



(12) **EUROPÄISCHE PATENTANMELDUNG**

(43) Veröffentlichungstag:
17.08.2016 Patentblatt 2016/33

(51) Int Cl.:
C25D 5/36 (2006.01)
C25D 7/06 (2006.01)
C25D 5/50 (2006.01)
C21D 8/00 (2006.01)

(21) Anmeldenummer: **16154396.2**

(22) Anmeldetag: **05.02.2016**

(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
Benannte Validierungsstaaten:
MA MD

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

(72) Erfinder: **Eberlein, Wolfgang**
57234 Wilnsdorf (DE)

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

(30) Priorität: **13.02.2015 DE 102015202642**

(54) **VERFAHREN ZUM HERSTELLEN EINES ERZEUGNISSES AUS GEWALZTEM BANDMATERIAL**

(57) Verfahren zum Herstellen eines Erzeugnisses aus gewalztem Bandmaterial mit den Schritten: Bereitstellen eines Substrats als Bandmaterial aus Stahlblech; Walzen des Substrats als Bandmaterial; elektrolytisches Beschichten des Substrats mit einem ersten, metallischen Beschichtungsmaterial, wobei das elektrolytische

Beschichten nach dem Walzen erfolgt; Aufbringen eines zweiten Beschichtungsmaterials als Zunderschutzbeschichtung auf das mit dem ersten Beschichtungsmaterial beschichtete Substrat; Warmumformen des Substrats, wobei das Warmumformen nach dem Aufbringen des zweiten Beschichtungsmaterials erfolgt.

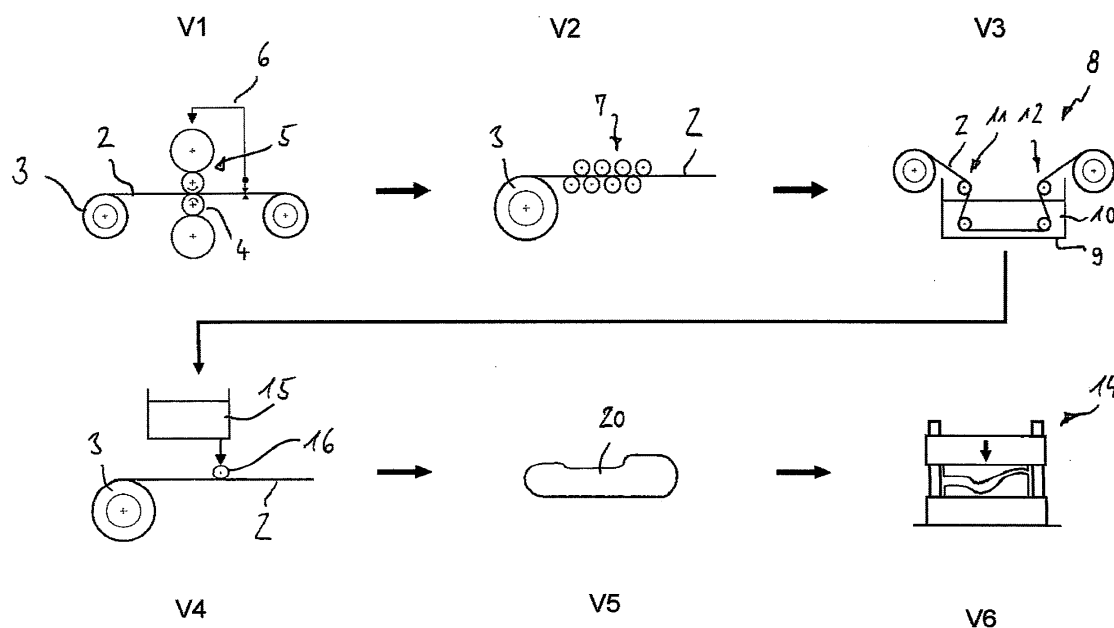


Fig. 1

Beschreibung

[0001] Die Erfindung betrifft ein Verfahren zum Herstellen eines Erzeugnisses aus gewalztem Bandmaterial mit den Schritten: Bereitstellen eines Substrats als Bandmaterial aus Stahlblech; Walzen des Substrats als Bandmaterial; elektrolytisches Beschichten des Substrats mit einem ersten, metallischen Beschichtungsmaterial, wobei das elektrolytische Beschichten nach dem Walzen erfolgt; Aufbringen eines zweiten Beschichtungsmaterials als Zunderschutzbeschichtung auf das mit dem ersten Beschichtungsmaterial beschichtete Substrat; Warmumformen des Substrats, wobei das Warmumformen nach dem Aufbringen des zweiten Beschichtungsmaterials erfolgt. Die Erfindung betrifft weiterhin ein nach dem Verfahren hergestelltes Erzeugnis aus gewalztem Bandmaterial.

[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 elektrolytischen 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] Die Druckschrift AT 412 403 B betrifft ein Verfahren zur Herstellung eines korrosionsgeschützten Stahlbleches und einen mit einer Beschichtung korrosionsgeschützten Stahlblechgegenstand wobei verfahrensgemäß vorgesehen ist, in einem ersten Schritt mindestens eine elektrolytisch erstellte Zinkschicht und mindestens eine aus Aluminium bestehende Schicht auf eine Blechoberfläche aufzubringen, wonach in einem zweiten Schritt das Blech gezielt erwärmt und abgekühlt wird. Das korrosionsgeschützte Stahlblech oder ein daraus gebildeter Gegenstand besitzt eine Oberflächenschicht mit mehr als 0,1 Masseprozent und weniger als 5,0 Masseprozent Aluminium, wobei die Schicht aus zwei intermetallischen Eisen-Zink-Aluminium-Phasen gebildet ist.

[0004] Aus der Druckschrift DE 10 2012 110 972 B3 ist 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 zumindest 93 Masseprozent Zink enthält, wobei das elektrolytische Beschichten nach dem flexiblen Walzen erfolgt; Wärmebehandeln bei Temperaturen größer 350 °C und unterhalb einer 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.

[0005] Eine Thermodiffusionsbehandlung, z.B. in einer Haubenglühe, wird dabei durchgeführt, um eine direkte Warmumformung zu ermöglichen. Bei einem zu geringen Eisengehalt kann es ansonsten bei direkter Warmumformung zum Effekt der Lotrissigkeit kommen. Darüber hinaus sind die eisenreichen intermetallischen Phasen spröde und neigen bei mechanischer Belastung, beispielsweise durch Biegung, zu Rissen, die sich in das gehärtete Material fortsetzen können, so dass sich ein nachteilhaft großer Biegewinkel gemäß Prüfvorschrift VDA 238-100 des Materials ergibt. Ein weiterer Nachteil besteht darin, dass Zink einen niedrigen Dampfdruck besitzt und damit bei Thermodiffusionsbehandlungen bzw. einer nachfolgenden Erwärmung im Zuge der Warmumformung mit Zinkverlusten zu rechnen ist. Insbesondere die oberflächennahen, zinkreichen Bereiche der Galvannealing-Beschichtung neigen verstärkt zur Abdampfung, was sich in einer nur geringen Schichtdickenerhöhung nach der Warmumformung und einem hohen Eisengehalt in der Schicht widerspiegelt.

[0006] Eine Aufgabe der vorliegenden Erfindung besteht darin, ein Verfahren zum Herstellen eines Erzeugnisses aus flexibel gewalztem Bandmaterial bzw. ein Erzeugnis aus flexibel gewalztem Bandmaterial vorzuschlagen, bei dem auf eine Wärmebehandlung vor der Warmumformung zum Zwecke der Legierungsbildung verzichtet werden kann.

[0007] Die Aufgabe wird durch ein Verfahren gemäß Anspruch 1 bzw. ein Erzeugnis gemäß Anspruch 10 gelöst. In den Unteransprüchen sind bevorzugte Ausführungsformen und vorteilhafte Weiterbildungen des Verfahrens angegeben.

[0008] Das erfindungsgemäße Verfahren zum Herstellen eines Erzeugnisses aus gewalztem Bandmaterial umfasst folgende Schritte:

- Bereitstellen eines Substrats als Bandmaterial aus Stahlblech;
- Walzen des Substrats als Bandmaterial;
- Elektrolytisches Beschichten des Substrats mit einem ersten, metallischen Beschichtungsmaterial, wobei das elektrolytische Beschichten nach dem Walzen erfolgt;
- Aufbringen eines zweiten Beschichtungsmaterials als Zunderschutzbeschichtung auf das mit dem ersten Beschichtungsmaterial beschichtete Substrat;
- Warmumformen des Substrats, wobei das Warmumformen nach dem Aufbringen des zweiten Beschichtungsmaterials erfolgt.

[0009] Dabei ist erfindungsgemäß vorgesehen, dass das zweite Beschichtungsmaterial als eine Zusammensetzung mit metallischen Bestandteilen bereitgestellt

wird. Als metallische Bestandteile werden im Sinne der Erfindung Bestandteile aus Elementen bezeichnet, die zu den Metallen und/oder gegebenenfalls zu den Halbmetallen zählen. Die metallischen Bestandteile können als reine Stoffe oder als Legierung vorliegen. Die Zusammensetzung des zweiten Beschichtungsmaterials wird dabei derart gewählt, dass die metallischen Bestandteile überwiegend aus Elementen bestehen, welche unedler sind, als das Stahlblech des Substrats, um einen kathodischen Korrosionsschutz bereitzustellen. Überwiegend ist im Sinne der Erfindung dahingehend zu verstehen, dass ein Anteil von mehr als 50 Masseprozent der gesamten metallischen Bestandteile aus Elementen bestehen, welche unedler sind, als das Stahlblech des Substrats. Diese Gewichtsangabe soll im Sinne üblicher Terminologie zu verstehen sein und kann sich insbesondere auf die Masse des zweiten Beschichtungsmaterials vor dem Aufbringen auf das Substrat beziehungsweise auf die Masse des zweiten Beschichtungsmaterials nach dem Aufbringen auf das Substrat beziehen. Zu den Elementen, welche unedler sind, als das Stahlblech des Substrats und welche bevorzugt verwendet werden, gehört mindestens eins der Elemente Aluminium und Magnesium.

[0010] Mit dem erfindungsgemäßen Verfahren lässt sich der kathodische Korrosionsschutz besonders vorteilhaft erreichen, da die Beigabe von Elementen, welche unedler sind, als das Stahlblech des Substrats in dem ersten Beschichtungsmaterial vermieden wird und darüber hinaus kein separater Verfahrensschritt zum Erwärmen zwischen dem Beschichten und dem Warmumformen notwendig ist.

[0011] Ein weiterer Vorteil der durch das erfindungsgemäße Verfahren hergestellten Beschichtung besteht darin, dass im Zuge der abschließenden Warmumformung eine Festigkeitsreduktion im Grenzbereich zwischen der Beschichtung und dem Substrat erzielt wird, so dass der Grenzbereich eine gegenüber dem gehärteten Substrat erhöhte Duktilität aufweist. Vorteilhaft kann ein nach dem Stand der Technik benötigter Schritt der Randentkohlung entfallen, indem eine entsprechende Legierungszusammensetzung der Beschichtung gewählt wird. Insgesamt kann die Prozessdauer zum Herstellen des Erzeugnisses verkürzt werden, was sich günstig auf die Herstellungskosten auswirkt. Ein separater Verfahrensschritt zum Erwärmen des Erzeugnisses zwischen dem Beschichten und dem Warmumformen ist bei dem erfindungsgemäßen Verfahren vorzugsweise nicht vorgesehen.

[0012] Der Begriff Substrat bezeichnet im Sinne der Erfindung sowohl ein Stahlband, als auch Rechteckplatinen beziehungsweise Formschnitte, die aus einem gewalzten Stahlband durch Zuschnitt, mechanisch oder durch Laserschneiden, gewonnen werden. Der Zuschnitt wird vorzugsweise nach dem zweiten Beschichtungsschritt und vor dem Warmumformen durchgeführt. Alternativ kann der Zuschnitt auch nach dem Walzen und vor dem ersten Beschichtungsschritt erfolgen, so dass die

Beschichtung bereits als Stückgutverarbeitung der Platinen durchgeführt wird. Als Bandmaterial für das 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.

[0013] Bevorzugt wird das Walzen des Substrats als flexibles Walzen durchgeführt, wobei eine variable Dicke über einer Länge des Bandmaterials erzeugt wird. Das erfindungsgemäße Verfahren eignet sich besonders gut für flexibel gewalztes Bandmaterial, da auch die dünner gewalzten Substratabschnitte eine erhöhte Duktilität im Grenzbereich zwischen der Beschichtung und dem Stahlsubstrat aufweist, was wiederum zu einer verringerten Mikrorissneigung führt.

[0014] Zwischen den einzelnen Verfahrensschritten können noch weitere Schritte zwischengeschaltet sein. Beispielsweise kann nach dem Walzen ein Bandrichten vorgesehen sein. Das Herausarbeiten der Platinen aus dem Bandmaterial kann vor oder nach dem Beschichten durchgeführt werden. Begrifflich ist mit Herausarbeiten jede technisch sinnvolle Form der Erzeugung von Platinen aus dem Bandmaterial gemeint. Insbesondere soll sowohl mit umfasst sein, 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.

[0015] Bei dem erfindungsgemäßen Verfahren ist es vorteilhaft, dass im Zuge der Erwärmung auf eine Temperatur oberhalb Ac1, das heißt der Temperatur, bei der die Bildung von Austenit beginnt, eine Legierungsbildung zwischen der Beschichtung, bestehend aus dem ersten, elektrolytisch abgeschiedenen Beschichtungsmaterial und dem zweiten Beschichtungsmaterial als Zunderschutzschicht, und dem Stahlsubstrat stattfindet. Die gebildete Legierung weist im Rahmen eines Presshärtevorgangs eine Härte auf, die mindestens 50 HV unterhalb der Kernhärte des gehärteten Stahlsubstrats liegt. Die Beschichtung weist damit eine erhöhte Duktilität auf. Weiterhin vorteilhaft werden so Mikrorisse, die sich im Zuge der Warmumformung an der Oberfläche bilden können, durch die plastische Verformung in der duktileren Beschichtung sowie der angrenzenden Legierungsschicht vermieden, die einen lokalen Spannungsabbau ermöglicht.

[0016] Bevorzugt ist vorgesehen, dass die Zusammensetzung des zweiten Beschichtungsmaterials derart gewählt wird, dass die metallischen Bestandteile überwiegend aus Elementen bestehen, welche unedler sind, als das Stahlblech des Substrats, um einen kathodischen Korrosionsschutz bereitzustellen.

[0017] Darüber hinaus ist von Vorteil, dass in dem

zweischichtigen Aufbau aus dem ersten, elektrolytisch abgeschiedenen Beschichtungsmaterial und dem darauf aufgebracht zweiten Beschichtungsmaterial als Zunderschutzlackschicht, in die Zunderschutzlackschicht metallische Partikel eingebracht werden können, die elektrolytisch nicht abscheidbar sind, wie z.B. Partikel der Elemente Aluminium und/oder Magnesium. Durch eine Diffusionssperre, z.B. durch Zugabe von Aluminium zur Beschichtung, wird erreicht, dass im Gegensatz zu einer reinen Zink-Eisen-Legierung beim Austenitisieren eine weitere Anreicherung mit Eisen unterbunden ist, wodurch eine Verringerung des Korrosionsschutzpotenzials gegenüber einer reinen Zinkbeschichtung nach der Warmumformung vermieden wird.

[0018] Weiterhin bevorzugt ist vorgesehen, dass die Zusammensetzung des zweiten Beschichtungsmaterials derart gewählt wird, dass die metallischen Bestandteile einen Anteil an metallischen Partikeln aufweisen, wobei der Anteil an metallischen Partikeln, bezogen auf die gesamten metallischen Bestandteile des zweiten Beschichtungsmaterials, insbesondere mindestens fünf Masseprozent und höchstens 95 Masseprozent beträgt. Die in dem zweiten Beschichtungsmaterial, dem Zunderschutzlack, enthaltenen metallischen Partikel weisen einen kathodischen Korrosionsschutz gegenüber dem Stahlsubstrat auf. Darüber hinaus neigt die Beschichtung bei einer Erwärmung auf ca. 900 °C im Rahmen einer Austenitisierung nur in geringem Maße zur Oxidation bzw. Verdampfung. Besonders bevorzugt weist der Anteil an metallischen Partikeln Partikel eines oder mehrerer der karbidbildenden Elemente Titan, Niob und Vanadium auf. Alternativ oder in Ergänzung kann der Anteil an metallischen Partikeln Partikel eines oder mehrerer der ferritbildenden Elemente Chrom, Aluminium, Titan, Tantal, Molybdän, Vanadium und Silicium aufweisen. Die metallischen Partikel können auch Partikel aus einem Halbmetall, wie hier Silicium, enthalten, sofern die entsprechenden Eigenschaften des Halbmetalls vorliegen. Die metallischen Partikeln weisen bevorzugt einer Korngröße von mindestens 100 Nanometer und höchstens zehn Mikrometer auf.

[0019] Das erste Beschichtungsmaterial weist vorzugsweise Zink mit einem Masseanteil von mindestens 50 Prozent, insbesondere mindestens 80 Prozent auf, wobei auch reines Zink als Beschichtungsmaterial verwendet werden kann. Der Masseanteil ist insbesondere im Sinne üblicher Terminologie zu verstehen und bezieht sich insbesondere auf die Masseverteilung in beschichtetem Zustand beziehungsweise vor dem Beschichten.

[0020] Weiterhin kann vorgesehen sein, dass das Warmumformen als indirekter Prozess mit folgenden Teilschritten durchgeführt wird: Kaltvorformen des Substrats; Erwärmen zumindest eines Teilbereichs des aus dem Substrat kalt vorgeformten Bauteils auf eine Austenitisierungstemperatur; Warmformen des Bauteils zur Erzeugung einer Endkontur.

[0021] Alternativ kann vorgesehen sein, dass das Warmumformen als direkter Prozess mit folgenden Teil-

schritten durchgeführt wird: Erwärmen zumindest eines Teilbereichs des Substrats auf eine Austenitisierungstemperatur; Warmformen des Substrats zur Erzeugung einer Endkontur.

[0022] An geeigneter Stelle des Verfahrens werden aus dem vorzugsweise flexibel gewalzten Bandmaterial Platinen oder Formschnitte erzeugt, was beispielsweise durch mechanischen Zuschnitt 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.

[0023] Die Blechplatinen werden gemäß einer ersten Variante des Verfahrens 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 wird nach der ersten Möglichkeit als indirekter Prozess durchgeführt, 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 vorliegt, also eine Gefügestruktur im Zweiphasengebiet Ferrit und Austenit. Darüber hinaus ist es auch möglich, nur Teilbereiche der Platine zu austenitisieren, um beispielsweise ein partielles Härten zu ermöglichen. Das Warmumformen kann nach der 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 vor dem Warmumformen komplett austenitisiert werden.

[0024] Gemäß einer weiteren bevorzugten Ausführungsform ist vorgesehen, dass im Zuge des Warmumformens in einem Grenzbereich des Substrats eine duktile Legierungsschicht aus Elementen des Substrats, des

ersten Beschichtungsmaterials und des zweiten Beschichtungsmaterials erzeugt wird, wobei die duktile Legierungsschicht gegenüber dem Substrat eine erhöhte Duktilität aufweist. Bevorzugt wird im Zuge des Warmumformens in einem Grenzbereich zwischen dem ersten Beschichtungsmaterial und dem zweiten Beschichtungsmaterial eine äußere Legierungsschicht aus Elementen des ersten Beschichtungsmaterials und des zweiten Beschichtungsmaterials erzeugt. Dabei wird die duktile Legierungsschicht insbesondere aus Elementen des Substrats und der äußeren Legierungsschicht erzeugt.

[0025] Die Lösung der obengenannten Aufgabe besteht weiter in einem Erzeugnis aus insbesondere flexibel gewalztem Bandmaterial aus Stahlblech mit einer Beschichtung aus einem ersten Beschichtungsmaterial und einem zweiten Beschichtungsmaterial, hergestellt nach dem hierin beschriebenen, erfindungsgemäßen Verfahren. Hiermit ergeben sich, bezogen auf das Erzeugnis, die obengenannten Vorteile einer durch die Beschichtung im Zuge der abschließenden Warmumformung erreichten Festigkeitsreduktion im Grenzbereich zwischen der Beschichtung und dem Substrat, durch die der Grenzbereich eine gegenüber dem gehärteten Substrat erhöhte Duktilität aufweist. Die den obengenannten, erfindungsgemäßen und bevorzugten Verfahrensschritten zu entnehmenden Merkmale, insbesondere der Beschichtung, lassen sich auf das Erzeugnis übertragen, so dass bezüglich der Merkmale des Erzeugnisses und der damit verbundenen Vorteile auf die obige Beschreibung Bezug genommen wird.

[0026] Nachfolgend wird die Erfindung anhand eines bevorzugten Ausführungsbeispiels mit Bezug auf die beigefügten Zeichnungen näher erläutert. Die Ausführungen beziehen sich gleichermaßen auf das erfindungsgemäße Verfahren, wie auf das Erzeugnis. Dabei sind die Ausführungen lediglich beispielhaft und schränken den allgemeinen Erfindungsgedanken nicht ein.

[0027] Hierin zeigt

Figur 1 ein erfindungsgemäßes Verfahren als schematisches Ablaufdiagramm zur Herstellung eines Erzeugnisses gemäß einer Ausführungsform;

Figur 2 einen schematisch dargestellten Schichtaufbau des erfindungsgemäßen Erzeugnisses, während des Verfahrens gemäß Figur 1, vor der Warmumformung;

Figur 3 den Schichtaufbau gemäß Figur 2, jedoch nach der Warmumformung.

[0028] Figur 1 zeigt ein erfindungsgemäßes Verfahren zur Herstellung eines Erzeugnisses aus bevorzugt flexibel gewalztem Bandmaterial 2. Im Verfahrensschritt V1 wird das Bandmaterial 2, das auch allgemein als Substrat 2 bezeichnet wird und im Ausgangszustand auf einem

Coil 3 aufgewickelt ist, walzend bearbeitet, und zwar vorzugsweise 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.

[0029] 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.

[0030] Nach dem Flexiblen Walzen (V1) beziehungsweise Glätten (V2) wird das Bandmaterial 2 im Verfahrensschritt V3 mit einem ersten Beschichtungsmaterial 1 versehen. Hierfür durchläuft das Bandmaterial 2 eine elektrolytische 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 ersten Beschichtungsmaterials 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.

[0031] Das elektrolytische Beschichten erfolgt bei der vorliegenden Verfahrensführung mit einem metallischen ersten Beschichtungsmaterial, das bevorzugt Zink enthält. Durch einen hohen Zink-Anteil wird eine besonders gute Korrosionsbeständigkeit erreicht. Bevorzugt ist vorgesehen, dass der Zink-Anteil 100% (Reinzink) beträgt. Für das Beschichten können beispielsweise Anoden (nicht dargestellt) aus Zink verwendet werden, die bei Bestromung Zinkionen an den Elektrolyten 10 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.

[0032] Nach dem elektrolytischen Beschichten (V3) wird das zum Coil 3 aufgewickelte Bandmaterial 2 im Verfahrensschritt V4 mit einem zweiten Beschichtungsmaterial 15 versehen, wobei das zweite Beschichtungsmaterial 15 eine Zusammensetzung mit metallischen Bestandteilen aufweist. Das zweite Beschichtungsmaterial 15 wird als eine Zusammensetzung mit metallischen Bestandteilen bereitgestellt. Dabei wird die Zusammensetzung

zung des zweiten Beschichtungsmaterials 15 insbesondere derart gewählt, dass die metallischen Bestandteile überwiegend aus Elementen bestehen, welche unedler sind, als das Stahlblech des Substrats 20, um einen kathodischen Korrosionsschutz bereitzustellen. Insbesondere kann es sich bei dem zweiten Beschichtungsmaterial 15 um einen Zunderschutzlack 15 mit einem hohen Gehalt an metallischen Bestandteilen handeln. Die metallischen Bestandteile können in Form von Partikeln in dem Grundmaterial des Zunderschutzlacks 15 enthalten sein, wobei die metallischen Partikel Titan, Niob und/oder Vanadium enthalten können. Die im zweiten Beschichtungsmaterial 15 enthaltenen metallischen Partikel können mit dem Stahlmaterial des Substrats 2 bis in eine Tiefe von beispielsweise 100 Mikrometern reagieren. Dadurch wird eine duktile Zwischenschicht zwischen der elektrolytischen Beschichtung 1, das heißt dem ersten Beschichtungsmaterial, und dem Stahlsubstrat 2 gebildet.

[0033] Der Zunderschutzlack 15 kann beispielsweise durch Coil-Coating, Sprühlackieren, Aufpinseln, etc. auf die elektrolytisch abgeschiedene Schicht des ersten Beschichtungsmaterials 1 aufgebracht werden. Im dargestellten Ausführungsbeispiel wird der Zunderschutzlack 15 aus einem Vorratsbehälter einer Auftragrolle 16 zugeführt und so aufgetragen. Gegebenenfalls kann ein Einbrennen des Lacks 15 erfolgen. 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.

[0034] Nach dem Auftragen des zweiten Beschichtungsmaterials (V4) wird das Bandmaterial 2 im nächsten Verfahrensschritt V5 aus dem Bandmaterial 2 einzelne Blechplatinen 20 herausgearbeitet. Das Herausarbeiten der Blechplatinen 20 aus dem Bandmaterial 2 erfolgt vorzugsweise mittels Stanzen oder Schneiden. Je nach Form der zu fertigenden Blechplatinen 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 Blechplatine 20, welche auch als dreidimensionale Blechplatinen (3D-TRB) bezeichnet werden können, ist schematisch gezeigt. Der Begriff Substrat wird sowohl für das Bandmaterial 2, als auch für die Platine 20 verwendet.

[0035] Nach dem Erzeugen der Platine 20 aus dem Bandmaterial 2 erfolgt im Verfahrensschritt V5 ein Umformen der Platine 20 zu dem gewünschten Endprodukt. Nach einer ersten Möglichkeit werden die Platinen 20 direkt warmumgeformt oder, nach einer zweiten Möglichkeit, indirekt warmumgeformt.

[0036] Das Warmumformen kann als direkter oder in-

direkter Prozess durchgeführt werden. Beim direkten Prozess werden die Platinen 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 Platine austenitisiert werden, um beispielsweise ein partielles Härten zu ermöglichen. Nach dem Erhitzen auf Austenitisierungstemperatur wird die erhitzte Platine in einem formgebenden Werkzeug 14 umgeformt und gleichzeitig mit hoher Abkühlgeschwindigkeit abgekühlt, wobei das Bauteil 20 seine Endkontur erhält und gleichzeitig gehärtet wird.

[0037] Beim indirekten Warmumformen wird die Platine 20 vor dem Austenitisieren noch einem Vorformen unterzogen. Das Vorformen erfolgt in kaltem Zustand der Platine, 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.

[0038] 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.

[0039] 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.

[0040] 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 erfolgen. Falls nötig, kann abschließend ein Strahlen des hergestellten Bauteils vorgesehen sein.

[0041] Die Figuren 2 und 3 zeigen schematisch den Schichtaufbau des Erzeugnisses, bestehend aus dem Substrat 2, 20 in Form des Bandmaterials 2 oder der Platine 20, dem ersten, elektrolytischen Beschichtungsmaterial 1 und dem zweiten Beschichtungsmaterial 15 in Form eines Zunderschutzlacks. In der Figur 2 ist der Schichtaufbau vor dem Warmumformen (V6) gezeigt, der nachfolgend mit dem Schichtaufbau nach dem Warmumformen (V6) gemäß Figur 3 verglichen wird. Vor der Warmumformung (V6) liegen getrennte Phasen der drei Schichten Stahlsubstrat 2, 20, erstes, elektrolytisches

Beschichtungsmaterial 1 und zweites Beschichtungsmaterial 15 in Form eines Zunderschutzlacks vor. Die Darstellung ist nicht maßstabsgetreu. Zur besseren Unterscheidung bzw. Verdeutlichung der unterschiedlichen Materialien der einzelnen Schichten vor und nach dem Warmumformen sind in den Figuren 2 und 3 Markierungen eingezeichnet. Dabei symbolisieren Kreuze schematisch das zweite Beschichtungsmaterial 15, Kreise symbolisierten schematisch die elektrolytische Beschichtung 1 und markierungslose Felder symbolisieren das Basismaterial des Substrats 2, 20. Durch die Austenitisierung im Verfahrensschritt V6 kommt es zur Legierungsbildung an den jeweiligen Grenzflächen der Schichten. Metallische Bestandteile aus dem Zunderschutzlack 15, z.B. Aluminium, verbinden sich mit der elektrolytischen Beschichtung 1 aus beispielsweise Zink zu einer Legierung 18. Diese Legierung 18 bildet mit dem Stahlsubstrat 2, 20 eine weitere Legierung 17, die nach dem Härten eine geringere Härte aufweist als das gehärtete Stahlsubstrat 2, 20. Dies führt vorteilhaft zu einem erhöhten Biegewinkel. Typische Schichtdicken vor dem Schritt V6 sind für den Zunderschutzlack 15 zwei bis zwanzig Mikrometer, für die elektrolytische Zink-Beschichtung 1 zwei bis zehn Mikrometer. Die Schichtdicke nach dem Härten in Schritt V6 kann für die Legierungsschicht 18 aus elektrolytischer Zink-Beschichtung 1 und Zunderschutzlack 15 vier bis dreißig Mikrometer betragen. Die Schichtdicke für die duktile Legierungsschicht 17 aus Zunderschutzlack 15, elektrolytischer Zink-Beschichtung 1 und Stahlsubstrat 2, 20 kann zwei bis fünfzig Mikrometer betragen.

Bezugszeichenliste

[0042]

1	elektrolytische Beschichtung
2	Substrat, Bandmaterial
3	Coil
4	Walzen
5	Walzen
6	Dickenregelung
7	Glättvorrichtung
8	Beschichtungsvorrichtung
9	Tauchbecken
10	Erstes Beschichtungsmaterial, Elektrolyt
11	Rollensatz
12	Rollensatz
14	Umformwerkzeug
15	Zweites Beschichtungsmaterial, Zunderschutzlack
16	Auftragrolle
17	Äußere Legierungsschicht
18	Duktile Legierungsschicht
20	Substrat, Platine

V1-V6 Verfahrensschritte

Patentansprüche

1. Verfahren zum Herstellen eines Erzeugnisses aus gewalztem Bandmaterial mit den Schritten:

Bereitstellen eines Substrats (2) als Bandmaterial aus Stahlblech;
Walzen (V1) des Substrats (2) als Bandmaterial; elektrolytisches Beschichten (V3) des Substrats (2, 20) mit einem ersten, metallischen Beschichtungsmaterial (1), wobei das elektrolytische Beschichten nach dem Walzen (V1) erfolgt; Aufbringen (V4) eines zweiten Beschichtungsmaterials (15) als Zunderschutzbeschichtung auf das mit dem ersten Beschichtungsmaterial (1) beschichtete Substrat (2, 20); Warmumformen (V6) des Substrats (2, 20), wobei das Warmumformen nach dem Aufbringen (V4) des zweiten Beschichtungsmaterials (15) erfolgt;

dadurch gekennzeichnet, dass das zweite Beschichtungsmaterial (15) als eine Zusammensetzung mit metallischen Bestandteilen bereitgestellt wird, wobei die Zusammensetzung des zweiten Beschichtungsmaterials derart gewählt wird, dass die metallischen Bestandteile überwiegend aus Elementen bestehen, welche unedler sind, als das Stahlblech des Substrats (2, 20), um einen kathodischen Korrosionsschutz bereitzustellen.

2. Verfahren nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Zusammensetzung des zweiten Beschichtungsmaterials (15) derart gewählt wird, dass die metallischen Bestandteile einen Anteil an metallischen Partikeln aufweisen.

3. Verfahren nach Anspruch 2, **dadurch gekennzeichnet, dass** der Anteil an metallischen Partikeln, bezogen auf die gesamten metallischen Bestandteile des zweiten Beschichtungsmaterials mindestens fünf Masseprozent und höchstens 95 Masseprozent beträgt.

4. Verfahren nach Anspruch 3, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Zusammensetzung des zweiten Beschichtungsmaterials derart gewählt wird, dass der Anteil an metallischen Partikeln Partikel eines oder mehrerer der karbidbildenden Elemente Titan, Niob und Vanadium aufweist.

5. Verfahren nach einem der Ansprüche 3 oder 4, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Zusammensetzung des zweiten Beschichtungsmaterials derart gewählt wird, dass der Anteil an metallischen Partikeln Partikel eines oder mehrerer der ferritbildenden Elemente Chrom, Aluminium, Titan, Tantal, Molybdän, Vanadium und Silicium aufweist.

6. Verfahren nach einem der Ansprüche 3 bis 5, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Zusammensetzung des zweiten Beschichtungsmaterials derart gewählt wird, dass der Anteil an metallischen Partikeln Partikel mit einer Korngröße von mindestens 100 Nanometer und höchstens zehn Mikrometer aufweist. 5

7. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 6, **dadurch gekennzeichnet, dass** Zink als erstes Beschichtungsmaterial (1) verwendet wird. 10

8. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 7, **dadurch gekennzeichnet, dass** im Zuge des Warmumformens (V6) in einem Grenzbereich des Substrats (2, 20) eine duktile Legierungsschicht (17) aus Elementen des Substrats, des ersten Beschichtungsmaterials (1) und des zweiten Beschichtungsmaterials (15) erzeugt wird, wobei die duktile Legierungsschicht gegenüber dem Substrat eine erhöhte Duktilität aufweist. 15
20

9. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 8, **dadurch gekennzeichnet, dass** im Zuge des Warmumformens (V6) in einem Grenzbereich zwischen dem ersten Beschichtungsmaterial (1) und dem zweiten Beschichtungsmaterial (15) eine äußere Legierungsschicht (18) aus Elementen des ersten Beschichtungsmaterials und des zweiten Beschichtungsmaterials erzeugt wird. 25
30

10. Verfahren nach Anspruch 8 und 9, **dadurch gekennzeichnet, dass** die duktile Legierungsschicht (17) aus Elementen des Substrats und der äußeren Legierungsschicht (18) erzeugt wird. 35

11. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 10, **dadurch gekennzeichnet, dass** das Walzen (V1) des Substrats (2) als flexibles Walzen durchgeführt wird, wobei eine variable Dicke über einer Länge des Bandmaterials erzeugt wird. 40

12. Erzeugnis aus gewalztem Bandmaterial aus Stahlblech mit einer Beschichtung aus einem ersten Beschichtungsmaterial (1) und einem zweiten Beschichtungsmaterial (15), hergestellt gemäß einem Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 11. 45

50

55

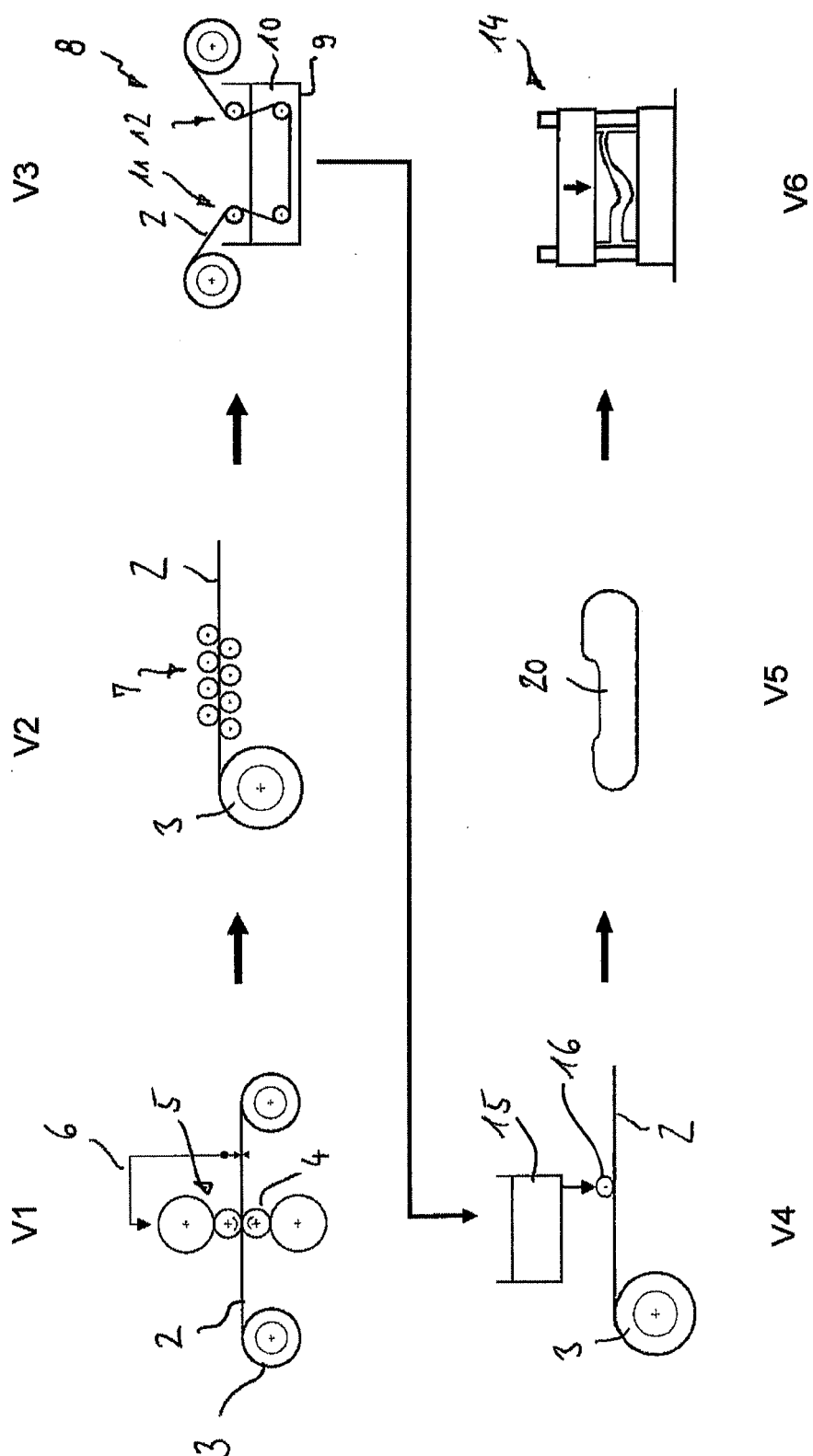


Fig. 1



EUROPÄISCHER RECHERCHENBERICHT

 Nummer der Anmeldung
EP 16 15 4396

5

10

15

20

25

30

35

40

45

50

55

EINSCHLÄGIGE DOKUMENTE			
Kategorie	Kennzeichnung des Dokuments mit Angabe, soweit erforderlich, der maßgeblichen Teile	Betrifft Anspruch	KLASSIFIKATION DER ANMELDUNG (IPC)
X	WO 2014/207982 A1 (JFE STEEL CORP) 31. Dezember 2014 (2014-12-31) * Zusammenfassung * * Absätze [0009], [0016] - [0017], [0020], [0024] * & EP 3 015 572 A1 (JFE STEEL CORP [JP]) 4. Mai 2016 (2016-05-04) -----	1-3, 5-10, 12	INV. C25D5/36 C25D5/50 C25D7/06 C21D8/00
X	WO 2014/068939 A1 (JFE STEEL CORP) 8. Mai 2014 (2014-05-08)	1-10, 12	
Y	* Zusammenfassung * * Tabelle 1 * * Absätze [0044] - [0045], [0063] - [0073] * & EP 2 915 904 A1 (JFE STEEL CORP [JP]) 9. September 2015 (2015-09-09) -----	11	
Y, D	DE 10 2012 110972 B3 (MUHR & BENDER KG [DE]) 6. März 2014 (2014-03-06) * Zusammenfassung * * Anspruch 1 * * Absatz [0008] *	11	
	-----		RECHERCHIERTE SACHGEBIETE (IPC)
A	EP 2 743 320 A1 (HENKEL AG & CO KGAA [DE]) 18. Juni 2014 (2014-06-18) * Zusammenfassung * * Absätze [0027] - [0029] * -----	2-6	C25D C21D
Der vorliegende Recherchenbericht wurde für alle Patentansprüche erstellt			
Recherchenort Den Haag		Abschlußdatum der Recherche 21. Juni 2016	Prüfer Lange, Ronny
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	

1

EPO FORM 1503 03.82 (P04C03)

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

EP 16 15 4396

5 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.

21-06-2016

Im Recherchenbericht angeführtes Patentdokument	Datum der Veröffentlichung	Mitglied(er) der Patentfamilie	Datum der Veröffentlichung
WO 2014207982 A1	31-12-2014	CN 105324519 A	10-02-2016
		EP 3015572 A1	04-05-2016
		JP 2015007266 A	15-01-2015
		KR 20160023843 A	03-03-2016
		US 2016144600 A1	26-05-2016
		WO 2014207982 A1	31-12-2014

WO 2014068939 A1	08-05-2014	CN 104755655 A	01-07-2015
		EP 2915904 A1	09-09-2015
		JP 5888430 B2	22-03-2016
		KR 20150052266 A	13-05-2015
		US 2015337415 A1	26-11-2015
		WO 2014068939 A1	08-05-2014

DE 102012110972 B3	06-03-2014	CN 103806029 A	21-05-2014
		DE 102012110972 B3	06-03-2014
		EP 2733226 A1	21-05-2014
		JP 2014132110 A	17-07-2014
		US 2014134450 A1	15-05-2014

EP 2743320 A1	18-06-2014	AU 2013363910 A1	09-07-2015
		CA 2894388 A1	26-06-2014
		CN 104903412 A	09-09-2015
		EP 2743320 A1	18-06-2014
		ES 2542103 T3	30-07-2015
		JP 2016508865 A	24-03-2016
		KR 20150096506 A	24-08-2015
		US 2015275044 A1	01-10-2015
		WO 2014095643 A1	26-06-2014

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

- AT 412403 B [0003]
- DE 102012110972 B3 [0004]