

(19)



(11)

EP 2 733 226 A1

(12)

EUROPÄISCHE PATENTANMELDUNG

(43) Veröffentlichungstag:
21.05.2014 Patentblatt 2014/21

(21) Anmeldenummer: **13190635.6**

(22) Anmeldetag: **29.10.2013**

(51) Int Cl.:

C21D 8/02 (2006.01)	B21B 37/26 (2006.01)
C21D 8/04 (2006.01)	C23C 2/02 (2006.01)
C23C 2/28 (2006.01)	C23C 2/40 (2006.01)
C21D 9/48 (2006.01)	C21D 1/673 (2006.01)
C25D 7/06 (2006.01)	C25D 11/00 (2006.01)

(84) Benannte Vertragsstaaten:
AL AT BE BG CH CY CZ DE DK EE ES FI FR GB GR HR HU IE IS IT LI LT LU LV MC MK MT NL NO PL PT RO RS SE SI SK SM TR
Benannte Erstreckungsstaaten:
BA ME

(30) Priorität: **14.11.2012 DE 102012110972**

(71) Anmelder: **Muhr und Bender KG**
57439 Attendorn (DE)

(72) Erfinder:

- **Eberlein, Wolfgang**
57234 Wilnsdorf (DE)
- **Brecht, Jörg Dieter**
57462 Olpe (DE)

(74) Vertreter: **Neumann Müller Oberwalleney & Partner**
Patentanwälte
Overstolzenstraße 2a
50677 Köln (DE)

(54) **Verfahren zum Herstellen eines Erzeugnisses aus flexibel gewalztem Bandmaterial**

(57) Die Erfindung betrifft ein Verfahren zum Herstellen eines Erzeugnisses aus flexibel gewalztem Bandmaterial mit den Schritten: Bereitstellen eines Bandmaterials aus Stahlblech; Flexibles Walzen des Bandmaterials, wobei eine variable Dicke über der Länge des Bandmaterials erzeugt wird; Elektrolytisches Beschichten mit einem metallischen Beschichtungsmaterial, das zumin-

dest 93 % Zink enthält, wobei das elektrolytische Beschichten nach dem Flexiblen Walzen erfolgt; Wärmebehandeln bei Temperaturen größer 350°C und unterhalb der Soliduslinie, wobei das Wärmebehandeln nach dem elektrolytischen Beschichten erfolgt; Herausarbeiten einer Platine aus dem flexibel gewalzten Bandmaterial; und Kalt- oder Warmumformen der Platine.

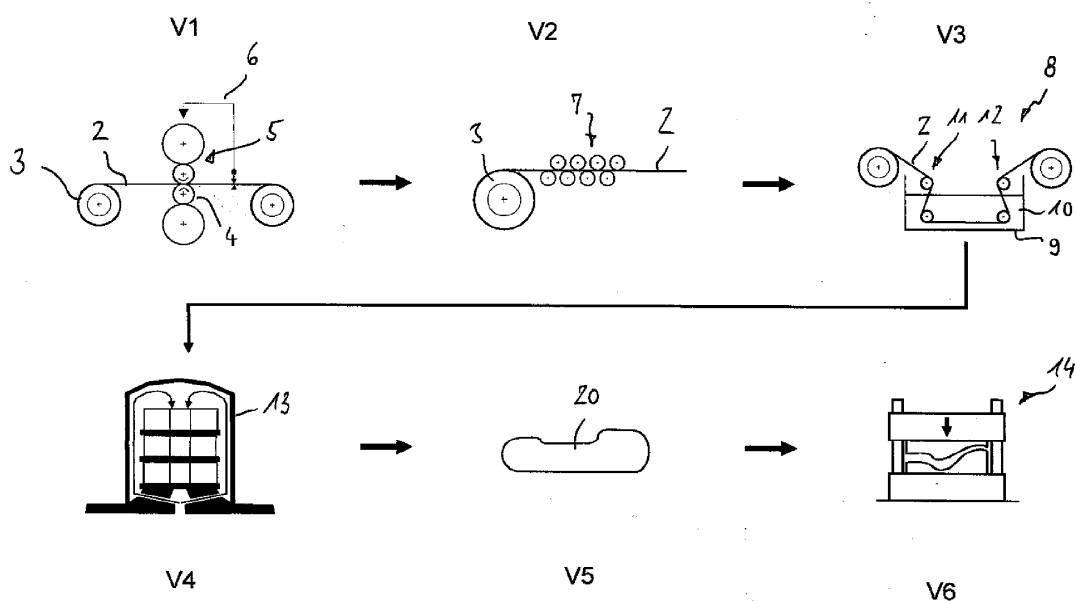


Fig. 1

EP 2 733 226 A1

Beschreibung

[0001] Die Erfindung betrifft ein Verfahren zum Herstellen von beschichteten Stahlblechen aus flexibel gewalztem Bandmaterial. Durch die Beschichtung soll das Stahlblech vor Korrosion geschützt werden.

[0002] Es sind verschiedene Verfahren zur Beschichtung von Bauteilen aus Stahl mit einer Zink- oder Zinklegerungsschicht bekannt, wie Feuerverzinkung (Schmelztauchverzinkung) oder galvanische (elektrolytische) Verzinkung. Unter Feuerverzinkung wird das Überziehen von Stahlteilen mit einem massiven, metallischen Zinküberzug durch Eintauchen der vorbehandelten Stahlteile in eine Schmelze aus flüssigem Zink verstanden. Beim galvanischen Verzinken werden die Werkstücke in einen Zinkelektrolyten eingetaucht. Elektroden aus Zink wirken aufgrund ihres gegenüber dem Werkstück unedleren Metalls als "Opferanoden". Das zu verzinkende Werkstück wirkt als Kathode, weswegen die Beschichtung auch als kathodischer Korrosionsschutz bezeichnet wird.

[0003] Aus der DE 10 2007 013 739 B3 ist ein Verfahren zum flexiblen Walzen von beschichteten Stahlbändern bekannt. Ein Warm- oder Kaltband wird elektrolytisch beschichtet und anschließend einem flexiblen Walzprozess unterzogen, wobei das beschichtete Stahlband unterschiedliche Blechdicken über der Länge erhält. Die Beschichtung wird auf die Blechdicke nach dem flexiblen Walzen beziehungsweise auf den Walzdruck beim flexiblen Walzen abgestimmt. Hierfür wird die Beschichtung unterschiedlich dick ausgebildet.

[0004] Aus der DE 10 2009 051 673 B3 ist ein Verfahren zum Herstellen von Stahlband mit einer kathodischen Korrosionsschutzbeschichtung bekannt. Hierfür wird das Stahlband warmgewalzt, anschließend kaltgewalzt und einer elektrolytischen Verzinkung unterzogen. Nach der elektrolytischen Verzinkung wird das Stahlband in einem Haubenglühofen bei Temperaturen von 250°C bis 350°C für einen Zeitraum von 4 bis 48 Stunden wärmebehandelt, wodurch eine Zink-Eisen-Schicht erzeugt wird.

[0005] Aus der DE 10 2007 019 196 A1 ist ein Verfahren zum Erzeugen von flexibel gewalztem Bandmaterial mit einer kathodischen Korrosionsschicht bekannt. Das Verfahren umfasst die Schritte: Bereitstellen von Walzband als Warm- oder Kaltband mit einer kathodischen Korrosionsschicht; und flexibles Kaltwalzen des beschichteten Walzbandes mit während des Walzens veränderlichem Walzspalt.

[0006] Aus der DE 601 19 826 T2 ist ein Verfahren zur Realisierung eines Werkstücks mit sehr hohen mechanischen Eigenschaften bekannt, das ausgehend von einem Stahlblechband durch Tiefziehen umgeformt worden ist. Das Werkstück wird warmgewalzt und mit einer metallischen Legierung aus Zink beschichtet. Hierfür wird das Blech zugeschnitten, auf eine Temperatur von 800°C bis 1200°C erhitzt und anschließend einem Warmtiefziehvorgang unterzogen. Danach werden durch Zuschneiden die für den Tiefziehvorgang notwen-

digen Blechüberschüsse entfernt.

[0007] Der vorliegenden Erfindung liegt die Aufgabe zugrunde, ein Verfahren zum Herstellen von beschichteten Stahlblechen aus flexibel gewalztem Bandmaterial vorzuschlagen, das einen besonders guten Korrosionsschutz bietet.

[0008] Eine erste Lösung besteht in einem Verfahren zum Herstellen eines Erzeugnisses aus flexibel gewalztem Bandmaterial mit den Schritten: Bereitstellen eines Bandmaterials aus Stahlblech; Flexibles Walzen des Bandmaterials, wobei eine variable Dicke über der Länge des Bandmaterials erzeugt wird; Elektrolytisches Beschichten mit einem metallischen Beschichtungsmaterial, das zumindest 93 Masseprozent Zink enthält, wobei das elektrolytische Beschichten nach dem Flexiblen Walzen erfolgt; Wärmebehandeln bei Temperaturen größer 350 °C und unterhalb der Soliduslinie des Beschichtungsmaterials, wobei das Wärmebehandeln nach dem elektrolytischen Beschichten erfolgt; Herausarbeiten einer Platine aus dem flexibel gewalzten Bandmaterial; und Kalt- oder Warmumformen der Platine.

[0009] Eine zweite Lösung besteht in einem Verfahren zum Herstellen eines Erzeugnisses aus flexibel gewalztem Bandmaterial mit den Schritten: Bereitstellen eines Bandmaterials aus Stahlblech; Flexibles Walzen des Bandmaterials, wobei eine variable Dicke über der Länge des Bandmaterials erzeugt wird; Elektrolytisches Beschichten mit einem metallischen Beschichtungsmaterial, das zumindest Zink und Eisen enthält; Herausarbeiten einer Platine aus dem flexibel gewalzten Bandmaterial; und Kalt- oder Warmumformen der Platine.

[0010] Ein Vorteil der beiden genannten Verfahren liegt darin, dass das elektrolytische Beschichten nach dem Flexiblen Walzen erfolgt. Hiermit wird erreicht, dass die aufgebrachte Beschichtung eine gleichmäßige Dicke über der Länge des flexibel gewalzten Bandmaterials aufweist. Insofern haben auch die Bereiche des Bandmaterials, die stärker ausgewalzt sind, eine Schichtdicke, die zuverlässig vor Korrosion schützt. Insgesamt kann die Prozessdauer zum Herstellen der Erzeugnisse verkürzt werden und es wird weniger Beschichtungsmaterial benötigt, was sich wiederum günstig auf die Herstellungskosten auswirkt.

[0011] Unter einem flexibel gewalzten Produkt werden vorliegend sowohl ein Stahlband mit unterschiedlichen Dicken als auch Rechteckplatinen beziehungsweise Formschnitte verstanden, die aus einem flexibel gewalzten Stahlband durch Zuschchnitt wie mechanisch oder durch Laserschneiden gewonnen werden. Als Bandmaterial für das flexible Walzen kann Warmband oder Kaltband verwendet werden, wobei diese Begriffe im Sinne der Fachsprache zu verstehen sind. Unter Warmband wird ein Walzstahlfertigerzeugnis (Stahlband) verstanden, das durch Walzen nach vorherigem Erwärmen erzeugt wird. Mit Kaltband ist ein kaltgewalztes Stahlband (Flachstahl) gemeint, bei dem die letzte Dickenabnahme durch Walzen ohne vorhergehendes Erwärmen erfolgt.

[0012] Bei beiden der obengenannten Lösungen ver-

steht es sich, dass zwischen den einzelnen Verfahrensschritten noch weitere Schritte zwischengeschaltet sein können. Beispielsweise kann nach dem Flexiblen Walzen ein Bandrichten vorgesehen sein. Das Herausarbeiten der Platinen aus dem Bandmaterial kann vor oder nach dem elektrolytischen Beschichten durchgeführt werden. Begrifflich ist mit Herausarbeiten sowohl gemeint, dass die Blechplatinen aus dem Bandmaterial ausgestanzt werden, das heißt am Band verbleibt ein Rand, welcher nicht weiterverwendet wird, als auch, dass ein einfaches Ablängen des Bandmaterials in Teilstücke vorgenommen wird, insbesondere durch einen Schneidevorgang.

[0013] Bei der ersten Lösung wird auf dem Bandmaterial eine Beschichtung aus mindestens 93 Masseprozent Zink abgeschieden, wobei der Zinkanteil insbesondere auch größer 95, 97 oder 99 Masseprozent sein kann und auch 100 Prozent betragen kann (Reinzinkbeschichtung). Zum elektrolytischen Beschichten werden Anoden aus Reinzink, beziehungsweise aus Zink und anderen Legierungselementen verwendet, die bei Bestromung Metallionen an den Elektrolyten abgeben. Die Zinkionen und gegebenenfalls Ionen der weiteren Legierungselemente werden auf dem Bandmaterial, das als Kathode geschaltet ist, als Atome abgeschieden und bilden eine Beschichtung. Bei Abscheidung einer Beschichtung mit hohem Zinkanteil von über 93 Masseprozent, wie es bei der ersten Lösung vorgesehen ist, führt die nachfolgende Wärmebehandlung in vorteilhafter Weise zu einer Legierungsbildung zwischen dem abgeschiedenen Zink und dem im Bandmaterial enthaltenen Eisen, so dass insgesamt eine Zink-Eisen-Beschichtung entsteht.

[0014] Bei der zweiten Lösung wird von vornherein eine Zink-Eisen-Legierungsschicht durch elektrolytische Abscheidung gewonnen. Die Anteile an Zink und Eisen sind vorzugsweise so gewählt, dass zumindest eine der nachfolgenden Bedingungen gilt: dass die Legierungsschicht mindestens 5 Gewichtsprozent Eisen enthält, dass die Legierungsschicht maximal 80 Gewichtsprozent Eisen enthält, dass die Legierungsschicht mindestens 20 Gewichtsprozent Zink enthält, und/oder dass die Legierungsschicht maximal 95 Gewichtsprozent Zink enthält. Besonders günstig ist es, wenn die Anteile an Zink und Eisen so gewählt werden, dass im abgeschiedenen Zustand zumindest teilweise δ 1-Phase, insbesondere δ 1-Phase und Γ -Phase, oder ausschließlich intermetallische Γ -Phase, vorliegt. Dies wird beispielsweise mit einem Eisenanteil von 10 bis 30 Massprozent beziehungsweise einem Zinkanteil von 70 bis 90 Masseprozent erreicht, wobei der Zusatz weiterer Legierungselemente nicht ausgeschlossen ist. Bei dieser Ausgestaltung kann auf eine anschließende Wärmebehandlung verzichtet werden, da die Beschichtung selbst schon Zink und Eisen beinhaltet. Die Zink- und Eisenatome liegen in einem Abstand von wenigen Nanometern vor, so dass sich besonders kurze Diffusionswege ergeben. Es versteht sich jedoch, dass auch bei elektrolytischer Abscheidung einer Zink-Eisen-Legierung die genannte

Wärmebehandlung durchgeführt werden kann. Durch die kurzen Diffusionswege genügt eine sehr kurze Wärmebehandlung, beispielsweise mittels Induktion. Insgesamt kann durch die genannte Verfahrensführung in vorteilhafter Weise eine Verkürzung der Prozessdauer erreicht werden.

[0015] Das Verfahren gemäß der zweiten Lösung kann nach einer ersten Möglichkeit ohne Wärmebehandlung nach der elektrolytischen Beschichtung und vor dem Umformen durchgeführt werden. Nach einer zweiten Möglichkeit der zweiten Lösung kann als weiterer Schritt nach der elektrolytischen Beschichtung eine Wärmebehandlung in einem Temperaturbereich oberhalb 350 °C und unterhalb einer Schmelztemperatur des Beschichtungsmaterials (Soliduslinie) vorgesehen sein. Die Soliduslinie markiert im Zustandsdiagramm für den Beschichtungswerkstoff die Linie, unterhalb derer ausschließlich Festphase vorliegt. Oberhalb der Soliduslinie liegt der Beschichtungswerkstoff zumindest teilweise in Schmelzform vor.

[0016] Mit fortschreitender Erwärmungsdauer steigt der Eisenanteil in der Beschichtung an, da Eisenatome aus dem Grundmaterial in das Beschichtungsmaterial diffundieren. Durch den zunehmenden Eisenanteil in der Beschichtung kann dann die Wärmebehandlungstemperatur angehoben werden, ohne dass die Soliduslinie erreicht oder überschritten wird. Dies ist bei geeigneter Prozessführung bis zu einer Temperatur von 781 °C möglich. Die Möglichkeit der Temperaturerhöhung während der Wärmebehandlung gilt selbstverständlich auch für die erste Lösung. Die Temperatur kann mit steigendem Eisenanteil schrittweise oder kontinuierlich erhöht werden.

[0017] Die Liquiduslinie markiert im Zustandsdiagramm für den Beschichtungswerkstoff die Linie, unterhalb derer ein Zwei- bzw. Mehrphasengebiet fest-flüssig vorliegt. Oberhalb der Liquiduslinie liegt der Beschichtungswerkstoff in Schmelzform vor. Die untere Grenze des Zweiphasengebiets wird als Soliduslinie bezeichnet. Die Temperatur der Soliduslinie hängt von der anteilmäßigen Zusammensetzung der Legierung ab. Bei reinem Zink liegt die Soliduslinie bei 419,5 °C, bei einer Zink-Eisen-Legierung bei maximal 782 °C, sofern noch Anteile von Γ -Phase vorhanden sind. Mit einem entsprechenden Anteil an Eisen ist es demnach möglich, flexibel gewalztes Bandmaterial walzhart elektrolytisch zu beschichten und anschließend einer Wärmebehandlung bei einer verhältnismäßig hohen Temperatur von mehr als 500 °C bis maximal 782 °C zu unterziehen, ohne dass Schmelzphase entsteht.

[0018] Eine Wärmebehandlung im Temperaturbereich von 500 °C bis 782 °C ist zudem geeignet, eine Rekristallisationsglühung durchzuführen, so dass das erzeugte Material besonders geeignet ist für eine indirekte Warmumformung. Ein sonst notwendiges Rekristallisationsglühen nach dem Flexiblen Walzen und vor dem Beschichten kann somit entfallen. Beispielsweise könnte bei der erstgenannten Lösung unter Verwendung von Reinzink (Beschichtungsmaterial 100 % Zink) der Wär-

mebehandlungsprozess bei einer Glüh­temperatur von 380°C begonnen und, mit auf­grund von Diffusionsvor­gängen zunehmendem Eisenanteil, dann stufenweise auf eine Temperatur bis auf maximal 781 °C erhöht werden.

[0019] Für beide Lösungen gilt, dass das Beschich­tungsmaterial noch weitere Legierungselemente beinhalten kann, wie beispielsweise Mangan, Chrom, Silizium oder Molybdän. Unabhängig von der Art und Anzahl der Legierungselemente liegt eine Besonderheit der Erfindung in der Temperaturführung zum Zwecke der Bildung der Zink-Eisen-Legierungsschicht. Die jeweilige Legierungstemperatur ist so gewählt, dass die Soliduslinie des Beschichtungsmaterials in der während des Prozesses jeweils aktuell vorliegenden Zusammensetzung zu keinem Zeitpunkt der Legierungsbildung des binären Zink-Eisen-Phasendiagramms beziehungsweise eines aus mehr als zwei Legierungselementen bestehenden Schichtaufbaus erreicht oder überschritten wird. Die Legierung wird also durch Festphasendiffusion gebildet.

[0020] Bei der Wärmebehandlung erfolgt ein Eindiffundieren von Eisen aus dem zu beschichtenden Materials in die metallische Beschichtung. Dabei wandelt sich Zink aus der Beschichtung in eine Zink-Eisen-Legierung um, die einen kathodischen Korrosionsschutz bietet. Der angegebene Temperaturbereich oberhalb 350 °C und unterhalb der Soliduslinie ist insofern besonders günstig, als das Diffundieren verhältnismäßig schnell erfolgt. Durch den Eisengehalt wird die Lotrissigkeitsneigung der Beschichtung reduziert, so dass die Dauerfestigkeit des Bauteils gesteigert wird.

[0021] Die Phasenumwandlung kann, wie oben erwähnt, nach einer ersten Möglichkeit mittels induktiver Erwärmung erreicht werden. Diese Verfahrensführung ist insbesondere bei elektrolytischer Abscheidung von Zink und Eisen geeignet, da hier kurze Diffusionswege vorliegen, so dass eine kurze Wärmebehandlung bereits zur gewünschten Phasenumwandlung führt. Nach einer zweiten Möglichkeit kann die Wärmebehandlung mittels Haubenglühen durchgeführt werden. Das Haubenglühen eignet sich besonders bei elektrolytischer Abscheidung von Reinzink. Vorzugsweise wird beim Haubenglühen eine Verweildauer von 10 bis 80 Stunden vorgesehen, vorzugsweise von 30 bis 60 Stunden, so dass ausreichend Zeit zur Verfügung steht, damit durch Diffusion eine Zink-Eisen-Legierung gebildet wird. Die Verweildauer bezeichnet vorzugsweise die gesamte Zeit, in der die Platinen bzw. das Bandmaterial wärmebehandelt werden, und kann also eine Erwärm-, Halte- und Abkühlphase mit umfassen. Eine weitere Möglichkeit stellt die konduktive Erwärmung dar, wobei andere technisch mögliche Wärmebehandlungsverfahren selbstverständlich nicht ausgeschlossen sind.

[0022] Als weiterer Verfahrensschritt kann vor dem elektrolytischen Beschichten vorgesehen sein, dass das Bandmaterial mit einer Zwischenschicht beschichtet wird. Als Zwischenschicht kann insbesondere eine ni-

ckel- oder aluminiumhaltige Schicht verwendet werden. Hierunter sind Schichten zu verstehen, welche zumindest teilweise Nickel beziehungsweise Aluminium enthalten, was eine reine Nickelschicht oder Aluminiumschicht mit einschließt. Die Nickelschicht bildet einen zusätzlichen Schutz der Oberfläche und verbessert die Haftungsfähigkeit der anschließend aufgetragenen Zink enthaltenden Beschichtung. Die Nickelbeschichtung kann beispielsweise durch elektrolytisches oder fremdstromloses Abscheiden gebildet werden. Es versteht sich, dass andere Werkstoffe für die Zwischenschicht nicht ausgeschlossen sind. Beispielsweise kann auch eine mangan- oder chromhaltige Beschichtung verwendet werden. Mangan und Chrom besitzen beide ein kubisches Gitter und weisen eine gute Löslichkeit in Eisen auf, was sich günstig auf das Legierungsverhalten auswirkt.

[0023] Nach einer möglichen Ausgestaltung kann das Bandmaterial nach dem elektrolytischen Beschichten mit einem Zunderschutz versehen werden. Dies gilt insbesondere, wenn die Austenitisierung für ein späteres Warmformen nicht in Schutzgasatmosphäre erfolgt. Unter Zunder werden die bei der Reaktion metallischer Werkstoffe in Luft oder anderen sauerstoffhaltigen Gasen bei hoher Temperatur entstandenen, vorwiegend oxidischen Korrosionsprodukte verstanden. Das Aufbringen der Zunderschutzschicht kann durch Sprühen oder Aufwalzen geschehen. Neben dem Schutz vor Oxidation liegt ein weiterer Vorteil der Zunderschutzschicht darin, dass die Oberfläche eine hohe Qualität hat. Insbesondere ist vor einem späteren Lackieren des Blechs keine Reinigungsbehandlung wie Kugelstrahlen erforderlich. Zudem kann durch den Zunderschutz der Reibwert während der Warmumformung sowie das Wärmeabsorptionsverhalten positiv beeinflusst werden. Ein weiterer Vorteil des Zunderschutzes besteht darin, dass die Haftung der darunterliegenden kathodischen Korrosionsschutzschicht verbessert wird. Zudem ist eine Erweiterung des Temperatur-Zeit-Fensters im Rahmen der Austenitisierung möglich, beispielsweise durch Legierungsbildung des Zunderschutzmaterials mit der darunterliegenden Schicht. Der Zunderschutz kann vor oder nach der unterhalb der Soliduslinie durchgeführten Wärmebehandlung aufgebracht werden.

[0024] An geeigneter Stelle des Prozesses werden aus dem flexibel gewalzten Bandmaterial Platinen oder Formschnitte erzeugt, was durch mechanischen Zugschnitt oder mittels Laserschneiden durchgeführt werden kann. Unter Platinen werden insbesondere rechteckige Blechtafeln verstanden, die aus dem Bandmaterial herausgetrennt worden sind. Als Formschnitte werden aus dem Bandmaterial herausgearbeitete Blechelemente verstanden, deren Außenkontur an die Form des Endprodukts bereits angepasst ist. Vorliegend wird die Bezeichnung Platine einheitlich sowohl für Rechteckplatinen als auch Formschnitte verwendet. Die Herstellung der Platinen kann vor oder nach dem elektrolytischen Beschichten erfolgen, und gegebenenfalls vor oder nach

dem Aufbringen eines Zunderschutzes.

[0025] Die Blechplatinen werden nach einer möglichen Verfahrensführung, die für beide Lösungen gilt, warmumgeformt. Unter Warmumformung werden Umformvorgänge verstanden, bei denen die Werkstücke vor dem Umformen auf eine Temperatur im Bereich der Warmumformung erwärmt werden. Das Erwärmen wird in einer geeigneten Wärmeeinrichtung, beispielsweise einem Ofen vorgenommen. Das Warmumformen kann nach einer ersten Möglichkeit als indirekter Prozess durchgeführt werden, der die Teilschritte Kaltvorformen der Platine zu einem vorgeformten Bauteil, anschließendes Erwärmen zumindest von Teilbereichen des kalt vorgeformten Bauteils auf Austenitisierungstemperatur sowie anschließendes Warmumformen zur Erzeugung der Endkontur des Erzeugnisses umfasst. Unter Austenitisierungstemperatur ist dabei ein Temperaturbereich zu verstehen, bei dem zumindest eine Teilaustenitisierung (Gefügestruktur im Zweiphasengebiet Ferrit und Austenit) vorliegt. Darüber hinaus ist es auch möglich, nur Teilbereiche der Platine zu austenitisieren, um beispielsweise ein partielles Härten zu ermöglichen. Das Warmumformen kann nach einer zweiten Möglichkeit auch als direkter Prozess durchgeführt werden, der dadurch gekennzeichnet ist, dass zumindest Teilbereiche der Platine direkt auf Austenitisierungstemperatur erwärmt und anschließend zur gewünschten Endkontur in einem Schritt warmumgeformt wird. Ein vorhergehendes (kaltes) Vorformen findet hier nicht statt. Auch beim direkten Prozess kann durch Austenitisieren von Teilbereichen ein partielles Härten erreicht werden. Für beide Prozesse gilt, dass ein Härten von Teilbereichen der Bauteile auch durch unterschiedlich temperierte Werkzeuge möglich ist, beziehungsweise durch Verwendung mehrerer Werkzeugwerkstoffe, die unterschiedliche Abkühlgeschwindigkeiten ermöglichen. In letzterem Fall kann die ganze Platine beziehungsweise das ganze Bauteil komplett austenitisiert werden.

[0026] In jedem Fall ist nach einer bevorzugten Verfahrensführung vorgesehen, die für beide Warmumformprozesse gilt, dass das Beschichtungsmaterial zum Zeitpunkt der Einleitung des Warmformens in festem Zustand ist, das heißt die Temperatur hat sich auf einen Bereich unterhalb der Soliduslinie des Beschichtungsmaterials abgekühlt. Nach dem Warmumformen soll der Eisengehalt in der Randschicht unterhalb 80 % liegen, vorzugsweise unter 60 %, besonders bevorzugt unter 30 %.

[0027] Nach einer alternativen Verfahrensführung, welche prinzipiell für beide obengenannte Lösungen gilt, können die Blechplatinen auch kaltumgeformt werden. Unter Kaltumformung werden vorliegend Umformvorgänge verstanden, bei denen die Platinen vor dem Umformen nicht gezielt erwärmt werden. Die Umformung findet somit bei Raumtemperatur statt; die Platinen erwärmen sich durch Dissipation der zugeführten Energie. Kaltumformen wird insbesondere als Prozess zum Umformen weicher Karosseriestähle verwendet.

[0028] Die Lösung der obengenannten Aufgabe besteht weiter in einer Blechplatine aus flexibel gewalztem Stahlblech, das nach dem flexiblen Walzen mit einer metallischen Beschichtung elektrolytisch beschichtet und nach dem Beschichten warmumgeformt ist. Hiermit ergeben sich die obengenannten Vorteile einer konstanten Schichtdicke über der Länge des flexibel gewalzten Bandes beziehungsweise der daraus erzeugten Platinen. Die Platine kann nach einem oder mehreren der obengenannten Verfahrensschritte erzeugt werden, so dass bezüglich der Schritte und der damit verbundenen Vorteile auf die obige Beschreibung Bezug genommen wird.

[0029] Bevorzugte Ausführungsbeispiele werden nachstehend anhand der Zeichnungsfiguren erläutert. Hierin zeigt

Figur 1 ein erfindungsgemäßes Verfahren als Ablaufdiagramm schematisch in einer ersten Ausführungsform;

Figur 2 ein erfindungsgemäßes Verfahren als Ablaufdiagramm schematisch in einer zweiten Ausführungsform;

Figur 3 ein erfindungsgemäßes Verfahren als Ablaufdiagramm schematisch in einer dritten Ausführungsform; und

Figur 4 ein Zink-Eisen-Phasendiagramm.

[0030] Figur 1 zeigt ein erfindungsgemäßes Verfahren zur Herstellung eines Erzeugnisses aus flexibel gewalztem Bandmaterial 2 nach einer ersten Verfahrensführung. Im Verfahrensschritt V1 wird das Bandmaterial 2, das im Ausgangszustand auf einem Coil 3 aufgewickelt ist, walzend bearbeitet, und zwar mittels flexiblem Walzen. Hierfür wird das Bandmaterial 2, das vor dem flexiblen Walzen eine weitestgehend konstante Blechdicke über der Länge aufweist, mittels Walzen 4, 5 derart gewalzt, dass es längs der Walzrichtung eine variable Blechdicke erhält. Während des Walzens wird der Prozess überwacht und gesteuert, wobei die von einer Blechdickenmessung 6 ermittelten Daten als Eingangssignal zur Steuerung der Walzen 4, 5 verwendet werden. Nach dem flexiblen Walzen hat das Bandmaterial 2 in Walzrichtung unterschiedliche Dicken. Das Bandmaterial 2 wird nach dem flexiblen Walzen wieder zum Coil 3 aufgewickelt, so dass es dem nächsten Verfahrensschritt zugeführt werden kann.

[0031] Nach dem flexiblen Walzen wird das Bandmaterial 2 im Verfahrensschritt V2 geglättet, was in einer Bandrichtvorrichtung 7 erfolgt. Der Verfahrensschritt des Glättens ist optional und kann auch weggelassen werden.

[0032] Nach dem flexiblen Walzen (V1) beziehungsweise Glätten (V2) wird das Bandmaterial 2 im Verfahrensschritt V3 mit einem Korrosionsschutz versehen. Hierfür durchläuft das Bandmaterial 2 eine elektrolyti-

sche Bandbeschichtungsvorrichtung 8. Es ist erkennbar, dass die Bandbeschichtung im Durchlaufverfahren erfolgt, das heißt das Bandmaterial 2 wird vom Coil 3 abgewickelt, durchläuft die Beschichtungsvorrichtung 8 und wird nach dem Beschichten wieder zum Coil 3 aufgewickelt. Diese Verfahrensführung ist besonders günstig, da der Handhabungsaufwand für das Aufbringen des Korrosionsschutzes auf das Bandmaterial 2 gering und die Prozessgeschwindigkeit hoch ist. Vorliegend sind von der Bandbeschichtungsvorrichtung 8 ein Tauchbecken 9 erkennbar, das mit einer elektrolytischen Flüssigkeit 10 gefüllt ist, welche das Bandmaterial 2 durchläuft. Die Führung des Bandmaterials 2 erfolgt mittels Rollensätzen 11, 12.

[0033] Das elektrolytische Beschichten erfolgt bei der vorliegenden Verfahrensführung mit einem metallischen Beschichtungsmaterial, das zumindest 93 % Zink enthält. Durch einen hohen Zink-Anteil wird eine besonders gute Korrosionsbeständigkeit erreicht. Es versteht sich, dass der Zink-Anteil auch höher sein kann, beispielsweise größer als 95 %, insbesondere größer als 97%, und auch 100% (Reinzink) betragen kann. Für das Beschichten können beispielsweise Anoden aus Zink verwendet werden, die bei Bestromung Zinkionen an den Elektrolyten abgeben. Die Zinkionen werden auf dem Bandmaterial 2, das als Kathode geschaltet ist, als Zinkatome abgeschieden und bilden eine Zinkschicht. Alternativ können auch inerte Anoden und ein Zink-Elektrolyt verwendet werden.

[0034] Neben dem genannten Zink-Anteil kann die Beschichtung noch weitere Legierungselemente beinhalten, wie beispielsweise Aluminium, Chrom, Mangan, Molybdän, Silizium. Der Anteil der gegebenenfalls hinzugefügten Legierungselemente liegt bei weniger als 7 %. Mangan hat eine gute Löslichkeit in Eisen, was sich günstig auf die Legierungsbildung beim Erwärmen auswirkt.

[0035] Nach dem elektrolytischen Beschichten (V3) wird das zum Coil 3 aufgewickelte Bandmaterial 2 im Verfahrensschritt V4 einer Wärmebehandlung unterzogen. Die Wärmebehandlung kann prinzipiell auf jede technisch geeignete Weise erfolgen, beispielsweise in einer Haubenglühe oder auch durch induktive Erwärmung, um nur zwei Verfahren beispielhaft zu nennen. Vorliegend ist die Wärmebehandlung in einem Ofen 13 gezeigt.

[0036] Die Wärmebehandlung wird bei Temperaturen größer 350 °C und unterhalb der Soliduslinie des Beschichtungsmaterials durchgeführt. Der Temperaturverlauf der Soliduslinie hängt von der anteilmäßigen Zusammensetzung der Legierung ab. Bei der Temperatur innerhalb des angegebenen Bereichs stellt sich eine Diffusion von Eisen in die Zinkschicht ein, so dass mit fortschreitender Einwirkdauer der Wärmequelle eine Diffusionsschicht erzeugt wird.

[0037] Bei der Wärmebehandlung erfolgt ein Eindiffundieren von Eisen aus dem zu beschichtenden Bandmaterial in die metallische Beschichtung. Dabei wandelt sich Zink aus der Beschichtung in eine Zink-Eisen-Legierung

um, die einen kathodischen Korrosionsschutz bietet. Durch den Temperaturbereich oberhalb 350 °C und unterhalb der Soliduslinie erfolgt das Diffundieren verhältnismäßig schnell. Die Verweildauer für die Wärmebehandlung in einer Haubenglühe beträgt vorzugsweise 10 bis 80 Stunden, vorzugsweise von 30 bis 60 Stunden, so dass ausreichend Zeit zur Verfügung steht, damit durch Diffusion eine Zink-Eisen-Legierung gebildet wird.

[0038] Ein weiterer Effekt der Wärmebehandlung ist, dass beim Walzen entstandene Verfestigungen des Materials vermindert bzw. aufgelöst werden, so dass das gewalzte Bandmaterial 2 wieder einer höheren Duktilität und Dehnbarkeit erhält. Das Bandmaterial lässt sich in anschließenden Verfahrensschritten leichter weiterverarbeiten, wobei außerdem die Materialeigenschaften des herzustellenden Endproduktes positiv beeinflusst werden.

[0039] Nach der Wärmebehandlung (V4) wird das Bandmaterial 2 im nächsten Verfahrensschritt V5 aus dem Bandmaterial 2 einzelne Blechplatten 20 herausgearbeitet. Das Herausarbeiten der Blechplatten 20 aus dem Bandmaterial 2 erfolgt vorzugsweise mittels Stanzen oder Schneiden. Je nach Form der zu fertigenden Blechplatten 20 kann diese aus dem Bandmaterial 2 als Formschnitt ausgestanzt werden, wobei ein Rand am Bandmaterial stehen bleibt, der nicht weiterverwendet wird, oder das Bandmaterial 2 kann einfach in Teilstücke abgelängt werden. Eine aus dem Bandmaterial 2 herausgearbeitete Blechplatte 20, welche auch als dreidimensionale Blechplatten (3D-TRB) bezeichnet werden können, ist schematisch gezeigt.

[0040] Nach dem Erzeugen von Platten 20 aus dem Bandmaterial 2 erfolgt im Verfahrensschritt V5 ein Umformen der Platte 20 zum gewünschten Endprodukt. Nach einer ersten Möglichkeit werden die Platten 20 warmumgeformt oder, nach einer zweiten Möglichkeit, kaltumgeformt.

[0041] Das Warmumformen kann als direkter oder indirekter Prozess durchgeführt werden. Beim direkten Prozess werden die Platten 20 vor dem Umformen auf Austenitisierungstemperatur erwärmt, was beispielsweise durch Induktion oder in einem Ofen erfolgen kann. Unter Austenitisierungstemperatur ist dabei ein Temperaturbereich zu verstehen, bei dem zumindest eine Teilaustenitisierung (Gefügestruktur im Zweiphasengebiet Ferrit und Austenit) vorliegt. Es können aber auch nur Teilbereiche der Platte austenitisiert werden, um beispielsweise ein partielles Härten zu ermöglichen. Nach dem Erhitzen auf Austenitisierungstemperatur wird die erhitzte Platte in einem formgebenden Werkzeug 14 umgeformt und gleichzeitig mit hoher Abkühlgeschwindigkeit abgekühlt, wobei das Bauteil 20 seine Endkontur erhält und gleichzeitig gehärtet wird.

[0042] Beim indirekten Warmumformen wird die Platte 20 vor dem Austenitisieren noch einem Vorformen unterzogen. Das Vorformen erfolgt in kaltem Zustand der Platte, das heißt ohne vorherige Erwärmung. Beim Vorformen erhält das Bauteil ein Profil, das noch nicht der

Endform entspricht, aber an diese angenähert ist. Nach dem Vorformen findet dann, wie beim direkten Prozess, ein Austenitisieren und Warmformen statt, wobei das Bauteil seine Endkontur erhält und gehärtet wird.

[0043] Der Stahlwerkstoff sollte, sofern ein Warmumformen (direkt oder indirekt) vorgesehen ist, einen Anteil an Kohlenstoff von mindestens 0,1 Masseprozent bis 0,35 Masseprozent aufweisen.

[0044] Alternativ zum Warmumformen als formgebenden Prozess lassen sich die Platinen auch Kaltumformen. Das Kaltumformen eignet sich insbesondere für weiche Karosseriestähle beziehungsweise Bauteile, an die keine besonderen Anforderungen im Hinblick auf die Festigkeit bestehen. Beim Kaltumformen werden die Platinen bei Raumtemperatur umgeformt.

[0045] Eine Besonderheit des erfindungsgemäßen Verfahrens besteht darin, dass das elektrolytische Beschichten (V3) nach dem Flexiblen Walzen (V1) erfolgt. Die auf das Bandmaterial 2 aufgebrachte Beschichtung hat eine gleichmäßige Dicke über der Länge, und zwar unabhängig von der jeweiligen Dicke des Bandmaterials 2. Auch die stärker ausgewalzten Bereiche haben eine ausreichend dicke Beschichtung, die zuverlässig vor Korrosion schützt. Eine weitere Besonderheit liegt in dem Schritt der Wärmebehandlung nach der elektrolytischen Beschichtung in einem Temperaturbereich zwischen 350 °C und unterhalb der Soliduslinie des Beschichtungsmaterials. Durch die Wärmebehandlung diffundiert Zink aus der Beschichtung in das Grundmaterial und Eisen aus dem Grundmaterial in die Beschichtung. Mit steigendem Eisenanteil in der Beschichtung kann die Temperatur im Rahmen des Wärmebehandlungsprozesses aufgrund der Verschiebung der Soliduslinie hin zu höheren Temperaturen nach und nach angehoben werden. Es entsteht eine Zink-Eisen-Legierung als Beschichtung, welche auch höheren Temperaturen eines nachfolgend gegebenenfalls durchgeführten Warmformprozesses standhält und einen zuverlässigen Korrosionsschutz bietet.

[0046] Es versteht sich, dass die erfindungsgemäße Verfahrensführung auch abgewandelt werden kann. Beispielsweise können zwischen den genannten Schritten auch hier nicht gesondert gezeigte Zwischenschritte vorgesehen sein. Beispielsweise kann das Bandmaterial vor dem elektrolytischen Beschichten mit einer Zwischenschicht versehen werden, insbesondere mit einer Nickel-, Aluminium- oder Manganschicht. Diese Zwischenschicht bildet einen zusätzlichen Schutz der Oberfläche und verbessert die Haftungsfähigkeit der anschließend aufgetragenen Zink enthaltenden Beschichtung. Es kann auch vorgesehen sein, dass das Bandmaterial oder die hieraus hergestellten Platinen nach dem elektrolytischen Beschichten (V3) und vor beziehungsweise nach der Wärmebehandlung (V4) mit einem Zunderschutz versehen werden. Dies ist insbesondere empfehlenswert, wenn die Austenitisierung für ein späteres Warmumformen nicht in Schutzgasatmosphäre erfolgt. Das Aufbringen der Zunderschutzschicht kann durch Sprühen oder

Aufwalzen geschehen. Neben dem Schutz vor Oxidation liegt ein weiterer Vorteil der Zunderschutzschicht darin, dass die Oberfläche eine hohe Qualität hat. Zudem kann durch den Zunderschutz der Reibwert während der Warmumformung sowie das Wärmeabsorptionsverhalten positiv beeinflusst werden. Ein weiterer Vorteil des Zunderschutzes besteht darin, dass die Haftung der darunterliegenden kathodischen Korrosionsschutzschicht verbessert wird. Zudem ist eine Erweiterung des Temperatur-Zeit-Fensters im Rahmen der Austenitisierung möglich, beispielsweise durch Legierungsbildung des Zunderschutzmaterials mit der darunterliegenden Schicht. Ein Beispiel hierfür wären Aluminiumlamellen in einem Zunderschutzlack.

[0047] Weiter versteht es sich, dass die erfindungsgemäße Prozessführung auch in der Reihenfolge der durchgeführten Schritte abgewandelt werden kann. Beispielsweise kann das Herausarbeiten von Platinen auch an anderer Stelle, beispielsweise vor dem elektrolytischen Beschichten oder gegebenenfalls vor oder nach dem Aufbringen eines Zunderschutzes erfolgen.

[0048] Figur 2 zeigt ein erfindungsgemäßes Verfahren zur Herstellung einer Blechplatine aus einem Bandmaterial 2 nach einer zweiten Verfahrensführung. Diese entspricht in weiten Teilen dem Verfahren gemäß Figur 1, so dass hinsichtlich der Gemeinsamkeiten auf die obige Beschreibung Bezug genommen wird. Dabei sind gleiche beziehungsweise abgewandelte Bauteile beziehungsweise Schritte mit gleichen Bezugszeichen versehen, wie in Figur 1. Im Folgenden wird im Wesentlichen auf die Unterschiede des vorliegenden Verfahrens eingegangen.

[0049] Die Verfahrensschritte V1 (walzende Bearbeitung), V2 (Bandrichten), V5 (Ausstanzen) und V6 (Umformen) sind identisch mit den entsprechenden Verfahrensschritten V1, V2, V5 und V6 gemäß Figur 1.

[0050] Ein erster Unterschied zu dem Verfahren nach Figur 1 liegt im Verfahrensschritt V3 der elektrolytischen Beschichtung. Bei der vorliegenden Verfahrensführung gemäß Figur 2 wird das Bandmaterial mit einem metallischen Beschichtungsmaterial, das zumindest Zink und Eisen enthält, beschichtet. Die Zink-Eisen-Legierungsschicht wird durch elektrolytische Abscheidung einer Zink-Eisen-Schicht gewonnen. Die Anteile an Zink und Eisen werden dabei nach einer günstigen Verfahrensführung so gewählt, dass die Legierungsschicht mindestens 5 und/oder maximal 80 Gewichtsprozent Eisen enthält, beziehungsweise, dass die Legierungsschicht mindestens 20 und/oder maximal 95 Gewichtsprozent Zink enthält.

[0051] Besonders günstig ist es, wenn die Anteile an Zink und Eisen so gewählt werden, dass im abgeschiedenen Zustand zumindest teilweise δ 1-Phase, insbesondere δ 1-Phase und Γ -Phase, oder ausschließlich intermetallische Γ -Phase, vorliegt. Hierfür könnte beispielsweise ein Anteil an Eisen in der Beschichtung zwischen 10 und 30 Gewichtsprozent, beziehungsweise ein Zinkanteil von 70 bis 90 Gewichtsprozent gewählt wer-

den. Mit diesen Anteilen wird im abgeschiedenen Zustand zumindest teilweise intermetallische Phase gebildet.

[0052] Es ist für die Durchführung einer direkten Warmumformung günstig, wenn der Gehalt an Γ -Phase relativ hoch und der Gehalt an δ 1-Phase möglichst gering ist. Um Lotrissigkeit zu vermeiden, sollte die Schmelztemperatur der Beschichtung für die Warmumformung relativ hoch sein. Mit zunehmendem Eisengehalt und damit mit zunehmendem Anteil an Γ -Phase wird die Soliduslinie im binären Phasendiagramm Zink-Eisen (siehe Figur 4) zu höheren Temperaturen verschoben.

[0053] Nach dem elektrolytischen Beschichten (V3) werden im Verfahrensschritt V5 Platinen aus dem Bandmaterial 2 herausgearbeitet, wobei es sich versteht, dass die Platinen in einer abgewandelten Verfahrensführung auch vor dem Beschichten ausgeschnitten werden könnten.

[0054] Eine weitere Besonderheit der vorliegenden Verfahrensführung nach Figur 2 ist, dass zwischen dem Beschichten (V3) und dem Umformen im Verfahrensschritt V6 keine zwischengeschaltete Wärmebehandlung unterhalb der Solidustemperatur durchgeführt wird. Das Verfahren nach Figur 2 ist damit zeitlich besonders kurz.

[0055] Der abschließend durchgeführte Schritt des Umformens entspricht dem gemäß Figur 1, so dass diesbezüglich auf die obige Beschreibung Bezug genommen wird. Die Platine 20 kann kalt oder warm (direkt oder indirekt) umgeformt werden.

[0056] Es versteht sich, dass auch bei der vorliegenden Verfahrensführung Abwandlungen, insbesondere ergänzende Zwischenschritte oder nachfolgende Verfahrensschritte vorgenommen werden können. Diesbezüglich wird zur Vermeidung von Wiederholungen auf die obige Beschreibung verwiesen.

[0057] Figur 3 zeigt ein erfindungsgemäßes Verfahren zur Herstellung einer Blechplatine aus einem Bandmaterial 2 nach einer dritten Verfahrensführung. Diese entspricht im Wesentlichen einer Kombination der Verfahren gemäß den Figuren 1 und 2, so dass hinsichtlich der Gemeinsamkeiten auf die obige Beschreibung Bezug genommen wird. Dabei sind gleiche beziehungsweise abgewandelte Bauteile beziehungsweise Schritte mit gleichen Bezugszeichen versehen.

[0058] Die Schritte V1 (walzende Bearbeitung), V2 (Bandrichten), V3 (elektrolytisches Beschichten), V5 (Ausstanzen) und V6 (Umformen) sind identisch mit den entsprechenden Verfahrensschritten gemäß Figur 2. Der einzige Unterschied zum Verfahren gemäß Figur 2 liegt darin, dass nach der elektrolytischen Beschichtung (V3) im Verfahrensschritt V4 eine Wärmebehandlung erfolgt, wie im Verfahren gemäß Figur 1.

[0059] Wie bei der Verfahrensführung gemäß Figur 1, liegt auch bei der vorliegenden Verfahrensführung gemäß Figur 3 die Besonderheit in der Temperaturführung zum Zwecke der Bildung einer Zink-Eisen-Legierungsschicht. Die jeweilige Legierungstemperatur bei der

Wärmebehandlung (V4) ist so gewählt, dass zu keinem Zeitpunkt der Legierungsbildung die Soliduslinie des binären Zink-Eisen-Phasendiagramms (vergleiche Figur 4) beziehungsweise die Soliduslinie eines aus mehr als zwei Legierungselementen bestehenden Schichtaufbaus erreicht oder überschritten wird.

[0060] Ein Beispiel für einen derartigen Schichtaufbau wäre beispielsweise eine ternäre Legierung aus Zink, Eisen und Mangan, wobei das Mangan aus dem Stahls substrat stammt und durch Diffusionsprozess während der vorgenannten Erwärmung in die elektrolytisch abgeschiedene Zinkschicht beziehungsweise Zink-Eisen-Legierungsschicht gelangt ist und nicht etwa Bestandteil einer elektrolytischen Abscheidung ist. Anstelle des Mangans ist es auch denkbar, dass beispielsweise Chrom oder Aluminium oder Silizium oder Molybdän in die elektrolytisch abgeschiedene Schicht diffundiert. Es versteht sich, dass für die Beschichtung auch Stahllegierungselemente vorgesehen sein können, welche nicht zuvor genannt wurden und die geeignet sind, durch den vorgenannten Erwärmungsprozess in die elektrolytisch abgeschiedene Schicht zu diffundieren.

[0061] Auch bei der vorliegenden Verfahrensführung können Abwandlungen, insbesondere ergänzende Zwischenschritte oder nachfolgende Verfahrensschritte vorgenommen werden. Diesbezüglich wird zur Vermeidung von Wiederholungen auf die obige Beschreibung verwiesen.

[0062] Figur 4 zeigt das Phasendiagramm für Zink-Eisen. Auf der X-Achse sind die Anteile an Eisen (Fe) beziehungsweise Zink (Zn) angegeben. Dabei liegt am linken Rand Material mit 100 % Eisen und 0 % Zink vor, während am rechten Rand umgekehrt 0 % Eisen und 100 % Zink vorliegt. Zwischen den Rändern ergibt sich jeweils die auf der X-Achse angegebene prozentuale Zusammensetzung. Es steht S für Schmelze, α und γ sind Eisen-Zink-Mischkristalle (eisenreich), ζ und δ beziehungsweise δ 1 und Γ sind intermetallische Phasen, und η ist ein Zink-Eisen-Mischkristall (zinkreich).

[0063] Im Folgenden werden anhand des Zink-Eisen-Phasendiagramms beispielhaft verschiedene Möglichkeiten der elektrolytischen Abscheidung nach einem der erfindungsgemäßen Verfahren beschrieben.

[0064] Bei der Abscheidung einer Reinzinkschicht, wie sie bei einer Verfahrensführung gemäß Figur 1 erzeugt werden kann, wird zu Beginn eine Legierungstemperatur oberhalb 350 °C und unterhalb der Schmelztemperatur (Soliduslinie) von 419,5 °C gewählt, beispielsweise 400 °C. Bei dieser Temperatur stellt sich eine Diffusion von Eisen in die Zinkschicht ein, so dass sich mit fortschreitender Einwirkdauer im Rahmen der Wärmebehandlung (V4) eine Diffusionsschicht ausbildet, beispielsweise eine δ -Phase. Die weitere Temperaturführung ist so gestaltet, dass sich die jeweilige Temperatur stets unterhalb der Soliduslinie des binären Zink-Eisen-Phasendiagramms befindet.

[0065] Bei einer elektrolytischen Abscheidung einer Beschichtung, welche bereits Eisen in der Zinkschicht

enthält, wie sie bei einer Verfahrensführung gemäß Figur 3 erzeugt werden kann, kann die Starttemperatur oberhalb der Schmelzetemperatur von Reinzink gewählt werden. Beispielsweise könnte bei einer Zusammensetzung der elektrolytisch abgeschiedenen Schicht von 85 % Zink und 15 % Eisen eine Starttemperatur von 600 °C gewählt werden. Diese Temperatur liegt zwar oberhalb der Schmelzetemperatur von Zink, jedoch unterhalb der Soliduslinie des Zweiphasengebiets $\Gamma + \delta 1$.

[0066] Bei elektrolytischer Abscheidung einer Zink-Eisen-Schicht, welche zu 60 % aus Zink und zu 40 % Eisen besteht, ist eine Starttemperatur kleiner 782 °C möglich. Eine Steigerung über diese Temperatur ist nur dann möglich, wenn die Schicht während einer nachfolgenden Wärmebehandlung soweit mit Eisen anreichert, dass ausschließlich ein austenitischer Eisenmischkristall vorliegen würde (beispielsweise 70 Masseprozent Eisen und 850 °C).

[0067] Die Art der Wärmebehandlung ist, wie oben erläutert, nicht festgelegt. Es kann sich beispielsweise um induktive Erwärmung oder eine Erwärmung in einer Haubenglühe oder um eine Erwärmung durch Kontakt mit einem heißen Körper, beispielsweise einer dicken Stahlplatte handeln, die ihre Wärme an die Platine bzw. den Formschnitt abgibt.

[0068] In einer besonderen Ausführungsart der Erfindung wird eine elektrolytische Zink-Eisen-Legierung mit einem Eisengehalt von 8 bis 12 % vorgesehen. Hierbei handelt es sich um eine Zusammensetzung, wie sie für Stähle mit einer sogenannten "Galvannealed"-Beschichtung verwendet werden. Der Vorteil dieser Zusammensetzung liegt darin, dass die Elemente Zink und Eisen einen Abstand im Nanometerbereich aufweisen, wo dass es auf eine langwierige Diffusionsbehandlung verzichtet werden kann. Vielmehr kann durch eine kurze Wärmebehandlung im Verfahrensschritt V4 eine intermetallische $\delta 1$ -Phase aus einer elektrolytisch abgeschiedenen Zink-Eisen-Legierung mit einem Eisengehalt von 8 bis 12 % herzustellen. Eine derartige Zusammensetzung kann sowohl für die Kaltumformung als auch für die Warmumformung verwendet werden.

[0069] In einer weiteren besonderen Ausführungsform der Erfindung wird eine elektrolytische Zink-Eisen-Legierung abgeschieden, deren stöchiometrische Zusammensetzung der Γ -Phase entspricht. Alternativ kann diese Zusammensetzung auch durch eine Abscheidung einer Zink-Eisen-Schicht mit geringerem Eisengehalt und anschließender Wärmebehandlung eingestellt werden, an deren Ende die Γ -Phase vorliegt. Diese Schicht beginnt erst bei einer Temperatur von 782 °C zu schmelzen, so dass sich diese Schicht insbesondere für die Warmumformung eignet, da hierbei die Bildung einer Schmelzphase eingeschränkt beziehungsweise durch Stabilisierung der Schicht durch Elemente aus dem Stahlsubstrat wie Mangan vermieden werden kann (ternäres System Eisen-Zink-Mangan).

[0070] In einer weiteren Ausführungsart, welche ebenfalls für die Warmumformung (V6) vorgesehen ist, wird

elektrolytisch eine Schicht abgeschieden, die selbst bei Erhitzen auf die maximale Austenitisierungstemperatur für die Warmumformung (beispielsweise bei 900 °C) nicht schmelzflüssig vorliegt. Eine derartige Beschichtung hätte beispielsweise eine Zusammensetzung von 20 Masseprozent Zink und 80 Masseprozent Eisen. In diesem Fall handelt es sich um eine Eisenbasislegierung des binären Systems Eisen-Zink.

[0071] Insgesamt lassen sich mit den erfindungsgemäßen Verfahren Erzeugnisse mit einem zuverlässigen kathodischen Korrosionsschutz herstellen, welche sehr gut für einen Warmumformprozess geeignet sind. Durch die zumindest weitestgehende Vermeidung des Auftretens von Flüssigphase in der Beschichtung während des Prozesses wird die Lotrissigkeitsneigung der Erzeugnisse in vorteilhafter Weise minimiert.

Bezugszeichenliste

[0072]

- | | |
|----|--------------------------|
| 2 | Bandmaterial |
| 3 | Coil |
| 4 | Walzen |
| 5 | Walzen |
| 6 | Dickenregelung |
| 7 | Glättvorrichtung |
| 8 | Beschichtungsvorrichtung |
| 9 | Tauchbecken |
| 10 | Elektrolyt |
| 11 | Rollensatz |
| 12 | Rollensatz |
| 13 | Ofen |
| 14 | Umformwerkzeug |
| 20 | Platine |

V1-V6 Verfahrensschritte

Patentansprüche

- Verfahren zum Herstellen eines Erzeugnisses aus flexibel gewalztem Bandmaterial mit den Schritten:

Bereitstellen eines Bandmaterials (2) aus Stahlblech;

Flexibles Walzen (V1) des Bandmaterials (2), wobei eine variable Dicke über der Länge des Bandmaterials (2) erzeugt wird;

Elektrolytisches Beschichten (V3) mit einem metallischen Beschichtungsmaterial, das zumindest 93 % Zink enthält, wobei das elektrolytische Beschichten nach dem Flexiblen Walzen (V1) erfolgt;

Wärmebehandeln (V4) bei Temperaturen größer 350°C und unterhalb einer Soliduslinie des Beschichtungsmaterials, wobei das Wärmebe-

- handeln nach dem elektrolytischen Beschichten (V3) erfolgt;
Herausarbeiten (V5) einer Platine (20) aus dem flexibel gewalzten Bandmaterial (2); und
Kalt- oder Warmumformen (V6) der Platine. 5
2. Verfahren zum Herstellen eines Erzeugnisses aus flexibel gewalztem Bandmaterial (2) mit den Schritten:
- Bereitstellen eines Bandmaterials (2) aus Stahlblech;
Flexibles Walzen (V1) des Bandmaterials (2), wobei eine variable Dicke über der Länge des Bandmaterials (2) erzeugt wird;
Elektrolytisches Beschichten (V3) mit einem metallischen Beschichtungsmaterial, das zumindest Zink und Eisen enthält;
Herausarbeiten (V5) einer Platine (20) aus dem flexibel gewalzten Bandmaterial (2);
Kalt- oder Warmumformen (V6) der Platine (20). 10 15 20
3. Verfahren nach Anspruch 2, **dadurch gekennzeichnet, dass** als weiterer Verfahrensschritt nach dem elektrolytischen Beschichten (V3) eine Wärmebehandlung (V4) vorgesehen ist, die bei einer Temperatur größer 350°C und unterhalb der Soliduslinie des Beschichtungsmaterials durchgeführt wird. 25 30
4. Verfahren nach einem der Ansprüche 2 oder 3, **dadurch gekennzeichnet, dass** Eisen mit zumindest einem der folgenden Anteile enthalten ist:
- mindestens 5 % Eisen,
maximal 80 % Eisen. 35
5. Verfahren nach einem der Ansprüche 2 bis 4, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Anteile an Zink und Eisen so gewählt werden, dass im abgeschiedenen Zustand zumindest teilweise δ 1-Phase, insbesondere δ 1-Phase und Γ -Phase, vorliegt. 40 45
6. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 oder 3, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Temperatur während der Wärmebehandlung (V4) erhöht wird. 50
7. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 oder 3, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Wärmebehandlung (V4) induktiv oder mittels Haubenglühen erfolgt, wobei das Haubenglühen insbesondere bei einer Verweildauer von 10 bis 80 Stunden erfolgt. 55
8. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 7, **dadurch gekennzeichnet, dass** als weiterer Verfahrensschritt vor dem elektrolytischen Beschichten (V3) vorgesehen ist:
- Beschichten des Bandmaterials (2) mit einer Zwischenschicht, insbesondere einer nickel- oder aluminium- oder manganhaltigen Schicht.
9. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 8, **dadurch gekennzeichnet, dass** als weiterer Verfahrensschritt nach dem elektrolytischen Beschichten (V3) vorgesehen ist:
- Aufbringen eines Zunderschutzes.
10. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 9, **dadurch gekennzeichnet, dass** das Warmumformen (V6) folgende Teilschritte umfasst:
- Kaltvorformen der Platine (20);
Erwärmen zumindest eines Teilbereichs des aus der Platine (20) kalt vorgeformten Bauteils auf Austenitisierungstemperatur;
Warmformen des Bauteils zur Erzeugung der Endkontur. (indirekter Prozess)
11. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 9, **dadurch gekennzeichnet, dass** das Warmumformen (V6) folgende Teilschritte umfasst:
- Erwärmen zumindest eines Teilbereichs der Platine (20) auf Austenitisierungstemperatur;
Warmformen der Platine (20) zur Erzeugung der Endkontur. (direkter Prozess)
12. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 11, **dadurch gekennzeichnet, dass** das Beschichtungsmaterial zum Zeitpunkt der Einleitung des Warmformens (V6) in festem Zustand ist.
13. Erzeugnis aus flexibel gewalztem Stahlblech, das nach dem flexiblen Walzen mit einer metallischen Beschichtung elektrolytisch beschichtet und nach dem Beschichten warmumgeformt ist, insbesondere hergestellt gemäß einem Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 12.

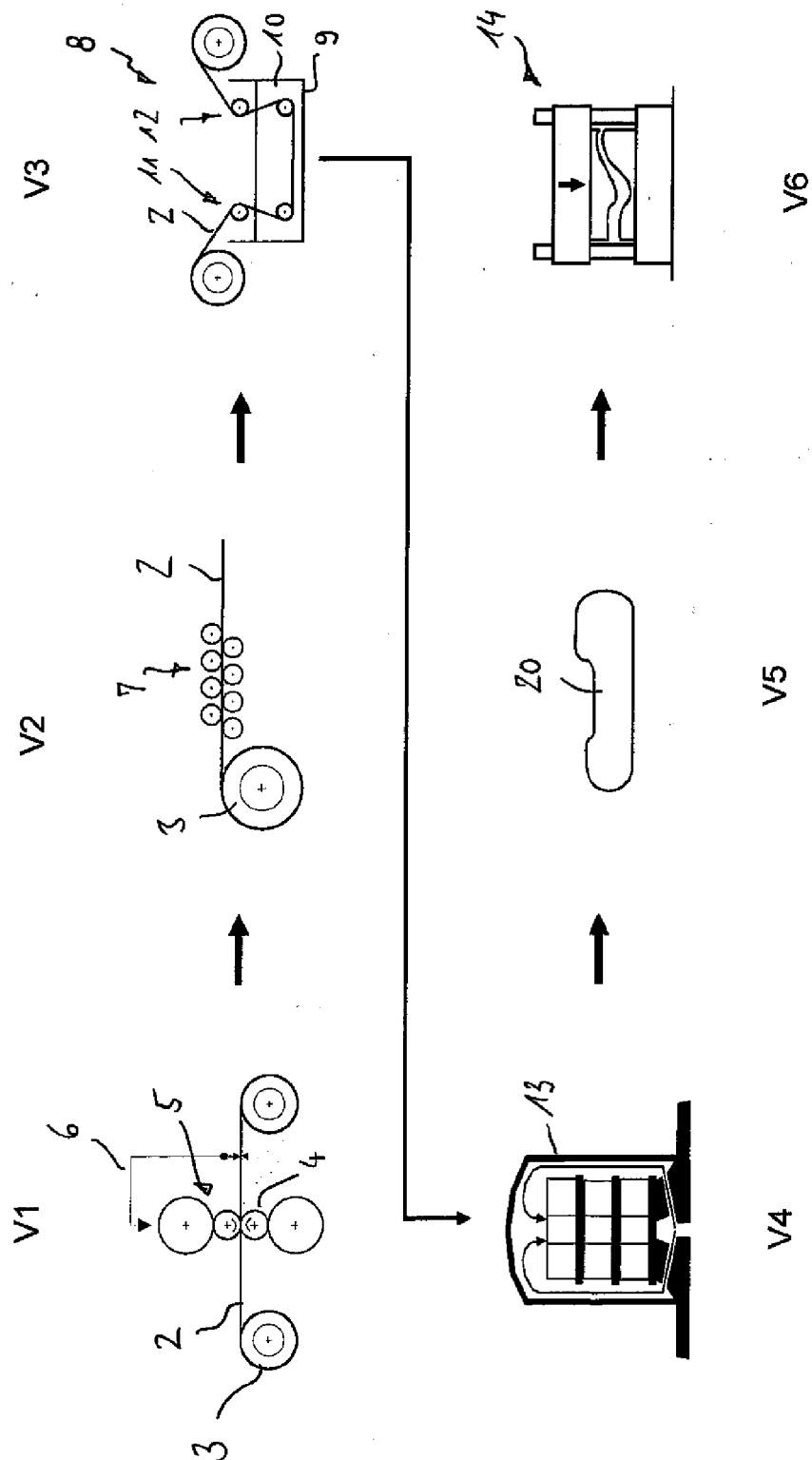


Fig. 1

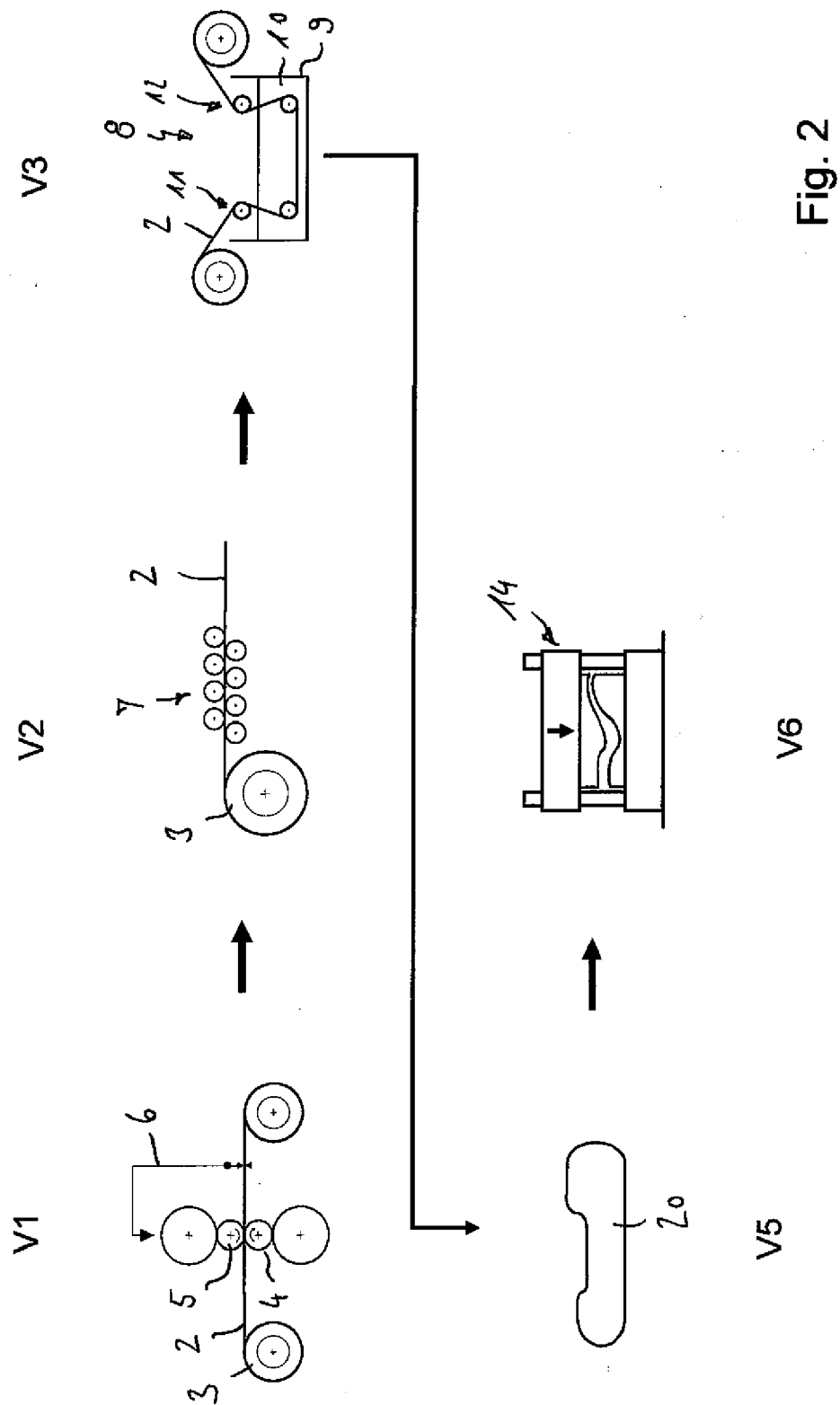


Fig. 2

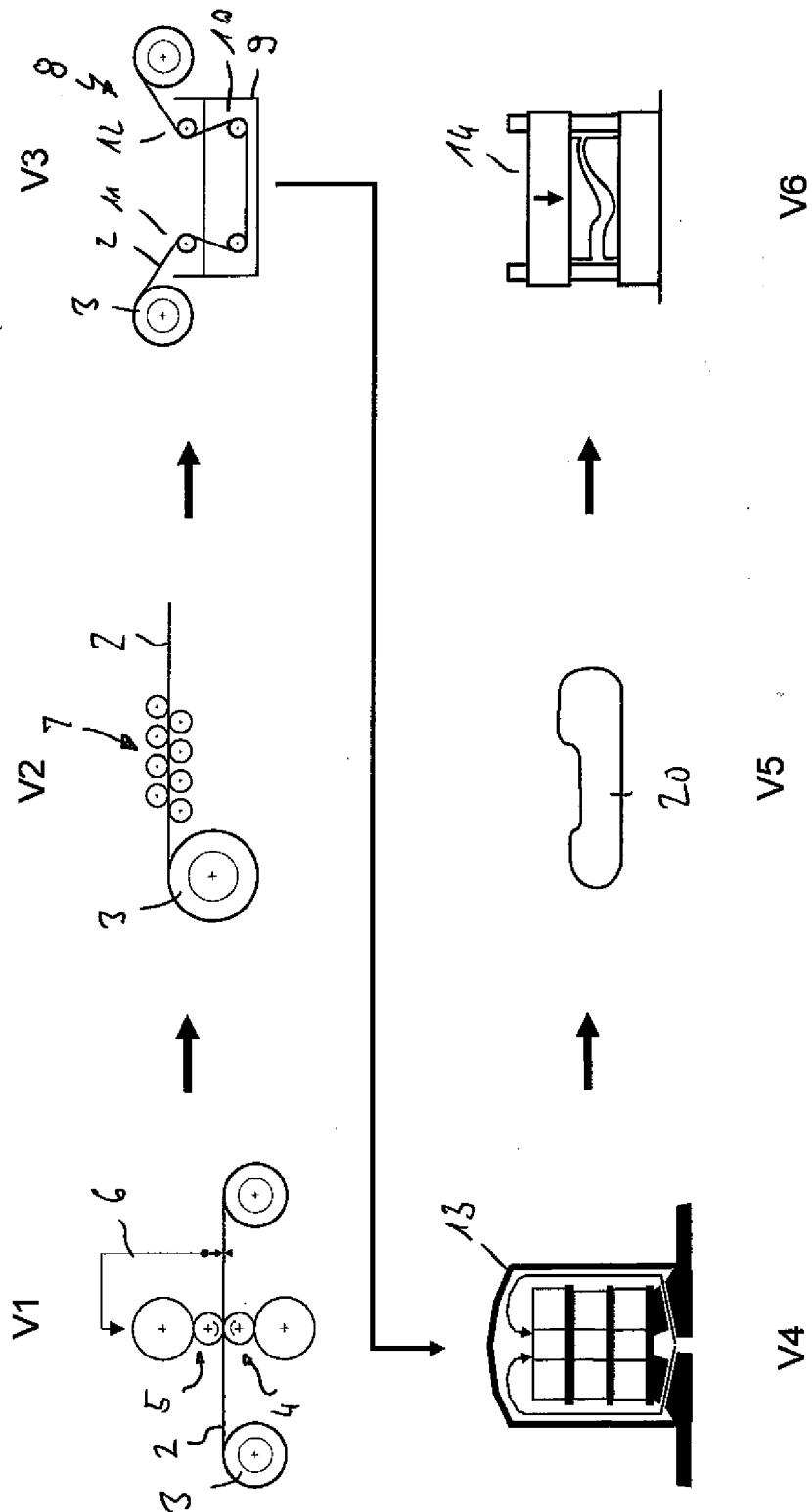


Fig. 3

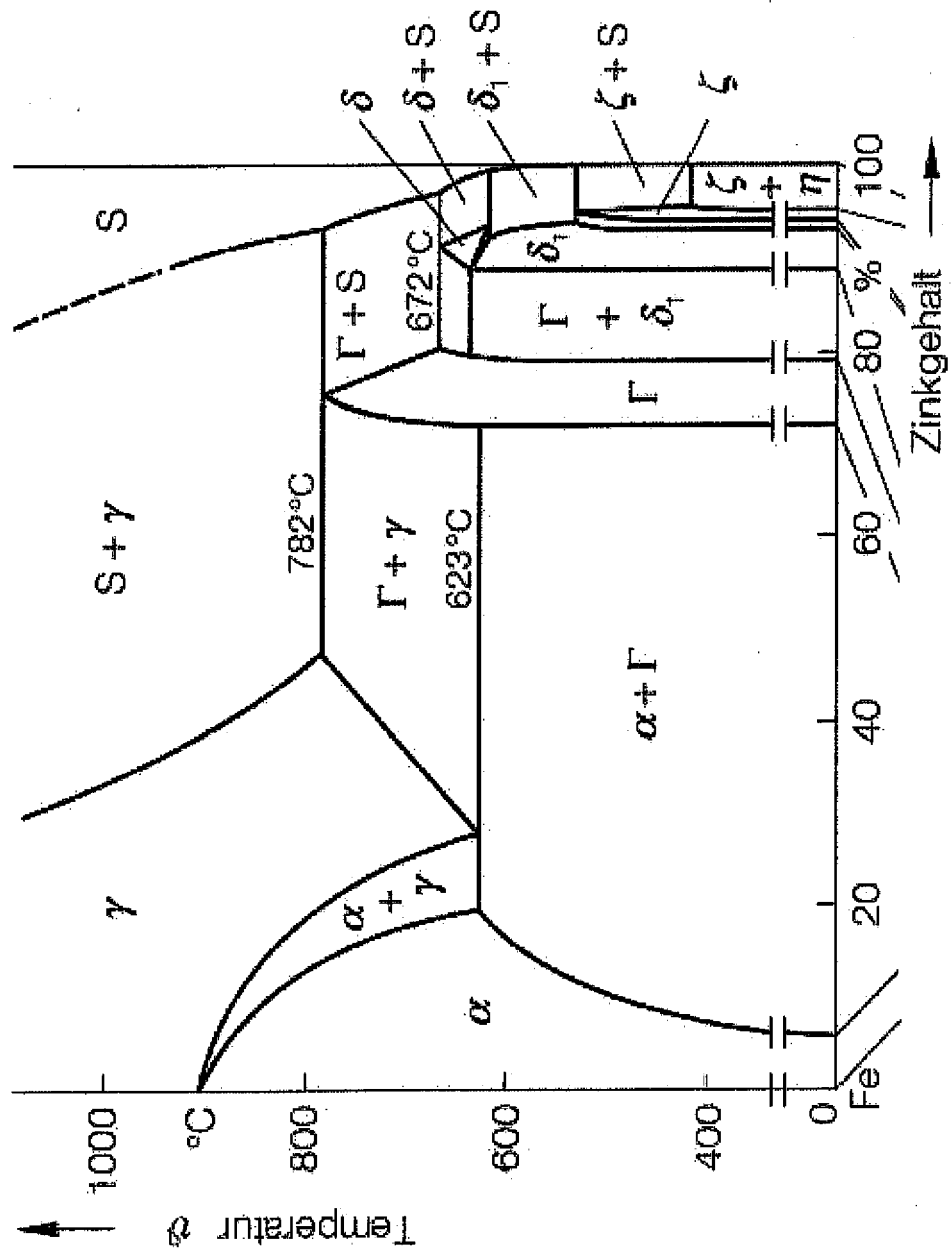


Fig. 4



EUROPÄISCHER RECHERCHENBERICHT

Nummer der Anmeldung
EP 13 19 0635

EINSCHLÄGIGE DOKUMENTE			
Kategorie	Kennzeichnung des Dokuments mit Angabe, soweit erforderlich, der maßgeblichen Teile	Betrifft Anspruch	KLASSIFIKATION DER ANMELDUNG (IPC)
X,D	DE 10 2009 051673 B3 (VOESTALPINE STAHL GMBH [AT]) 14. April 2011 (2011-04-14)	1-4,7,13	INV.
A	* Absatz [0016] - Absatz [0024]; Ansprüche 1,3 *	5,10-12	C21D8/02
	-----		B21B37/26
A	EP 2 290 133 A1 (THYSSENKRUPP STEEL EUROPE AG [DE]) 2. März 2011 (2011-03-02)	5,8	C21D8/04
	* Ansprüche 1-13 *		C23C2/02
	-----		C23C2/28
A	DE 10 2004 023886 A1 (MUHR & BENDER KG [DE]) 15. Dezember 2005 (2005-12-15)	1-3,7	C23C2/40
	* Ansprüche 1-7; Abbildung 1 *		C21D9/48
	-----		C21D1/673
			C25D7/06
			C25D11/00
			RECHERCHIERTE SACHGEBIETE (IPC)
			C21D
			B21B
			C23C
			C25D
Der vorliegende Recherchenbericht wurde für alle Patentansprüche erstellt			
Recherchenort		Abschlußdatum der Recherche	Prüfer
München		20. Februar 2014	Lilimpakis, Emmanuel
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 : mündliche 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	

EPO FORM 1503 03.82 (P04C03)

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

EP 13 19 0635

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.

20-02-2014

Im Recherchenbericht angeführtes Patentdokument	Datum der Veröffentlichung	Mitglied(er) der Patentfamilie	Datum der Veröffentlichung
DE 102009051673 B3	14-04-2011	CN 102712961 A	03-10-2012
		DE 102009051673 B3	14-04-2011
		EP 2496721 A1	12-09-2012
		JP 2013510233 A	21-03-2013
		KR 20130004234 A	09-01-2013
		US 2012279868 A1	08-11-2012
		WO 2011054571 A1	12-05-2011

EP 2290133 A1	02-03-2011	AT 554190 T	15-05-2012
		AU 2010288814 A1	10-11-2011
		CA 2758629 A1	03-03-2011
		CN 102625863 A	01-08-2012
		EP 2290133 A1	02-03-2011
		EP 2414562 A1	08-02-2012
		ES 2384135 T3	29-06-2012
		ES 2400221 T3	08-04-2013
		JP 2013503254 A	31-01-2013
		KR 20120054563 A	30-05-2012
		PT 2290133 E	19-06-2012
		PT 2414562 E	04-03-2013
		RU 2012111247 A	10-10-2013
		US 2012164472 A1	28-06-2012
		WO 2011023418 A1	03-03-2011

DE 102004023886 A1	15-12-2005	KEINE	

EPO FORM P0461

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

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 Patentdokumente

- DE 102007013739 B3 [0003]
- DE 102009051673 B3 [0004]
- DE 102007019196 A1 [0005]
- DE 60119826 T2 [0006]