(19) Deutsches Patent- und Markenamt

(10) **DE 10 2019 214 136 A1** 2021.03.18

(12) # Offenlegungsschrift

(21) Aktenzeichen: **10 2019 214 136.6**
(22) Anmeldetag: **17.09.2019**
(43) Offenlegungstag: **18.03.2021**

(51) Int Cl.: ***B21B 1/36*** (2006.01)
C23C 2/06 (2006.01)

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

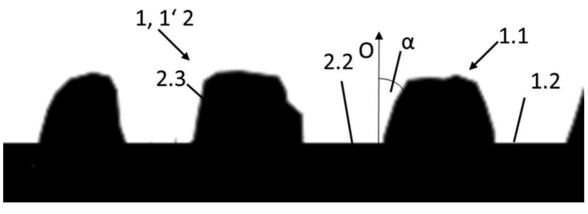
(72) Erfinder:
Vogt, Oliver, Dr., 44319 Dortmund, DE; Junge, Fabian, Dr., 40239 Düsseldorf, DE; Cetinkaya, Burak William, 44139 Dortmund, DE

Prüfungsantrag gemäß § 44 PatG ist gestellt.

Die folgenden Angaben sind den vom Anmelder eingereichten Unterlagen entnommen.

(54) Bezeichnung: **Stahlblech mit einer deterministischen Oberflächenstruktur**

(57) Zusammenfassung: Die Erfindung betrifft ein mit einer deterministischen Oberflächenstruktur (2) dressiertes Stahlblech (1, 1') sowie ein Verfahren zu seiner Herstellung.



Beschreibung

[0001] Die Erfindung betrifft ein mit einer deterministischen Oberflächenstruktur dressiertes Stahlblech. Des Weiteren betrifft die Erfindung ein Verfahren zum Herstellen eines mit einer deterministischen Oberflächenstruktur dressierten Stahlblechs.

[0002] Aus dem Stand der Technik sind gattungsgemäße mit einer deterministischen Oberflächenstruktur dressierte Stahlbleche bekannt, s. zum Beispiel Patentschrift EP 2 892 663 B1.

[0003] Hinsichtlich des bekannten Standes der Technik besteht Optimierungsbedarf, insbesondere mit Blick auf eine Reduzierung des Bedarfs an Prozessmedien und/oder Prozessmedien bedarfsgerecht zur Verfügung zu stellen.

[0004] Die Aufgabe ist daher, ein mit einer deterministischen Oberflächenstruktur dressiertes Stahlblech zur Verfügung zu stellen, welches im Vergleich zum Stand der Technik gleichwertige bzw. bessere Eigenschaften bereitstellt.

[0005] Die Aufgabe wird mit den Merkmalen des Anspruches 1 gelöst.

[0006] Die Bereitstellung einer definierten Oberflächenstruktur auf einem dressierten Stahlblech ist wesentlich für weitere Prozesse insbesondere in der weiterverarbeitenden Industrie zur Herstellung von Bauteilen für Automobile. Im Zuge der Bauteilherstellung, insbesondere in Umformprozessen ist es vorteilhaft, wenn verwendete Prozessmedien, wie zum Beispiel Öl und/oder Schmierstoffe, homogen und in notwendiger Auflage an umformprozessrelevanten Stellen vorhanden sind. Diese umformprozessrelevanten Stellen sind in der Regel die Kontaktflächen von Stahlblech und formgebenden Werkzeugen - demnach nicht die Einprägungen in den Stahlblechen, in denen sich die Prozessmedien bevorzugt sammeln, sondern die Oberfläche in Form der Fläche der Erhebungen auf den Stahlblechen. Die Erfinder haben festgestellt, dass bei einem mit einer deterministischen Oberflächenstruktur dressierten Stahlblech im Vergleich zum Stand der Technik gleichwertige bzw. bessere Eigenschaften bereitgestellt werden können, 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 erfindungsgemäß zumindest der Flankenbereich eine Rauheit Ra größer 20 nm aufweist, um den Bedarf an Prozessmedium zu minimieren und/oder das Prozessmedium näher an bzw. angrenzend an umformprozessrelevanten Stellen zu bevorraten. Durch eine definierte Einstellung der Rauheit Ra (arithmetischer Mittenrauwert), wobei die Methode zur Bestimmung des Ra-Wertes in der DIN ISO EN 4287 angegeben ist, zumindest im Flankenbereich der Oberflächenstruktur mit einer Rauheit Ra größer 20 nm, insbesondere größer 50 nm, vorzugsweise größer 100 nm, bevorzugt größer 150 nm, weiter bevorzugt größer 200 nm, kann insbesondere gezielt Einfluss auf die lokale Prozessmediumverteilung genommen werden, wobei insbesondere durch die erfindungsgemäße Ausprägung der deterministischen Oberflächenstruktur ein Stahlblech mit einer bewussten Modellierung des Flankenbereichs zu besseren prozessrelevanten Eigenschaften der Stahlblechoberfläche führt, um das Prozessmedium zielgerichtet näher an die umformprozessrelevanten Stellen zu bringen. Durch die gezielt eingestellte Rauheit Ra kann eine entsprechende Reaktionsfläche respektive Grenzschicht zur Verfügung gestellt werden. Die Rauheit Ra im Flankenbereich kann bei Bedarf auf maximal 800 nm, insbesondere auf maximal 700 nm, vorzugsweise auf maximal 600 nm, bevorzugt auf maximal 500 nm, besonders bevorzugt auf maximal 400 nm beschränkt sein, da die Oberfläche des Stahlblechs insbesondere in einem der nachfolgenden formgebenden Schritte, wie zum Beispiel beim Tiefziehen, Ausstrecken oder Biegen, großen Formänderungen, insbesondere an der Außenfaser des Stahlblechs unterliegt. An dieser Stelle kann es insbesondere im Zusammenspiel mit beispielsweise stark ausgeprägten Texturen der deterministischen Oberflächenstruktur, aufgrund der Kerbwirkung zu Spannungskonzentrationen und somit, falls ein Überzug vorliegt, zu einem Versagen des Überzugs kommen.

[0007] 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.

[0008] Unter Stahlblech ist allgemein ein Stahlflachprodukt zu verstehen, welches in Blechform bzw. in Platinenform oder in Bandform bereitgestellt werden kann.

[0009] 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.

[0010] 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 1° und 89° ausgebildet ist. Der Winkel kann insbesondere zwischen 50° und 87°, vorzugsweise zwischen 60° und 85°, besonders bevorzugt zwischen 65° und 82° 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 eingeprägte Oberflächenstruktur. Das geschlossene Volumen, das sogenannte Leervolumen, kann für die spätere Verarbeitung mittels Umformverfahren auf ein zu applizierendes Prozessmedium, insbesondere Öl, abgestimmt sein.

[0011] 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-Texturierverfahren 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 formgebenden Werkzeug 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 eine definierte Rauheit Ra 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 rauere Flächen und beliebige Steigungen (Winkel) des Flankenbereichs eingestellt werden.

[0012] Die gezielte Einstellung der Rauheit im Flankenbereich und optional die definierte Einstellung des Winkels des Flankenbereichs kann nicht nur für Umformprozesse von Nutzen sein. Insbesondere die gezielte Variation des Winkels gekoppelt mit der Einstellung der Rauheit im Flankenbereich ermöglichen mehr Freiheitsgrade bei der Funktionalisierung der Stahlblechoberfläche.

[0013] So kann durch die gezielte Einstellung der Rauheit Ra im Flankenbereich eine definierte und/oder große Reaktionsfläche beispielsweise für eine chemische (Nach-)Behandlung, insbesondere in Form einer Reinigung und/oder einer Phosphatierung zwischen dressiertem Stahlblech und Prozessmedium bereitgestellt werden. Vorzugsweise stellt die gezielt eingestellte Rauheit Ra des Flankenbereichs bei der Reinigung eine Oberflächenbeschaffenheit bereit, sodass beispielsweise störende Auflagen auf der Grenzschicht, insbesondere Oxidbelegungen, relativ einfach zumindest teilweise und/oder bereichsweise entfernt werden können, insbesondere ohne die Rauheit der Oberflächenstruktur im Flankenbereich negativ zu beeinflussen.

[0014] Beispielsweise kann auch die Klebeignung des erfindungsgemäßen Stahlblechs im Wesentlichen durch die gezielt eingestellte Rauheit im Flankenbereich eine optimale und/oder große Grenzfläche zur Verfügung stellen, um dem Klebstoff eine entsprechende Reaktionsfläche anzubieten.

[0015] Gemäß einer Ausgestaltung des erfindungsgemäßen Stahlblechs ist das Stahlblech mit einem metallischen Überzug beschichtet, insbesondere mit einem zinkbasierten Überzug, welcher durch Schmelztauchbe-

schichten aufgebracht ist. Vorzugsweise kann der 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 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 Überzugs zwischen 1 und 15 µm, insbesondere zwischen 2 und 12 µm, vorzugsweise zwischen 3 und 10 µm betragen. Unterhalb der Mindestgrenze kann kein ausreichender kathodischer Korrosionsschutz gewährleistet werden und oberhalb der Höchstgrenze können Fügeprobleme beim Verbinden des erfindungsgemäßen Stahlblechs respektive eines daraus gefertigten Bauteils mit einem anderen Bauteil auftreten, insbesondere kann bei Überschreiten der Dicke des Überzugs angegebenen Höchstgrenze kein stabiler Prozess beim thermischen Fügen bzw. Schweißen sichergestellt werden. Beim Schmelztauchbeschichten werden zunächst die Stahlbleche mit einem entsprechenden Überzug beschichtet und anschließend dem Dressieren zugeführt. Das Dressieren erfolgt nach dem Schmelztauchbeschichten des Stahlblechs.

[0016] Gemäß einer alternativen Ausgestaltung des erfindungsgemäßen Stahlblechs ist das Stahlblech mit einem metallischen Überzug, insbesondere einem zinkbasierten Überzug beschichtet, welcher durch elektrolytisches Beschichten aufgebracht ist. Dabei kann eine Dicke des Überzugs zwischen 1 und 10 µm, insbesondere zwischen 1,5 und 8 µm, vorzugsweise zwischen 2 und 5 µm betragen. Im Vergleich zum Schmelztauchbeschichten kann das Stahlblech zunächst dressiert und anschließend elektrolytisch beschichtet werden. Je nach Dicke des Überzugs kann die Rauheit im Flankenbereich im Wesentlichen auch nach dem elektrolytischen Beschichten beibehalten werden. Alternativ ist auch zunächst ein elektrolytisches Beschichten mit anschließendem Dressieren denkbar.

[0017] Denkbar ist auch, dass kein Überzug, beispielsweise kein metallischer Überzug, vorgesehen ist. Denkbar ist es auch, dass das Stahlblech mit einem nichtmetallischen Überzug beispielsweise in einer Bandbeschichtungsanlage beschichtet wird/ist, wobei das Stahlblech vor oder nach der Beschichtung mit einem nichtmetallischen Überzug dressiert wird.

[0018] Gemäß einer Ausgestaltung des erfindungsgemäßen Stahlblechs ist das insbesondere beschichtete Stahlblech zusätzlich mit einem Prozessmedium, insbesondere mit einem Öl versehen, wobei insbesondere das Prozessmedium mit einer Auflage bis zu 2 g/m^2 in der Oberflächenstruktur aufgenommen ist. Aufgrund der Dimensionierung der Oberflächenstruktur besteht nur wenig Bedarf an Prozessmedien, sodass die Auflage bis zu 2 g/m^2, insbesondere bis zu 1,5 g/m^2, vorzugsweise bis zu 1 g/m^2, bevorzugt bis zu 0,6 g/m^2, weiter bevorzugt bis zu 0,4 g/m^2 begrenzt ist. Insbesondere durch die Rauheit und in Verbindung mit der entsprechenden Reaktionsfläche im Flankenbereich lagert sich das Prozessmedium nach dem Aufbringen im Wesentlichen im Flankenbereich und optional am Übergang zwischen Flankenbereich und Talbereich der Oberflächenstruktur ab und steht für weitere Prozesse, wie zum Beispiel für formgebende Prozesse, vorzugsweise für Tiefziehprozesse, näher an bzw. angrenzend an umformprozessrelevanten Stellen bereit, um die Schmierung zu verbessern und die Reibung und somit den Verschleiß der formgebenden Mittel, wie zum Beispiel Formgebungsvorrichtungen, vorzugsweise (Tiefzieh-) Pressen, zu reduzieren. Insbesondere kann eine Anlagerung des Prozessmediums an tribologisch ungünstigen Bereichen, die nicht zur Prozessmediumzufuhr in die eigentliche Kontakt- bzw. Reibzone beitragen, wirksam unterdrückt werden. Somit hat das erfindungsgemäße Stahlblech mit geringem Prozessmediumbedarf sehr gute tribologische Eigenschaften und ist im Vergleich zu dem aus dem Stand der Technik bekannten, insbesondere beölten Stahlblechen umweltschonender insbesondere durch geringeren Ressourceneinsatz.

[0019] Gemäß einem zweiten Aspekt betrifft die Erfindung ein Verfahren zum Herstellen eines mit einer deterministischen Oberflächenstruktur dressierten 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 ein-

gerichtet 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 und wobei zumindest der Flankenbereich eine Rauheit Ra größer 20 nm aufweist.

[0020] 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, welches zumindest im Flankenbereich eine Rauheit Ra größer 20 nm aufweist.

[0021] Um Wiederholungen zu vermeiden, wird jeweils auf die Ausführungen zu dem erfindungsgemäßen mit einer deterministischen Oberflächenstruktur dressierten Stahlblech verwiesen.

[0022] Gemäß einer Ausgestaltung des erfindungsgemäßen Verfahrens wird vor dem Bereitstellen des Stahlblechs das Stahlblech durch Schmelztauchbeschichten beschichtet. Vorzugsweise kann die Schmelze zum Schmelztauchbeschichten 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.-% enthalten.

[0023] Gemäß einer alternativen Ausgestaltung des erfindungsgemäßen Verfahrens wird nach dem Dressieren des Stahlblechs das dressierte Stahlblech durch elektrolytisches Beschichten beschichtet.

[0024] Gemäß einer Ausgestaltung des erfindungsgemäßen Verfahrens wird das Stahlblech nach dem Dressieren zusätzlich mit Prozessmedium, vorzugsweise mit Öl, versehen, wobei das Prozessmedium mit einer Auflage bis zu 2 g/m^2, weiter bevorzugt mit einer Auflage bis zu 0,4 g/m^2 aufgebracht wird.

[0025] 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.

[0026] Die Zeichnung zeigt in

Fig. 1) eine schematische Teilschnittansicht eines erfindungsgemäßen Ausführungsbeispiels eines mit einer deterministischen Oberflächenstruktur dressierten Stahlblechs,

Fig. 2a), **Fig. 2b)** und **Fig. 2c**) jeweils schematische Teilschnittansichten unterschiedlicher Oberflächenstrukturen auf einem dressierten Stahlblech gemäß dem Stand der Technik in **Fig. 2a)** und **Fig. 2b)** sowie eine erfindungsgemäße Oberflächenstruktur auf einem dressierten Stahlblech in **Fig. 2c**) und

Fig. 3a) und **Fig. 3b)** jeweils in einer REM-Aufnahme ein Teil eines beschichteten, mit einer deterministischen Oberflächenstruktur dressierten Stahlblechs nach dem Stand der Technik (**Fig. 3a)**) und gemäß eines erfindungsgemäßen Ausführungsbeispiels (**Fig. 3b)**).

[0027] In **Fig. 1**) ist eine schematische Teilschnittansicht eines erfindungsgemäßen Ausführungsbeispiels eines mit einer deterministischen Oberflächenstruktur (**2**) dressierten Stahlblechs (**1**, **1'**) dargestellt. Das Stahlblech (**1**, **1'**) kann ein unbeschichtetes Stahlblech (**1**) sein, also keinen insbesondere metallischen Überzug bzw. nichtmetallischen Überzug aufweisen, oder ein mit einem metallischen Überzug (**1.2**) beschichtetes Stahlblech (**1'**). Die Oberflächenstruktur (**2**) ist ausgehend von einer Oberfläche (**1.1**) des Stahlblechs (**1**) in das Stahlblech (**1**, **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. Zumindest der Flankenbereich (**2.2**) weist eine Rauheit Ra größer 20 nm auf. Abhängig von dem Abtragverfahren, mit welchem die entsprechende Dressierwalze (nicht dargestellt) zum Dressieren des Stahlblechs (**1**, **1'**) bearbeitet worden ist, wird der Flankenbereich (**2.3**) und der Talbereich (**2.2**) durch den entsprechend korrespondierenden Bereich (po-

sitive Form) auf der nicht dargestellten Dressierwalze eingestellt. Des Weiteren ist in **Fig. 1**) gut zu erkennen, dass die Oberflächenstruktur (**2**) einen Flankenbereich (**2.3**) aufweist, welcher ausgehend von der Oberfläche (**1.1**) bis zu einem Talbereich (**2.2**) verläuft und zur Senkrechten (0) des Stahlblechs (**1**, **1'**) mit einem Winkel (α) zwischen 1° und 89° ausgebildet ist. 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**, **1'**) mittels Dressieren eingeprägten Oberflächenstruktur (**2**).

[0028] In den **Fig. 2a)**, **Fig. 2b)** und **Fig. 2c**) sind jeweils schematische Teilschnittansichten unterschiedlicher Oberflächenstrukturen auf einem dressierten Stahlblech gezeigt.

[0029] **Fig. 2a)** zeigt eine schematische Teilschnittansicht eines insbesondere beschichteten, mit einer stochastischen Oberflächenstruktur dressierten Stahlblechs, wobei die Oberflächenstruktur mittels einer EDT-strukturierten Dressierwalze (nicht dargestellt) dressiert worden ist. Die Oberflächenstruktur ist im Wesentlichen vollständig gefüllt bzw. bedeckt mit einem Prozessmedium (M), beispielsweise Öl. Der Bedarf an Prozessmedien (M) ist im Vergleich zu den beiden anderen Ausführungen (**Fig. 2b)** und **Fig. 2c**)) höher, da die Oberflächenstruktur bei EDT nicht als geschlossene Struktur sondern als offene Struktur ausgeführt ist.

[0030] **Fig. 2b)** zeigt eine schematische Teilschnittansicht eines insbesondere beschichteten, mit einer deterministischen Oberflächenstruktur dressierten Stahlblechs, wobei die Oberflächenstruktur mittels einer Laser-strukturierten Dressierwalze (nicht dargestellt), vgl. EP 2 892 663 B1, dressiert worden ist. Im Vergleich zu **Fig. 2a)** kann weniger Prozessmedien (M) verwendet werden, da die Oberflächenstruktur geschlossen ist.

[0031] Die erfindungsgemäße Ausgestaltung eines insbesondere beschichteten, mit einer deterministischen Oberflächenstruktur (**2**) dressierten Stahlblechs (**1**, **1'**) ist schematisch in **Fig. 2c**) in einer Teilschnittansicht dargestellt, wobei die Oberflächenstruktur (**2**) mittels einer Laser-strukturierten Dressierwalze (nicht dargestellt), vgl. auch EP 2 892 663 B1, dressiert worden ist, jedoch mit dem Unterschied, dass die Rauheit in der positiven Form an der Oberfläche der Dressierwalze in dem auf das Stahlblech (**1**, **1'**) einwirkenden und zu erzeugenden Flankenbereich (**2.3**) definiert eingestellt worden ist, sodass sich am dressierten Stahlblech (**1**, **1'**) eine deterministische Oberflächenstruktur (**2**) im Flankenbereich (**2.3**) mit einer Rauheit Ra größer 20 nm, insbesondere größer 50 nm, vorzugsweise größer 100 nm, bevorzugt größer 150 nm, weiter bevorzugt größer 200 nm einstellt. Dadurch können der Bedarf an Prozessmedien (M) im Vergleich zu den anderen Ausführungen (**Fig. 2a)** und **Fig. 2b)**) weiter minimiert und näher an bzw. angrenzend an umformprozessrelevanten Stellen (**1.1**) bevorratet werden.

[0032] Eine deterministische Oberflächenstruktur ist am Beispiel einer immer wiederkehrenden I-förmigen Einprägung untersucht worden. Andere Ausführungsformen sind ebenfalls denkbar und anwendbar und nicht auf eine I-förmige Einprägung beschränkt. In **Fig. 3a)** ist eine REM-Aufnahme einer mit einem zinkbasierten Überzug versehenen Blechtopografie dargestellt, wobei die Oberflächenstruktur mittels einer Dressierwalze (nicht dargestellt) eingeprägt wurde, wobei die Oberfläche der Dressierwalze mittels Laser strukturiert worden ist, vgl. EP 2 892 663 B1. In **Fig. 3b)** ist eine REM-Aufnahme der Topografie bzw. deterministischen Oberflächenstruktur (**2**) eines mit einem zinkbasierten Überzug (**1.2**) dressierten Stahlblechs (**1'**) dargestellt, wobei die Oberflächenstruktur (**2**) mittels einer Dressierwalze (nicht dargestellt) eingeprägt wurde, wobei die Oberfläche der Dressierwalze mittels Laser strukturiert worden ist, vgl. EP 2 892 663 B1, jedoch mit dem Unterschied, dass die Rauheit Ra in der positiven Form an der Oberfläche der Dressierwalze in dem auf das beschichtete Stahlblech (**1'**) einwirkenden und zu erzeugenden Flankenbereich (**2.3**) definiert eingestellt worden ist. Gut zu erkennen, sind die unterschiedlich ausgebildeten Flankenbereiche der jeweiligen I-Struktur.

[0033] Am Beispiel der Ausführung gemäß **Fig. 3b)** wurden zwei unbeschichtete und zwei schmelztauchbeschichtete Stahlbleche (**1**, **1'**) mit einer deterministischen Oberflächenstruktur dressiert. Untersucht wurden die Flankenbereiche der Blechtopografie mittels einer Rasterkraftmikroskopie (AFM). Der Scanbereich der Rasterkraftmikroskopie wies eine Fläche von 90 × 90 μm^2 auf, wobei die Rauheit Ra im Flankenbereich auf einer Fläche von 20 × 2 μm^2 innerhalb des Scanbereichs ermittelt worden ist. Für die beiden unbeschichteten, dressierten Stahlbleche (**1**) wurde jeweils der Wert Ra=45,99 nm und Ra=51,48 nm und für die beiden beschichteten, dressierten Stahlbelche (**1'**) jeweils der Wert Ra=131,07 nm und Ra= 205,40 nm bestimmt.

[0034] Für weitere Untersuchungen wurden vier beschichtete, dressierte Stahlbleche (VI bis V4) herangezogen. Die Art der Beschichtung wurde für alle Stahlbleche gleich gewählt, ein zinkbasierter Überzug (Zink und unvermeidbare Verunreinigungen), welcher im Feuerbeschichtungsprozess aufgebracht wurde und eine Dicke von ca. 7 µm einnahm. V1 und V2 entsprechen erfindungsgemäßen Stahlblechen (**1'**) und V3 und V4 bilden

Referenzbleche. Der Unterschied von V3 und V4 zu V1 und V2 besteht darin, dass V3 und V4 mit einer Dressierwalze mit einer deterministischen Oberflächenstruktur und einem undefinierten Flankenbereich dressiert wurden, vgl. Ausführung **Fig. 3a)**. In Tabelle 1 ist eine Gegenüberstellung der erfindungsgemäßen Stahlbleche (**1'**) und Referenzbleche angegeben.

Tabelle 1

Stahlbleche	Ra [nm] Flankenbereich	Öl [g/m^2]	Napfziehversuch	Klebtest
V1	131,07	< 0,8	++	++
V2	205,40	< 0,8	+++	+
V3	< 20	1,0	+	0
V4	< 20	1,3	+	0

[0035] Die Bestimmung der Rauheit Ra (arithmetischer Mittenrauwert) wurde anhand der in der DIN EN ISO 4287 angegebenen Methode bestimmt und bezieht sich bei den Zahlenwerten in der Tabelle auf eine Fläche von 20 × 2 µm^2, welche lediglich den Flankenbereich erfasst hat. Die Rauheit Ra bei den Stahlblechen V3 und V4 war in dem Flankenbereich sehr klein. Die Angaben in Tabelle 1 in Bezug auf einen Streifenziehversuch, der Napfziehversuch nach DIN EN 1669, welcher bei allen vier Stahlblechen V1 bis V4 unter gleichen Bedingungen durchgeführt wurde, zeigen im Wesentlichen ein positives Ergebnis. Bewertet wurde nach folgenden Kriterien:

+++ bedeutet, dass keine Ausdünnung erkennbar ist,

++ bedeutet, dass sowohl der im Streifenziehversuch ermittelte Reibwert als auch die Ausdünnung am Auslauf der Stempelkante am geformten Stahlblech geringer ist (geringe Ausdünnung unter 5% der Ausgangsstahlblechdicke),

+ bedeutet, dass die minimale Ausdünnung am umgeformten Stahlblech über 5% aber unter 10% der Ausgangsstahlblechdicke liegt.

[0036] Die Angaben in Tabelle 1 in Bezug auf die Zugscherprüfung in Anlehnung an die DIN EN 1465, welche bei allen vier Stahlblechen V1 bis V4 unter gleichen Bedingungen durchgeführt wurde, zeigen unterschiedliche Ergebnisse mit Blick auf die Klebeignung. Die Bewertung des Bruchverhaltens erfolgt in Anlehnung gemäß DIN EN ISO 10365, wobei die unten angegebenen Zahlenwerte anhand von Erfahrungswerten bestimmt wurden. Bewertet wurde nach folgenden Kriterien:

++ bedeutet, dass der Anteil der kohäsiven Bruchfläche, welche im Rahmen der Zugscherprüfung als Bruchfläche im Klebstoff vorlag, mindestens 85% betrug,

+ bedeutet, dass der Anteil der kohäsiven Bruchfläche, welche im Rahmen der Zugscherprüfung als Bruchfläche im Klebstoff vorlag, zwischen 60% und kleiner 85% betrug,

0 bedeutet, dass der Anteil der kohäsiven Bruchfläche, welche im Rahmen der Zugscherprüfung als Bruchfläche im Klebstoff vorlag, zwischen 40% und kleiner 60% betrug.

[0037] Zudem konnte gleichzeitig die Prozessmediumauflage (M) am erfindungsgemäß beschichteten, mit einer deterministischen Oberflächenstruktur dressierten Stahlblech V1 und V2 auf unterhalb von 1 g/m^2 reduziert werden, wobei die Menge ausreichend war, um ein entsprechend gutes Ergebnis zu erzielen.

ZITATE ENTHALTEN IN DER BESCHREIBUNG

Diese Liste der vom Anmelder aufgeführten Dokumente wurde automatisiert erzeugt und ist ausschließlich zur besseren Information des Lesers aufgenommen. Die Liste ist nicht Bestandteil der deutschen Patent- bzw. Gebrauchsmusteranmeldung. Das DPMA übernimmt keinerlei Haftung für etwaige Fehler oder Auslassungen.

Zitierte Patentliteratur

- EP 2892663 B1 [0002, 0007, 0020, 0030, 0031, 0032]

Zitierte Nicht-Patentliteratur

- DIN EN ISO 4287 [0035]
- DIN EN 1669 [0035]
- DIN EN 1465 [0036]
- DIN EN ISO 10365 [0036]

Patentansprüche

1. Mit einer deterministischen Oberflächenstruktur (2) dressiertes Stahlblech (1, 1'), wobei die Oberflächenstruktur (2) ausgehend von einer Oberfläche (1.1) des Stahlblechs (1, 1') in das Stahlblech (1, 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, **dadurch gekennzeichnet**, dass zumindest der Flankenbereich (2.3) eine Rauheit Ra größer 20 nm aufweist.

2. Stahlblech nach Anspruch 1, wobei der Flankenbereich (2.3) zur Senkrechten (0) des Stahlblechs (1, 1') mit einem Winkel (α) zwischen 1° und 89° ausgebildet ist.

3. Stahlblech nach einem der vorhergehenden Ansprüche, wobei das Stahlblech (1') einen metallischen Überzug (1.2) aufweist.

4. Stahlblech nach Anspruch 3, wobei das Stahlblech (1') mit einem zinkbasierten Überzug beschichtet ist, welcher durch Schmelztauchbeschichten aufgebracht ist, wobei vorzugsweise der Überzug (1.2) 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 Überzug (1.2) enthalten kann.

5. Stahlblech nach Anspruch 3, wobei das Stahlblech (1') mit einem zinkbasierten Überzug (1.2) beschichtet ist, welcher durch elektrolytisches Beschichten aufgebracht ist.

6. Stahlblech nach einem der vorhergehenden Ansprüche, wobei das Stahlblech (1, 1') zusätzlich mit einem Prozessmedium (M) versehen ist, wobei insbesondere das Prozessmedium (M) mit einer Auflage bis zu 2 g/m^2 in der Oberflächenstruktur (2) aufgenommen ist.

7. Verfahren zum Herstellen eines mit einer deterministischen Oberflächenstruktur (2) dressierten Stahlblechs (1, 1') 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 (2) ausgehend von einer Oberfläche (1.1) des Stahlblechs (1, 1') in das Stahlblech (1, 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 und wobei zumindest der Flankenbereich (2.3) eine Rauheit Ra größer 20 nm aufweist.

8. Verfahren nach Anspruch 7, wobei vor dem Bereitstellen des Stahlblechs das Stahlblech durch Schmelztauchbeschichten beschichtet wird.

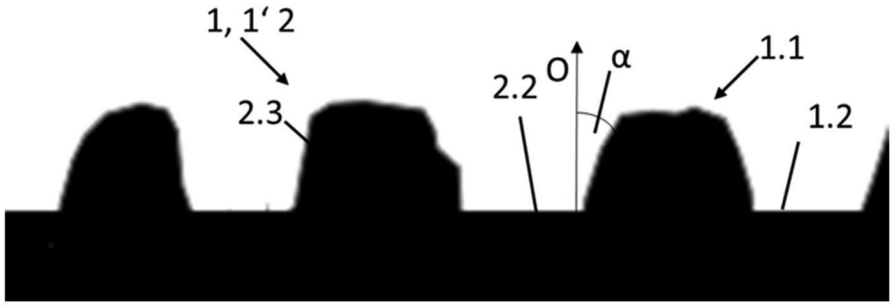
9. Verfahren nach Anspruch 8, wobei die Schmelze zum Schmelztauchbeschichten neben Zink und unvermeidbaren Verunreinigungen zusätzliche Elemente wie Aluminium mit einem Gehalt von bis zu 5 Gew.-% und/oder Magnesium mit einem Gehalt von bis zu 5 Gew.-% enthalten kann.

10. Verfahren nach Anspruch 7, wobei nach dem Dressieren des Stahlblechs das dressierte Stahlblech durch elektrolytisches Beschichten beschichtet wird.

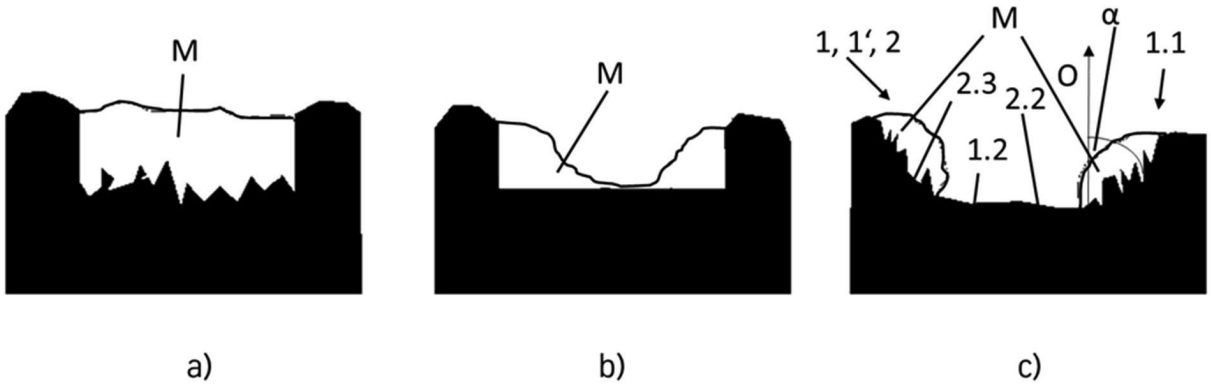
11. Verfahren nach einem der Ansprüche 7 bis 10, wobei das Stahlblech (1, 1') zusätzlich mit einem Prozessmedium (M) versehen wird, wobei das Prozessmedium (M) mit einer Auflage bis zu 2 g/m^2 aufgebracht wird.

Es folgt eine Seite Zeichnungen

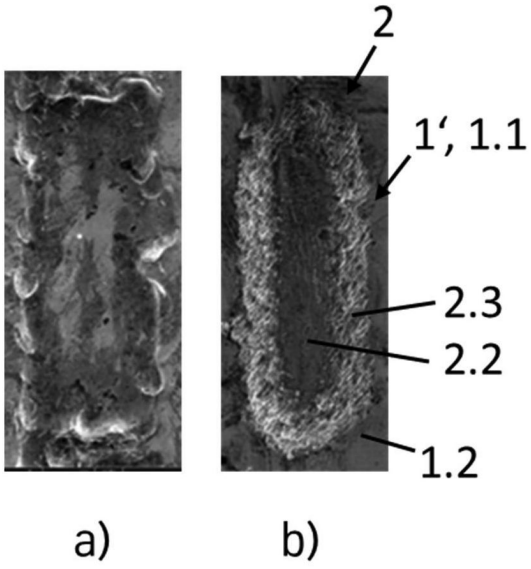
Anhängende Zeichnungen



Figur 1



Figur 2



Figur 3

 Das Dokument wurde durch die Firma Jouve erstellt.