



(11) **EP 2 208 555 B1**

(12) **EUROPÄISCHE PATENTSCHRIFT**

(45) Veröffentlichungstag und Bekanntmachung des Hinweises auf die Patenterteilung:
18.01.2012 Patentblatt 2012/03

(51) Int Cl.:
B21H 8/00 (2006.01) B21B 1/08 (2006.01)

(21) Anmeldenummer: **09012186.4**

(22) Anmeldetag: **25.09.2009**

(54) **Walzverfahren und Walzvorrichtung zum Herstellen eines Metallbands mit einer über seine Breite variierenden Dicke**

Rolling method and rolling device for producing a metal strip with a thickness that is variable across its width

Procédé de laminage et dispositif de laminage pour la fabrication d'une bande de métal ayant une épaisseur variant en largeur

(84) Benannte Vertragsstaaten:
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 SE SI SK SM TR

(43) Veröffentlichungstag der Anmeldung:
21.07.2010 Patentblatt 2010/29

(73) Patentinhaber: **DREISTERN GmbH & Co.KG**
79650 Schopfheim (DE)

(72) Erfinder:
• **Bertram, Frank**
79736 Rickenbach-Egg (DE)
• **Grether, Hans-Peter**
79650 Schopfheim (DE)
• **Karle, Erwin**
79677 Aitern (DE)
• **Kummler, Ralf**
79650 Schopfheim (DE)

• **Krückels, Thomas**
79585 Steinen (DE)
• **Rerich, Anatolij**
79689 Maulburg (DE)

(74) Vertreter: **Lemcke, Brommer & Partner**
Patentanwälte
Bismarckstrasse 16
76133 Karlsruhe (DE)

(56) Entgegenhaltungen:
EP-A1- 1 847 334 DE-A1- 10 113 610
JP-A- 2005 279 656

• **UTSUNOMIYA H ET AL: "ROLLING OF T-SHAPED PROFILED STRIP BY THE SATELLITE MILL"**
JOURNAL OF MATERIALS ENGINEERING AND PERFORMANCE, ASM INTERNATIONAL, MATERIALS PARK, OH, US, Bd. 6, Nr. 3, 1. Juni 1997 (1997-06-01), Seiten 319-325, XP000691090 ISSN: 1059-9495

EP 2 208 555 B1

Anmerkung: Innerhalb von neun Monaten nach Bekanntmachung des Hinweises auf die Erteilung des europäischen Patents im Europäischen Patentblatt kann jedermann nach Maßgabe der Ausführungsordnung beim Europäischen Patentamt gegen dieses Patent Einspruch einlegen. Der Einspruch gilt erst als eingelegt, wenn die Einspruchsgebühr entrichtet worden ist. (Art. 99(1) Europäisches Patentübereinkommen).

Beschreibung

[0001] Die Erfindung betrifft ein Walzverfahren und eine Walzvorrichtung zum Herstellen eines Metallbands mit einer über seine Breite variierenden Dicke aus einem flachen Metallband mittels einer Anzahl von in Linie hintereinander angeordneten Gruppen von Rollformwerkzeugen nach den Oberbegriffen der Ansprüche 1 und 7.

[0002] Hierbei umfasst eine Gruppe von Rollformwerkzeugen mindestens eine Formrolle, die auf mindestens einer Oberfläche des Metallbandes mindestens einen ersten Einstich erzeugt, in welchem die Dicke des Bandes verkleinert wird. In nachfolgenden Gruppen von Rollformwerkzeugen sind weitere Formrollen vorhanden, die diesen ersten Einstich mit weiteren Einstichen sukzessive zu einem verdünnten Bereich des Metallbandes verbreitern.

[0003] Metallbleche oder Blechteile, die aus Metallbändern hergestellt werden, werden in vielen Bereichen der Technik, wie der Automobilindustrie, der Industrie für Haushalts- und Gebrauchsgüter und dergleichen verwendet. Je nach Anwendungsgebiet werden die Bleche oder Blechteile zu Profilen umgeformt, wobei hier insbesondere Walzprofilierverfahren zu erwähnen sind, die mittels Profiliermaschinen mit einer Mehrzahl von Rollumformwerkzeugen aus Metallbändern Metallprofile herstellen.

[0004] In vielen Anwendungsfällen, beispielsweise im Fahrzeugbau, jedoch auch auf anderen Gebieten, ist man bestrebt, die Materialstärke der eingesetzten Metallbleche und Metallprofile möglichst gering zu halten, um einerseits Materialkosten und andererseits Gewicht einzusparen. Dies kann auf sehr effiziente Art und Weise erzielt werden, indem als Ausgangsmaterial für die Bleche, Blechteile oder Profile Metallbänder verwendet werden, die eine über deren Breite variierende Dicke aufweisen. Die Materialstärke des hieraus hergestellten Bauteils kann dann gezielt an die im Gebrauchsfall zu erwartenden Belastungen angepasst werden, wobei in Bereichen höherer Belastung eine höhere Materialstärke vorgesehen wird, während die Bereiche mit geringerer Belastung dünner ausgebildet werden. Die hierdurch erzielbare Gewichts- und Materialeinsparung bei gleichwohl optimaler Bauteilfestigkeit liegt auf der Hand.

[0005] Bleche, Blechteile und Profile mit belastungsangepasster Dickenstruktur sind früher oft mit schweißtechnischen Verfahren hergestellt worden. Hierbei werden Blechteile unterschiedlicher Dicke stumpf zusammengeschnitten, oder es werden Verstärkungsbleche auf besonders belastete Bereiche eines an sich zu dünn ausgebildeten Bauteils aufgeschweißt. Dieses Vorgehen ist allerdings unter mehreren Gesichtspunkten nicht optimal. Denn der zusätzliche Schweißprozess erzeugt signifikante zusätzliche Kosten. Des Weiteren stellt eine Schweißnaht aufgrund der beim Schweißen hervorgerufenen thermischen Gefügeveränderungen immer eine Schwachstelle im Bauteil dar.

[0006] In der DE 101 13 610 A1, welche die Basis für

den Oberbegriff des unabhängigen Anspruchs bildet, ist vorgeschlagen worden, aus einem flachen Metallband mittels einer Anzahl von in Linie hintereinander angeordneten Gruppen von Rollformwerkzeugen ein Metallband mit einer über seine Breite variierenden Dicke herzustellen, ohne Schweißverfahren einsetzen zu müssen. Hierbei wird zunächst von einer ersten Formrolle ein erster Einstich in die Oberfläche des Metallbands gewalzt, der die Materialstärke des Metallbands durch Ausbildung eines rillenförmigen Eindrucks lokal verringert. Eine Anzahl von nachfolgenden Formrollen verbreitert diesen ersten Einstich mit weiteren Einstichen sukzessive zu einem verdünnten Bereich, der dementsprechend längs entlang des gesamten Metallbands verläuft. Im Ergebnis erhält man also ein Metallband mit beispielsweise einem verdünnten mittleren Bereich und zwei dickeren Randbereichen, das beispielsweise zu Platinen geschnitten oder zu Profilen mit belastungsangepassten Materialstärken weiterverarbeitet werden kann. Von diesem Stand der Technik geht die vorliegende Erfindung aus.

[0007] Ein ähnliches Verfahren ist aus der Veröffentlichung Utsunomiya H. et al: "Rolling of T-Shaped Profiled Strip by the Satellite Mill", Journal of Materials Engineering and Performance, Volume 6(3), Juni 1997, Seite 319, bekannt, wo die Formrollen als Satellitenrollen ausgestaltet sind, die auf einer angetriebenen Gegendruckrolle mit viel größerem Durchmesser gemeinsam abrollen.

[0008] Beim Eindringen der Formrollen in das Material des Metallbands wird Material verdrängt. Hierbei ist sorgfältig darauf zu achten, dass das verdrängte Material so wenig wie möglich in Längsrichtung des Metallbands fließt, und dass vielmehr der Materialfluss jedenfalls zum größten Teil quer zur Durchlaufrichtung des Metallbands gerichtet ist, das verdrängte Material also in Breitenrichtung des Metallbands fließt. Denn ein mehr als unwesentlicher Längsfluss des verdrängten Materials führt unweigerlich zu einer Wellenbildung im hergestellten dickenvariablen Metallband. Einem Materialfluss in Breitenrichtung steht allerdings ein Breitungswiderstand des Metallbandes entgegen. Neben hohen Reaktionskräften ist dieser auch deswegen nachteilig, weil er in den Bereichen neben den Einstichen zu einer Materialverfestigung sowie zu Verdickungen und infolgedessen einer Wulstbildung führt. Es gilt also, den Breitungswiderstand abzusenken, um einen Materialfluss in Breitenrichtung zu erleichtern.

[0009] Eine Lösung dieser Problemstellung ist in der DE 10 2006 000 181 A1 offenbart. Dort wird das Ausgangs-Metallband mit Abbiegungen versehen, die längs des Metallbandes verlaufen, und zwischen denen die Dickenreduktion des Metallbandes erfolgt. Diese Abbiegungen senken den Breitungswiderstand, so dass das bei der Dickenreduzierung verdrängte Material ohne größeren Widerstand in Breitenrichtung nach außen fließen kann. Allerdings erfordert ein solches Vorgehen entweder zusätzlichen Aufwand durch Anbringen von Hilfsbiegungen, die anschließend wieder beseitigt werden müssen - was unter Stabilitätsaspekten nicht optimal ist -,

oder das Verfahren ist nur in speziellen Anwendungsfällen einsetzbar, bei denen ein Profil mit variierender Materialstärke hergestellt werden soll, das ohnehin mit den für die Dickenreduktion eingebrachten Abbiegungen versehen werden muss.

[0010] Der vorliegenden Erfindung liegt daher die Aufgabe zugrunde, ein Walzverfahren und eine Walzvorrichtung der eingangs genannten Art hinsichtlich der beschriebenen Problemstellungen weiter zu vereinfachen bzw. zu verbessern.

[0011] Gelöst ist diese Aufgabe durch Verfahren mit den Merkmalen der Ansprüche 1 und 2 sowie durch Vorrichtungen mit den Merkmalen der Ansprüche 7 und 8.

[0012] Bevorzugte Weiterbildungen der Verfahren ergeben sich aus den Ansprüchen 3 bis 6; vorteilhafte Ausgestaltungen der Vorrichtungen sind in den Ansprüchen 9 bis 12 niedergelegt.

[0013] Der Kern der vorliegenden Erfindung ist demnach darin zu sehen, dass das Metallband zumindest beim ersten Einstich entlang einer auf dem Metallband abrollenden Oberfläche eines am Einstich beteiligten Rollformwerkzeugs aus seiner ursprünglichen Bewegungsrichtung heraus gebogen wird. Da die Achse des Rollformwerkzeugs notwendigerweise quer zur Bewegungsrichtung des Metallbandes verläuft, ergibt sich hierdurch eine Biegung des Metallbands zu einer Oberfläche desselben hin, und zwar um die Achse des Rollformwerkzeugs in vorgegebenem Radius. Dieser Radius kann so klein gewählt sein, dass das Metallband über seine Streckgrenze hinaus gebogen wird, wodurch sich vorteilhafte Gefügeveränderungen im Material ergeben. Dies ist jedoch nicht notwendig. Die exakt quer zum Metallband verlaufende Biegung senkt jedenfalls den Breitenwiderstand und führt zu einem leichten Materialfluss des beim Einstich verdrängten Materials in Breitenrichtung. Das Anbringen einer Längs-Hilfsbiegung erübrigt sich hierdurch.

[0014] Die erfindungsgemäße Änderung der Bewegungsrichtung des Metallbands beim Einstich nach oben und nach unten (wobei "oben" und "unten" die beiden Richtungen sind, die den Normalen auf den Oberflächen des Metallbands entsprechen) wird dadurch bewirkt, dass zumindest ein Teil der Rollformwerkzeuge und/oder Umlenkrollen so abwechselnd oberhalb und/oder unterhalb der ursprünglichen Bewegungsrichtung des Metallbands angeordnet sind, dass sich die Bewegungsrichtung des Metallbands abwechselnd nach oben, in die ursprüngliche Bewegungsrichtung und/oder nach unten ändert. Das Metallband kann also durch alternierend nach oben und unten versetzte Rollformwerkzeuge bzw. Umlenkrollen geführt werden, so dass es ebenfalls alternierend seine Richtung wechselt; es kann jedoch auch vorgesehen sein, dass das Metallband jeweils zwei oberhalb und dann zwei unterhalb der ursprünglichen Bewegungsrichtung angeordnete Einstiche bzw. Umlenkrollen durchläuft, so dass es jeweils beim ersten der beiden gleich hohen Einstiche in die ursprüngliche Bewegungsrichtung umgebogen und beim zweiten dieser Einstiche

dann nach unten bzw. oben umgebogen wird. Wichtig ist jeweils nur, dass das Metallband beim Einstich erfindungsgemäß seine Bewegungsrichtung ändert.

[0015] Eine solche Anordnung kann im Rahmen der vorliegenden Erfindung so aussehen, dass die an den Einstichen beteiligten Rollformwerkzeuge jeweils gruppenweise oberhalb und unterhalb der ursprünglichen Bewegungsrichtung des Metallbandes angeordnet sind. Im einfachsten Fall sind dies jeweils eine Formrolle und eine Gegenrolle, die zwischen sich einen Walzspalt bilden, und die zusammen die Gruppen von Rollformwerkzeugen eines Einstichs bilden. Dementsprechend können also jeweils eine aus Formrolle und Gegenrolle bestehende Gruppe nach oben und unten gegeneinander versetzt hintereinander angeordnet werden.

[0016] Besonders bevorzugt ist es, wenn die Rollformwerkzeuge nach Art einer Richtmaschine angeordnet sind, also die Rollformwerkzeuge in Arbeitsrichtung versetzt abwechselnd oberhalb und/oder unterhalb der ursprünglichen Bewegungsrichtung des Metallbandes angeordnet sind und jedes Rollformwerkzeug mit den beiden benachbarten Rollformwerkzeugen jeweils einen Walzspalt bildet. Eine solche "Richtmaschinenanordnung" ist leicht zu lagern und die darin auftretenden Kräfte sind gut beherrschbar; außerdem können Rollformwerkzeug-Radien gewählt werden, die das Metallband über die Streckgrenze seines Materials hinaus biegen - zumindest anfangs -, so dass sich außerdem noch ein Richteffekt für das Metallband ergibt, mit den entsprechenden Vorteilen, wie Ebenheit und Spannungsreduktion des letztendlich bereichsweise dickenreduzierten Metallbands.

[0017] Wenn in einer solchen "Richtmaschinenanordnung" keine regelmäßige Anordnung der Rollformwerkzeuge gewählt wird, kann insbesondere zwischen einer Formrolle und der ersten vom Metallband passierten, mit dieser Formrolle zusammenwirkenden Gegenrolle ein nur mit einem Teil der beabsichtigten Tiefe erzeugter Einstich hergestellt werden, indem der Spalt zwischen der Formrolle und dieser ersten Gegenrolle größer gewählt wird als der Spalt zwischen der Formrolle und der vom Metallband nachfolgend passierten zweiten Gegenrolle. Demgemäß wird der Einstich dann zwischen der Formrolle und der zweiten passierten Gegenrolle bis zur vollständigen Solltiefe vertieft. Hierdurch kann also jeder Einstich zweistufig erfolgen, was bei der Vermeidung einer Wulstbildung vorteilhaft ist.

[0018] Besondere Vorteile ergeben sich im Rahmen der vorliegenden Erfindung, wenn das Rollformwerkzeug, entlang dessen Oberfläche das Metallband beim Einstich geführt wird, schmaler als das Metallband ist oder so geformt ist, dass es nur in einem begrenzten Einstichsbereich um den Einstich auf dem Metallband abrollt und die seitlich daneben befindlichen Bereiche des Metallbands beim erfindungsgemäßen Ändern von dessen Bewegungsrichtung nicht unterstützt oder geführt werden. Denn dies führt beim Biegen des Metallbands nach oben oder unten, um die Achse des entspre-

chenden Rollformwerkzeugs herum, zu einem Hochklappen oder Herunterklappen der seitlichen, freien Metallbandbereiche. Hierdurch bildet sich eine Art Längs-Hilfsbiegung, ohne dass diese bewusst in das Material eingebracht werden müsste. Auch ein Zurückbiegen einer Hilfsbiegung entfällt, da sich die nach oben bzw. nach unten verformten Bandkanten selbständig wieder in die Ebene zurückverformen, wenn der Einstich verlassen worden ist und das Band geradlinig weitertransportiert wird.

[0019] Mehrere Ausführungsbeispiele einer erfindungsgemäßen Vorrichtung werden im folgenden anhand der beigefügten Zeichnungen näher beschrieben und erläutert. Es zeigen:

- Figur 1 eine schematische Seitenansicht einer erfindungsgemäß ausgestalteten Walzvorrichtung, reduziert auf eine schematische Darstellung der Rollformwerkzeuge, in einer ersten Variante;
- Figur 2 eine Darstellung wie Figur 1, jedoch einer zweiten Variante;
- Figur 3 eine Darstellung wie Figur 1, jedoch einer dritten Variante;
- Figur 4 eine Darstellung wie Figur 1, jedoch einer vierten Variante;
- Figur 5 eine schematische perspektivische Ansicht der Anordnung aus Figur 1;
- Figur 6 drei nebeneinander angeordnete, schematische Frontansichten eines Walzspalts mit eingelegtem Metallband, wobei die nebeneinander angeordneten Bilder hintereinander angeordneten Walzspalten entsprechen, gemäß dem Stand der Technik;
- Figur 7 eine Darstellung wie Figur 6, jedoch eines erfindungsgemäßen Verfahrens;
- Figur 8 eine Darstellung wie Figur 6, jedoch mit einer Modifikation gegenüber der Figur 7;
- Figur 9 eine Darstellung wie Figur 6, jedoch mit einer Modifikation gegenüber den Figuren 7 und 8.

[0020] Figur 1 zeigt insgesamt sechs Paare von Rollformwerkzeugen, die jeweils aus einer Formrolle 1 und einer Gegenrolle 2 bestehen, welche zwischen sich jeweils einen Walzspalt 3 bilden. Jedes Paar von Rollformwerkzeugen 1, 2 bildet eine Gruppe a, b, c ... von Rollformwerkzeugen, durch die ein (nicht dargestelltes) Metallband geführt wird. Die Bewegungsrichtung 4 dieses Metallbands liegt in der Zeichenebene und ist von links nach rechts gerichtet. Die Gruppen a, b, c ... von Roll-

formwerkzeugen sind gegenüber der Bewegungsrichtung 4 des Metallbands alternierend nach oben und nach unten versetzt, so dass das Metallband beim Durchlaufen der einzelnen Walzspalte 3 abwechselnd nach unten und nach oben umgelenkt wird, und zwar in dem Bereich, in dem die Formrollen 1 jeweils mindestens einen Einstich in der Oberfläche des Metallbands erzeugen. In der ersten Gruppe a wird das Metallband nach unten umgelenkt, und zwar entlang der Gegenrolle 2 geführt, während es in der Gruppe b nach oben umgelenkt wird, und zwar hier geführt von der Formrolle 1. Dies wiederholt sich periodisch über die weiteren Gruppen c ff.

[0021] An dieser Stelle sei angemerkt, dass die einzelnen Gruppen a, b, c von Rollformwerkzeugen nicht unbedingt alternierend nach oben bzw. unten versetzt sein müssen, um die erfindungsgemäße Änderung der Bewegungsrichtung des Metallbands zu bewirken. Vielmehr können auch die ersten zwei Gruppen a, b auf gleicher Höhe angeordnet sein, danach die dritte und vierte Gruppe c, d versetzt dazu auf gleicher Höhe, danach die fünfte und sechste Gruppe e, f wieder etwa auf der Höhe der ersten beiden Gruppen a, b usw. Der Umschlingungswinkel des Metallbands um das Rollformwerkzeug 1, 2, an dem es im Einstich geführt wird, verringert sich hierdurch zwar, jedoch erfolgt noch immer eine Umlenkung bei jedem Stich.

[0022] In Figur 2 ist eine Anordnung der Rollformwerkzeuge 1, 2 nach dem "Richtmaschinenprinzip" verdeutlicht. Hier bilden eine obere Reihe von Formrollen 1 und eine untere Reihe von Gegenrollen 2 die einzelnen Gruppen a, b, c ... von Rollformwerkzeugen, wobei jede Gruppe von zwei Gegenrollen 2 und einer Formrolle 1 gebildet wird. Die Formrollen der mittleren Gruppen b, c ... gehören also jeweils zwei Gruppen an. Das (hier wiederum nicht dargestellte) Metallband wird wie in einer Richtmaschine entlang jedes einzelnen Rollformwerkzeugs 1, 2 geführt und hierbei in den zwischen den Rollformwerkzeugen gebildeten Spalten 3 jeweils umgelenkt.

[0023] Eine Variation dieser Richtmaschinenanordnung ist in Figur 3 dargestellt. Hier sind die Spalte 3 zwischen den Formrollen 1 und den Gegenrollen 2 jeder einzelnen Gruppe a, b, c ... von Rollformwerkzeugen unterschiedlich breit, so dass der Spalt 3 zwischen der Formrolle 1 und der vom (hier wiederum nicht dargestellten) Metallband zuerst passierten ersten Gegenrolle 2 größer ist als der Spalt 3' zwischen der Formrolle 1 und der vom Metallband nachfolgend passierten zweiten Gegenrolle 2' der Gruppe a. Der Einstich der Formrolle 1 dieser ersten Gruppe a in die Oberfläche des Metallbands erfolgt also zweistufig, und zwar im ersten Spalt 3 zunächst nur bis zu einer gewissen Tiefe, die ein Bruchteil der Solltiefe ist, und im zweiten Spalt 3' dann vollständig bis zur Solltiefe. Diese Geometrie setzt sich in den nachfolgenden Gruppen b, c, d ... fort, so dass hier jeder Einstich zweistufig erfolgt.

[0024] Eine weitere Variation einer erfindungsgemäßen Anordnung von Rollformwerkzeugen 1, 2 zeigt Figur 4. Hier sind vier Paare von Formrollen 1 und Gegenrollen

2, welche zwischen sich jeweils einen Walzspalt 3 bilden, hintereinander angeordnet, und zwar wie im Stand der Technik üblich derart, dass die Walzspalte 3 horizontal in derselben Ebene angeordnet sind. Die erfindungsgemäße Umlenkung des (hier wiederum nicht dargestellten) Metallbandes wird durch zwischen den Gruppen a, b, c, d von Rollformwerkzeugen 1, 2 angeordnete Umlenkrollen 9 bewirkt. Denn um vom Walzspalt 3 der ersten Rollformwerkzeuggruppe a zum Walzspalt 3 der zweiten Rollformwerkzeuggruppe b zu gelangen, muss das Metallband unten oder oben um die Umlenkrolle 9 herumgeführt werden. Dies bewirkt, dass das Metallband in jedem Walzspalt 3 entweder nach oben oder nach unten umgelenkt wird, und zwar mit einem Biegeradius, der dem Radius entweder der Formrolle 1 oder der Gegenrolle 2 entspricht.

[0025] Figur 5 zeigt die Anordnung von Rollformwerkzeugen 1, 2, die bereits in Figur 1 dargestellt ist, in einer schematischen perspektivischen Ansicht, wobei hier ein Metallband 5, das durch die einzelnen Walzspalte 3 der Rollformwerkzeuggruppen a, b, c durchläuft, dargestellt ist. Hierdurch wird eine Besonderheit einer bevorzugten Weiterbildung der vorliegenden Erfindung verdeutlicht, die dann auftritt, wenn die Formrollen 1 und Gegenrollen 2 eine geringere Breite besitzen, als das Metallband 5: Die dann von den Rollformwerkzeugen 1, 2 nicht geführten Randbereiche 6 des Metallbands 5 versuchen, die Auf- und Abbewegung des Metallbands 5 durch die einzelnen Walzspalte 3 nicht mitzugehen, sondern in der ursprünglichen Bewegungsebene des Metallbands 5 zu verharren. Dies führt zu einem Hochklappen bzw. Herunterklappen dieser Randbereiche 6 des Metallband 5 insbesondere beim Durchgang desselben durch die Walzspalte 3, so dass der Breitungswiderstand an den Walzspalten 3 sich nochmals verringert.

[0026] Der anhand Figur 5 eben beschriebene Vorgang eines Hochklappens und Herunterklappens der Randbereiche 6 des Metallbands 5 in einer erfindungsgemäßen Anordnung von Rollformwerkzeugen wird anhand der Figuren 6 bis 9 weiter verdeutlicht. Genau genommen ist dies nur in den Figuren 7 bis 9 der Fall, da Figur 6 im wesentlichen einem Verfahren nach dem Stand der Technik entspricht und somit geeignet ist, das allgemeine Prinzip des vorliegenden erfindungsgemäßen Walzverfahrens zu illustrieren:

Die in den Figuren 6 bis 9 jeweils nebeneinander angeordneten Darstellungen sind schematische Draufsichten auf eigentlich hintereinander angeordnete, aus jeweils einer Formrolle 1 und einer Gegenrolle 2 bestehende Rollformwerkzeugpaare a, b, c, die jeweils einen Walzspalt 3 zwischen sich bilden.

[0027] In der Rollformwerkzeuggruppe a in Figur 6 wird ein erster Einstich im Metallband 5 erzeugt, und zwar durch einen an der Formrolle 1 angeformten Drückring 7. Dieser Drückring 7 drückt sich in das Metallband 5 ein und erzeugt eine Rille 8, die von Drückringen 7' und

7" der Rollformwerkzeuggruppen b und c nachfolgend sukzessive zu einem Bereich des Metallbands 5 mit verringerter Dicke erweitert wird.

[0028] Figur 7 zeigt im direktem Vergleich die Wirkung der erfindungsgemäßen, in diesem Fall höhenversetzten Anordnung der Rollformwerkzeuggruppen a, b und c, wobei hier die Rollformwerkzeuggruppe b tiefer gesetzt und somit der dort gebildete Walzspalt 3 unterhalb der ursprünglichen Bewegungsebene des Metallbands 5 liegt, während die Rollformwerkzeuggruppen a und c höher gesetzt sind. Da die Formrollen 1 und die Gegenrollen 2 weniger breit als das Metallband 5 sind, führt diese versetzte Anordnung der Rollformwerkzeuggruppen a, b, c zu einem Herunterklappen bzw. Hochklappen der freien, nicht geführten Bereiche 6 des Metallbands 5, was den Breitenfluss des in der Rille 8 verdrängten Materials zusätzlich zur erfindungsgemäß vorgesehenen Richtungsänderung des Metallbands 5 im Walzspalt 3 erleichtert.

[0029] Dieser Effekt kann verstärkt werden, wenn der Drückring 7 (Figur 8) oder zwei Drückringe (Figur 9) zum Erzeugen der Rille 8 jeweils unmittelbar am äußeren Rand der Formrolle 1 angeordnet ist, wie dies die Figuren 8 und 9 zeigen. Dies bedingt, dass die Formrollen 1 der jeweils nachfolgenden Rollformwerkzeuggruppen b, c jeweils etwas breiter ausgebildet sein müssen, als diejenigen der jeweils vorangehenden Rollformwerkzeuggruppen a, b, so dass die Rille 8 sich sukzessive verbreitert. Dadurch, dass die Rille 8 unmittelbar neben der Stelle angeordnet ist, an der der Randbereich 6 des Metallbands 5 nach unten oder nach oben abknickt, wird der Effekt des Hochklappens bzw. Abklappens der Randbereiche 6 des Metallbands 5 optimal zur Verringerung des Breitungswiderstandes ausgenutzt.

Patentansprüche

1. Walzverfahren zum Herstellen eines Metallbands mit einer über seine Breite variierenden Dicke aus einem flachen Metallband (5) mit einer Anzahl von in Linie hintereinander angeordneten Gruppen (a, b, c...) von Rollformwerkzeugen (1, 2), die sukzessive vom Metallband (5) durchlaufen werden, wobei in einer Gruppe (a) von Rollformwerkzeugen (1, 2) mittels einer Formrolle (1) auf mindestens einer Oberfläche des Metallbandes (5) mindestens ein erster Einstich (8) erzeugt wird, in welchem die Dicke des Bandes (5) verringert wird, wobei in nachfolgenden Gruppen (b, c, d...) von Rollformwerkzeugen dieser erste Einstich (8) mit weiteren Einstichen (8) von weiteren Formrollen (1) zu einem verdünnten Bereich des Metallbandes (5) verbreitert wird, und wobei das Metallband (5) zumindest beim ersten Einstich (8) seine Bewegungsrichtung entlang einer auf dem Metallband (5) abrollenden Oberfläche eines am Einstich (8) beteiligten Rollformwerkzeugs (1, 2) ändert,

- dadurch gekennzeichnet,**
dass das Metallband (5) so zwischen abwechselnd oberhalb und/oder unterhalb seiner ursprünglichen Bewegungsrichtung (4) angeordneten Rollformwerkzeugen (1, 2) hindurchgeführt wird, dass sich seine Bewegungsrichtung abwechselnd nach oben, in die ursprüngliche Bewegungsrichtung (4) und/oder nach unten ändert.
2. Walzverfahren zum Herstellen eines Metallbands mit einer über seine Breite variierenden Dicke aus einem flachen Metallband (5) mit einer Anzahl von in Linie hintereinander angeordneten Gruppen (a, b, c...) von Rollformwerkzeugen (1, 2), die sukzessive vom Metallband (5) durchlaufen werden, wobei in einer Gruppe (a) von Rollformwerkzeugen (1, 2) mittels einer Formrolle (1) auf mindestens einer Oberfläche des Metallbandes (5) mindestens ein erster Einstich (8) erzeugt wird, in welchem die Dicke des Bandes (5) verringert wird, wobei in nachfolgenden Gruppen (b, c, d...) von Rollformwerkzeugen dieser erste Einstich (8) mit weiteren Einstichen (8) von weiteren Formrollen (1) zu einem verdünnten Bereich des Metallbandes (5) verbreitert wird, und wobei das Metallband (5) zumindest beim ersten Einstich (8) seine Bewegungsrichtung entlang einer auf dem Metallband (5) abrollenden Oberfläche eines am Einstich (8) beteiligten Rollformwerkzeugs (1, 2) ändert,
dadurch gekennzeichnet,
dass das Metallband (5) so durch die Gruppen (a, b, c, d...) von Rollformwerkzeugen, deren Walzspalte (3) horizontal in derselben Ebene angeordnet sind, hindurchgeführt sowie um Umlenkrollen (9), die zwischen den einzelnen Gruppen (a, b, c, d...) von Rollformwerkzeugen (1, 2) angeordnet sind, herumgeführt wird, dass sich seine Bewegungsrichtung von einer Gruppe (a) von Rollformwerkzeugen zu der nachfolgenden Umlenkrolle (9) zur nächsten Gruppe (b) von Rollformwerkzeugen zu der dieser nachfolgenden Umlenkrolle (9) und so weiter abwechselnd nach unten und/oder nach oben ändert.
3. Walzverfahren nach einem der Ansprüche 1 oder 2,
dadurch gekennzeichnet,
dass die Änderung der Bewegungsrichtung mit einem Biegeradius erfolgt, der ein Biegen des Metallbands (5) über seine Streckgrenze hinaus bewirkt.
4. Walzverfahren nach einem der Ansprüche 1 oder 3 in Kombination mit 1,
dadurch gekennzeichnet,
dass das Metallband (5) durch eine Rollformwerkzeug-Anordnung geführt wird, die richtmaschinenartig in Arbeitsrichtung (4) versetzte, abwechselnd oberhalb und/oder unterhalb der ursprünglichen Bewegungsrichtung (4) des Metallbandes angeordnete Rollformwerkzeuge (1, 2) umfasst.
5. Walzverfahren nach Anspruch 4,
dadurch gekennzeichnet,
dass jeweils eine Formrolle (1) mit zwei Gegenrollen (2, 2') zusammenwirkt, und dass zwischen der Formrolle (1) und der ersten vom Metallband (5) passierten Gegenrolle (2) ein nur mit einem Teil der beabsichtigten Tiefe versehener Einstich (8) erzeugt wird, der nachfolgend zwischen der Formrolle (1) und der zweiten vom Metallband (5) passierten Gegenrolle (2') bis zur vollständigen beabsichtigten Tiefe vertieft wird.
6. Walzverfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 5,
dadurch gekennzeichnet,
dass als Rollformwerkzeug (1, 2), entlang dessen Oberfläche das Metallband (5) beim Einstich (8) geführt wird, ein Rollformwerkzeug (1, 2) verwendet wird, dessen Oberfläche nur in einem begrenzten Einstichsbereich um den Einstich (8) auf dem Metallband (5) abrollt, während die seitlich neben dem Einstichsbereich liegenden Bereiche (6) des Metallbands (5) von diesem Rollformwerkzeug (12) nicht unterstützt oder geführt werden.
7. Walzvorrichtung zum Herstellen eines Metallbandes mit einer über seine Breite variierenden Dicke aus einem flachen Metallband, insbesondere zur Durchführung des Verfahrens nach Anspruch 1, mit einer Anzahl von in Linie hintereinander angeordneten Gruppen (a, b, c ...) von Rollformwerkzeugen (1, 2), die sukzessive vom Metallband (5) durchlaufen werden, wobei eine Gruppe (a) von Rollformwerkzeugen (1, 2) mindestens eine Formrolle (1) umfasst, die mindestens einen ersten Einstich (8) in einer Oberfläche des Metallbandes (5) erzeugt, um dort die Dicke des Metallbandes (5) zu verringern, wobei zumindest einige nachfolgenden Gruppen (b, c, d ...) von Rollformwerkzeugen (1, 2) weitere Formrollen (1) enthalten, die den ersten Einstich (8) durch weitere Einstiche (8) sukzessive zu einem verdünnten Bereich des Metallbandes (5) verbreitern, und wobei das Metallband (5) zumindest beim ersten Einstich (8) entlang einer auf dem Metallband (5) abrollenden Oberfläche eines am Einstich (8) beteiligten Rollformwerkzeugs (1, 2) geführt ist und hierdurch beim Einstich (8) seine Bewegungsrichtung ändert,
dadurch gekennzeichnet,
dass zumindest ein Teil der Rollformwerkzeuge (1, 2) so abwechselnd oberhalb und/oder unterhalb der ursprünglichen Bewegungsrichtung (4) des Metallbandes (5) angeordnet ist, dass sich im Betrieb die Bewegungsrichtung des Metallbandes (5) abwechselnd nach oben, in die ursprüngliche Bewegungsrichtung (4) und/oder nach unten ändert.
8. Walzvorrichtung zum Herstellen eines Metallbandes mit einer über seine Breite variierenden Dicke aus einem flachen Metallband, insbesondere zur Durch-

führung des Verfahrens nach Anspruch 2, mit einer Anzahl von in Linie hintereinander angeordneten Gruppen (a, b, c ...) von Rollformwerkzeugen (1, 2), die sukzessive vom Metallband (5) durchlaufen werden, wobei eine Gruppe (a) von Rollformwerkzeugen (1, 2) mindestens eine Formrolle (1) umfasst, die mindestens einen ersten Einstich (8) in einer Oberfläche des Metallbandes (5) erzeugt, um dort die Dicke des Metallbandes (5) zu verringern, wobei zumindest einige nachfolgenden Gruppen (b, c, d ...) von Rollformwerkzeugen (1, 2) weitere Formrollen (1) enthalten, die den ersten Einstich (8) durch weitere Einstiche (8) sukzessive zu einem verdünnten Bereich des Metallbandes (5) verbreitern, und wobei das Metallband (5) zumindest beim ersten Einstich (8) entlang einer auf dem Metallband (5) abrollenden Oberfläche eines am Einstich (8) beteiligten Rollformwerkzeugs (1, 2) geführt ist und hierdurch beim Einstich (8) seine Bewegungsrichtung ändert, **dadurch gekennzeichnet, dass** zwischen den einzelnen Gruppen (a, b, c, d...) von Rollformwerkzeugen, deren Walzspalte (3) horizontal in derselben Ebene angeordnet sind, (1, 2) Umlenkrollen (9) angeordnet sind und dass diese Umlenkrollen so oberhalb und/oder unterhalb der ursprünglichen Bewegungsrichtung (4) des Metallbandes (5) angeordnet sind, dass sich im Betrieb die Bewegungsrichtung des Metallbandes (5) von einer Gruppe (a) von Rollformwerkzeugen zu der nachfolgenden Umlenkrolle (9) zur nächsten Gruppe (b) von Rollformwerkzeugen zu der dieser nachfolgenden Umlenkrolle (9) und so weiter abwechselnd nach unten und/oder nach oben ändert

9. Walzvorrichtung nach Anspruch 7, **dadurch gekennzeichnet, dass** zumindest ein Teil der Rollformwerkzeuge (1, 2) in einer Rollformwerkzeug-Anordnung zusammengefasst ist, die richtmaschinenartig in Arbeitsrichtung versetzte, abwechselnd oberhalb und/oder unterhalb der ursprünglichen Bewegungsrichtung (4) des Metallbandes (5) angeordnete Rollformwerkzeuge (1, 2) umfasst.

10. Walzvorrichtung nach Anspruch 9, **dadurch gekennzeichnet, dass** jeweils eine Formrolle (1) mit zwei Gegenrollen (2, 2') zusammenwirkt, und dass der Spalt (3) zwischen der Formrolle (1) und der vom Metallband (5) zuerst passierten ersten Gegenrolle (2) größer ist als der Spalt (3') zwischen der Formrolle (1) und der vom Metallband (5) nachfolgend passierten zweiten Gegenrolle (2').

11. Walzvorrichtung nach Anspruch 7, **dadurch gekennzeichnet, dass** zumindest ein Teil der Gruppen (a, b, c ...) von Rollformwerkzeugen (1, 2) so gruppenweise ab-

wechselnd oberhalb und/oder unterhalb der ursprünglichen Bewegungsrichtung (4) des Metallbandes (5) angeordnet sind, dass sich die Bewegungsrichtung des Metallbandes (5) abwechselnd nach oben, in die ursprüngliche Bewegungsrichtung (4) und/oder nach unten ändert.

12. Walzvorrichtung nach einem der Ansprüche 7 bis 11, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Gruppen (a, b, c ...) von Rollformwerkzeugen jeweils aus einer Formrolle (1) und mindestens einer Gegenrolle (2) bestehen, die jeweils einen Walzspalt (3) zwischen sich bilden.

Claims

1. Rolling process for producing a metal strip that varies in thickness over its width from a flat metal strip (5) with a number of groups (a, b, c...) of roll-forming tools (1, 2), arranged in line one behind the other, through which the metal strip (5) passes in succession, wherein in one group (a) of roll-forming tools (1, 2) there is created on at least one surface of the metal strip (5), by means of a forming roller (1), at least one first groove (8) in which the thickness of the strip (5) is reduced, wherein in subsequent groups (b, c, d...) of roll-forming tools that first groove (8) is widened with further grooves (8) by means of further forming rollers (1) to form a thin region of metal strip (5), and wherein the metal strip (5), at least in the case of the first groove (8), changes its direction of travel along a surface of a roll-forming tool (1, 2) participating in the formation of the groove (8), which surface rolls on the metal strip (5), **characterised in that**

the metal strip (5) is passed between roll-forming tools (1, 2) arranged alternately above and/or below its original direction of travel (4) in such a way that its direction of travel alternately changes to an upward direction, to the original direction of travel (4) and/or to a downward direction.

2. Rolling process for producing a metal strip that varies in thickness over its width from a flat metal strip (5) with a number of groups (a, b, c...) of roll-forming tools (1, 2), arranged in line one behind the other, through which the metal strip (5) passes in succession, wherein in one group (a) of roll-forming tools (1, 2) there is created on at least one surface of the metal strip (5), by means of a forming roller (1), at least one first groove (8) in which the thickness of the strip (5) is reduced, wherein in subsequent groups (b, c, d...) of roll-forming tools that first groove (8) is widened with further grooves (8) by means of further forming rollers (1) to form a thin region of metal strip (5), and wherein the metal strip (5), at least in the case of the first groove (8), changes its direc-

- tion of travel along a surface of a roll-forming tool (1, 2) participating in the formation of the groove (8), which surface rolls on the metal strip (5),
characterised in that
the metal strip (5) is passed through the groups (a, b, c, d...) of roll-forming tools, the nips (3) of which are arranged horizontally in the same plane, and is guided around guide rollers (9), which are arranged between the individual groups (a, b, c, d...) of roll-forming tools (1, 2), in such a way that its direction of travel alternately changes to a downward direction and/or to an upward direction from one group (a) of roll-forming tools to the subsequent guide roller (9) to the next group (b) of roll-forming tools to the guide roller (9) subsequent thereto and so on.
3. Rolling process according to either one of claims 1 and 2,
characterised in that
the change in the direction of travel is effected with a bending radius that bends the metal strip (5) beyond its limit of elasticity.
4. Rolling process according to either claim 1 or claim 3 in combination with claim 1,
characterised in that
the metal strip (5) is guided through a roll-forming tool arrangement which comprises roll-forming tools (1, 2) that are staggered in the working direction (4) in a similar way to a straightening machine and arranged alternately above and/or below the original direction of travel (4) of the metal strip.
5. Rolling process according to claim 4,
characterised in that
a forming roller (1) co-operates with two counter-rollers (2, 2') in each case, and between the forming roller (1) and the first counter-roller (2) through which the metal strip (5) passes there is created a groove (8) having only part of the intended depth, which groove is subsequently deepened to the full intended depth between the forming roller (1) and the second counter-roller (2') through which the metal strip (5) passes.
6. Rolling process according to any one of claims 1 to 5,
characterised in that
as the roll-forming tool (1, 2) along the surface of which the metal strip (5) is guided when the groove (8) is formed there is used a roll-forming tool (1, 2) the surface of which rolls on the metal strip (5) only in a defined groove region around the groove (8), while the regions (6) of the metal strip (5) located laterally next to the groove region are not supported or guided by that roll-forming tool (1, 2).
7. Rolling device for producing a metal strip that varies in thickness over its width from a flat metal strip, especially for carrying out the process according to claim 1, with a number of groups (a, b, c...) of roll-forming tools (1, 2), arranged in line one behind the other, through which the metal strip (5) passes in succession, wherein a group (a) of roll-forming tools (1, 2) comprises at least one forming roller (1) which creates at least one first groove (8) in a surface of the metal strip (5) in order to reduce the thickness of the metal strip (5) at that location, wherein at least some subsequent groups (b, c, d...) of roll-forming tools (1, 2) include further forming rollers (1) which successively widen the first groove (8) by means of further grooves (8) to form a thin region of metal strip (5), and wherein the metal strip (5), at least in the case of the first groove (8), is guided along a surface of a roll-forming tool (1, 2) participating in the formation of the groove (8), which surface rolls on the metal strip (5), and as a result changes its direction of travel on formation of the groove (8),
characterised in that
at least some of the roll-forming tools (1, 2) are arranged alternately above and/or below the original direction of travel (4) of the metal strip (5) in such a way that, during operation, the direction of travel of the metal strip (5) alternately changes to an upward direction, to the original direction of travel (4) and/or to a downward direction.
8. Rolling device for producing a metal strip that varies in thickness over its width from a flat metal strip, especially for carrying out the process according to claim 2, with a number of groups (a, b, c...) of roll-forming tools (1, 2), arranged in line one behind the other, through which the metal strip (5) passes in succession, wherein a group (a) of roll-forming tools (1, 2) comprises at least one forming roller (1) which creates at least one first groove (8) in a surface of the metal strip (5) in order to reduce the thickness of the metal strip (5) at that location, wherein at least some subsequent groups (b, c, d...) of roll-forming tools (1, 2) include further forming rollers (1) which successively widen the first groove (8) by means of further grooves (8) to form a thin region of metal strip (5), and wherein the metal strip (5), at least in the case of the first groove (8), is guided along a surface of a roll-forming tool (1, 2) participating in the formation of the groove (8), which surface rolls on the metal strip (5), and as a result changes its direction of travel on formation of the groove (8),
characterised in that
guide rollers (9) are arranged between the individual groups (a, b, c, d...) of roll-forming tools (1, 2), the nips (3) of which are arranged horizontally in the same plane, and those guide rollers are arranged above and/or below the original direction of travel (4) of the metal strip (5) in such a way that, during operation, the direction of travel of the metal strip (5) alternately changes to a downward direction and/or

to an upward direction from one group (a) of roll-forming tools to the subsequent guide roller (9) to the next group (b) of roll-forming tools to the guide roller (9) subsequent thereto and so on.

9. Rolling device according to claim 7, **characterised in that** at least some of the roll-forming tools (1, 2) are combined in a roll-forming tool arrangement which comprises roll-forming tools (1, 2) that are staggered in the working direction in a similar way to a straightening machine and arranged alternately above and/or below the original direction of travel (4) of the metal strip (5).
10. Rolling device according to claim 9, **characterised in that** a forming roller (1) co-operates with two counter-rollers (2, 2') in each case, and the gap (3) between the forming roller (1) and the first counter-roller (2) through which the metal strip (5) passes first is larger than the gap (3') between the forming roller (1) and the second counter-roller (2') through which the metal strip (5) passes subsequently.
11. Rolling device according to claim 7, **characterised in that** at least some of the groups (a, b, c...) of roll-forming tools (1, 2) are arranged in groups alternately above and/or below the original direction of travel (4) of the metal strip (5) in such a way that the direction of travel of the metal strip (5) alternately changes to an upward direction, to the original direction of travel (4) and/or to a downward direction.
12. Rolling device according to any one of claims 7 to 11, **characterised in that** the groups (a, b, c...) of roll-forming tools each consist of a forming roller (1) and at least one counter-roller (2) between which a nip (3) is formed.

Revendications

1. Procédé de laminage pour la fabrication, à partir d'un feuillard métallique plat (5), d'un feuillard métallique ayant une épaisseur variant sur sa largeur, avec un certain nombre de groupes (a, b, c...), disposés en ligne les uns à la suite des autres, d'outils de roulage (1, 2) à travers lesquels passe successivement le feuillard métallique (5), sachant que dans un groupe (a) d'outils de roulage (1, 2), au moins une première entaille (8), dans laquelle l'épaisseur du feuillard (5) est réduite, est produite au moyen d'un rouleau de formage (1) sur au moins une surface du feuillard métallique (5), sachant que dans des groupes suivants (b, c, d...) d'outils de roulage, cette première entaille (8) est élargie par d'autres entailles (8) pro-

duites par d'autres rouleaux de formage (1) pour former une zone amincie du feuillard métallique (5), et sachant que le feuillard métallique (5), au moins au niveau de la première entaille (8), modifie sa direction de déplacement le long d'une surface d'un outil de roulage (1, 2) participant à la formation de l'entaille (8) qui roule sur le feuillard métallique (5), **caractérisé en ce que** le feuillard métallique (5) est dirigé entre des outils de roulage (1, 2) disposés alternativement au-dessus et/ou en dessous de sa direction de déplacement initiale (4) de telle sorte que sa direction de déplacement change alternativement entre vers le haut, dans la direction de déplacement initiale (4) et/ou vers le bas.

2. Procédé de laminage pour la fabrication, à partir d'un feuillard métallique plat (5), d'un feuillard métallique ayant une épaisseur variant sur sa largeur, avec un certain nombre de groupes (a, b, c...), disposés en ligne les uns à la suite des autres, d'outils de roulage (1, 2) à travers lesquels passe successivement le feuillard métallique (5), sachant que dans un groupe (a) d'outils de roulage (1, 2), au moins une première entaille (8), dans laquelle l'épaisseur du feuillard (5) est réduite, est produite au moyen d'un rouleau de formage (1) sur au moins une surface du feuillard métallique (5), sachant que dans des groupes suivants (b, c, d...) d'outils de roulage, cette première entaille (8) est élargie par d'autres entailles (8) produites par d'autres rouleaux de formage (1) pour former une zone amincie du feuillard métallique (5), et sachant que le feuillard métallique (5), au moins au niveau de la première entaille (8), modifie sa direction de déplacement le long d'une surface d'un outil de roulage (1, 2) participant à la formation de l'entaille (8) qui roule sur le feuillard métallique (5), **caractérisé en ce que** le feuillard métallique (5) est dirigé à travers les groupes (a, b, c, d...) d'outils de roulage, dont les emprises de laminage (3) sont disposées horizontalement dans le même plan, ainsi qu'autour de rouleaux de renvoi (9) qui sont disposés entre les groupes individuels (a, b, c, d...) d'outils de roulage (1, 2), de telle sorte que sa direction de déplacement change alternativement vers le bas et/ou vers le haut d'un groupe (a) d'outils de roulage au rouleau de renvoi suivant (9) puis au groupe suivant (b) d'outils de roulage puis au rouleau de renvoi (9) suivant ce groupe, et ainsi de suite.
3. Procédé de laminage selon l'une des revendications 1 ou 2, **caractérisé en ce que** la modification de la direction de déplacement s'effectue avec un rayon de courbure qui produit une courbure du feuillard métallique (5) au-delà de sa limite d'élasticité.
4. Procédé de laminage selon l'une des revendications 1 ou 3 en combinaison avec la revendication 1, **caractérisé en ce que** le feuillard métallique (5) est

dirigé à travers un agencement d'outils de roulage qui comprend, à la manière d'une redresseuse, des outils de roulage (1, 2) décalés dans la direction de travail (4), disposés alternativement au-dessus et/ou en dessous de la direction de déplacement initiale (4) du feuillard métallique.

5. Procédé de laminage selon la revendication 4, **caractérisé en ce qu'**un rouleau de formage (1) coopère respectivement avec deux rouleaux opposés (2, 2'), et **en ce qu'**une entaille (8) dotée seulement d'une partie de la profondeur prévue est produite entre le rouleau de formage (1) et le premier rouleau opposé (2) franchi par le feuillard métallique (5), entaille qui est ensuite approfondie jusqu'à la totalité de la profondeur prévue entre le rouleau de formage (1) et le deuxième rouleau opposé (2') franchi par le feuillard métallique (5).
6. Procédé de laminage selon l'une des revendications 1 à 5, **caractérisé en ce que**, comme outil de roulage (1, 2) le long de la surface duquel est dirigé le feuillard métallique (5) au niveau de l'entaille (8), on utilise un outil de roulage (1, 2) dont la surface ne roule sur le feuillard métallique (5) que dans une zone d'entaille limitée autour de l'entaille (8), tandis que les zones (6) du feuillard métallique (5) situées sur le côté de la zone d'entaille ne sont pas soutenues ou dirigées par cet outil de roulage (1, 2).
7. Dispositif de laminage pour la fabrication, à partir d'un feuillard métallique plat, d'un feuillard métallique ayant une épaisseur variant sur sa largeur, en particulier pour la mise en oeuvre du procédé selon la revendication 1, avec un certain nombre de groupes (a, b, c...), disposés en ligne les uns à la suite des autres, d'outils de roulage (1, 2) à travers lesquels passe successivement le feuillard métallique (5), sachant qu'un groupe (a) d'outils de roulage (1, 2) comprend au moins un rouleau de formage (1) qui produit au moins une première entaille (8) dans une surface du feuillard métallique (5), afin d'y réduire l'épaisseur du feuillard métallique (5), sachant qu'au moins quelques groupes suivants (b, c, d...) d'outils de roulage (1, 2) contiennent d'autres rouleaux de formage (1) qui, par d'autres entailles (8), élargissent successivement la première entaille (8) pour former une zone amincie du feuillard métallique (5), et sachant que le feuillard métallique (5), au moins au niveau de la première entaille (8), est dirigé le long d'une surface d'un outil de roulage (1, 2) participant à la formation de l'entaille (8) qui roule sur le feuillard métallique (5), et modifie ainsi sa direction de déplacement au niveau de l'entaille (8), **caractérisé en ce qu'**au moins une partie des outils de roulage (1, 2) est disposée alternativement au-dessus et/ou en dessous de la direction de déplacement initiale (4) du feuillard métallique (5) de telle

sorte que la direction de déplacement du feuillard métallique (5), pendant l'exploitation, change alternativement entre vers le haut, dans la direction de déplacement initiale (4) et/ou vers le bas.

8. Dispositif de laminage pour la fabrication, à partir d'un feuillard métallique plat, d'un feuillard métallique ayant une épaisseur variant sur sa largeur, en particulier pour la mise en oeuvre du procédé selon la revendication 2, avec un certain nombre de groupes (a, b, c...), disposés en ligne les uns à la suite des autres, d'outils de roulage (1, 2) à travers lesquels passe successivement le feuillard métallique (5), sachant qu'un groupe (a) d'outils de roulage (1, 2) comprend au moins un rouleau de formage (1) qui produit au moins une première entaille (8) dans une surface du feuillard métallique (5), afin d'y réduire l'épaisseur du feuillard métallique (5), sachant qu'au moins quelques groupes suivants (b, c, d...) d'outils de roulage (1, 2) contiennent d'autres rouleaux de formage (1) qui, par d'autres entailles (8), élargissent successivement la première entaille (8) pour former une zone amincie du feuillard métallique (5), et sachant que le feuillard métallique (5), au moins au niveau de la première entaille (8), est dirigé le long d'une surface d'un outil de roulage (1, 2) participant à la formation de l'entaille (8) qui roule sur le feuillard métallique (5), et modifie ainsi sa direction de déplacement au niveau de l'entaille (8), **caractérisé en ce que** des rouleaux de renvoi (9) qui sont disposés entre les groupes individuels (a, b, c, d...) d'outils de roulage (1, 2), dont les emprises de laminage (3) sont disposées horizontalement dans le même plan, et **en ce que** ces rouleaux de renvoi sont disposés au-dessus et/ou en dessous de la direction de déplacement initiale (4) du feuillard métallique (5) de telle sorte que la direction de déplacement du feuillard métallique (5), pendant l'exploitation, change alternativement vers le bas et/ou vers le haut d'un groupe (a) d'outils de roulage au rouleau de renvoi suivant (9) puis au groupe suivant (b) d'outils de roulage puis au rouleau de renvoi (9) suivant ce groupe, et ainsi de suite.
9. Dispositif de laminage selon la revendication 7, **caractérisé en ce qu'**au moins une partie des outils de roulage (1, 2) est regroupée en un agencement d'outils de roulage qui comprend, à la manière d'une redresseuse, des outils de roulage (1, 2) décalés dans la direction de travail, disposés alternativement au-dessus et/ou en dessous de la direction de déplacement initiale (4) du feuillard métallique (5).
10. Dispositif de laminage selon la revendication 9, **caractérisé en ce qu'**un rouleau de formage (1) coopère respectivement avec deux rouleaux opposés (2, 2'), et **en ce que** l'emprise (3) entre le rouleau de formage (1) et le premier rouleau opposé (2), fran-

chi en premier par le feuillard métallique (5), est plus grande que l'emprise (3') entre le rouleau de formage (1) et le deuxième rouleau opposé (2'), franchi ensuite par le feuillard métallique (5).

5

11. Dispositif de laminage selon la revendication 7, **caractérisé en ce qu'**au moins une partie des groupes (a, b, c...) d'outils de roulage (1, 2) sont disposés par groupes alternativement au-dessus et/ou en dessous de la direction de déplacement initiale (4) du feuillard métallique (5) de telle sorte que la direction de déplacement du feuillard métallique (5) change alternativement entre vers le haut, dans la direction de déplacement initiale (4) et/ou vers le bas.

10

15

12. Dispositif de laminage selon l'une des revendications 7 à 11, **caractérisé en ce que** les groupes (a, b, c...) d'outils de roulage sont respectivement constitués d'un rouleau de formage (1) et d'au moins un rouleau opposé (2), qui forment respectivement entre eux une emprise de laminage (3).

20

25

30

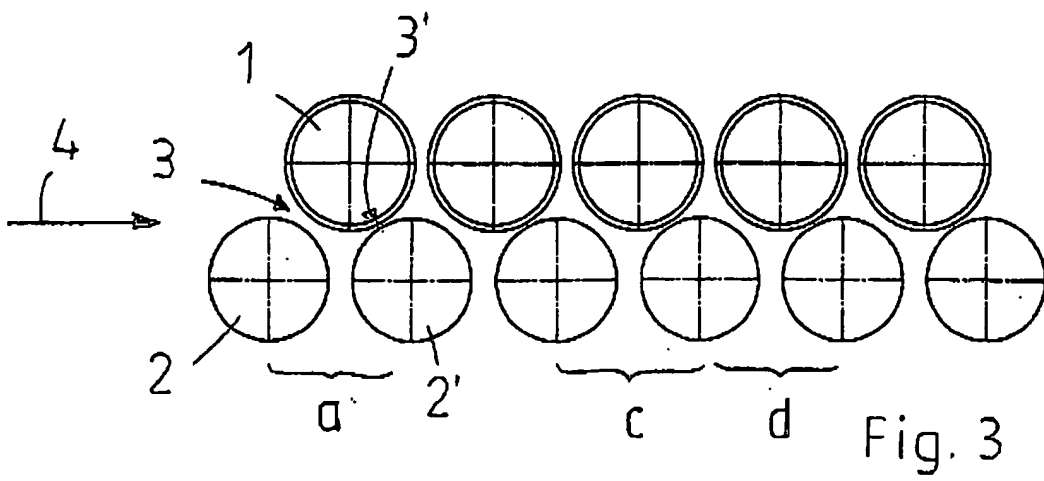
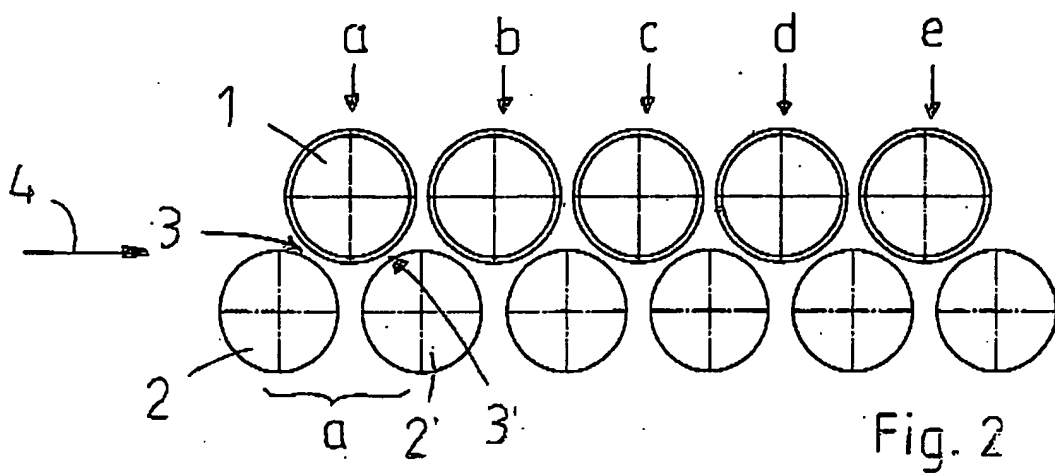
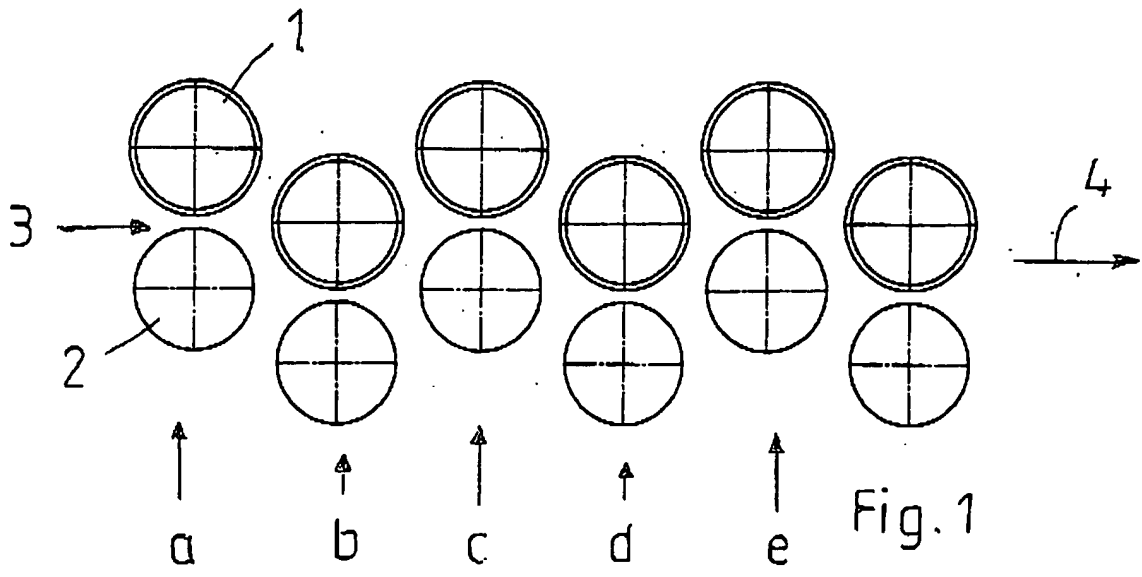
35

40

45

50

55



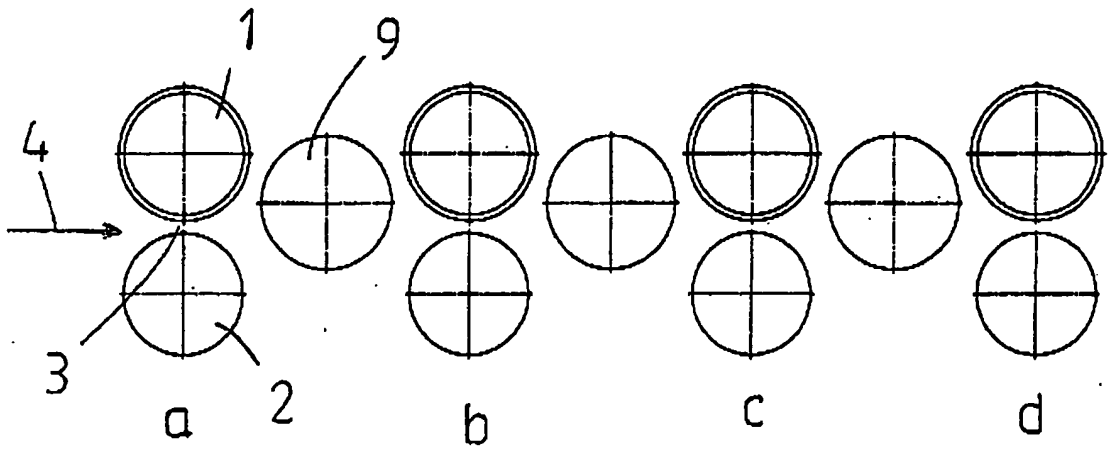


Fig. 4

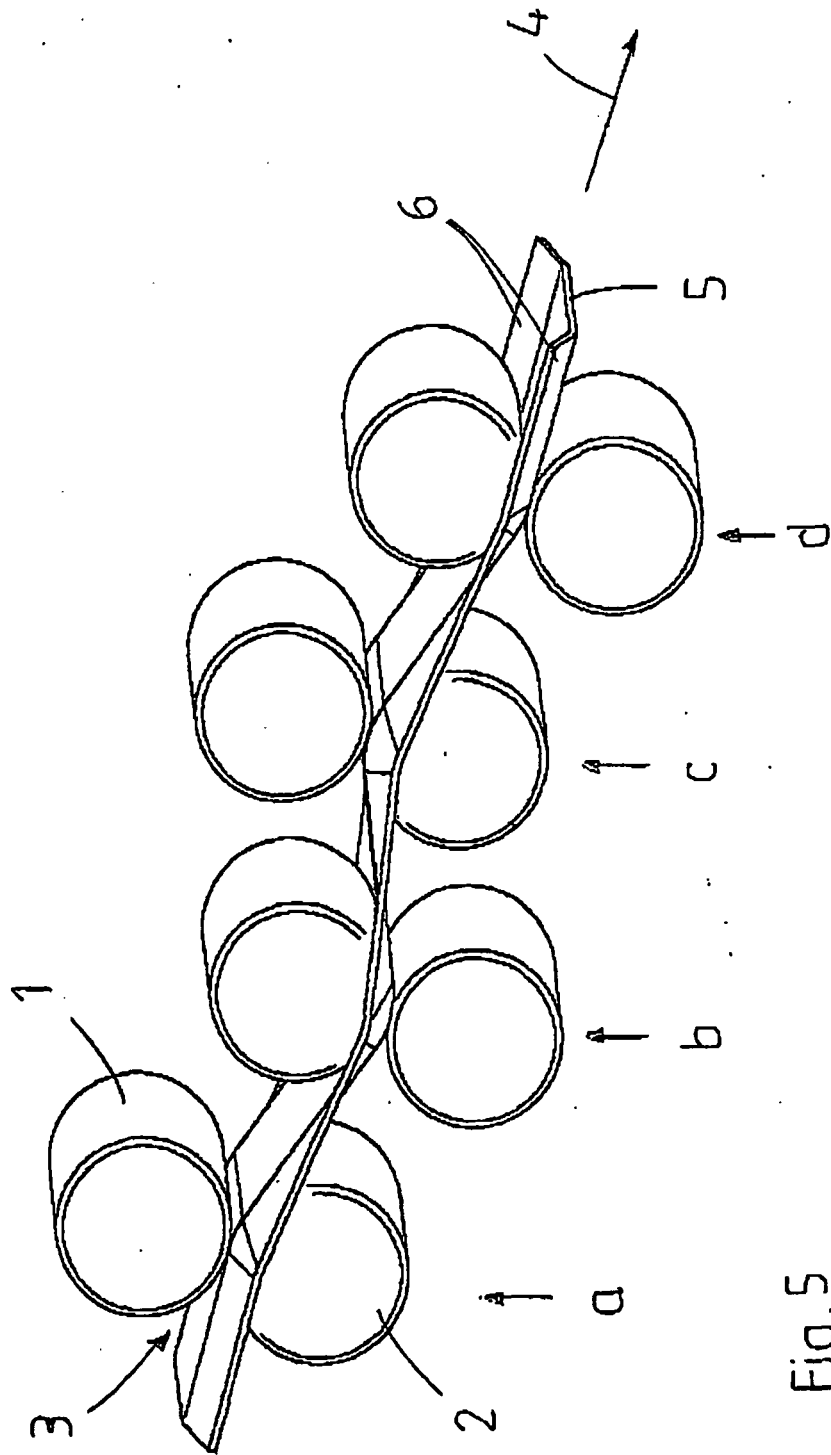
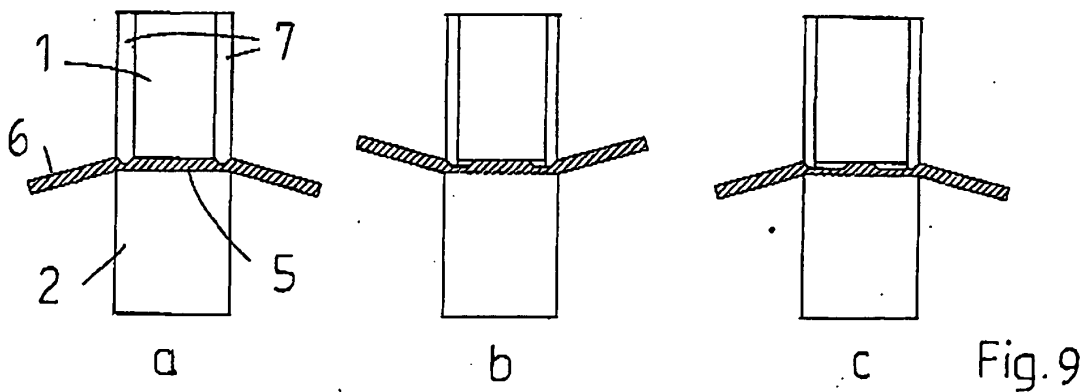
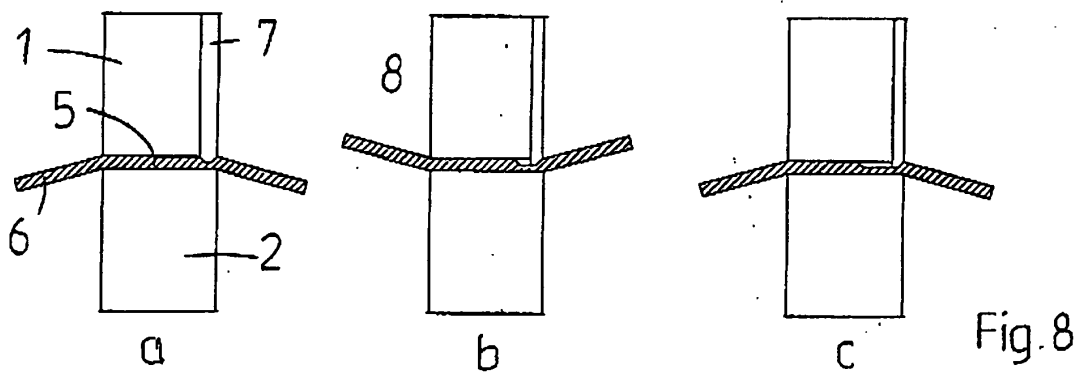
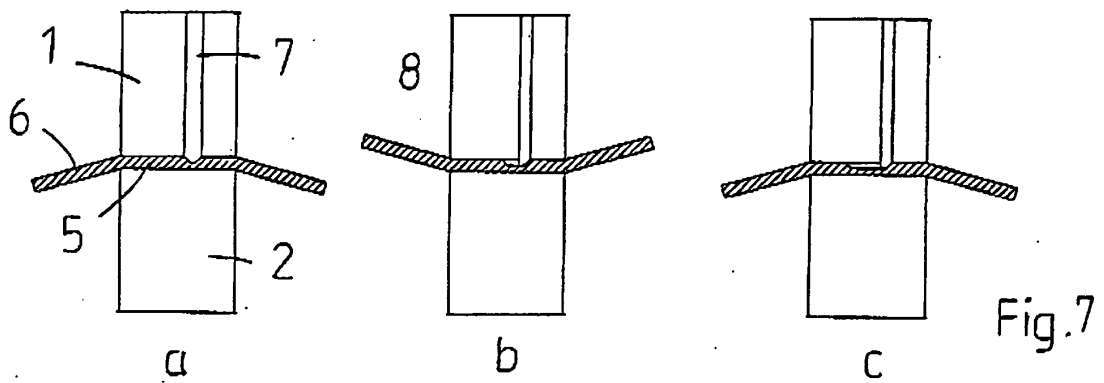
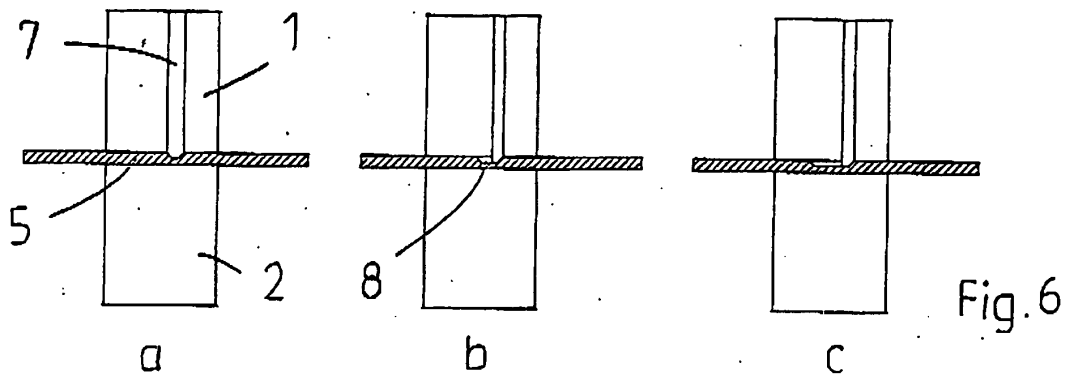


Fig.5



IN DER BESCHREIBUNG AUFGEFÜHRTE DOKUMENTE

Diese Liste der vom Anmelder aufgeführten Dokumente wurde ausschließlich zur Information des Lesers aufgenommen und ist nicht Bestandteil des europäischen Patentdokumentes. Sie wurde mit größter Sorgfalt zusammengestellt; das EPA übernimmt jedoch keinerlei Haftung für etwaige Fehler oder Auslassungen.

In der Beschreibung aufgeführte Patentdokumente

- DE 10113610 A1 [0006]
- DE 102006000181 A1 [0009]

In der Beschreibung aufgeführte Nicht-Patentliteratur

- **Utsunomiya H. et al.** Rolling of T-Shaped Profiled Strip by the Satellite Mill. *Journal of Materials Engineering and Performance*, Juni 1997, vol. 6 (3), 319 [0007]