



(10) **DE 10 2016 103 539 B4** 2018.09.20

(12) **Patentschrift**

(21) Aktenzeichen: **10 2016 103 539.4**
(22) Anmeldetag: **29.02.2016**
(43) Offenlegungstag: **31.08.2017**
(45) Veröffentlichungstag
der Patenterteilung: **20.09.2018**

(51) Int Cl.: **B21B 1/22 (2006.01)**
B21H 8/00 (2006.01)
F16S 1/00 (2006.01)

Innerhalb von neun Monaten nach Veröffentlichung der Patenterteilung kann nach § 59 Patentgesetz gegen das Patent Einspruch erhoben werden. Der Einspruch ist schriftlich zu erklären und zu begründen. Innerhalb der Einspruchsfrist ist eine Einspruchsgebühr in Höhe von 200 Euro zu entrichten (§ 6 Patentkostengesetz in Verbindung mit der Anlage zu § 2 Abs. 1 Patentkostengesetz).

(73) Patentinhaber:
thyssenkrupp AG, 45143 Essen, DE;
ThyssenKrupp Steel Europe AG, 47166 Duisburg,
DE

(74) Vertreter:
COHAUSZ & FLORACK Patent- und
Rechtsanwälte Partnerschaftsgesellschaft mbB,
40211 Düsseldorf, DE

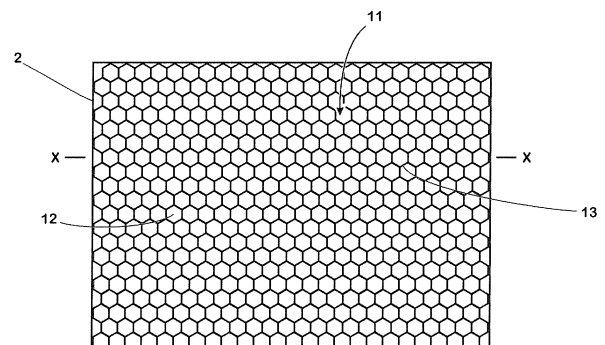
(72) Erfinder:
Becker, Jens-Ulrik, Dr., 47058 Duisburg, DE;
Höckling, Christian, 45478 Mülheim, DE; Patberg,
Lothar, Dr., 47445 Moers, DE; Ulrichs, Andreas,
47443 Moers, DE

(56) Ermittelter Stand der Technik:

DE	43 08 809	C2
DE	42 11 197	B4
DE	10 2005 025 026	B3
DE	10 2010 000 292	B4
DE	37 13 909	A1
DE	100 41 280	A1
DE	195 29 429	A1
DE	691 08 284	T2
DE	695 09 883	T2

(54) Bezeichnung: **Verfahren zur Herstellung eines mehrdimensional gefügestrukturierten, tiefziehfähigen Metallflachprodukts und Metallflachprodukt**

(57) Hauptanspruch: Verfahren zur Herstellung eines mehrdimensional gefügestrukturierten, tiefziehfähigen Metallflachprodukts (2), das durch Walzen aus einem Vorprodukt erzeugt wird, wobei in einem ersten Umformschritt eine Oberflächenstruktur (11) in mindestens eine der Oberflächen (4) des Metallflachprodukts (2) eingeformt wird und wobei die im ersten Umformschritt in das Metallflachprodukt (2) eingeformte Oberflächenstruktur (11) in dem mindestens einen als Kaltverformungsschritt durchgeführten zweiten Umformschritt durch Kaltwalzen mit einer unstrukturierten Walze (16) eingeebnet wird, dadurch gekennzeichnet, dass die im ersten Umformschritt in die Oberfläche (4) eingeformte Oberflächenstruktur (11) aus Vertiefungen (12) und zwischen den Vertiefungen (12) vorhandenen Erhebungen (13) gebildet ist, wobei die Vertiefungen (12) jeweils von Erhebungen (13) oder die Erhebungen (13) jeweils von Vertiefungen (12) vollständig umgrenzt sind.



Beschreibung

[0001] Die Erfindung betrifft ein Verfahren zur Herstellung eines mehrdimensional gefügestrukturierten, tiefziehfähigen Metallflachprodukts, das durch Walzen aus einem Vorprodukt erzeugt wird. Dabei umfasst das erfindungsgemäße Verfahren insbesondere mindestens einen Umformschritt, bei dem das Metallflachprodukt bei Umgebungstemperatur kaltverformt wird.

[0002] Ebenso betrifft die Erfindung ein Metallflachprodukt, das durch Walzen eines Vorprodukts hergestellt ist und das als Endprodukt, d.h. als fertig verarbeitetes Kaltband, mindestens eine, typischerweise zwei Oberfläche(n) mit ebener Planlage besitzt.

[0003] In der vorliegenden Anmeldung bedeutet gefügestrukturierter Bereich, dass der betreffende Bereich ein durch Umformung lokal modifiziertes bzw. beeinflusstes Gefüge aufweist. Dieses ist zumindest zu Anteilen verfestigt bzw. zeichnet sich durch lokal unterschiedliche Verfestigungszustände aus. Bei einer nach der strukturierenden Behandlung durchgeführten Wärmebehandlung wird die Verfestigung durch lokal unterschiedliche Rekristallisations- und/oder Erholungsprozesse (Entfestigung) in eine heterogene Gefügeausbildung umgewandelt.

[0004] Bei Metallflachprodukten der hier in Rede stehenden Art handelt es sich typischerweise um Walzprodukte, wie Metallbänder oder -bleche sowie daraus hergestellte Zuschnitte und Platinen. Die Metallflachprodukte können aus kristallinen metallischen Werkstoffen bestehen, zu denen beispielsweise auch die Leichtmetallwerkstoffe, wie Al- oder Mg-Legierungen, gehören. Insbesondere eignet sich die Erfindung für solche Metallflachprodukte, die aus geeigneten Stahlwerkstoffen bestehen, wie beispielsweise aus mikrolegierten Stählen, hochfesten oder dichterduzierten Leichtbaustählen, Stählen, die mit Mn-Gehalten von mehr als 4 Gew.-% legiert sind, Mehrphasenstählen, wie beispielsweise Dualphasenstählen, TRIP-Stählen oder austenitischen Edelstählen. Generell eignen sich stark verfestigende Stähle, wie beispielsweise Stähle mit austenitischen Gefügebestandteilen, besonders gut, weil sich ausgehend von diesen Stählen die erfindungsgemäßen Produkte besonders vorteilhaft herstellen lassen.

[0005] Flachprodukte der hier in Rede stehenden Art haben insbesondere im Bereich des Automobilbaus eine wachsende Bedeutung, da sie besonders leichte Karosserie- und Fahrwerkskonstruktionen ermöglichen. Ein geringes Gewicht trägt nicht nur zur optimalen Nutzung der technischen Leistungsfähigkeit des jeweiligen Antriebsaggregats bei, sondern unterstützt die Ressourceneffizienz, Kostenoptimierung und den Klimaschutz.

[0006] Eine entscheidende Reduzierung des Eigengewichts von Blechkonstruktionen kann durch die Steigerung ihrer mechanischen Eigenschaften, insbesondere der Festigkeit des jeweils verarbeiteten Metallflachprodukts erreicht werden. Neben einer hohen Festigkeit werden von modernen Flachprodukten gerade im Automobilbau aber auch gute Zähigkeitseigenschaften, ein gutes Sprödbbruchwiderstandsverhalten, sowie eine optimale Eignung zum Kaltumformen und zum Schweißen erwartet.

[0007] Um diese Anforderungskombinationen zu erfüllen, werden so genannte „Tailored Products“ eingesetzt. Hierzu zählen „Tailored Blanks“, welche aus mindestens zwei in-, an- oder aufeinander gelegten und miteinander verschweißten Blechzuschnitten bestehen. Das Material und die Geometrie der Blechzuschnitte sind dabei so gewählt und die Blechzuschnitte unter Berücksichtigung der Form des aus dem Tailored Blank zu fertigenden Bauteils so angeordnet, dass das Bauteil den Belastungen und sonstigen Anforderungen, denen es in seinen jeweiligen Abschnitten, die den Blechzuschnitten zugeordnet sind, im praktischen Einsatz ausgesetzt ist, optimal standhält.

[0008] Eine andere Möglichkeit, ein Metallflachprodukt so zu fertigen, dass ein aus ihm gefertigtes Bauteil an die in der Praxis lokal auftretenden Belastungen angepasst ist, besteht darin, das Metallflachprodukt schon bei seiner Fertigung so zu formen oder zu behandeln, dass es bestimmte Zonen aufweist, die andere Eigenschaften besitzen als die Bereiche des Metallflachprodukts, die an die betreffenden Zonen angrenzen.

[0009] Zu den Verfahren, die eine Herstellung solcher Metallflachprodukte ermöglichen, gehört das so genannte „Flexible Walzen“, bei dem im Zuge eines Warm- oder Kaltwalzens in das Metallflachprodukt Zonen unterschiedlicher Dicke eingeformt werden. (DE 100 41 280 A1).

[0010] Ebenso ist unter dem Stichwort „Tailored Tempering“ ein Verfahren bekannt, bei dem durch gezielte Wärmezufuhr oder Abfuhr das Gefüge des Metallflachprodukts so eingestellt wird, dass Gefügebereiche mit besonderen mechanischen Eigenschaften neben Gefügebereichen liegen, in denen andere mechanische Eigenschaften vorhanden sind (DE 10 2005 025 026 B3).

[0011] Des Weiteren ist aus der DE 10 2010 000 292 B4 ein Verfahren zur Herstellung so genannter „Tailored Rolled Blanks“ bekannt. Dazu wird das jeweilige Metallband mit über Bandlänge variierender Dicke warmgewalzt, wobei sich die Bereiche unterschiedlicher Dicke jeweils über die Breite des Bands erstrecken. Das erhaltene Warmband wird dann einem Kaltwalzprozess unterzogen, bei dem es

mit konstantem Walzspalt zu Kaltband mit konstanter Dicke gewalzt wird. Bedingt durch die unterschiedlichen Nachwalzgrade, denen die aneinander grenzenden Bereiche des Warmbands in Folge der über dessen Länge variierenden Ausgangsdicken beim Kaltwalzen ausgesetzt sind, weist das nach dem Kaltwalzen erhaltene Kaltband aneinander angrenzende Zonen mit unterschiedlichen Verfestigungszuständen und dementsprechend unterschiedlichen mechanischen Eigenschaften auf, die sich jeweils über die Breite des Bands erstrecken. Das „Tailored Rerolled Blanks“-Verfahren zielt somit speziell auf eine großflächige Beeinflussung der Materialkennwerte ab.

[0012] Neben dem voranstehend erläuterten Stand der Technik ist aus der DE 691 08 284 T2 ein Verfahren zur Herstellung von Blechen aus Aluminium bekannt, bei dem das Ausgangsmaterial in mehreren Stufen in Walzgerüsten, in denen jeweils strukturierte Arbeitswalzen zum Einsatz kommen, zu dem Blech gewalzt werden. Dabei wird im letzten Walzgerüst mittels der dort vorgesehenen strukturierten Walze dem Blech die gewünschte Oberflächenstruktur aufgeprägt.

[0013] Aus der DE 43 08 809 C2 ist des Weiteren ein Blech zur Tiefziehverarbeitung bekannt, bei dem die Texturierung lokal unterschiedlich stark ist. Die Texturierung ist dabei entsprechend dem für den Tiefziehprozess oder eine spätere Oberflächenbehandlung lokal jeweils optimalen Bedarf an Texturierungsstärke ausgebildet.

[0014] Aus der DE 37 13 909 A1, der DE 195 29 429 A1 und der DE 42 11 197 B4 sind schließlich Beispiele für strukturierte Tiefziehbleche bekannt, bei denen die Strukturen zur Aufnahme von Schmiermitteln beim Tiefziehvorgang ausgelegt sind.

[0015] Vor dem Hintergrund des voranstehend erläuterten Standes der Technik bestand die Aufgabe der Erfindung darin, ein Verfahren anzugeben, das die Herstellung von Metallflachprodukten mit einer an die jeweiligen Anforderungen optimal angepassten Gefügestruktur und den daraus resultierenden mechanischen Eigenschaften ermöglicht.

[0016] Darüber hinaus sollte ein entsprechend beschaffenes Metallflachprodukt geschaffen werden.

[0017] In Bezug auf das Verfahren ist diese Aufgabe dadurch gelöst worden, dass bei der Herstellung eines Metallflachprodukts der eingangs angegebenen Art mindestens die in Anspruch 1 aufgezählten Arbeitsschritte absolviert werden.

[0018] In Bezug auf das Metallflachprodukt besteht dagegen die Lösung der oben genannten Aufgabe darin, dass es in der in Anspruch 15 angegebenen Art und Weise beschaffen ist.

[0019] Vorteilhafte Ausgestaltungen der Erfindung sind in den abhängigen Ansprüchen angegeben und werden nachfolgend wie der allgemeine Erfindungsgedanke im Einzelnen erläutert.

[0020] Bei der erfindungsgemäßen Herstellung eines mehrdimensional gefügestrukturierten, tiefziehfähigen Metallflachprodukts, wird somit ein Vorprodukt, bei dem es sich um einen Block, einen Vorblock, eine Bramme, eine Dünnbramme, einen Barren, ein gegossenes Band oder jedes andere üblicherweise für die walztechnische Erzeugung von Flachprodukten aus dem jeweiligen Metallwerkstoff geeignetes Zwischenerzeugnis handeln kann, durch einen Walzprozess zu dem Metallflachprodukt geformt. Der Walzprozess umfasst dabei insbesondere mindestens einen Umformschritt, bei dem das Metallflachprodukt kaltverformt wird, wobei zuvor in einem ersten Umformschritt eine Oberflächenstruktur in mindestens eine der Oberflächen des Metallflachprodukts eingeformt wird und wobei die im ersten Umformschritt in das Metallflachprodukt eingeformte Oberflächenstruktur in dem mindestens einen typischerweise als Kaltverformungsschritt durchgeführten zweiten Umformschritt durch Kaltwalzen mit einer unstrukturierten Walze eingeebnet wird.

[0021] Dabei wird zuvor insbesondere sichergestellt, dass das Gefüge nach dem ersten Umformschritt weitestgehend homogenisiert und rekristallisiert ist. Erfindungsgemäß wird nun der erste Umformschritt so durchgeführt, dass die im ersten Umformschritt in die Oberfläche eingeformte Oberflächenstruktur aus Vertiefungen und zwischen den Vertiefungen vorhandenen Erhebungen gebildet ist, bei denen die Vertiefungen jeweils vollständig von Erhebungen oder die Erhebungen jeweils vollständig von Vertiefungen umgrenzt sind.

[0022] Erfindungsgemäß wird also mittels eines geeigneten Werkzeugs in mindestens eine der Oberflächen des Metallflachprodukts eine Oberflächenstruktur eingeprägt, bei der die jeweiligen Vertiefungen der Oberflächenstruktur zwar zur betreffenden Oberfläche hin offen sind, bei dem sie aber an ihrem Umfang jeweils vollständig vom Material des Metallflachprodukts umgrenzt sind. Genauso kann die im ersten Umformschritt eingeformte Oberflächenstruktur aus Erhebungen und zwischen den Erhebungen vorhandenen Vertiefungen bestehen, wobei die Erhebungen jeweils von Vertiefungen vollständig umgeben sind.

[0023] Die erfindungsgemäß vorgesehene Strukturierung und folgende Einebnung der Strukturierung kann dadurch erfolgen, dass zunächst in die Oberfläche eines Warmbands beim Warmwalzen in erfindungsgemäßer Weise eine Struktur eingeprägt und diese Struktur anschließend durch Kaltwalzen des Warmbands geglättet wird. Alternativ ist es jedoch auch möglich, die Struktur beim Kaltwalzen eines

Warmbands in die Oberfläche des Warmbands einzuförmern, dann rekristallisierend wärmezubehandeln und anschließend in einem weiteren Kaltwalzschritt diese Oberflächenstruktur wieder einzuebnen.

[0024] Anders als beim Stand der Technik, bei dem die Vertiefungen als Streifen, die sich quer zu dessen Längsrichtung über die gesamte Breite des Metallflachprodukts erstrecken und dementsprechend zu den jeweiligen Längsrändern des Metallflachprodukts offen sind, sind bei dem nach dem ersten erfindungsgemäß absolvierten Umformschritt erhaltenen Metallflachprodukt entweder die Vertiefungen in ihrem Umfangsrandbereich von den dort nach dem ersten Umformschritt verbliebenen Erhebungen umschlossen oder es sind die Erhebungen jeweils vollständig von Vertiefungen umschlossen. Diese können dabei die Grundform einer Näpfchenausnehmung, eines in die Oberfläche eingeförmten Kalottenabdrucks, einer Wabe oder desgleichen aufweisen. Genauso können die Erhebungen in umgekehrter Weise die Form eines näpfchenartig, kalottenartig, in Draufsicht wabenförmig oder in sonstiger Weise geförmten Berges besitzen.

[0025] Die erfindungsgemäße Erzeugung eines Metallflachprodukts erlaubt es auf diese Weise, Metallflachprodukte mit einer kleinzelligen Gefügestruktur herzustellen, bei der die Zonen mit unterschiedlichen Eigenschaften in feiner Verteilung und minimierten Abmessungen vorliegen. Die Zonen, in die im ersten Umformschritt die Vertiefungen eingebracht werden, werden dabei im zweiten Umformschritt weniger stark verformt als die Bereiche, in denen nach der ersten Umformung Erhebungen verblieben sind. Dementsprechend kommt es in den stärker verformten Bereichen im Zuge des im zweiten Umformschritt erfolgenden Einebnens der zuvor eingepprägten Oberflächenstruktur zu einer erhöhten Verfestigung. Zudem können in den beim Einebnen stärker verformten Bereichen andere Gefügebestandteile mit anderen Eigenschaften vorliegen, als in den weniger verformten Bereichen. Dies kann in Abhängigkeit von der Zusammensetzung oder dem Ausgangsgefüge vor der erfindungsgemäßen Umformung durch Umwandlungsvorgänge bedingt sein, die erst ab bestimmten Umformgraden eine für den jeweiligen Vorgang ausreichende Aktivierungsenergie erhalten.

[0026] Dabei setzt die Erfindung keine besonderen Herstellwege voraus. Vielmehr lassen sich die erfindungsgemäß vorgesehenen Umformschritte in die konventionelle Fertigung von Metallflachprodukten der hier in Rede stehenden Art problemlos einbinden. Erfindungsgemäß verarbeitete Metallflachprodukte können daher in üblicher Weise hergestellt werden, wobei die erfindungsgemäß vorgeschriebenen Arbeitsschritte entweder in ein solches konventionelles Herstellverfahren eingebunden oder als separat absolvierte Arbeitsschritte an einem in konventionel-

ler Weise erzeugten und dann für die Durchführung des erfindungsgemäßen Verfahrens bereitgestellten Metallflachprodukts vorgenommen werden.

[0027] Die durch die Erfindung ermöglichte Gestaltung des Gefüges lässt sich dazu nutzen, ein erfindungsgemäßes Metallflachprodukt nach Art eines Fachwerks mit einer filigran verästelten Stützstruktur aus steg- oder rippenförmigen Bereichen höherer Festigkeit zu versehen, die jeweils einen Bereich mit geringerer Festigkeit, jedoch beispielsweise besseren Dehnungseigenschaften umgrenzen. Ein derart strukturiertes erfindungsgemäßes Metallflachprodukt weist eine gegenüber einem unstrukturierten Metallflachprodukt gleicher Zusammensetzung und im Übrigen gleicher Herstellweise deutlich verbesserte Formsteifigkeit auf, lässt sich aber dennoch aufgrund der hohen Anteile von weniger verfestigten und damit zäheren Zonen gut zu dem jeweiligen Bauteil verformen. Dies gilt insbesondere auch deshalb, weil das erfindungsgemäße Stahlflachprodukt im Wesentlichen eben ist.

[0028] Besonders deutlich zeigt sich dies, wenn die Vertiefungen der im ersten Umformschritt in die Oberfläche eingeförmten Oberflächenstruktur regelmäßig über die Oberfläche und dementsprechend auch die weniger verfestigten Bereiche regelmäßig verteilt im Gefüge eines fertigen erfindungsgemäßen Metallflachprodukts verteilt sind. Hierzu können die im ersten Umformschritt in das Metallflachprodukt eingeförmten Vertiefungen wabenförmig, insbesondere nach Art von Bienenwaben sechseckig, ausgebildet sein. Jedoch kann unter Berücksichtigung der im praktischen Einsatz auf ein aus einem erfindungsgemäßen Metallflachprodukt geförmtes Bauteil wirkenden Belastungen die Oberflächenstruktur auch nach Art anderer geometrischer oder organisch gebildeter Muster ausgebildet sein. Denkbar ist es auch, aus ineinander übergehenden Vertiefungen einen Verband zu bilden, der dann insgesamt von einer Erhebung umgeben ist.

[0029] Ebenso wie die Vertiefungen können auch die nach dem ersten Umformschritt verbleibenden Erhebungen der Oberflächenstruktur unter Berücksichtigung der später auf die aus dem jeweiligen erfindungsgemäßen Metallflachprodukt geförmten Bauteile wirkenden Belastungen ausgelegt werden. So können die Erhebungen nach Art von Rippen oder Bergplateaus geförmte sein, deren Ausdehnung und Form an die jeweiligen Anforderungen angepasst sind. So ist es möglich, die Festigkeit eines erfindungsgemäßen Stahlflachprodukts durch die Dimensionierung der Gefügebereiche besonderer Festigkeit gezielt einzustellen.

[0030] Abhängig von den Grundeigenschaften, die das jeweilige Metallflachprodukt aufgrund seiner Legierungsbestandteile, der zu seiner Herstellung

durchlaufenen Arbeitsschritte etc. aufweist oder der später vorgesehenen Verwendung des erfindungsgemäßen Produkts, kann es zweckmäßig sein, wenn die maximale Ausdehnung in beliebiger Richtung in der Blechebene der im ersten Umformschritt in die Oberfläche eingebrachten Vertiefungen oder Erhebungen 3 - 50 mm beträgt. Auch der Abstand der jeweils von Erhebungen umgrenzten Vertiefungen oder der Abstand der jeweils von Vertiefungen umgrenzten Erhebungen beträgt dementsprechend optimalerweise jeweils 3 - 50 mm.

[0031] In vielen Anwendungsfällen wird es ausreichen, wenn im ersten Umformschritt die Oberflächenstruktur in nur eine Oberfläche des Metallflachprodukts eingeformt wird. Jedoch ist es selbstverständlich ebenso möglich, die Oberflächenstruktur beidseitig in das Metallflachprodukt einzuformen.

[0032] Unabhängig davon nimmt die Tiefe der in die Oberfläche eingeformten Vertiefungen im Mittel typischerweise 2 - 50 %, insbesondere 4 - 30 % der Dicke des Metallflachprodukts ein. Abhängig von der verwendeten Stahlgüte werden unterschiedliche lokale Vertiefungen eingestellt. Dabei werden bei stark verfestigten Werkstoffen (z.B. Stähle mit hohen Anteilen an austenitischem Gefüge oder auch DP-Stähle) eher geringere Vertiefungen, z.B. im Bereich von 2 - 20 % der Blechdicke, eingestellt. Die Verfestigung wirkt sich nämlich auch auf die erreichbare Härte aus. So wurde bei den stark verfestigenden Werkstoffen mit hohen Anteilen an austenitischen Gefügebestandteilen festgestellt, dass schon eine Steigerung des Umformgrades Δe ($\Delta e = (\text{Dicke vor der Umformoperation} - \text{Dicke nach der Umformoperation}) / \text{Dicke vor der Umformoperation}$) um 10 % ausreicht, um eine Erhöhung der nach DIN EN ISO 6507-1 bestimmten Mikrohärtigkeit um mehr als 50 HV_{0,1} zu erzielen. Bei schwächer verfestigenden und insgesamt weicheren Werkstoffen ist es dagegen vorteilhaft, wenn größere Tiefen von beispielsweise 20 % oder mehr der Blechdicke eingestellt werden. Typische Dicken erfindungsgemäßer Metallflachprodukte liegen im Bereich von 0,1 - 10 mm, insbesondere 0,3 - 5 mm.

[0033] Grundsätzlich kann die erfindungsgemäße Oberflächenstruktur in jeder geeigneten Weise mittels eines geeigneten Werkzeugs in die jeweilige Oberfläche des Metallflachprodukts eingeformt und anschließend im zweiten Umformschritt eingeebnet werden. Das zum Einprägen der Oberflächenstruktur im ersten Arbeitsschritt eingesetzte Werkzeug weist dann auf seiner auf die mit der Oberflächenstruktur zu versehenen Oberfläche des Metallflachprodukts wirkenden Fläche ein Negativ der auf dem Metallflachprodukt abzubildenden Struktur auf. Das zum Einebnen verwendete Werkzeug ist dagegen an seiner mit der einzuebneten Oberfläche des Metallflachprodukts versehenen Fläche in dem Maße eben ausgebildet, wie es erforderlich ist, um an dem Me-

tallflachprodukt eine Oberfläche mit ebener Planlage zu erzeugen.

[0034] Besonders effektiv lassen sich die erfindungsgemäß vorgesehenen Umformschritte dadurch absolvieren, dass sowohl der erste Umformschritt, in dem die Oberflächenstruktur in die jeweilige Oberfläche des Metallflachprodukts eingeformt wird, als auch der zweite Umformschritt, in dem die im ersten Umformschritt in das Metallflachprodukt eingeformte Oberflächenstruktur durch eine Kaltverformung eingeebnet wird, als Walzschnitte ausgeführt werden. Als Werkzeug wird dann die auf die jeweilige Oberfläche des Metallflachprodukts wirkende Arbeitswalze eingesetzt, die im ersten Umformschritt an ihrer mit dem Metallflachprodukt in Kontakt kommenden Umfangsfläche als Negativ die in die Oberfläche des Metallflachprodukts einzuprägende Oberflächenstruktur trägt, wogegen beim zweiten Umformschritt die der mit der Oberflächenstruktur versehenen Oberfläche zugeordnete Arbeitswalze eine in dem Maße glatte Umfangsfläche aufweist, wie sie zum Erzeugen einer planebenen Oberfläche erforderlich ist. Der Walzspalt wird während des zweiten Umformschritts dabei mindestens auf die im Bereich der Vertiefungen der Oberflächenstruktur verbliebenen Dicke („Grunddicke“) des Metallflachprodukts eingestellt, um ein ebenes Band zu gewährleisten.

[0035] Erfolgt bei der Herstellung des erfindungsgemäßen Metallflachprodukts eine Warmformgebung, insbesondere ein Warmwalzen, so bietet es sich an, den ersten Umformschritt als Warmformgebungsschritt, insbesondere als Warmwalzschritt, durchzuführen. Durchläuft das Metallflachprodukt bei seiner Herstellung beispielsweise mehrere Warmwalzstiche, wie es bei der Erzeugung eines warmgewalzten Stahlflachprodukts üblich ist, so wird der erfindungsgemäße erste Umformschritt zweckmäßigerweise im letzten Stich vor dem Ende des Warmwalzens durchgeführt.

[0036] Der Vorteil der Ausführung des ersten Umformschritts eines erfindungsgemäßen Verfahrens als Warmformgebungsschritt, insbesondere Warmwalzschritt, besteht nicht nur in den verminderten Umformkräften, sondern auch darin, dass die Gefügebeschaffenheit durch das beim Warmformgeben, insbesondere Warmwalzen, erfolgende Einformen der Vertiefungen und Ausprägen der die Vertiefungen umgebenden Erhebungen nur unwesentlich beeinflusst wird und somit nach der Warmformgebung ein im Wesentlichen homogenes und rekristallisiertes Gefüge besteht. Im nach dem Warmformgeben, insbesondere Warmwalzen, erhaltenen Metallflachprodukt liegen somit im Bereich der Vertiefungen und der Erhebungen weitestgehend gleiche Gefügestände vor. Die Einstellung der unterschiedlichen Gefügebeschaffenheiten, wie sie erfindungsgemäß angestrebt werden, ist dann ausschließlich auf den nach-

folgenden zweiten Umformschritt verlagert, bei dem die zuvor eingeprägte Oberflächenstruktur eingeebnet wird. Auf diese Weise kann über die Dimensionierung der Oberflächenstruktur und die Wahl des Umformgrads beim Kaltwalzen das Ergebnis der im Zuge des Einebnens eintretenden bereichsweisen Eigenschaftsänderungen des Gefüges mit großer Genauigkeit eingestellt werden.

[0037] Um zu verhindern, dass das Ergebnis des Einformens und Einebnens der Oberflächenstruktur durch auf dem warmverformten Metallflächprodukt haftenden Zunder beeinträchtigt wird, sollte spätestens unmittelbar vor dem Einebnen in konventioneller Weise eine Behandlung zur Entfernung des Zunders, beispielsweise eine Beizbehandlung, durchgeführt werden.

[0038] Alternativ zu einer erfindungsgemäßen Verfahrensweise, bei der der erste Umformschritt ein Warmwalzschritt ist, ist es auch möglich, den ersten Umformschritt, bei dem die Oberflächenstruktur in das Metallflächprodukt eingeformt wird, als Kaltwalzschritt durchzuführen, wobei sich in diesem Fall zweckmäßigerweise eine Wärmebehandlung anschließt, bevor die Oberflächenstruktur im zweiten Umformschritt eingeebnet wird. Die typischerweise als Glühbehandlung durchgeführte Wärmebehandlung dient zum Einstellen einer optimierten Beschaffenheit des Metallflächprodukts für den zweiten Umformschritt.

[0039] Auch wenn beim zweiten Umformschritt die zuvor eingeprägte Oberflächenstruktur eingeebnet werden soll, schließt dies nicht aus, dass der zweite Umformschritt dazu genutzt wird, gezielt mindestens eine Vertiefung in das Metallflächprodukt einzuformen, die auch beim fertig hergestellten Metallflächprodukt noch vorhanden ist. Dies kann beispielsweise für solche Anwendungen zweckmäßig sein, bei denen an bestimmten Stellen des aus dem Metallflächprodukt zu erzeugenden Bauteils eine Sollbruch- oder Sollknicklinie erzeugt werden soll. Eine solche Option wird beispielsweise bei bestimmten Bauteilen für den Automobilkarosseriebau benötigt, wenn die betreffenden Bauteile ein bestimmtes Verformungsverhalten im Fall eines Crashes aufweisen sollen. Das Einformen einer solchen Vertiefung kann im Fall, dass der zweite Umformschritt als Kaltwalzschritt ausgeführt wird, während des zweiten Umformschritts beispielsweise durch Verstellen des Walzspaltes oder auch durch Einprägungen bzw. Aussparungen in der mit dem Walzgut in Kontakt kommenden Walzenoberfläche erfolgen. Selbstverständlich ist es genauso möglich, die Vertiefung in einem gesonderten, auf den zweiten Umformschritt des erfindungsgemäßen Verfahrens folgenden Arbeitsschritt in das Metallflächprodukt einzubringen.

[0040] Durch die nach Art des „Flexiblen Walzens“ erfolgende Verstellung des Walzspalts und die damit einhergehende Variation der im zweiten oder einem darauf folgenden Umformschritt erzielten Umformgrade lassen sich nicht nur gezielt Vertiefungen in das Metallflächprodukt einbringen, sondern auch die Gefügeeigenschaften und damit einhergehend die mechanischen Eigenschaften des Metallflächprodukts feinjustieren.

[0041] Ein üblicherweise sich an die Kaltbandherstellung anschließender Glühschritt zur Homogenisierung oder Rekristallisation des Gefüges, zur Einstellung bestimmter Gefügearten oder zur Ausscheidung bestimmter Phasen kann zur Erzeugung des erfindungsgemäßen Produktes vorgesehen sein, ist allerdings nicht zwingend erforderlich. Indem jedoch eine Glühbehandlung am erfindungsgemäß erzeugten Kaltband durchgeführt wird, kann in den zuvor stärker verformten Bereichen ein deutlich verändertes, insbesondere feineres Gefüge erzeugt werden. Gefüge gleicher Art, aber unterschiedlicher Größe und Beschaffenheit weisen grundsätzlich unterschiedliche Eigenschaften auf. Ein feines Gefüge führt beispielsweise aus werkstofftechnischer Sicht zu einer deutlichen Verbesserung der jeweils angestrebten mechanischen Eigenschaften, wie beispielsweise zu einer Erhöhung der Festigkeit, einer Erhöhung der Duktilität oder einer Verbesserung der Schweißbarkeit. Wird nach dem zweiten Umformschritt keine Glühbehandlung des erfindungsgemäß erzeugten Kaltbands durchgeführt, so bleiben die durch die stärkere Umformung verfestigten Gefügebereiche in diesem Zustand.

[0042] Besonders eignet sich das erfindungsgemäße Verfahren zur Erzeugung von Metallflächprodukten aus Stahlwerkstoffen, wobei sich hier insbesondere stark verfestigende Stähle eignen. Hierzu zählen Stähle mit austenitischen Gefügebestandteilen, aus denen erfindungsgemäße Produkte besonders vorteilhaft hergestellt werden können. Beispielsweise eignen sich für die erfindungsgemäßen Zwecke die schon erwähnten mikrolegierten Stähle, hochfeste oder dichterduzierte Leichtbaustähle, Stähle mit hohem Mn-Gehalten (Mn-Gehalt > 4 Gew.-%), Mehrphasenstähle, wie beispielsweise Dualphasenstähle, TRIP-Stähle oder austenitische Edelstähle.

[0043] Ein erfindungsgemäßes Metallflächprodukt, das durch Walzen eines Vorprodukts hergestellt ist und das mindestens eine Oberfläche mit ebener Planlage besitzt, wobei im Gefüge des Metallflächprodukts definiert abgegrenzte Zonen vorhanden sind, in denen sich der Zustand des Gefüges von dem Gefügezustand unterscheidet, der in dem an die jeweilige Zone angrenzenden Bereich des Gefüges vorliegt, zeichnet sich entsprechend den voranstehenden Erläuterungen dadurch aus, dass die Zonen, in denen sich der Zustand des Gefüges von dem Ge-

fügestand unterscheidet, der in dem an die jeweilige Zone angrenzenden Bereich des Gefüges vorliegt, jeweils vollständig von dem Bereich des Gefüges umgrenzt sind, in dem der unterschiedliche Gefügestand vorliegt. Durch das verfestigte (Zustand ohne abschließende Wärmebehandlung) oder durch abschließende Wärmebehandlung veränderte Gefüge (Zustand nach der abschließenden Wärmebehandlung) ergibt sich eine Struktur innerhalb des Werkstoffes, die für lokal unterschiedliche Fließeigenschaften sorgt. Diese Struktur ermöglicht durch die lokal angepassten und unterschiedlichen mechanischen Eigenschaften die Herstellung von an den jeweiligen Verwendungszweck optimal angepassten Flachprodukten.

[0044] Ein besonders hervorzuhebendes Merkmal erfindungsgemäßer Metallflachprodukte besteht dabei darin, dass, wie bereits erwähnt, nach einer Wärmebehandlung das Gefüge in den Zonen, in denen sich der Zustand des Gefüges von dem Gefügestand unterscheidet, der in dem an die jeweilige Zone angrenzenden Bereich des Gefüges vorliegt, einen anderen Verfestigungszustand aufweist als in den anderen Bereichen, was sich abhängig vom Umformgrad in einer unterschiedlichen Mikrohärtigkeit äußert.

[0045] Ein erfindungsgemäßes Metallflachprodukt lässt sich besonders effektiv durch Anwendung des erfindungsgemäßen Verfahrens herstellen.

[0046] Ein besonderer Vorteil gegenüber Metallflachprodukten, die im Zuge eines Kaltformgebungsprozesses mit einer versteifenden Oberflächenstruktur versehen werden, besteht darin, dass erfindungsgemäß die aussteifende Struktur in das Gefüge des Metallflachprodukts hineinverlegt und das Metallflachprodukt so eine ebene Oberfläche besitzen kann. Dies erlaubt es, erfindungsgemäße Metallflachprodukte für Bauteile für Außenhautanwendungen zu verwenden. Zudem zeigen erfindungsgemäße Bleche aufgrund der ebenen Planlage ihrer Oberflächen eine verbesserte Umform-, insbesondere Tiefzieh-, und Schweißleistung, da sie ein dichtes Aneinanderlegen der miteinander zu verschweißenden Metallflachprodukte ermöglichen und so ein gleichmäßiger Schweißspalt gewährleistet ist.

[0047] Nachfolgend wird die Erfindung anhand einer Ausführungsbeispiel darstellenden Zeichnung näher erläutert. Es zeigen jeweils schematisch:

Fig. 1 eine Anlage zum Erzeugen eines Metallflachprodukts in seitlicher Ansicht;

Fig. 2 eine Walze zum Einformen einer Oberflächenstruktur in das Metallflachprodukt in Draufsicht;

Fig. 3 einen Ausschnitt eines mit einer Oberflächenstruktur versehenen Metallflachprodukts in

Draufsicht auf dessen mit der Oberflächenstruktur versehene Oberfläche;

Fig. 4 das Metallflachprodukt gemäß **Fig. 3** in einem Schnitt entlang der in **Fig. 3** eingezeichneten Schnittlinie X-X;

Fig. 5 das fertige Metallflachprodukt in einer dem Schnitt gemäß **Fig. 4** entsprechenden Schnittansicht;

Fig. 6 einen Ausschnitt des fertigen Metallflachprodukts in einem Schnitt entlang der in **Fig. 5** eingezeichneten Schnittlinie Y-Y.

[0048] Bei dem in der Anlage 1 verarbeiteten Metallflachprodukt 2 handelt es sich um warmgewalztes Stahlband, das in konventioneller Weise aus einer Stahlschmelze erzeugt wird. Die Stahlschmelze wird dazu zu Blöcken, Vorblöcken, Brammen, Dünnbrammen oder einem gegossenen Band vergossen, die anschließend in hierzu üblicherweise erforderlichen Zwischenschritten in einem konventionellen Warmwalzprozess zu Warmband mit einer Dicke **dW** von 1 - 25 mm warmgewalzt werden. Das erhaltene Warmband wird zu einem Coil gehaspelt, durchläuft anschließend einen konventionellen Prozess zur Entfernung von auf ihm haftendem Zunder und wird dann in einer oder mehreren Stufen zu Kaltband mit einer Dicke **dK** von typischerweise 0,3 - 5 mm kaltgewalzt. Selbstverständlich können auch hier weitere übliche Arbeitsschritte, wie eine Wärmebehandlung und dergleichen, absolviert werden, die erforderlich sind, um dem Metallflachprodukt 2 die geforderten Eigenschaften zu verleihen.

[0049] Alternativ kann ein Metallflachprodukt durch Prägen der Struktur in ein, wie voranstehend erläutert, konventionell vorproduziertes Vorprodukt erfolgen. Um ein rekristallisiertes Ausgangsgefüge für den Folgeprozess zu gewährleisten, wird dieses nach dem Prägen wärmebehandelt. Danach erfolgt dann das Kaltwalzen in einer oder mehreren Stufen auf die jeweilige Dicke **dK** von typischerweise 0,3 - 5 mm.

[0050] In den Herstellungsprozess des Metallflachprodukts 2 eingebunden ist ein erster Umformschritt, der in einem Walzgerüst 3 absolviert wird. Bei dem Walzgerüst 3 kann es sich um das in Förderrichtung **F** letzte vom Metallflachprodukt passierte Gerüst einer konventionellen, in der Regel sieben Walzgerüste umfassenden, hier nicht weiter gezeigten Warmwalzstaffel handeln.

[0051] Die der oben liegenden Oberfläche 4 des warmgewalzten Metallflachprodukts 2 zugeordnete obere Arbeitswalze 5 des Walzgerüsts 3 ist an ihrer mit der Oberfläche 4 in Kontakt kommenden Umfangsfläche 6 mit einer Wabenstruktur versehen, die aus sechseckigen vorstehenden Plateaus 7 und dazwischen angeordneten, die Plateaus 7 umrandenden nutförmigen Einsenkungen 8 besteht. Die Wa-

benstruktur ist in an sich bekannter Weise beispielsweise durch eine materialabtragende Bearbeitung, wie beispielsweise Fräsen, in die Umfangsfläche **6** der oberen Arbeitswalze **5** eingeformt worden. Die der an der Unterseite des Metallflachprodukts **2** vorhandenen Oberfläche **9** zugeordnete Arbeitswalze **10** ist dagegen konventionell so ausgebildet, dass sie an der Unterseite **9** des Metallflachprodukts **2** eine planebene Oberfläche erzeugt.

[0052] Im Fall der Einförmigkeit der Wabenstruktur durch Fräsen wird ein rotierendes Fräs Werkzeug unter Durchführung einer Relativbewegung zwischen Walze und Werkzeug in Eingriff mit der zu bearbeitenden Walzenfläche gebracht, so dass es zum spannenden Materialabtrag kommt. Alternative Verfahren zur Strukturierung der Walzenoberfläche sind Rändeln, Erodieren, Prägen, Lasertexturieren oder Ätzen. Auch kann je nach struktureinbringendem Verfahren eventuell ein nachträglicher Härtevorgang notwendig werden, um die Standzeit der die Oberflächenstrukturierung erhaltenden Walze zu erhöhen und ungewollte Veränderungen der abzuprägenden Struktur durch zu schnellen Verschleiß auf der Walze zu vermeiden.

[0053] Die auf der Arbeitswalze **5** vorhandene Wabenstruktur bildet das Negativ einer in die Oberfläche **4** des Metallflachprodukts **2** einzubringenden Oberflächenstruktur **11**.

[0054] Im Zuge des Walzvorgangs im Walzgerüst **3** prägt dementsprechend die obere Arbeitswalze **5** als erster Umformschritt des erfindungsgemäßen Verfahrens in die Oberfläche **4** des Metallflachprodukts **2** die Oberflächenstruktur **11** ein, die durch in Draufsicht sechseckige, wabenförmige Vertiefungen **12** und die wabenförmigen Vertiefungen **12** umgrenzende rippenförmige Erhebungen **13** gebildet ist. Die bezogen auf die freie Oberseite der Erhebungen **13** gemessene Tiefe **T** der Vertiefungen **12** entspricht dabei $4 - 27\%$ der Dicke **dW** des warmgewalzen Metallflachprodukts **2**. Die maximale Ausdehnung **dM** der wabenförmigen Vertiefungen **12** beträgt $8 - 11$ mm.

[0055] Grundsätzlich kommt für das Grundmuster der Oberflächenstruktur **11** jede Form in Frage. D.h., die Oberflächenstruktur **11** muss nicht notwendig einem auf einem Sechseck aufbauenden Wabenmuster folgen, sondern kann beispielsweise auch ein Muster auf Basis von Raute, Kreis, Ellipse oder Quadrat bilden.

[0056] Nach einem erforderlichenfalls absolvierten Entzndern wird die in die Oberfläche **4** des Metallflachprodukts **2** eingeförmte Oberflächenstruktur **11** in einem zweiten Umformschritt durch Kaltwalzen in einem oder mehreren Kaltwalzgerüsten **14** eingeebnet, dessen bzw. deren Arbeitswalzen **15**, **16**

eben ausgebildet sind, um an dem Metallflachprodukt Oberflächen mit ebener Planlage zu erzeugen. Bei üblicherweise mehreren Gerüsten einer Walzstraße oder -staffel wird durch Kaltwalzen schrittweise, d.h. sukzessive, das durch Kalt- oder Warmwalzen erhaltene Zwischenprodukt zum Endprodukt mit ebener Oberfläche gewalzt.

[0057] Alternativ kann das Ausgangsprodukt vor dem zweiten Umformschritt, d.h. dem einebnenden Kaltwalzschritt, durch Kaltwalzen hergestellt werden. Dann wird in einem Kaltwalzvorgang die Oberflächenstruktur eingeförmte. Danach wird durch eine anschließende Wärmebehandlung eine gleichmäßige Gefügestruktur, durch z.B. Rekristallisation, im kaltgewalzten Metallflachprodukt eingestellt. Dann wird in einem Umformschritt durch Kaltwalzen dafür gesorgt, dass die Oberflächenstruktur im Wesentlichen wieder eingeebnet wird.

[0058] Der über den Kaltwalzstich erzielte Verformungsgrad ist so bemessen, dass die rippenförmigen Erhebungen **13** so stark verformt sind, dass sie vollständig verschwunden sind, wogegen es im Bereich der Vertiefungen **12**, wenn überhaupt, nur zu einer geringeren Verformung gekommen ist. Das erhaltene kaltgewalzte Metallflachprodukt **2** weist nach dem Kaltwalzen auch an seiner Oberfläche **4** eine ebene Planlage auf.

[0059] Durch die im Zuge des Einebnens dort eingetretene starke Verformung weist das fertig kaltgewalzte Metallflachprodukt **2** in dem Bereich **17** der zuvor dort vorhandenen Erhebungen **13** ein verfestigtes, durch gestrecktes Verfestigungsgefüge gekennzeichnetes Gefüge auf, wogegen in der Zone **18** der zuvor dort vorhandenen Vertiefungen **12** ein unverfestigtes, durch wenig oder gar nicht verfestigtes Gefügestruktur gekennzeichnetes Gefüge vorhanden ist. Selbstverständlich existieren, anders als in der schematischen Darstellung der Figuren darstellbar, zwischen dem Bereich **17** und den Zonen **18** Übergangsbereiche **19**, in denen eine Mischung aus mehr oder weniger verfestigten Gefügeteilen vorliegt.

[0060] Nach dem durch Kaltwalzen bewirkten Einebnen kann das Metallflachprodukt **2** noch eine Wärmebehandlung bei Temperaturen und einer Dauer durchlaufen, die für eine Homogenisierung oder Rekristallisierung des Gefüges ausreicht. In den rippenförmigen verfestigten Zonen **17** kann dabei ein lokal anderes Gefüge als in den Bereichen **18** entstehen.

Bezugszeichenliste

- | | |
|----------|--|
| 1 | Anlage zum Verarbeiten des Metallflachprodukts |
| 2 | Metallflachprodukt |
| 3 | Warmwalzgerüst |

- 4 obere Oberfläche des warmgewalzten Metallflachprodukts 2
- 5 obere Arbeitswalze 5 des Walzgerüsts 3
- 6 Umfangsfläche der Arbeitswalze 5
- 7 Plateaus
- 8 nutzförmigen Einsenkungen
- 9 an der Unterseite des Metallflachprodukts 2 vorhandene Oberfläche
- 10 untere Arbeitswalze des Walzgerüsts 3
- 11 Oberflächenstruktur
- 12 Vertiefungen der Oberflächenstruktur 11
- 13 Erhebungen der Oberflächenstruktur 11
- 14 Kaltwalzgerüst
- 15 obere Arbeitswalze des Kaltwalzgerüsts 14
- 16 untere Arbeitswalze des Kaltwalzgerüsts 14
- 17 verfestigter Bereich des Gefüges des fertig kaltgewalzten Metallflachprodukts
- 18 unverfestigte Zone des Gefüges des fertig kaltgewalzten Metallflachprodukts
- 19 Übergangsbereiche zwischen der Zone 17 und den Bereichen 18
- dK Dicke des kaltgewalzten Metallflachprodukts 2
- dM mittlerer Durchmesser der Vertiefungen 12
- dW Dicke des warmgewalzten Metallflachprodukts 2
- F Förderrichtung
- T Tiefe der Vertiefungen 12

Patentansprüche

1. Verfahren zur Herstellung eines mehrdimensional gefügestrukturierten, tiefziehfähigen Metallflachprodukts (2), das durch Walzen aus einem Vorprodukt erzeugt wird, wobei in einem ersten Umformschritt eine Oberflächenstruktur (11) in mindestens eine der Oberflächen (4) des Metallflachprodukts (2) eingeformt wird und wobei die im ersten Umformschritt in das Metallflachprodukt (2) eingeformte Oberflächenstruktur (11) in dem mindestens einen als Kaltverformungsschritt durchgeführten zweiten Umformschritt durch Kaltwalzen mit einer unstrukturierten Walze (16) eingeebnet wird, **dadurch gekennzeichnet**, dass die im ersten Umformschritt in die Oberfläche (4) eingeformte Oberflächenstruktur (11) aus Vertiefungen (12) und zwischen den Vertiefungen (12) vorhandenen Erhebungen (13) gebildet ist, wobei die Vertiefungen (12) jeweils von Erhebungen (13) oder die Erhebungen (13) jeweils von Vertiefungen (12) vollständig umgrenzt sind.

2. Verfahren nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet**, dass die Vertiefungen (12) oder Erhebungen (13) der Oberflächenstruktur (11) regelmäßig über die Oberfläche (4) verteilt sind.

3. Verfahren nach einem der voranstehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet**, dass die Vertiefungen (12) oder die Erhebungen (13) wabenförmig ausgebildet sind.

4. Verfahren nach einem der voranstehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet**, dass die zwischen den Vertiefungen (12) verbleibenden Erhebungen (13) nach Art von Bergplateaus oder nach Art von Rippen ausgebildet sind.

5. Verfahren nach einem der voranstehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet**, dass die mittlere Ausdehnung (dM) der Vertiefungen (12) 3 - 50 mm beträgt.

6. Verfahren nach einem der voranstehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet**, dass die Tiefe (T) der in die Oberfläche (4) eingeformten Vertiefungen (12) im Mittel 2 - 50 % der Dicke (dW) des Metallflachprodukts vor dem Einebnen der Oberflächenstruktur (11) einnimmt.

7. Verfahren nach einem der voranstehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet**, dass der erste Umformschritt, in dem die Oberflächenstruktur (11) in die jeweilige Oberfläche (4) des Metallflachprodukts (2) eingeformt wird, und der zweite Umformschritt, in dem die im ersten Umformschritt in das Metallflachprodukt (2) eingeformte Oberflächenstruktur (11) durch eine Kaltverformung eingeebnet wird, jeweils als Walzschritte ausgeführt werden.

8. Verfahren nach Anspruch 7, **dadurch gekennzeichnet**, dass der erste Umformschritt ein Warmwalzschritt ist.

9. Verfahren nach Anspruch 7, **dadurch gekennzeichnet**, dass der erste Umformschritt ein Kaltwalzschritt ist.

10. Verfahren nach Anspruch 9, **dadurch gekennzeichnet**, dass das Metallflachprodukt (2) nach dem ersten Umformschritt wärmebehandelt wird und dass nach der Wärmebehandlung der zweite Umformschritt durchgeführt wird.

11. Verfahren nach einem der Ansprüche 7 bis 10, **dadurch gekennzeichnet**, dass im zweiten Umformschritt der Walzspalt nach Art des Flexiblen Walzens variiert wird.

12. Verfahren nach einem der voranstehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet**, dass bei oder nach dem zweiten Umformschritt eine Vertiefung in

eine der Oberflächen des Metallflachprodukts (2) eingeformt wird.

13. Verfahren nach einem der voranstehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet**, dass das Metallflachprodukt (2) nach dem zweiten Umformschritt, in dem die zuvor eingeformte Oberflächenstruktur (11) eingeebnet wird, zur Homogenisierung oder Rekristallisierung seines Gefüges eine Wärmebehandlung durchläuft.

14. Verfahren nach einem der voranstehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet**, dass das Metallflachprodukt (2) aus einem Stahlwerkstoff besteht.

15. Metallflachprodukt, das durch Walzen eines Vorprodukts hergestellt ist und das mindestens eine Oberfläche (4,9) mit ebener Planlage besitzt, wobei im Gefüge des Metallflachprodukts (2) definiert abgegrenzte Zonen (18) vorhanden sind, in denen sich der Zustand des Gefüges von dem Gefügezustand unterscheidet, der in dem an die jeweilige Zone (18) angrenzenden Bereich (17) des Gefüges vorliegt, **dadurch gekennzeichnet**, dass die Zonen (18), in denen sich der Zustand des Gefüges von dem Gefügezustand unterscheidet, der in dem an die jeweilige Zone (18) angrenzenden Bereich (17) des Gefüges vorliegt, jeweils vollständig von dem Bereich des Gefüges umgrenzt sind, in dem der unterschiedliche Gefügezustand vorliegt.

16. Metallflachprodukt nach Anspruch 15 **dadurch gekennzeichnet**, dass das Gefüge in den Zonen (18), in denen sich der Zustand des Gefüges von dem Gefügezustand unterscheidet, der in dem an die jeweilige Zone (18) angrenzenden Bereich (17) des Gefüges vorliegt, einen anderen Verfestigungszustand aufweist, der sich abhängig vom Umformgrad in einer unterschiedlichen Mikrohärtigkeit äußert.

Es folgen 3 Seiten Zeichnungen

Anhängende Zeichnungen

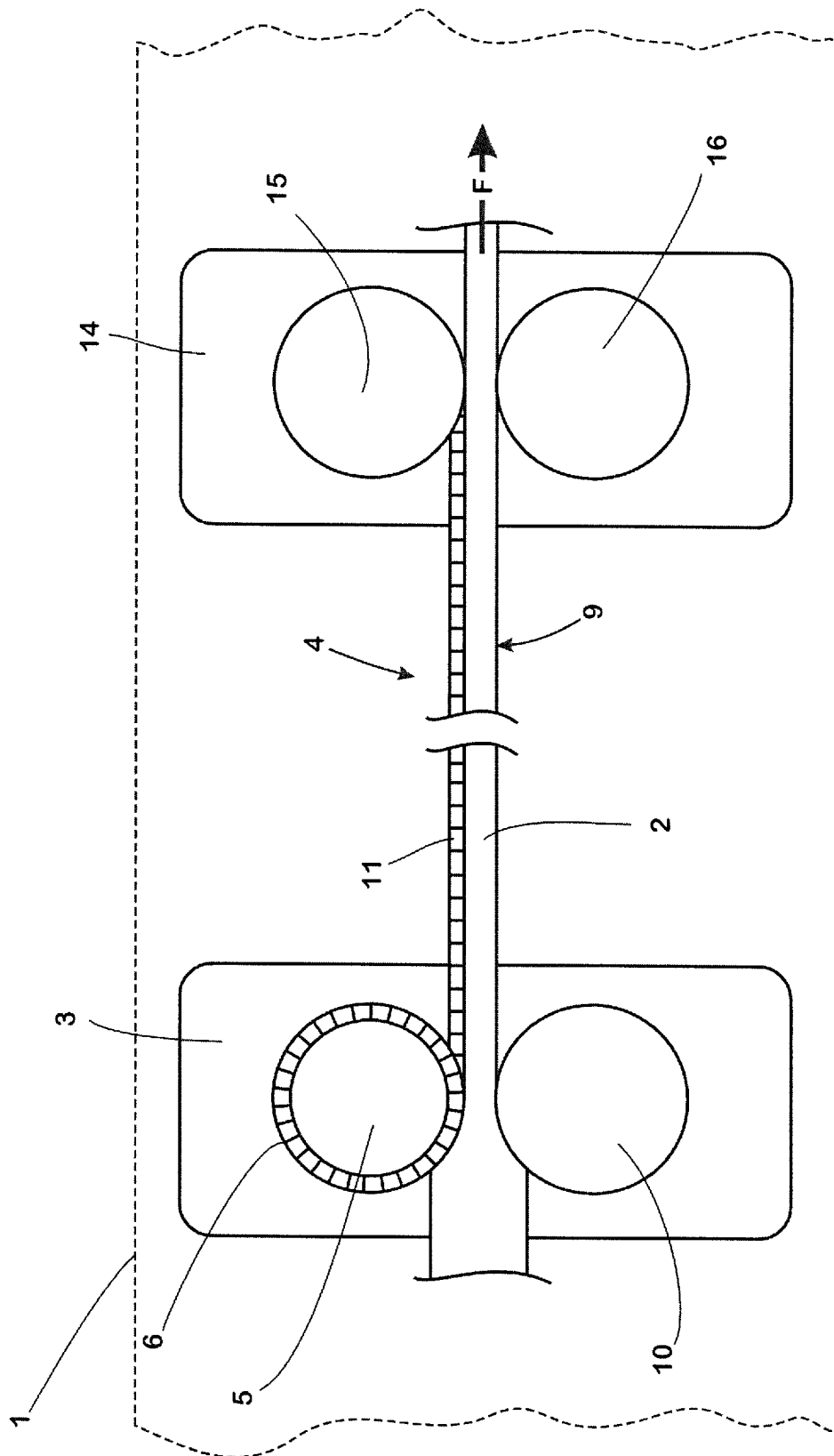


Fig. 1

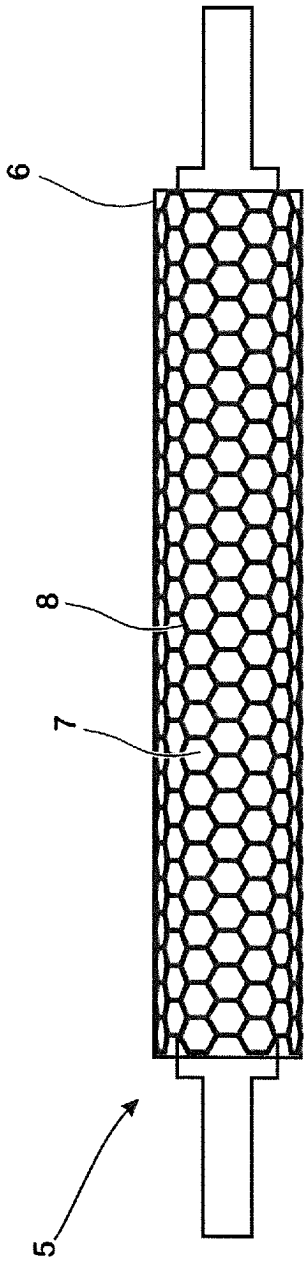


Fig. 2

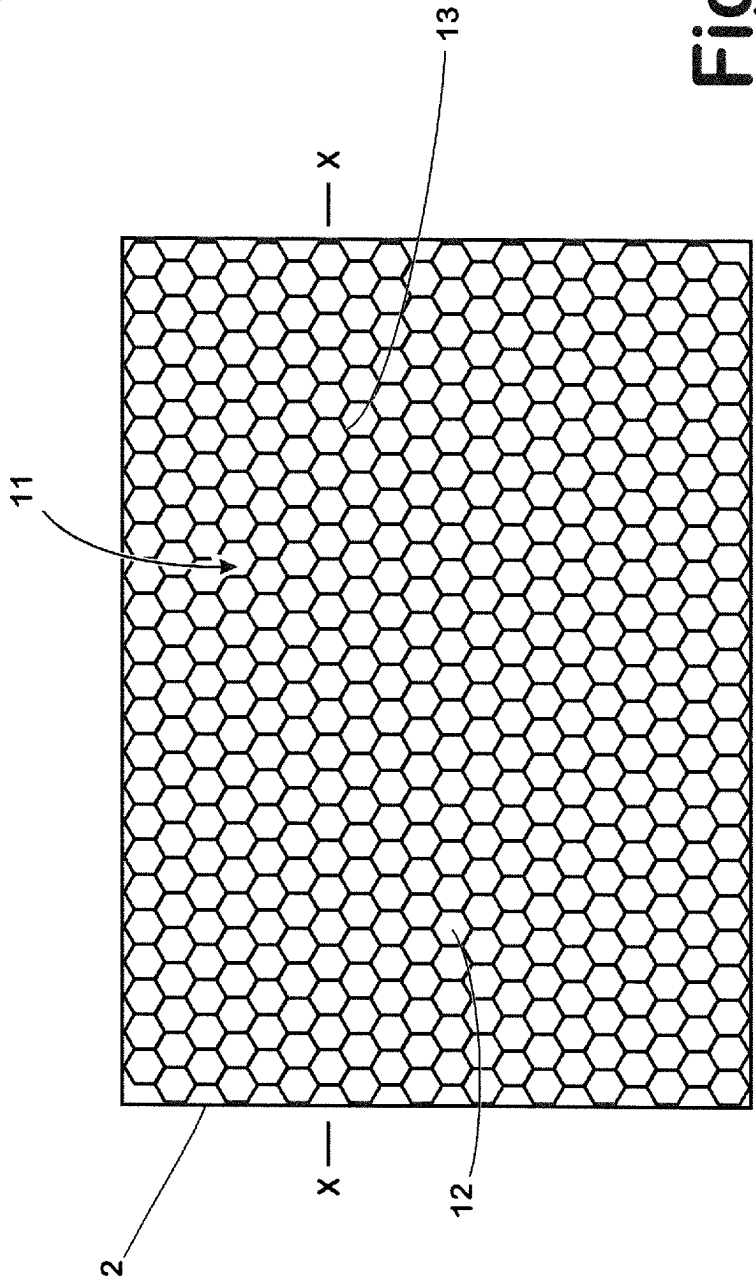


Fig. 3

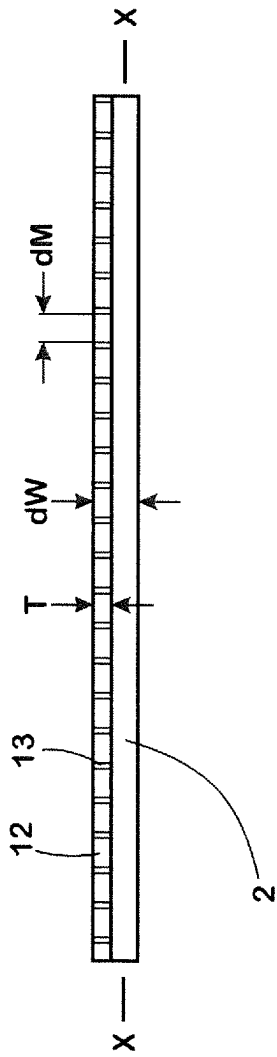


Fig. 4

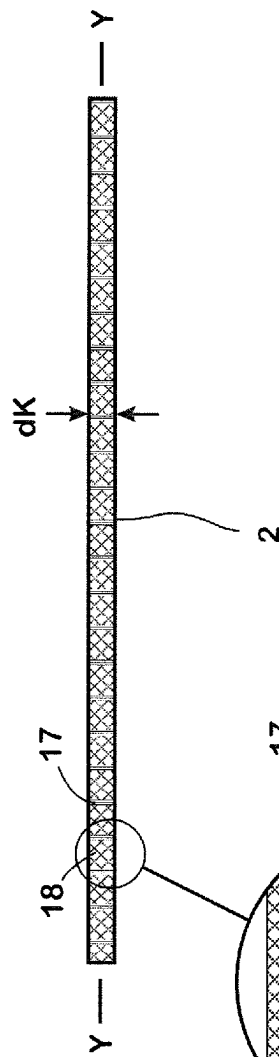


Fig. 5

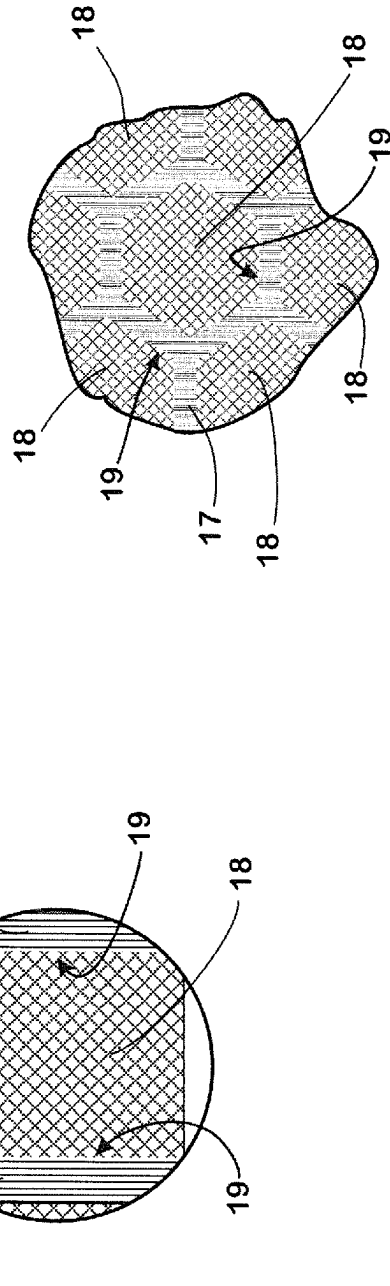


Fig. 6