENANNTEN DOKUMENTE		T : der Erfindung zugrunde liegende Theorien oder Grundsätze E : älteres Patentdokument, das jedoch erst am oder nach dem Anmelde datum veröffentlicht worden ist D : in der Anmeldung angeführtes Dokument L : aus anderen Gründen angeführtes Dokument ..... & : Mitglied der gleichen Patentfamilie, übereinstimmendes Dokument	
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			

**ANHANG ZUM EUROPÄISCHEN RECHERCHENBERICHT  
ÜBER DIE EUROPÄISCHE PATENTANMELDUNG NR.**

EP 08 01 8519

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.

26-02-2009

Im Recherchenbericht angeführtes Patentdokument		Datum der Veröffentlichung		Mitglied(er) der Patentfamilie		Datum der Veröffentlichung
DE 102006026883 B3		16-08-2007	BR CA CN EP JP KR US	PI0702568 A 2591244 A1 101235477 A 1865088 A1 2007332459 A 20070118008 A 2008099108 A1		19-02-2008 09-12-2007 06-08-2008 12-12-2007 27-12-2007 13-12-2007 01-05-2008
US 3840450	A	08-10-1974		KEINE		
US 4461655	A	24-07-1984	AU AU CA DE EP GB JP JP	550223 B2 1146583 A 1190836 A1 3361313 D1 0088526 A1 2115444 A 2050193 B 58157962 A		06-03-1986 01-09-1983 23-07-1985 09-01-1986 14-09-1983 07-09-1983 01-11-1990 20-09-1983
US 2249581	A	15-07-1941		KEINE		
EP 0054962	A	30-06-1982	CH DE	647002 A5 3048607 A1		28-12-1984 01-07-1982

**IN DER BESCHREIBUNG AUFGEFÜHRTE DOKUMENTE**

*Diese Liste der vom Anmelder aufgeführten Dokumente wurde ausschließlich zur Information des Lesers aufgenommen und ist nicht Bestandteil des europäischen Patentdokumentes. Sie wurde mit größter Sorgfalt zusammengestellt; das EPA übernimmt jedoch keinerlei Haftung für etwaige Fehler oder Auslassungen.*

**In der Beschreibung aufgeführte Nicht-Patentliteratur**

- **P.GÜMPEL et al.** Rostfreie Stähle. Expert Verlag, 1998, vol. 349 **[0003]**
- **H.-J. SPIES et al.** *Mat.-Wiss. u. Werkstofftechnik*, 1999, vol. 30, 457-464 **[0012]**
- **D. GÜNTHER ; F. HOFFMANN ; M. JUNG ; P. MAYR.** *Oberflächenhärtung von austenitischen Stählen unter Beibehaltung der Korrosionsbeständigkeit* Härtereite-Techn. Mitt., 2001, vol. 56, 74-83 **[0012]**
- **P. GÜMPEL et al.** Rostfreie Stähle. Expert Verlag, 1998, vol. 349 **[0021]**