

(19)



(11)

**EP 3 925 713 A1**

(12)

## EUROPÄISCHE PATENTANMELDUNG

(43) Veröffentlichungstag:  
**22.12.2021 Patentblatt 2021/51**

(51) Int Cl.:  
**B21B 1/22 (2006.01)**

(21) Anmeldenummer: **21178807.0**

(22) Anmeldetag: **10.06.2021**

(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:  
**KH MA MD TN**

(72) Erfinder:  
• **Cetinkaya, Burak William**  
**44139 Dortmund (DE)**  
• **Junge, Dr. Fabian**  
**40239 Düsseldorf (DE)**

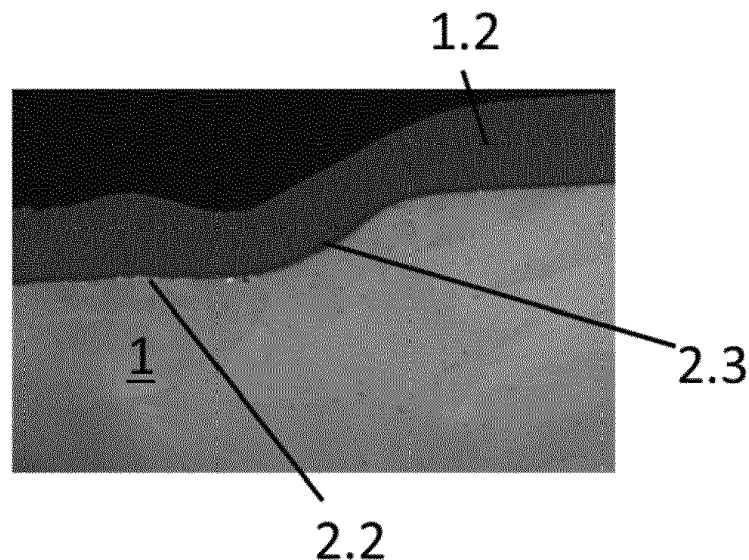
(74) Vertreter: **ThyssenKrupp Steel Europe AG**  
**Patente/Patent Department**  
**Kaiser-Wilhelm-Straße 100**  
**47166 Duisburg (DE)**

(30) Priorität: **18.06.2020 DE 102020207561**

(71) Anmelder: **ThyssenKrupp Steel Europe AG**  
**47166 Duisburg (DE)**

(54) **DRESSIERTES UND BESCHICHTETES STAHLBLECH SOWIE VERFAHREN ZU SEINER HERSTELLUNG**

(57) Die Erfindung betrifft ein mit einer deterministischen Oberflächenstruktur (2) dressiertes und mit einem metallischen Überzug (1.2) beschichtetes Stahlblech (1) sowie ein Verfahren zu seiner Herstellung.



b)

**Figur 2**

**EP 3 925 713 A1**

## Beschreibung

**[0001]** Die Erfindung betrifft ein mit einer deterministischen Oberflächenstruktur dressiertes und mit einem metallischen Überzug beschichtetes Stahlblech sowie ein Verfahren zu seiner Herstellung.

**[0002]** Aus dem Stand der Technik sind gattungsgemäße mit einer deterministischen Oberflächenstruktur dressierte Stahlbleche bekannt, s. zum Beispiel Patentschrift EP 2 892 663 B1. Des Weiteren sind gattungsgemäße dressierte Stahlbleche auch in den Offenlegungsschriften DE 10 2019 214 133 A1, DE 10 2019 214 135 A1, DE 10 2019 214 136 A1 und DE 10 2019 215 580 A1 der Anmelderin beschrieben. Aus der Offenlegungsschrift DE 10 2012 112 109 A1 ist ferner ein mit einem Muster texturiertes und mit einer PVD-Beschichtung beschichtetes Stahlblech bekannt.

**[0003]** Bei der Gasphasenabscheidung (CVD, PVD), beispielsweise bei der physikalischen Gasphasenabscheidung wird ein Ausgangsmaterial mit Hilfe physikalischer Verfahren (Laser, Temperatur, Ionenbeschuss) in die Gasphase überführt und anschließend auf einer Oberfläche zum Kondensieren gebracht. Dadurch können in vorteilhafter Weise viele Materialien und Materialkombinationen in Form unterschiedlichster Schichtaufbauten auf eine Oberfläche appliziert werden. Für die Stahlindustrie mit dem Fokus Automobilbau sind vor allem zink-, aluminiumbasierte Schichten und hochschmelzende Schichten beispielsweise für die Warmumformung interessant. Ein Nachteil dieser Schichten ist die richtungsbedingte Applikation, d.h. das Material kommt immer aus einem festgelegten Winkel, solange das Material nicht rotiert wird. Wirtschaftlich für die Stahlindustrie ist die Gasphasenabscheidung dann, wenn ein hoher Durchsatz schnellstmöglich erfolgen kann, so dass das Material (Stahlblech) band- oder blechförmig zugeführt und beschichtet wird, somit die Applikation der Schichten richtungsbedingt durchgeführt wird.

**[0004]** Nachteilig können beim Beschichten durch Gasphasenabscheidung auf der Oberfläche der Stahlbleche, insbesondere auf mit einer Oberflächenstruktur dressierte Stahlbleche, durch ungünstige Ausgestaltung der Oberflächenstruktur Beschichtungsfehler entstehen. Die Oberflächenstruktur kann Bereiche von Hinterschneidungen und/oder Vertiefungen ausbilden, in welchen es zu einem unregelmäßigen Abscheiden kommen kann, da das Beschichtungsmaterial nicht in die "blinden" Bereiche gelangen kann. Im Fall von herkömmlichen elektrolytisch- und schmelztauch-beschichteten Oberflächen sind entsprechende Oberflächenstrukturen kein Problem, da sowohl der wässrige Elektrolyt, als auch die flüssige Schmelze alle entsprechenden Bereiche erreichen kann.

**[0005]** Durch das Dressieren kommt es auf der Oberfläche des Stahlblechs zu Aufschiebungen, Hinterschneidungen, steilen Flanken, Brüchen und/oder Aufrauungen. Da der Schritt des Dressierens in der Regel vor dem Beschichten ein notwendiger Schritt ist, um vor-

zugsweise die mechanischen Kennwerte im Stahlblech einzustellen und eine ausreichend große Oberfläche für den Überzug aber auch die nachgelagerten Prozesse (Beölen etc.) zu gewährleisten, lassen sich unregelmäßige Oberflächen mit vielen Spitzen und Hinterschneidungen kaum vermeiden, was sich wiederum negativ auf das Beschichten durch Gasphasenabscheidung ausüben kann. Daher ist es eine große Herausforderung, dressierte Oberflächen so zu gestalten, dass ein optimales und homogenes Beschichten durch Gasphasenabscheidung, insbesondere richtungsunabhängig, möglich wird.

**[0006]** Die Aufgabe ist daher, ein mit einer deterministischen Oberflächenstruktur dressiertes Stahlblech zur Verfügung zu stellen, welches ein optimales und homogenes Beschichten durch Gasphasenabscheidung ermöglicht.

**[0007]** Die Aufgabe wird in Bezug auf ein Stahlblech mit den Merkmalen des Patentanspruchs 1 und in Bezug auf ein Verfahren mit den Merkmalen des Patentanspruchs 5 gelöst.

**[0008]** Die Bereitstellung einer definierten Oberflächenstruktur auf einem dressierten Stahlblech ist wesentlich für das Beschichten durch Gasphasenabscheidung und einem Applizieren eines möglichst homogenen metallischen Überzugs auf dem dressierten Stahlblech. Die Erfinder haben festgestellt, dass es von Vorteil ist, wenn die Oberflächenstruktur ausgehend von einer Oberfläche des Stahlblechs in das Stahlblech eingeprägt ist, wobei die Oberflächenstruktur einen Flankenbereich aufweist, welcher ausgehend von der Oberfläche bis zu einem Talbereich verläuft, wobei der Flankenbereich zur Senkrechten des Stahlblechs mit einem Winkel ausgebildet ist, und das Stahlblech mit einem metallischen Überzug beschichtet ist, dass erfindungsgemäß der Winkel zwischen 20° und 85° ausgebildet ist und der Überzug durch eine Gasphasenabscheidung aufgebracht ist.

**[0009]** Durch eine definierte Einstellung des Winkels zwischen Flankenbereich und Senkrechten des Stahlblechs kann gezielt Einfluss auf eine homogene Abscheidung genommen werden, insbesondere durch bewusste Modellierung des Flankenbereichs.

**[0010]** Mit der in der EP 2 892 663 B1 beschriebenen Technologie und Möglichkeit zum Laserstrukturieren von definierten Strukturen auf einer Dressierwalze ist es möglich, die Form des Dressierabdrucks so zu gestalten, dass ein Positivabdruck auf der Dressierwalze durch Einwirken auf die Oberfläche eines Stahlblechs zu einem Negativabdruck und somit die deterministische Oberflächenstruktur auf dem Stahlblech erzeugt wird, dass eine Oberflächenstruktur bereitgestellt wird, welche sich optimal für das Beschichten durch Gasphasenabscheidung eignet. Hierfür wird die Dressierwalze so gestaltet, dass sich möglichst flache und langsam auslaufende und insbesondere keine steilen respektive keine senkrechten Flankenbereiche, insbesondere alle Richtungen betreffend, auf der Oberfläche des Stahlblechs eindrücken. Dementsprechend werden Aufwürfe und/oder Hinter-

schneidungen im (negativen) Dressierabdruck im Wesentlichen vermieden, sodass das Abscheiden ohne Hindernisse auf der Oberfläche und sich im Dressierabdruck verteilen kann.

**[0011]** Unter deterministischer Oberflächenstruktur sind wiederkehrende Oberflächenstrukturen zu verstehen, welche eine definierte Form und/oder Ausgestaltung aufweisen, vgl. EP 2 892 663 B1. Insbesondere gehören hierzu zudem Oberflächen mit einer (quasi-)stochastischen Anmutung, die jedoch mittels eines deterministischen Texturierungsverfahrens aufgebracht werden und sich somit aus deterministischen Formelementen zusammensetzen.

**[0012]** Unter Stahlblech ist allgemein ein Stahlflachprodukt zu verstehen, welches in Blechform bzw. in Plattenform oder in Bandform bereitgestellt werden kann.

**[0013]** Der metallische Überzug kann auf Zink- oder Aluminiumbasis bestehen. Basis bedeutet in diesem Zusammenhang, dass mehr als 50 Gew.-% des Überzugs aus Zink oder Aluminium bestehen. Der Überzug kann auch nur aus Zink nebst unvermeidbaren Verunreinigungen oder auch nur aus Aluminium nebst unvermeidbaren Verunreinigungen bestehen. Weitere chemische Elemente wie zum Beispiel Magnesium, Eisen, Silizium, Mangan, Nickel, Chrom und/oder Zirkon können jeweils einzeln oder in Kombination zusätzlich eingebracht werden, um den Überzug in seiner Eigenschaft zu verbessern. Auch eine Zink-Aluminium-Kombination (nebst unvermeidbaren Verunreinigungen) mit oder ohne weitere chemische Elemente ist denkbar. Des Weiteren können auch hochschmelzende Überzüge, insbesondere auf Eisenbasis appliziert werden.

**[0014]** Das Beschichten durch Gasphasenabscheidung erfolgt in konventioneller Art und Weise und ist für den Fachmann geläufig.

**[0015]** Weitere vorteilhafte Ausgestaltungen und Weiterbildungen gehen aus der nachfolgenden Beschreibung hervor. Ein oder mehrere Merkmale aus den Ansprüchen, der Beschreibung wie auch der Zeichnung können mit einem oder mehreren anderen Merkmalen daraus zu weiteren Ausgestaltungen der Erfindung verknüpft werden. Es können auch ein oder mehrere Merkmale aus den unabhängigen Ansprüchen durch ein oder mehrere andere Merkmale verknüpft werden.

**[0016]** Gemäß einer Ausgestaltung des erfindungsgemäßen Stahlblechs weist die Oberflächenstruktur einen Flankenbereich auf, welcher ausgehend von der Oberfläche bis zu einem Talbereich verläuft und zur Senkrechten des Stahlblechs mit einem Winkel zwischen 30° und 85° ausgebildet ist. Der Winkel kann besonders bevorzugt zwischen 35° und 85° ausgebildet sein. Der Tal- und Flankenbereich (negative Form) der Oberflächenstruktur entspricht im Wesentlichen der Oberfläche (positive Form) an einer Dressierwalze, welche durch entsprechende Einwirkung auf das Stahlblech die Oberflächenstruktur ausbildet respektive einprägt. Der die Oberflächenstruktur umlaufende und ausbildende Flankenbereich definiert zusammen mit dem einstückig an den

Flankenbereich angeschlossenen Talbereich ein geschlossenes Volumen der in das Stahlblech mittels Dressieren eingeprägten Oberflächenstruktur. Das geschlossene Volumen, das sogenannte Leervolumen, kann für die spätere Verarbeitung mittels Umformverfahren ein zu applizierendes Prozessmedium, beispielsweise Öl, enthalten.

**[0017]** Die geometrische Ausgestaltung (Größe und Tiefe) einer deterministischen Oberflächenstruktur (negative Form) auf einem dressierten Stahlblech hängt insbesondere davon ab, wie die entsprechende geometrische Struktur (positive Form) auf einer Dressierwalze gestaltet ist/wird. Vorzugsweise kommen Laser-Texturierungsverfahren zur Anwendung, um gezielte Strukturen (positive Form) auf der Oberfläche einer Dressierwalze durch Materialabtrag einstellen zu können. Insbesondere kann durch gezielte Ansteuerung der Energie, der Pulsdauer und Wahl einer geeigneten Wellenlänge eines auf die Oberfläche der Dressierwalze einwirkenden Laserstrahls positiv Einfluss auf die Gestaltung der Struktur(en) genommen werden. Mit hoher bzw. höherer Pulsdauer steigt die Wechselwirkungszeit von Laserstrahl und Dressierwalzenoberfläche und es kann mehr Material auf der Oberfläche der Dressierwalze abgetragen werden. Ein Puls hinterlässt auf der Dressierwalzenoberfläche einen im Wesentlichen kreisrunden Krater, der bzw. die, bei mehreren Kratern, nach dem Dressiervorgang die Oberfläche respektive die Fläche der Erhebungen auf dem Stahlblech und somit die Kontaktfläche zwischen Stahlblech und formgebender Dressierwalze abbildet. Eine Reduktion der Pulsdauer hat Einfluss auf die Ausbildung eines Kraters, insbesondere kann der Durchmesser des Kraters verringert werden. Durch die Reduktion der Pulsdauer, insbesondere bei der Verwendung von Kurz- bzw. Ultrakurzpulslasern, ist es möglich, die geometrische Struktur (positive Form) auf der Oberfläche einer Dressierwalze derart gezielt einzustellen, um damit eine Stahlblechoberfläche derart zu texturieren, dass im Flankenbereich der Oberflächenstruktur des dressierten Stahlblechs ein Winkel zwischen 20° und 85° erzeugt werden kann. Dies wird beispielsweise erreicht, wenn die Pulsdauer des Lasers, mit dem die Oberfläche der Dressierwalze texturiert wird, verringert wird und so die geometrische Struktur auf der Walze mit höherer Auflösung erzeugt werden kann. Insbesondere durch die hohe Auflösung bzw. geringe Kraterfläche, die durch die kürzere Wechselwirkung von Laser und Dressierwalze entsteht, können am Flankenbereich gezielt beliebige Steigungen (Winkel) des Flankenbereichs eingestellt werden.

**[0018]** Gemäß einer Ausgestaltung des erfindungsgemäßen Stahlblechs kann das Stahlblech mit einem weiteren metallischen Überzug beschichtet sein, welcher unterhalb dem durch Gasphasenabscheidung applizierten metallischen Überzug angeordnet ist, somit direkt auf dem Stahlblech aufgebracht sein. Beispielsweise ist der weitere metallische Überzug durch Schmelztauchbeschichten aufgebracht. Insbesondere ist der weitere me-

tallische Überzug ein zinkbasierter Überzug. Vorzugsweise kann der weitere metallische Überzug neben Zink und unvermeidbaren Verunreinigungen zusätzliche Elemente wie Aluminium mit einem Gehalt von bis zu 5 Gew.-% und/oder Magnesium mit einem Gehalt von bis zu 5 Gew.-% in dem weiteren metallischen Überzug enthalten. Stahlbleche mit zinkbasiertem Überzug weisen einen sehr guten kathodischen Korrosionsschutz auf, welche seit Jahren im Automobilbau eingesetzt werden. Ist ein verbesserter Korrosionsschutz vorgesehen, weist der Überzug zusätzlich Magnesium mit einem Gehalt von mindestens 0,3 Gew.-%, insbesondere von mindestens 0,6 Gew.-%, vorzugsweise von mindestens 0,9 Gew.-% auf. Aluminium kann alternativ oder zusätzlich zu Magnesium mit einem Gehalt von mindestens 0,3 Gew.-% vorhanden sein, um insbesondere eine Anbindung des Überzugs an das Stahlblech zu verbessern und insbesondere eine Diffusion von Eisen aus dem Stahlblech in den Überzug bei einer Wärmebehandlung des beschichteten Stahlblechs im Wesentlichen zu verhindern, damit die positiven Korrosionseigenschaften weiterhin erhalten bleiben. Dabei kann eine Dicke des weiteren metallischen Überzugs zwischen 1 und 15  $\mu\text{m}$ , insbesondere zwischen 2 und 12  $\mu\text{m}$ , vorzugsweise zwischen 3 und 10  $\mu\text{m}$  betragen. Beim Schmelztauchbeschichten werden zunächst die Stahlbleche mit einem entsprechenden weiteren metallischen Überzug beschichtet und anschließend dem Dressieren zugeführt. Das Dressieren erfolgt nach dem Schmelztauchbeschichten des Stahlblechs.

**[0019]** Gemäß einer alternativen Ausgestaltung des erfindungsgemäßen Stahlblechs kann das Stahlblech mit einem weiteren metallischen Überzug beschichtet sein, welcher unterhalb dem durch Gasphasenabscheidung applizierten metallischen Überzug angeordnet ist, somit direkt auf dem Stahlblech aufgebracht sein. Beispielsweise ist der weitere metallische Überzug durch elektrolytisches Beschichten aufgebracht. Dabei kann eine Dicke des weiteren metallischen Überzugs zwischen 1 und 10  $\mu\text{m}$ , insbesondere zwischen 1,5 und 8  $\mu\text{m}$ , vorzugsweise zwischen 2 und 5  $\mu\text{m}$  betragen. Im Vergleich zum Schmelztauchbeschichten kann das Stahlblech zunächst dressiert und anschließend elektrolytisch beschichtet werden. Je nach Dicke des weiteren metallischen Überzugs kann der Winkel im Flankenbereich im Wesentlichen auch nach dem elektrolytischen Beschichten beibehalten werden. Alternativ ist auch zunächst ein elektrolytisches Beschichten mit anschließendem Dressieren denkbar.

**[0020]** Alternativ kann der weitere metallische Überzug nachträglich auf dem bereits durch Gasphasenabscheidung applizierten metallischen Überzug aufgebracht werden/sein, so dass dadurch beispielsweise der auf dem Stahlblech durch Gasphasenabscheidung applizierte metallische Überzug als quasi "Haftvermittler" oder "Interface" für weitere metallische Überzüge fungieren kann, um insbesondere schlecht benetzbare, beispielsweise schmelztauchbeschichtbare Stahlblecho-

berflächen für das Aufbringen des weiteren metallischen Überzugs zu ertüchtigen. Schlecht benetzbare Stahlbleche sind beispielsweise hochlegierte Stahlwerkstoffe, die dem Fachmann geläufig sind. Der weitere metallische Überzug, welcher auf dem durch Gasphasenabscheidung metallischen Überzug appliziert wird, ist vorzugsweise durch Schmelztauchbeschichten aufgebracht. Alternativ kann auch der weitere metallische Überzug durch elektrolytisches Beschichten aufgebracht werden.

**[0021]** Gemäß einem zweiten Aspekt betrifft die Erfindung ein Verfahren zum Herstellen eines mit einer deterministischen Oberflächenstruktur dressierten und mit einem metallischen Überzug beschichteten Stahlblechs umfassend folgende Schritte:

- Bereitstellen eines Stahlblechs,
- Dressieren des Stahlblechs mit einer Dressierwalze, wobei die Oberfläche der Dressierwalze, welche auf die Oberfläche des Stahlblechs einwirkt, mit einer deterministischen Oberflächenstruktur derart eingerichtet ist, dass nach dem Dressieren die Oberflächenstruktur ausgehend von einer Oberfläche des Stahlblechs in das Stahlblech eingeprägt ist, wobei die Oberflächenstruktur einen Flankenbereich aufweist, welcher ausgehend von der Oberfläche bis zu einem Talbereich verläuft, wobei der Flankenbereich zur Senkrechten des Stahlblechs mit einem Winkel ausgebildet ist und
- Beschichten des dressierten Stahlblechs mit einem metallischen Überzug, wobei erfindungsgemäß das Stahlblech mit einem Winkel zwischen 20° und 85° zwischen Flankenbereich und Senkrechten des Stahlblechs dressiert und anschließend durch eine Gasphasenabscheidung beschichtet wird.

**[0022]** Die Oberfläche (positive Form) der Dressierwalze bildet durch Krafteinwirkung auf die Oberfläche des Stahlblechs eine Oberflächenstruktur aus, welche einen Tal- und Flankenbereich (negative Form) definiert und entspricht im Wesentlichen der Oberfläche (positive Form) der Dressierwalze. Die Dressierwalze zur Ausbildung einer deterministischen Oberflächenstruktur kann mit geeigneten Mitteln bearbeitet werden, beispielsweise mittels Laser, vgl. auch EP 2 892 663 B1. Des Weiteren können auch andere Abtragverfahren zur Einstellung einer Oberfläche an einer Dressierwalze eingesetzt werden, beispielsweise spanende Fertigungsverfahren mit geometrisch bestimmter oder unbestimmter Schneide, chemische bzw. elektrochemische, optische oder plasmainduzierte Verfahren, welche geeignet sind, ein zu dressierendes Stahlblech mit einer Oberflächenstruktur umsetzen zu können, welche zumindest im Flankenbereich einen Winkel zur Senkrechten der Oberfläche des Stahlblechs zwischen 20° und 85° aufweist.

**[0023]** Um Wiederholungen zu vermeiden, wird jeweils auf die Ausführungen zu dem erfindungsgemäßen mit

einer deterministischen Oberflächenstruktur dressierten und mit einem metallischen Überzug beschichteten Stahlblech verwiesen.

**[0024]** Im Folgenden werden konkrete Ausgestaltungen der Erfindung mit Bezugnahme auf die Zeichnung im Detail näher erläutert:

Die Zeichnung und begleitende Beschreibung der resultierenden Merkmale sind nicht beschränkend auf die jeweiligen Ausgestaltungen zu lesen, dienen jedoch der Illustration beispielhafter Ausgestaltung. Weiterhin können die jeweiligen Merkmale untereinander wie auch mit Merkmalen der obigen Beschreibung genutzt werden für mögliche weitere Entwicklungen und Verbesserungen der Erfindung, speziell bei zusätzlichen Ausgestaltungen, welche nicht dargestellt sind. Gleiche Teile sind stets mit den gleichen Bezugszeichen versehen.

**[0025]** Die Zeichnungen zeigen in

Figur 1a, b) eine schematische Teilschnittansicht eines Ausführungsbeispiels eines mit einer deterministischen Oberflächenstruktur dressierten Stahlblechs nach dem Stand der Technik, welches mit einem metallischen Überzug durch Gasphasenabscheidung beschichtet wird a) und eine Teilschnittansicht anhand eines FIB-Schnitts eines nach konventionell dressierten und durch Gasphasenabscheidung beschichteten Stahlblechs b), und

Figur 2a, b) eine schematische Teilschnittansicht eines erfindungsgemäßen Ausführungsbeispiels eines mit einer deterministischen Oberflächenstruktur dressierten und mit einem metallischen Überzug durch Gasphasenabscheidung beschichteten Stahlblechs a) und eine Teilschnittansicht anhand eines FIB-Schnitts an einem erfindungsgemäß dressierten und durch Gasphasenabscheidung beschichteten Stahlblechs b).

**[0026]** In Figuren 1a) und 2a) sind in schematischen Teilschnittansichten dressierte Stahlbleche (1) mit einer deterministischen Oberflächenstruktur (2) dargestellt. Die Stahlbleche (1), welche blech- oder bevorzugt bandförmig bereitgestellt werden, werden mit einem metallischen Überzug (1.2) beschichtet, wobei die Applikation des metallischen Überzugs (1.2) durch Gasphasenabscheidung in einer geeigneten Vorrichtung erfolgt. Das gezeigte Beispiel zeigt schematisch eine physikalische Gasphasenabscheidung (4), wobei entsprechendes Beschichtungsmaterial, wie zum Beispiel Zink, Aluminium und dergleichen in die Gasphase (4.1) überführt wird und sich in Form eines metallischen Überzugs (1.2) auf der Oberfläche (1.1) des Stahlblechs (1) abscheidet, insbesondere kondensiert. Der Unterschied zwischen den Ausführungen in Figur 1a) und Figur 2a) ist, dass das

Stahlblech (1) in der Ausführung in Figur 2a) mit einem Winkel ( $\alpha$ ) zwischen 20° und 85° zwischen Flankenbereich (2.3) und Senkrechten (O) des Stahlblechs (1) erfindungsgemäß eingestellt worden ist. Die Oberflächenstruktur (2) ist ausgehend von einer Oberfläche (1.1) des Stahlblechs (1) in das Stahlblech (1) eingeprägt, wobei die Oberflächenstruktur (2) einen Flankenbereich (2.3) aufweist, welcher ausgehend von der Oberfläche (1.1) bis zu einem Talbereich (2.2) verläuft. Abhängig von dem Abtragverfahren, mit welchem die entsprechende Dressierwalze (nicht dargestellt) zum Dressieren des Stahlblechs (1) bearbeitet worden ist, wird der Flankenbereich (2.3) und der Talbereich (2.2) durch den entsprechend korrespondierenden Bereich (positive Form) auf der nicht dargestellten Dressierwalze eingestellt. Der die Oberflächenstruktur (2) umlaufende und ausbildende Flankenbereich (2.3) definiert zusammen mit dem einstückig an den Flankenbereich (2.3) angeschlossenen bzw. angebundenen Talbereich (2.2) ein geschlossenes Volumen der in das Stahlblech (1) mittels Dressieren eingepägten Oberflächenstruktur (2).

**[0027]** Der Einfluss des Winkels ( $\alpha$ ) zwischen dem Flankenbereich (2.3) und der Senkrechten (O) des Stahlblechs (1) wurde in einer Untersuchung näher untersucht. In den Figur 1b) und 2b) sind jeweils schematische Teilschnittansichten anhand von FIB-Schnitten (Focused Ion Beam = Methode zur Probenpräparation zur Herstellung kleiner Lamellen/Querschnitte) unterschiedlicher Oberflächenstrukturen (2) auf einem dressierten und durch Gasphasenabscheidung beschichteten Stahlblech (1) gezeigt. In beiden Fällen kam eine deterministische Oberflächenstruktur (2) mit einer immer wiederkehrenden napfförmigen Einprägung zur Anwendung. Andere Ausführungsformen sind ebenfalls denkbar und anwendbar und nicht auf eine napfförmige Einprägung beschränkt. Die konventionell erzeugte deterministische Oberflächenstruktur wies einen Winkel ( $\alpha$ ) kleiner als 5°, hier ca. 2° auf, so dass sich zeigte, dass sich innerhalb des metallischen Überzugs (1.2) Beschichtungsfehler, aufweiche dicke Pfeile in Figur 1b) gerichtet sind, ausgebildet hatten, so dass durch das richtungsabhängige Abscheiden (4.1) nicht alle Bereiche gleichmäßig erfasst werden können und sich somit kein homogener metallischer Überzug (1.2) auf der Oberfläche (1.1) des Stahlblechs (1) abscheiden kann. Insbesondere können Beschichtungsfehler in den Bereichen oder Flanken in der Oberflächenstruktur (2) auftreten, die zur Transportrichtung (T) während der Abscheidung im ungünstigen Winkel zur Gasphasenabscheidung (4) liegen, vgl. Figur 1a). Die Untersuchung anhand der Figur 1b) zeigt, dass sich dressierbedingte Aufwerfungen und/oder steile Flankenbereiche (2.3) auf der Oberfläche (1.1) als ungünstig für das Beschichten durch Gasphasenabscheidung erweisen, dadurch beispielsweise Hohlräume zwischen Stahlblech (1) und Überzug (1.2) entstehen und sich damit nicht nur mechanische Fehlstellen im Überzug (1.2) ausbilden, sondern auch das Eindringen von Feuchtigkeit und Prozessmedien, wie zum Beispiel alkalische Reini-

ger beim Automobilhersteller, und damit Korrosion begünstigen. Somit kann auch nicht ausgeschlossen werden, dass derartige Hohlräume auch im Automobilbereich bei der Benetzung von Klebstoffen auf dressierten beschichteten Blechen auftreten und so potentielle Schwachstellen im Adhäsionsverbund darstellen können.

**[0028]** Anders stellt sich die Situation dar, wenn gezielt der Winkel ( $\alpha$ ) zwischen  $20^\circ$  und  $85^\circ$  ausgebildet ist. In der Untersuchung ist der Winkel ( $\alpha$ ) mit ca.  $50^\circ$  eingestellt worden und es ist gut zu erkennen, dass keine Beschichtungsfehler vorliegen und dadurch ein dressiertes Stahlblech (1) mit einem homogenen metallischen Überzug (1.2) durch Gasphasenabscheidung beschichtet werden kann, wobei ein im Wesentlichen flacher Übergang zwischen Talbereich (2.2) und dem die Talbereiche (2.2) umgebende Oberfläche (1.1) im Wesentlichen ohne Hinterschneidungen und sonstigen störenden Hindernissen eingestellt werden kann, vgl. Figur 2b). Insbesondere kann durch die gezielte Einstellung der deterministischen Oberflächenstruktur (2) ein richtungsunabhängiges Abscheiden begünstigt werden. Mit (1.3) ist ein weiterer metallischer Überzug symbolisch angegeben, welcher beispielsweise durch Schmelztauchbeschichten oder durch elektrolytisches Beschichten vor dem Beschichten durch Gasphasenabscheidung optional appliziert oder alternativ nach dem Beschichten durch Gasphasenabscheidung optional appliziert werden kann.

**[0029]** Die Merkmale sind, soweit technisch umsetzbar, alle miteinander kombinierbar und als miteinander kombinierbar offenbart.

## Patentansprüche

1. Mit einer deterministischen Oberflächenstruktur (2) dressiertes Stahlblech (1), wobei die Oberflächenstruktur (2) ausgehend von einer Oberfläche (1.1) des Stahlblechs (1) in das Stahlblech (1) eingeprägt ist, wobei die Oberflächenstruktur (2) einen Flankenbereich (2.3) aufweist, welcher ausgehend von der Oberfläche (1.1) bis zu einem Talbereich (2.2) verläuft, wobei der Flankenbereich (2.3) zur Senkrechten (O) des Stahlblechs (1) mit einem Winkel ( $\alpha$ ) ausgebildet ist, und das Stahlblech (1) mit einem metallischen Überzug (1.2) beschichtet ist, wobei der Überzug (1.2) durch eine Gasphasenabscheidung aufgebracht ist, **dadurch gekennzeichnet, dass** der Winkel ( $\alpha$ ) zwischen  $20^\circ$  und  $85^\circ$  ausgebildet ist.
2. Stahlblech nach Anspruch 1, wobei der Winkel ( $\alpha$ ) zwischen  $30^\circ$  und  $85^\circ$  ausgebildet ist.
3. Stahlblech nach Anspruch 1, wobei der Winkel ( $\alpha$ ) zwischen  $35^\circ$  und  $85^\circ$  ausgebildet ist.
4. Stahlblech nach einem der vorhergehenden Ansprüche, wobei das Stahlblech (1) mit einem weiteren

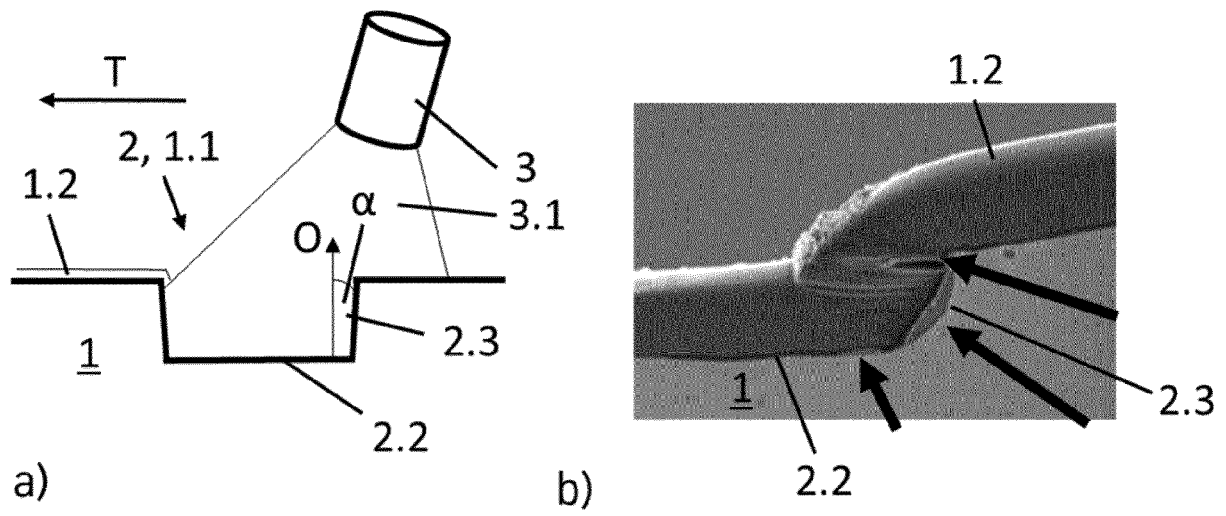
metallischen Überzug (1.3), welcher unterhalb dem metallischen Überzug (1.2) angeordnet ist, beschichtet ist und das Stahlblech (1) mindestens zwei metallische Überzüge (1.2, 1.3) umfasst, welche durch unterschiedliche Beschichtungsverfahren aufgebracht worden sind.

5. Verfahren zum Herstellen eines mit einer deterministischen Oberflächenstruktur (2) dressierten und mit einem metallischen Überzug (1.2) beschichteten Stahlblechs (1) umfassend folgende Schritte:

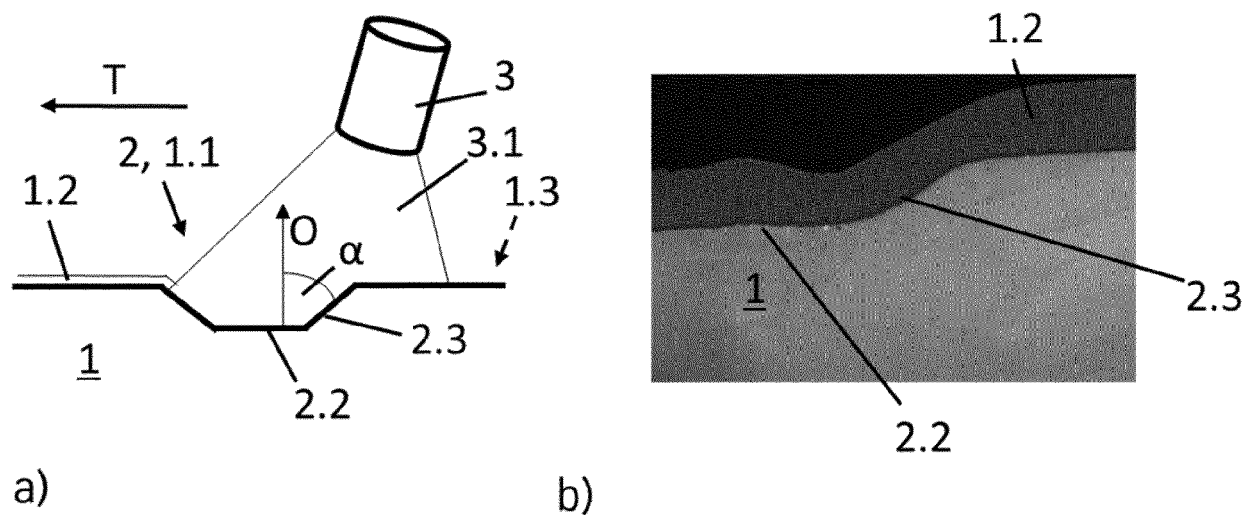
- Bereitstellen eines Stahlblechs (1),
- Dressieren des Stahlblechs (1) mit einer Dressierwalze, wobei die Oberfläche der Dressierwalze, welche auf die Oberfläche (1.1) des Stahlblechs (1.1) einwirkt, mit einer deterministischen Oberflächenstruktur derart eingerichtet ist, dass nach dem Dressieren die Oberflächenstruktur (2) ausgehend von einer Oberfläche (1.1) des Stahlblechs (1) in das Stahlblech (1) eingeprägt ist, wobei die Oberflächenstruktur (2) einen Flankenbereich (2.3) aufweist, welcher ausgehend von der Oberfläche (1.1) bis zu einem Talbereich (2.2) verläuft, wobei der Flankenbereich (2.3) zur Senkrechten (O) des Stahlblechs (1) mit einem Winkel ( $\alpha$ ) ausgebildet ist und
- anschließend Beschichten des dressierten Stahlblechs (1) mit einem metallischen Überzug (1.2) durch Gasphasenabscheidung,

**dadurch gekennzeichnet, dass** das Stahlblech (1) mit einem Winkel ( $\alpha$ ) zwischen  $20^\circ$  und  $85^\circ$  zwischen Flankenbereich (2.3) und Senkrechten (O) des Stahlblechs (1) dressiert wird.

6. Verfahren nach Anspruch 5, wobei das Stahlblech (1) mit einem weiteren metallischen Überzug (1.3) bereitgestellt, wobei der weitere metallische Überzug (1.3) durch ein Schmelztauchbeschichten aufgebracht wird, und das bereitgestellte Stahlblech (1) anschließend dressiert wird.
7. Verfahren nach Anspruch 5, wobei das Stahlblech (1) nach dem Dressieren mit einem weiteren metallischen Überzug (1.3) beschichtet wird, wobei der weitere metallische Überzug (1.3) durch elektrolytisches Beschichten aufgebracht wird, und anschließend der metallische Überzug (1.2) durch Gasphasenabscheidung beschichtet wird.
8. Verfahren nach Anspruch 5, wobei das Stahlblech (1) mit einem weiteren metallischen Überzug (1.3) beschichtet wird, wobei der weitere metallische Überzug (1.3) nach dem durch Gasphasenabscheidung applizierten metallischen Überzug (1.2) beschichtet wird.



Figur 1 (Stand der Technik)



Figur 2



## EUROPÄISCHER RECHERCHENBERICHT

 Nummer der Anmeldung  
 EP 21 17 8807

5

10

15

20

25

30

35

40

45

50

55

1

EPO FORM 1503 03.82 (P04C03)

EINSCHLÄGIGE DOKUMENTE			
Kategorie	Kennzeichnung des Dokuments mit Angabe, soweit erforderlich, der maßgeblichen Teile	Betrifft Anspruch	KLASSIFIKATION DER ANMELDUNG (IPC)
X,D	DE 10 2012 112109 A1 (THYSSENKRUPP STEEL EUROPE AG [DE]) 26. Juni 2014 (2014-06-26) * Absatz [0015] - Absatz [0024]; Ansprüche 1-12; Abbildungen 1-3 *	1-8	INV. B21B1/22
A	WO 2019/175370 A1 (TATA STEEL NEDERLAND TECH BV [NL]) 19. September 2019 (2019-09-19) * Seite 8, Zeile 27 - Zeile 32; Ansprüche 1,8; Abbildungen 5-6 *	1-8	
A	WO 2017/001283 A2 (ANDRITZ AG MASCHF [AT]) 5. Januar 2017 (2017-01-05) * Ansprüche 1-9; Abbildung 1 *	1-8	
			RECHERCHIERTE SACHGEBIETE (IPC)
			B21B C23C B21H
Der vorliegende Recherchenbericht wurde für alle Patentansprüche erstellt			
Recherchenort <b>München</b>		Abschlußdatum der Recherche <b>4. November 2021</b>	Prüfer <b>Forciniti, Marco</b>
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	



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

EP 21 17 8807

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.

04-11-2021

10	Im Recherchenbericht angeführtes Patentdokument	Datum der Veröffentlichung	Mitglied(er) der Patentfamilie	Datum der Veröffentlichung
15	DE 102012112109 A1	26-06-2014	CN 104995325 A	21-10-2015
			DE 102012112109 A1	26-06-2014
			EP 2931932 A1	21-10-2015
			US 2015314567 A1	05-11-2015
			WO 2014090561 A1	19-06-2014
20	WO 2019175370 A1	19-09-2019	CN 111868289 A	30-10-2020
			EP 3765649 A1	20-01-2021
			KR 20200133213 A	26-11-2020
			US 2020406322 A1	31-12-2020
			WO 2019175370 A1	19-09-2019
25	WO 2017001283 A2	05-01-2017	AT 516956 A4	15-10-2016
			CN 107709626 A	16-02-2018
			WO 2017001283 A2	05-01-2017
30				
35				
40				
45				
50				
55				

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**

- EP 2892663 B1 [0002] [0010] [0011] [0022]
- DE 102019214133 A1 [0002]
- DE 102019214135 A1 [0002]
- DE 102019214136 A1 [0002]
- DE 102019215580 A1 [0002]
- DE 102012112109 A1 [0002]