

(19)



(11)

EP 3 147 041 B1

(12)

EUROPÄISCHE PATENTSCHRIFT

(45) Veröffentlichungstag und Bekanntmachung des
Hinweises auf die Patenterteilung:
24.02.2021 Patentblatt 2021/08

(51) Int Cl.:
B21D 5/02 (2006.01)

(21) Anmeldenummer: **16189438.1**

(22) Anmeldetag: **19.09.2016**

(54) VERFAHREN UND VORRICHTUNG ZUM BIEGEN EINES METALLISCHEN HALBZEUGS

METHOD AND DEVICE FOR BENDING A METALLIC SEMI-FINISHED PRODUCT

PROCÉDÉ ET APPAREIL DE CINTRAGE D'UN PRODUIT SEMI-FINI MÉTALLIQUE

(84) Benannte Vertragsstaaten:

**AL AT BE BG CH CY CZ DE DK EE ES FI FR GB
GR HR HU IE IS IT LI LT LU LV MC MK MT NL NO
PL PT RO RS SE SI SK SM TR**

(30) Priorität: **24.09.2015 DE 102015116188**

(43) Veröffentlichungstag der Anmeldung:
29.03.2017 Patentblatt 2017/13

(73) Patentinhaber:

- **Hörmann Automotive Gustavsborg GmbH
65462 Gustavsborg (DE)**
- **Hörmann Automotive Penzberg GmbH
82377 Penzberg (DE)**

(72) Erfinder:

- **Albert, Marcus
82444 Schlehdorf (DE)**
- **Gil, Damian
64569 Nauheim (DE)**
- **Zimmer, Alfred
55118 Mainz (DE)**

(74) Vertreter: **Tetzner, Michael
Tetzner & Partner mbB
Patent- und Rechtsanwälte
Van-Gogh-Strasse 3
81479 München (DE)**

(56) Entgegenhaltungen:

**WO-A1-2008/050457 DE-A1- 19 938 452
GB-A- 1 206 644 JP-A- 2014 076 464**

EP 3 147 041 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 Verfahren zum Biegen eines metallischen Halbzeugs, eine Vorrichtung zum Biegen eines metallischen Halbzeugs sowie ein metallisches Bauteil.

[0002] Biegen stellt ein gängiges Verfahren zur Umformung von Metallteilen, insbesondere von Blechteilen, dar. Hierunter versteht man nach der Norm DIN 8586 "die Biegeumformung eines festen Körpers, wobei der plastische Zustand im Wesentlichen durch eine Biegebeanspruchung herbeigeführt wird". Hierbei wird ein Werkstück (z.B. eine Platine oder ein anderes Halbzeug) aus Metall an wenigstens drei Punkten derart kraftbeaufschlagt, dass sich ein Biegemoment ergibt, welches für eine plastische, also dauerhafte Verformung sorgt. Eine Biegeumformung wird typischerweise als Kaltumformung durchgeführt, ist aber auch als Warmumformung bei erhöhten Werkstücktemperaturen möglich. Für die industrielle Durchführung eines Biegevorgangs sind im Stand der Technik eine Vielzahl unterschiedlicher Verfahren bekannt, wobei die o.g. Norm primär nach der Werkzeugbewegung unterscheidet. Eine Verfahrensart, bei der eine geradlinige Werkzeugbewegung erfolgt, ist das Biegen im Gesenk. Bei diesem Biegeverfahren, das für die Herstellung gerader Biegekanten genutzt werden kann, wirken üblicherweise eine stationäre Biegematrize und ein beweglicher Biegestempel zusammen, um den Biegevorgang durchzuführen. Die Biegematrize bildet hierbei ein Gesenk mit einer normalerweise V-förmigen oder U-förmigen Öffnung, in die das Werkstück mittels des Biegestempels hineingedrückt wird.

[0003] Beim Biegen im Gesenk lassen sich die Verfahrenstypen freies Biegen, Gesenkbiegen (Prägebiegen) und Dreipunktbiegen unterscheiden, denen allen gemeinsam ist, dass das Werkstück anfangs auf der Biegematrize, genauer auf deren Rändern, aufliegt und in einem dazwischenliegenden, zunächst nur relativ kleinflächigen (oder quasi linienförmigen) Bereich mit dem Biegestempel in Kontakt kommt. Dieser Bereich kann als Arbeitskante (bzw. Unterkante oder Biegekante) des Stempels bezeichnet werden. Hierbei weist der Biegestempel zumindest in dem Bereich, in dem der Kontakt mit dem Werkstück erfolgt, einen in etwa keilförmigen bzw. dreieckigen Querschnitt auf. Im weiteren Verlauf führt die Kraftbeaufschlagung des Werkstücks durch den Biegestempel dazu, dass sich das Werkstück im Bereich der Umformzone nahe der Arbeitskante plastisch verformt. Die Seiten des Werkstücks gleiten dabei über die Kanten der Matrize. Idealerweise wäre es zu wünschen, dass hierbei keinerlei Verschiebungen zwischen der Unterkante des Biegestempels (d.h. demjenigen Bereich, der zunächst das Werkstück kontaktiert) und dem Werkstück erfolgen. In der Praxis ist allerdings oft eine Relativbewegung zwischen Werkstück und Biegestempel zu beobachten, wodurch die Prozessstabilität und die Maßhaltigkeit des Bauteils nachteilig beeinflusst werden.

[0004] Die DE 19938 452 A1 offenbart ein Formwerk-

zeug, insbesondere ein Ziehwerkzeug, das bspw. für die Umformung von Blechteilen vorgesehen ist. Das Formwerkzeug besteht aus einer Feinzinklegierung und weist eine chromhaltige Oberflächenbeschichtung auf, durch die die Standfestigkeit für Fertigungen mittlerer Stückzahlen verbessert werden soll. Außer Ziehwerkzeugen werden Spritzguss- oder Druckgusswerkzeuge erwähnt. Optional kann die Oberflächenbeschichtung eine aufgeraute Struktur aufweisen, was dazu dient, eine Schmiermittelhaftung am Formwerkzeug zu verbessern.

[0005] Die JP 2014/076464 A betrifft eine Biegevorrichtung mit einem Biegestempel sowie einer Matrize. Hiermit kann eine Platine aus Stahl gebogen werden. Dabei weist der Biegestempel im Bereich der Arbeitskante eine Ausnehmung auf, in die ein Einsatz eingesetzt ist. Dieser Einsatz kann bspw. aus Spezialstahl mit einer Rockwell-Härte von 58 oder 60 bestehen.

[0006] DE GB 1,206,644 A offenbart eine Vorrichtung und ein Verfahren zum Ziehen eines thermoplastischen Materials. Beim Ziehvorgang wirkt ein Stempel mit einer Matrize zusammen. Hierbei besteht ein Problem darin, dass bestimmte Bereiche beim Ziehen eine Ausdünnung erfahren können, wodurch das Material im Extremfall reißen kann. Um ein Fließen des thermoplastischen Materials, das mit der Ausdünnung einhergeht, zu beschränken oder zu unterbinden, ist vorgesehen, dass der Stempel eine aufgeraute Oberfläche aufweist.

[0007] Die WO 2008/050457 A1 zeigt eine Biegevorrichtung mit einem Biegestempel sowie einer Matrize, die beide jeweils bspw. aus kohlenstoffreichem Stahl oder Chrom-Molybdän-Stahl bestehen können. Dabei wird im Bereich der Arbeitskante des Biegestempels bereichsweise eine Hartstoffschiicht erzeugt. Diese erstreckt sich nur auf einen mittleren Teil der gesamten Arbeitskante, um dort eine verstärkte Abnutzung beim Biegen von kleineren Teilen zu verhindern.

[0008] Der Erfindung liegt daher die Aufgabe zu Grunde, beim Biegen im Gesenk die Präzision sowie die Prozessstabilität zu verbessern.

[0009] Die Aufgabe wird erfindungsgemäß durch ein Verfahren nach Anspruch 1, eine Vorrichtung nach Anspruch 8 sowie ein metallisches Werkstück nach Anspruch 9 gelöst.

[0010] Durch die Erfindung wird ein Verfahren zum Biegen eines metallischen Halbzeugs zur Verfügung gestellt. Das Halbzeug ist hierbei metallisch in dem Sinne, dass es zumindest überwiegend aus Metall besteht, wobei es denkbar ist, dass es eine zumindest teilweise nicht-metallische Beschichtung trägt. Das metallische Halbzeug kann hierbei insbesondere ein Blechteil, bspw. eine Platine, die von einem Coil geschnitten wurde, sein. In der Regel besteht das metallische Halbzeug zumindest überwiegend aus Stahl.

[0011] Das Verfahren erfolgt mit einem Biegestempel sowie einer Matrize. Der Biegestempel weist einen eine Biegekante bildenden Radienbereich sowie beiderseits hieran angrenzende Schenkelbereiche auf. Der Biegestempel ist hierbei grundsätzlich in bekannter Weise kon-

struiert und besteht normalerweise überwiegend aus Metall, bspw. Stahl. Der Radienbereich entspricht im Betriebszustand in der Regel der Unterkante des Biegestempels und stellt den Bereich dar, der zumindest den minimal möglichen inneren Biegeradius definiert. Der Radienbereich weist eine gekrümmte Oberfläche auf, wobei die Krümmung in aller Regel gleichmäßig ist und sich durch einen einzigen Radius charakterisieren lässt, wenngleich im Rahmen der Erfindung prinzipiell Abweichungen hiervon denkbar wären. Mit "Arbeitskante" ist hier eine Kante des Biegestempels bezeichnet, um die herum ein Werkstück gebogen wird. Der Radienbereich definiert durch seine Position auch eine Biegeachse, d.h. die Achse, entlang der die Biegung eines Werkstücks stattfindet. Die Schenkelbereiche, welche auch als Flanken bezeichnet werden können, grenzen beiderseits an den Radienbereich an, wobei sie sich natürlich quer zur Verlaufsrichtung der Arbeitskante an den Radienbereich anschließen. An diesen Schenkelbereichen können, z.B. beim Gesenkbiegen (Prägebiegen), die an den gebogenen Bereich angrenzenden Schenkel des gebogenen Werkstücks zur Anlage kommen. Typischerweise sind die Oberflächen der Schenkelbereiche des Biegestempels in sich gerade bzw. eben ausgebildet. Außerdem verlaufen die Schenkelbereiche bevorzugt winklig zueinander, so dass sich normalerweise insgesamt ein keilförmiger Querschnitt ergibt, bei dem der Radienbereich die Spitze des Keils bildet. Die Matrize bildet in bekannter Weise ein Gesenk mit einer Vertiefung, durch deren Form zumindest eine maximal mögliche Verformung des Halbzeugs vorgegeben ist.

[0012] Der Biegestempel sowie die Matrize bilden hierbei Teile einer Biegevorrichtung, beispielsweise einer Gesenkbiegepresse oder eines Biegewerkzeugs. Sie können hierbei in die Biegevorrichtung fest integriert oder aber als Module ausgebildet sein, die je nach Bedarf ausgetauscht werden können.

[0013] Bei dem Verfahren wird das Halbzeug durch Kraftbeaufschlagung durch den Biegestempel in die Matrize gedrückt und zwischen Biegestempel und Matrize umgeformt. Wie bereits erläutert, liegt das Werkstück hierbei normalerweise anfangs auf der Matrize auf und es erfolgt zunächst ein Kontakt zwischen dem Radienbereich des Biegestempels und dem Halbzeug. In aller Regel bleibt der Biegestempel auch im weiteren Verlauf des Biegevorgangs zumindest mit dem Radienbereich in Kontakt mit dem Halbzeug. Das erfindungsgemäße Verfahren ist hierbei bevorzugt als Kaltumformverfahren konzipiert, d.h. das Halbzeug wird nicht zur Vorbereitung des Biegevorgangs gezielt erwärmt. Es ist alternativ aber auch eine Durchführung als Warmumformverfahren möglich.

[0014] Um zu vermeiden, dass sich beim Biegevorgang unerwünschte Relativbewegungen zwischen Biegestempel und Werkstück ergeben, ist erfindungsgemäß vorgesehen, dass der Biegestempel eine sich wenigstens auf einen Teil des Radienbereichs erstreckende aufgeraute Oberfläche aufweist. "Aufgeraut" bedeutet hier-

bei, dass im Rahmen des Herstellungsprozesses bei der genannten Oberfläche gezielt eine höhere Rauheit eingestellt wurde. Dies kann durch verschiedene Maßnahmen erreicht werden, die nachfolgend noch diskutiert werden. Als Maß für die Rauheit kann insbesondere die so genannte "mittlere Rauheit" R_a herangezogen werden. Diese entspricht dem arithmetischen Mittel der betragsmäßigen Abweichung der Höhenwerte sämtlicher Messpunkte einer Fläche von der Mittellinie (wobei sich die Mittellinie als arithmetisches Mittel der Höhenwerte sämtlicher Messpunkte gibt). Erfindungsgemäß ist die Rauheit der genannten Oberfläche größer als die Rauheit angrenzender Oberflächenteile des Biegestempels. Auch kann die Rauheit der aufgerauten Oberfläche bevorzugt größer sein als die Rauheit des zu biegenden Halbzeugs. Zumindest Teile der aufgerauten Oberfläche des Biegestempels geraten zu Anfang des Biegeprozesses in Kontakt mit dem Halbzeug, wobei die erhöhte Rauheit für eine erhöhte Reibung sorgt, die eine unerwünschte Relativbewegung des Halbzeugs gegenüber dem Biegestempel minimiert. Insbesondere können sich aufgrund der hohen Drücke, die für Biegeprozesse typisch sind, die erhabenen Oberflächenstrukturen der aufgerauten Oberfläche auf das Halbzeug übertragen, so dass eine plastische Verformung der Oberfläche des Halbzeugs sowie eine effektive Verzahnung erfolgt. D.h. bis zu einem gewissen Grad bildet sich die aufgeraute Oberfläche (als eine Art Negativform) in der Oberfläche des Halbzeugs ab. Das Maß, in dem dies geschieht, hängt zum einen vom einwirkenden Druck, zum anderen vom Verhältnis der Härte der beiden Oberflächen ab. Die aufgeraute Oberfläche kann zusammenhängend oder aber auch nicht-zusammenhängend sein bzw. es können mehrere aufgeraute Oberflächen vorgesehen sein. Die Rauheit kann innerhalb der aufgerauten Oberfläche konstant sein, es können aber auch hier wiederum einzelne Bereiche stärker aufgeraut sein als andere. Insgesamt kann die Rauheit je nach Bedarf, d.h. je nachdem, in welchem Maße eine Relativbewegung zu befürchten ist, in weiten Bereichen gewählt werden. Die eingestellte Oberflächenrauheit wird in der Regel in Abhängigkeit von der Biegeaufgabe gewählt. Typischerweise liegt die mittlere Rauheit im Mikrometer-Bereich oder darunter, bspw. zwischen 0,1 μm und 50 μm .

[0015] Die Schenkelbereiche können grundsätzlich, je nach vorgesehener Zielgeometrie des Werkstücks, unterschiedlichste Winkel miteinander einschließen, wobei Biegewinkel in der Praxis allerdings normalerweise zwischen 10° und 170° liegen, womit zumindest eine Obergrenze für den Winkel zwischen den Schenkelbereichen gegeben ist. Bevorzugt schließen sie miteinander einen Winkel zwischen 80° und 100°, weiter bevorzugt zwischen 85° und 95° ein, d.h. sie bilden bevorzugt miteinander annähernd oder exakt einen rechten Winkel. Sie können bezüglich der Bewegungsrichtung des Biegestempels (die in der Regel der Senkrechten entspricht) symmetrisch oder asymmetrisch geneigt sein. D.h. bei einem Winkel von 90° zwischen den beiden Schenkel-

bereichen können beide Schenkelbereiche eine Neigung von 45° aufweisen, oder es kann z.B. einer eine Neigung von 30° und der andere eine Neigung von 60° aufweisen. Die erfindungsgemäße Aufrauung kann insbesondere bei asymmetrischen Ausgestaltungen vorteilhaft sein, da in diesen Fällen auch eine asymmetrische Kraftverteilung vorliegt, die die Gefahr einer Verschiebung erhöhen kann.

[0016] Grundsätzlich kann das Verfahren als freies Biegen oder als Dreipunktbiegen erfolgen. In ersterem Fall wird das Halbzeug nur so weit gebogen, dass es nicht den Boden der Matrize erreicht, d.h. es liegt nur an den Kanten derselben auf. D.h. die Schenkel des Halbzeugs treten nicht in Kontakt mit den Flanken der Matrize. Im zweiten Fall wird das Halbzeug so weit gebogen, dass es die Matrize einerseits an den Kanten und andererseits dazwischen in dem Bereich berührt, der dem Radienbereich des Biegestempels gegenüber liegt. Hierbei hat die Matrize normalerweise eine U-förmige Öffnung. Bevorzugt ist beim erfindungsgemäßen Verfahren allerdings, dass ein Gesenkbiegen erfolgt, wobei der Biegestempel und die Matrize das Halbzeug zumindest überwiegend ohne Zwischenraum einschließen. Dieses Verfahren erlaubt die höchste Präzision, da die eingestellte Form des Halbzeugs (abgesehen von Rückformungsprozessen) vollständig durch die aufeinander abgestimmte Form von Biegestempel und Matrize bestimmt wird. D.h., die Form des Biegestempels und der Matrize sind so ausgewählt, dass beim Enddruck des Biegevorgangs das Halbzeug flächig zwischen den beiden eingeschlossen ist und somit kalibriert bzw. geprägt wird. Normalerweise verbleiben weder Zwischenräume zwischen Matrize und Halbzeug noch zwischen Biegestempel und Halbzeug. Das Verfahren wird, insbesondere bei hohen Enddrücken, auch als Prägebiegen bezeichnet. Es kommt hier zu einem flächigen Kontakt zwischen dem Werkstück und der Matrize, während sowohl beim freien Biegen als auch beim Dreipunktbiegen der Kontakt im Wesentlichen linienartig ist. Die Matrize weist hierbei Oberflächenbereiche auf, die den Schenkelbereichen sowie dem Radienbereich des Biegestempels entsprechen, wobei in letzterem Fall seitens der Matrize ein Radius vorgesehen sein muss, der um die Dicke des Halbzeugs größer ist als der des Radienbereichs.

[0017] Vorteilhaft ist die aufgeraute Oberfläche wenigstens überwiegend im Radienbereich angeordnet, allenfalls kleinere Teile der genannten Oberfläche liegen außerhalb des Radienbereichs. Bevorzugt ist die aufgeraute Oberfläche auf den Radienbereich beschränkt. D.h., wenigstens Teile des Radienbereichs weisen eine höhere Rauheit auf als die an den Radienbereich angrenzenden Schenkelbereiche. Letztere stellen normalerweise verfahrensbedingt keine besonderen Anforderungen an hinsichtlich der Oberflächenrauheit und können, wie bei Biegestempeln im Stand der Technik bekannt, glatt ausgeführt sein. Selbstverständlich kann auch der gesamte Radienbereich aufgeraut sein. Es hat sich gezeigt, dass es für einen zuverlässigen Biegevor-

gang ausreichend ist, wenn man die aufgeraute Oberfläche nur innerhalb des Radienbereichs vorsieht.

[0018] Wie bereits angedeutet, können auch nur Teilbereiche des Radienbereichs eine aufgeraute Oberfläche aufweisen. Gemäß einer besonders bevorzugten Ausgestaltung ist die aufgeraute Oberfläche entlang der Arbeitskante (d.h. entlang der Verlaufsrichtung der Arbeitskante) unter Aussparung von Endbereichen auf einen mittleren Bereich beschränkt. D.h., die genannten Endbereiche, gewissermaßen also die Enden des Biegestempels, weisen keine aufgeraute Oberfläche auf. Dies mindert die Gefahr einer etwaigen Rissausbreitung unter Betriebsbelastung aufgrund der Oberflächenstruktur. Für einen zuverlässigen Reibschluss ist es ausreichend, wenn der dazwischen liegende mittlere Bereich ganz oder teilweise aufgeraut ist. Diese Ausgestaltung kann insbesondere mit der o.g. Ausgestaltung kombiniert sein, so dass sich die aufgeraute Oberfläche auf einen mittleren Bereich des Radienbereichs beschränkt. Die Endbereiche können hierbei einen relativ kleinen Teil der Länge (also der Erstreckung entlang der Arbeitskante) des Biegestempels einnehmen, wobei der genaue Betrag anwendungsspezifisch definiert werden kann. Er kann bspw. höchstens 10 % oder höchstens 5 % betragen.

[0019] Die aufgeraute Oberfläche durch ein urformend, umformend und/oder abtragend eingestelltes Oberflächenprofil gebildet sein. Das Oberflächenprofil ist hierbei in der Regel das Profil der Oberfläche des Grundkörpers des Stempels, der normalerweise aus Stahl besteht. Das gewünschte Oberflächenprofil könnte direkt beim Urformen des Stempels erzeugt worden sein oder in einem nachfolgenden Umformschritt (z.B. mittels Warmumformen). Typischerweise wird die Form des Biegestempels, wie im Stand der Technik bekannt, durch mechanische Bearbeitung (Fräsen oder ähnliches) eingestellt, bevor eine Oberflächenvergütung stattfindet. Diejenigen Teile, die aufgeraut werden sollen, können einer abtragenden Bearbeitung unterzogen werden, wodurch ein Oberflächenprofil erzeugt wird. Anschließend kann noch eine Vergütung der Oberfläche erfolgen. In diesem Zusammenhang werden als "abtragende" Bearbeitung sowohl eine spanende Bearbeitung als auch ein chemisches, elektrochemisches und/oder thermisches Abtragen bezeichnet. Insbesondere kann ein Senkerodieren erfolgen.

[0020] Gemäß einer Ausgestaltung ist die aufgeraute Oberfläche durch eine Beschichtung mit Hartstoffpartikeln gebildet. Hierbei sind Hartstoffpartikel insbesondere solche Partikel, die eine höhere Härte aufweisen als das zu bearbeitende Halbzeug. Derartige Partikel können bspw. aus Diamant, Bornitrid, Siliziumkarbid oder anderen bekannten Hartstoffen bestehen. Die Anbindung der Partikel an die Oberfläche des Biegestempels kann über ein Bindemittel (bspw. ein Kunstharz) erfolgen, oder dadurch, dass galvanisch Metall abgeschieden wird, wodurch sich die Partikel mit der Oberfläche verbinden. Auch andere Methoden sind denkbar.

[0021] Das erfindungsgemäße Verfahren eignet sich insbesondere für Halbzeuge, bspw. Blechplatinen, von größerer Dicke. Gemäß einer Ausgestaltung weist das Halbzeug daher eine Dicke zwischen 1 mm und 20 mm, bevorzugt zwischen 3 mm und 12 mm, weiter bevorzugt zwischen 5 mm und 10 mm, besonders bevorzugt zwischen 6 mm und 9 mm, auf. Diese Angaben beziehen sich insbesondere auf Stahlplatinen. Die Dicke des umzuformenden Halbzeugs bedingt, dass ein bestimmter innerer Biegeradius nicht unterschritten werden kann. Der minimal mögliche Biegeradius entspricht hierbei erfahrungsgemäß in etwa der Dicke des Halbzeugs. Er entspricht daher bevorzugt den oben diesbezüglich genannten Werten. Entsprechend ist es bevorzugt, dass durch den Radiusbereich einen inneren Biegeradius des Halbzeugs von wenigstens 1 mm, bevorzugt wenigstens 3 mm, weiter bevorzugt wenigstens 5 mm, besonders bevorzugt wenigstens 6 mm geformt wird. Bei der bevorzugten Ausgestaltung des Verfahrens als Gesenkbiegen (bzw. Prägebiegen) entspricht der innere Biegeradius auch dem Radius des Radienbereichs. Bei anderen Ausgestaltungen (freies Biegen, Dreipunktbiegen) kann der Radius des Radienbereichs auch kleiner sein.

[0022] Durch die Erfindung wird weiterhin eine Vorrichtung zum Biegen eines metallischen Halbzeugs zur Verfügung gestellt. Hierbei umfasst die Vorrichtung einen Biegestempel, mit einem eine Arbeitskante bildenden Radienbereich und quer zur Arbeitskante daran angrenzenden Schenkelbereichen, sowie eine Matrize. Sie ist dazu eingerichtet, das Halbzeug durch Beaufschlagung mit dem Biegestempel in die Matrize zu drücken und zwischen Biegestempel und Matrize umzuformen. Erfindungsgemäß weist der Biegestempel eine sich wenigstens auf einen Teil des Radienbereich erstreckende aufgeraute Oberfläche auf. Die genannten Begriffe wurden bereits mit Bezug auf das erfindungsgemäße Verfahren erläutert und werden daher nicht nochmals erklärt.

[0023] Vorteilhafte Ausgestaltungen der erfindungsgemäßen Vorrichtung entsprechend den oben geschilderten Ausgestaltung des erfindungsgemäßen Verfahrens. Einige der vorteilhaften Ausgestaltung werden hier nochmals erwähnt. So kann die Vorrichtung zum Prägebiegen eingerichtet sein, wobei der Biegestempel und die Matrize dazu ausgebildet sind, das Halbzeug ohne Zwischenraum einzuschließen. Weiterhin kann die aufgeraute Oberfläche auf den Radienbereich beschränkt sein. Auch kann die aufgeraute Oberfläche entlang der Arbeitskante unter Aussparung von Endbereichen auf einen mittleren Bereich beschränkt sein. Bevorzugt ist die aufgeraute Oberfläche durch ein abtragend eingestelltes Oberflächenprofil oder durch eine Beschichtung mit Hartstoffpartikeln gebildet. Vorteilhaft ist die Vorrichtung dazu eingerichtet, ein Halbzeug zu biegen, das eine Dicke zwischen 1 mm und 20 mm, bevorzugt zwischen 3 mm und 12 mm, weiter bevorzugt zwischen 5 mm und 10 mm, besonders bevorzugt zwischen 6 mm und 9 mm aufweist. Weiterhin vorteilhaft definiert der Radienbereich einen inneren Biegeradius von wenigstens 3 mm, bevorzugt

wenigstens 5 mm, weiter bevorzugt wenigstens 7 mm.

[0024] Durch die Erfindung wird des Weiteren ein metallisches Werkstück zur Verfügung gestellt. Dieses wurde aus einem metallischen Halbzeug durch Biegen gemäß dem erfindungsgemäßen Verfahren und/oder mit einer erfindungsgemäßen Vorrichtung hergestellt. Nach dem Biegevorgang kann das Werkstück entweder als Halbfertigteil oder als Fertigteil vorliegen. Insbesondere kommen Stahlteile in Frage, die aus Blechplatinen hergestellt wurden. Namentlich können Rahmenteile im Automobilbau, bspw. für Lkw hergestellt werden. Hierunter fallen auch Verstärkungen für Rahmenkonstruktionen, wie bspw. Knotenbleche oder Hilfsrahmen.

[0025] Ein derartiges erfindungsgemäße Werkstück unterscheidet sich in den wesentlichen Abmessungen nicht von einem konventionell hergestellten Werkstück, allerdings sind in dem Bereich, der durch die aufgeraute Oberfläche des Biegestempels beaufschlagt wurde, normalerweise kleine Vertiefungen festzustellen, und zwar dort, wo sich die Oberflächenstruktur des Biegestempels unter hohem Druck in die Oberfläche des Werkstücks eingedrückt hat. Da die genaue Struktur der aufgeraute Oberfläche in vielen Fällen zufällig und somit für einen bestimmten Biegestempel einzigartig ist, könnte ein derartiges Werkstück prinzipiell sogar durch Vergleich der Oberflächenstruktur demjenigen Biegestempel zugeordnet werden, mithilfe dessen es gefertigt wurde.

[0026] Details der Erfindung werden nachfolgend anhand von Ausführungsbeispielen mit Bezug auf die Figuren erläutert. Hierbei zeigt

Fig. 1 eine perspektivische Darstellung eines Biegestempels für eine erfindungsgemäße Vorrichtung gemäß einer ersten Ausführungsform;

Fig. 2 eine perspektivische Darstellung eines Biegestempels für eine erfindungsgemäße Vorrichtung gemäß einer zweiten Ausführungsform;

Fig. 3 eine Schnittdarstellung einer erfindungsgemäßen Vorrichtung mit einem metallischen Werkstück in einer Anfangsphase eines Biegevorgangs;

Fig. 4 eine Schnittdarstellung der erfindungsgemäßen Vorrichtung mit dem metallischen Werkstück in einer Endphase des Biegevorgangs;

Fig. 5 eine stark vergrößerte Detailansicht von Fig. 4; sowie

Fig. 6 eine Fig. 5 entsprechende Detailansicht gemäß einer alternativen Ausführungsform.

[0027] Fig. 1 zeigt eine perspektivische Darstellung eines Biegestempels 10 für eine erfindungsgemäße Biegevorrichtung 1 gemäß einer ersten Ausführungsform. Die in der Zeichnung oben liegende Seite des Biege-

stempels 10 ist hierbei im eingebauten Zustand nach unten gerichtet. Dort weist der Biegestempel 10 einen Radienbereich 11 auf, der im vorliegenden Fall mit einem Radius von 9 mm gekrümmt ist. Der Radienbereich bildet eine Arbeitskante 12, entlang der ein Werkstück 30 gebogen werden kann. Beiderseits des Radienbereichs 11 schließen sich Schenkelbereiche 13 des Biegestempels 10 an, die im vorliegenden Fall um 90° zueinander geneigt sind, wodurch der Biegestempel 10 einen keilförmigen bzw. V-förmigen Querschnitt aufweist. Der Biegestempel 10 ist im Wesentlichen symmetrisch aufgebaut, wobei jeder der Schenkelbereiche 13 um 45° gegenüber der Symmetrieebene geneigt ist (welche in eingebautem Zustand der Senkrechten entspricht). Der Biegestempel besteht überwiegend aus Stahl, wobei zumindest der Radienbereich 11 sowie die Schenkelbereiche 13 oberflächenvergütet sein können, um eine höhere Härte zu erzielen. Entlang des gesamten Radienbereichs 11 ist eine aufgeraute Oberfläche 14 ausgebildet, die in der Figur nur schematisch dargestellt ist, wobei die angedeuteten Oberflächenstrukturen in keiner Weise maßstabsgetreu dargestellt sind. Die mittlere Rauheit R_a der aufgerauten Oberfläche 14 beträgt 18 μm .

[0028] Fig. 3 und 4 zeigen stark schematisiert in Schnittdarstellung die Umformung einer Stahlplatte 30 mittels einer Biegevorrichtung 1 (bspw. einer Biegepresse), in die der in Fig. 1 dargestellte Biegestempel 10 integriert ist. Es versteht sich, dass in den Figuren 3 und 4 wesentliche Komponenten der Biegevorrichtung 1 weggelassen wurden, insbesondere Antriebskomponenten. Die Biegevorrichtung 1 umfasst neben dem Biegestempel 10 auch eine Matrize 20, auf der die Stahlplatte 30 zu Anfang des Biegevorgangs aufliegt, wie in Fig. 3 dargestellt. Die Matrize 20 bildet eine Vertiefung aus, mit einer konkaven Sohle 21, geraden Flanken 22, die gegenüber der Senkrechten um jeweils 45° geneigt sind und die über konvex abgerundete Kanten 23 in die Waagerechte übergehen. Die Matrize 20 ist somit im Wesentlichen V-förmig. Die konkave Sohle 21 weist einen Radius von 16 mm auf, was der Summe aus dem Radius des Radienbereichs 11 sowie einer Dicke von 7 mm der Stahlplatte 30 entspricht. Die Biegevorrichtung 1 ist somit für ein Prägebiegen eingerichtet, bei dem im Endstadium des Prozesses die Stahlplatte 30 zwischen dem Biegestempel 10 und der Matrize 20 ohne Zwischenraum eingeschlossen ist.

[0029] Die gesamte Oberfläche der Matrize 20 ist in ähnlicher Weise glatt ausgebildet wie die Schenkelbereiche 13 des Biegestempels 10. Aufgrund der Aufräumung der Oberfläche 14 des Radienbereichs 11 (und der hiermit verbundenen höheren mittleren Rauheit R_a) besteht ein wesentlich größerer Haftreibungskoeffizient zwischen dieser und einer Oberfläche 31 der Stahlplatte 30 als zwischen sämtlichen anderen Oberflächen. Dies macht sich bereits zu Anfang des Biegevorgangs bemerkbar, der in Fig. 3 dargestellt ist, wo nur ein Teil des Radienbereichs 11 mit der Oberfläche 31 der Stahlplatte 30 in Kontakt kommt. Es kommt zu einem Eingriff zwi-

schen den Strukturen der aufgerauten Oberfläche 14 und der Oberfläche 31, wobei sogar, wie noch mit Bezug auf die Figuren 5 und 6 erläutert wird, eine Verformung der Oberfläche 31 erfolgt. Jedenfalls ist durch den dort auftretenden Reibschluss die Platte 30 im Bereich des Radienbereichs 11 praktisch gegen ein ungewolltes Verrutschen gesichert, so dass wie vorgesehen lediglich ein Verbiegen und ein Abgleiten über die Kanten 23 erfolgt.

[0030] Durch die Beaufschlagung mittels des Biegestempels 10 bildet die Stahlplatte 30 eine Biegung 33 aus, an die sich seitlich Schenkel 32 anschließend, die in einem Winkel von 90° zueinander stehen. Dieser Zustand ist in Fig. 4 dargestellt. Da die Lage der Stahlplatte 30 relativ zum Radienbereich 11 während des gesamten Biegevorgangs definiert ist, lässt sich eine besonders hohe Maßhaltigkeit erzielen. Auf diese Weise kann bspw. ein Knotenblech zur Verstärkung einer Rahmenkonstruktion eines LKWs hergestellt werden.

[0031] Fig. 2 zeigt eine alternative Ausgestaltung eines Biegestempels 10, der auch bei dem in Fig. 3 und 4 illustrierten Verfahren eingesetzt werden kann. Er unterscheidet sich von dem in Fig. 1 dargestellten Biegestempel 10 dadurch, dass sich die aufgeraute Oberfläche 14 nicht über die gesamte Länge der Arbeitskante 12 erstreckt, sondern dass sie sich auf einen mittleren Bereich 10.1 beschränkt, während Endbereiche 10.2 ausgespart sind. Durch diese Ausgestaltung kann unter Umständen verhindert werden, dass es in den Bereichen der Stahlplatte 30, die in Kontakt mit den Endbereichen 10.2 kommen, zu einer verstärkten Rissbildung kommt.

[0032] Fig. 5 zeigt stark vergrößert und wiederum nicht maßstabsgetreu einen Ausschnitt aus Fig. 4, in dem erkennbar ist, dass die aufgeraute Oberfläche 14 durch ein Oberflächenprofil der aus Stahl bestehenden (und ggf. oberflächenvergüteten) Oberfläche des Biegestempels 10 gebildet ist. Das Oberflächenprofil wurde durch Senkerodieren erzeugt, wodurch sich eine Vielzahl von (einige Mikrometer oder Bruchteile von Mikrometern großen) Erhebungen 15 im Radienbereich 11 ergeben. Wie in Fig. 5 angedeutet, drücken sich diese Erhebungen 15 in die Oberfläche 31 der Stahlplatte 30, was zum einen einen verbesserten Eingriff der beiden Oberflächen 14, 31 herbeiführt, zum anderen aber auch eine plastische Verformung der Oberfläche 31 mit sich bringt, die bei genauerer Betrachtung des fertigen Werkstücks erkennbar ist. Es wird dort eine Art Negativ der aufgerauten Oberfläche 14 geformt.

[0033] Fig. 6 zeigt einen Fig. 5 entsprechenden Bildausschnitt gemäß einer alternativen Ausführungsform, bei der die aufgeraute Oberfläche 14 nicht durch eine Bearbeitung der Metalloberfläche, sondern durch eine Beschichtung mit Hartstoffpartikeln 16 hergestellt wurde. Die Hartstoffpartikel 16 sind hierbei wiederum nur schematisch und nicht maßstabsgetreu dargestellt. Es kann sich hierbei bspw. um Diamantpartikel handeln. Auch diese drücken sich, wie in der Fig. 6 erkennbar, in die Oberfläche 31 ein und bewirken eine plastische Verformung derselben. Die Hartstoffpartikel 16 können z.B. gal-

vanisch durch Metallabscheidung oder durch ein Bindemittel auf Kunstharzbasis an die Oberfläche des Radienbereichs 11 angebunden werden. Die entsprechenden Metallablagerungen bzw. das Bindemittel sind in der Fig. 6 zur Vereinfachung nicht dargestellt.

Bezugszeichenliste

[0034]

1	Biegevorrichtung
10	Biegestempel
10.1	mittlerer Bereich
10.2	Endbereich
11	Radienbereich
12	Arbeitskante
13	Schenkelbereich
14	aufgeraute Oberfläche
15	Erhebung
16	Hartstoffpartikel
20	Matrize
21	Sohle
22	Flanke
23	Kante
30	Stahlplatine
31	Oberfläche
33	Biegung
32	Schenkel

Patentansprüche

1. Verfahren zum Biegen eines metallischen Halbzeugs (30), mit

- einem Biegestempel (10), der einen eine Arbeitskante (12) bildenden Radienbereich (11) sowie beiderseits hieran angrenzende Schenkelbereiche (13) aufweist, und
- einer Matrize (20),

wobei das Halbzeug (30) durch Beaufschlagung mit dem Biegestempel (10) in die Matrize (20) gedrückt und zwischen Biegestempel (10) und Matrize (20) umgeformt wird,

dadurch gekennzeichnet, dass

der Biegestempel (10) eine sich wenigstens auf einen Teil des Radienbereichs (11) erstreckende aufgeraute Oberfläche (14) aufweist, deren Rauheit größer als die Rauheit angrenzender Oberflächen-teile des Biegestempels ist.

2. Verfahren nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet, dass** ein Prägebiegen erfolgt, wobei der Biegestempel (10) und die Matrize (20) das Halbzeug (30) ohne Zwischenraum einschließen.

3. Verfahren nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet, dass** die aufgeraute Oberfläche (14) auf den Radienbereich (11) beschränkt ist.

4. Verfahren nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet, dass** die aufgeraute Oberfläche (14) entlang der Arbeitskante (12) unter Aussparung von Endbereichen (10.2) auf einen mittleren Bereich (10.1) beschränkt ist

5. Verfahren nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet, dass** die aufgeraute Oberfläche (13) durch ein abtragend eingestelltes Oberflächenprofil gebildet ist.

6. Verfahren nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet, dass** die aufgeraute Oberfläche (13) durch eine Beschichtung mit Hartstoffpartikeln (16) gebildet ist.

7. Verfahren nach Anspruch 1, dass dazu eingerichtet ist, dass das Halbzeug (30) eine Dicke zwischen 3 mm und 12 mm, bevorzugt zwischen 5 mm und 10 mm, weiter bevorzugt zwischen 6 mm und 9 mm aufweist.

8. Vorrichtung (1) zum Biegen eines metallischen Halbzeugs (30), wobei die Vorrichtung (1)

- einen Biegestempel (10), der einen eine Arbeitskante (12) bildenden Radienbereich (11) sowie beiderseits hieran angrenzende Schenkelbereiche (13) aufweist, und
- eine Matrize (20)

umfasst und dazu eingerichtet ist, das Halbzeug (30) durch Beaufschlagung mit dem Biegestempel (10) in die Matrize (20) zu drücken und zwischen Biegestempel (10) und Matrize (20) umzuformen,

dadurch gekennzeichnet, dass

der Biegestempel (10) eine sich wenigstens auf einen Teil des Radienbereichs (11) erstreckende aufgeraute Oberfläche (13) aufweist, deren Rauheit größer als die Rauheit angrenzender Oberflächen-teile des Biegestempels ist.

Claims

1. Method for bending a metal semi-finished product (30), comprising

- a bending punch (10) which has a radius region (11) forming a working edge (12) and adjoining leg regions (13) on both sides thereof, and
- a die (20),

the semi-finished product (30) being pressed into the

die (20) by application of the bending punch (10) and being reshaped between the bending punch (10) and the matrix (20), **characterized in that** the bending punch (10) has a roughened surface (14) extending over at least part of the radius region (11), the roughness of which surface is greater than the roughness of adjoining surface parts of the bending punch.

2. Method according to claim 1, **characterized in that** a coining bending takes place, in which the bending punch (10) and the die (20) enclose the semi-finished product (30) without a gap.

3. Method according to claim 1, **characterized in that** the roughened surface (14) is limited to the radius region (11).

4. Method according to claim 1, **characterized in that** the roughened surface (14) along the working edge (12) is limited to a central region (10.1), omitting the end regions (10.2).

5. Method according to claim 1, **characterized in that** the roughened surface (14) is formed by a surface profile which is adjusted in an abrasive manner.

6. Method according to claim 1, **characterized in that** the roughened surface (14) is formed by a coating having hard material particles (16).

7. Method according to claim 1, which is designed such that the semi-finished product (30) has a thickness between 3 mm and 12 mm, preferably between 5 mm and 10 mm, more preferably between 6 mm and 9 mm.

8. Device (1) for bending a metal semi-finished product (30), the device (1) comprising

- a bending punch (10) which has a radius region (11) forming a working edge (12) and adjoining leg regions (13) on both sides thereof, and
- a die (20),

and being designed to press the semi-finished product (30) into the die (20) by application of the bending punch (10) and to reshape said semi-finished product between the bending punch (10) and the die (20), **characterized in that** the bending punch (10) has a roughened surface (14) extending over at least part of the radius region (11), the roughness of which surface is greater than the roughness of adjoining surface parts of the bending punch.

Revendications

1. Procédé de cintrage d'un produit semi-fini métallique

(30), en utilisant :

- un poinçon de cintrage (10) qui présente une zone de rayon (11) formant une arête de travail (12), et présentant aussi des zones de flancs (13) contiguës, des deux côtés, à ladite zone de rayon, et
- une matrice (20),

procédé au cours duquel le produit semi-fini (30), sous l'effet de la sollicitation exercée par le poinçon de cintrage (10), est pressé dans la matrice (20) et déformé entre le poinçon de cintrage (10) et la matrice (20),

caractérisé

en ce que le poinçon de cintrage (10) présente une surface rugueuse (14) s'étendant au moins sur une partie de la zone de rayon (11), surface dont la rugosité est supérieure à la rugosité de parties de surface contiguës du poinçon de cintrage.

2. Procédé selon la revendication 1, **caractérisé en ce qu'il** se produit un cintrage par matriçage, où le poinçon de cintrage (10) et la matrice (20) entourent sans espacement le produit semi-fini (30).

3. Procédé selon la revendication 1, **caractérisé en ce que** la surface rugueuse (14) est limitée à la zone de rayon (11).

4. Procédé selon la revendication 1, **caractérisé en ce que** la surface rugueuse (14), le long de l'arête de travail (12), est limitée à une zone centrale (10.1), à l'exception des zones d'extrémités (10.2).

5. Procédé selon la revendication 1, **caractérisé en ce que** la surface rugueuse (14) est formée par un profil de surface configuré en étant à enlèvement de matière.

6. Procédé selon la revendication 1, **caractérisé en ce que** la surface rugueuse (14) est formée par un revêtement de particules de matière dure (16).

7. Procédé selon la revendication 1, conçu de manière telle, que le produit semi-fini (30) présente une épaisseur comprise entre 3 mm et 12 mm, de préférence comprise entre 5 mm et 10 mm, de façon plus préférable comprise entre 6 mm et 9 mm.

8. Dispositif (1) pour le cintrage d'un produit semi-fini métallique (30), où le dispositif (1) comprend :

- un poinçon de cintrage (10) qui présente une zone de rayon (11) formant une arête de travail (12), et présentant aussi des zones de flancs (13) contiguës, des deux côtés, à ladite zone de rayon, et

- une matrice (20),

et ledit dispositif est conçu pour presser le produit semi-fini (30) dans la matrice (20) sous l'effet de la sollicitation exercée par le poinçon de cintrage (10),
et pour déformer ledit produit semi-fini entre le poinçon de cintrage (10) et la matrice (20),

caractérisé

en ce que le poinçon de cintrage (10) présente une surface rugueuse (14) s'étendant au moins sur une partie de la zone de rayon (11), surface dont la rugosité est supérieure à la rugosité de parties de surface contiguës du poinçon de cintrage.

5

10

15

20

25

30

35

40

45

50

Fig.1

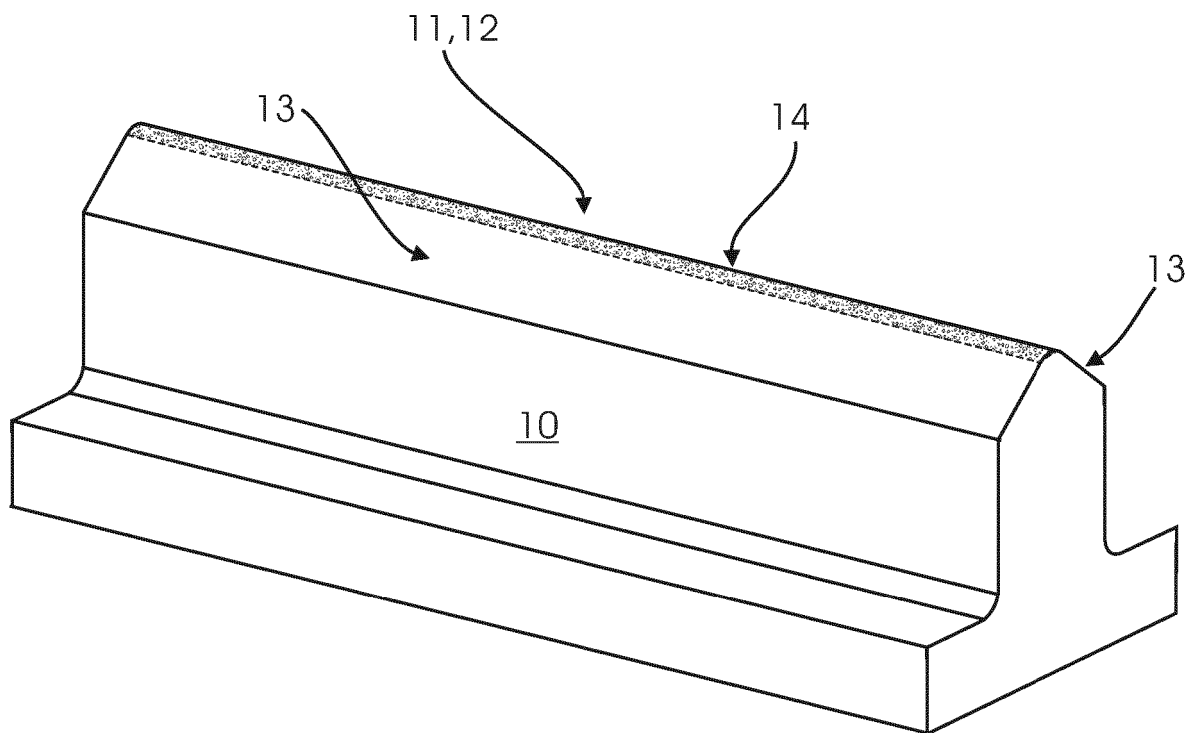


Fig.2

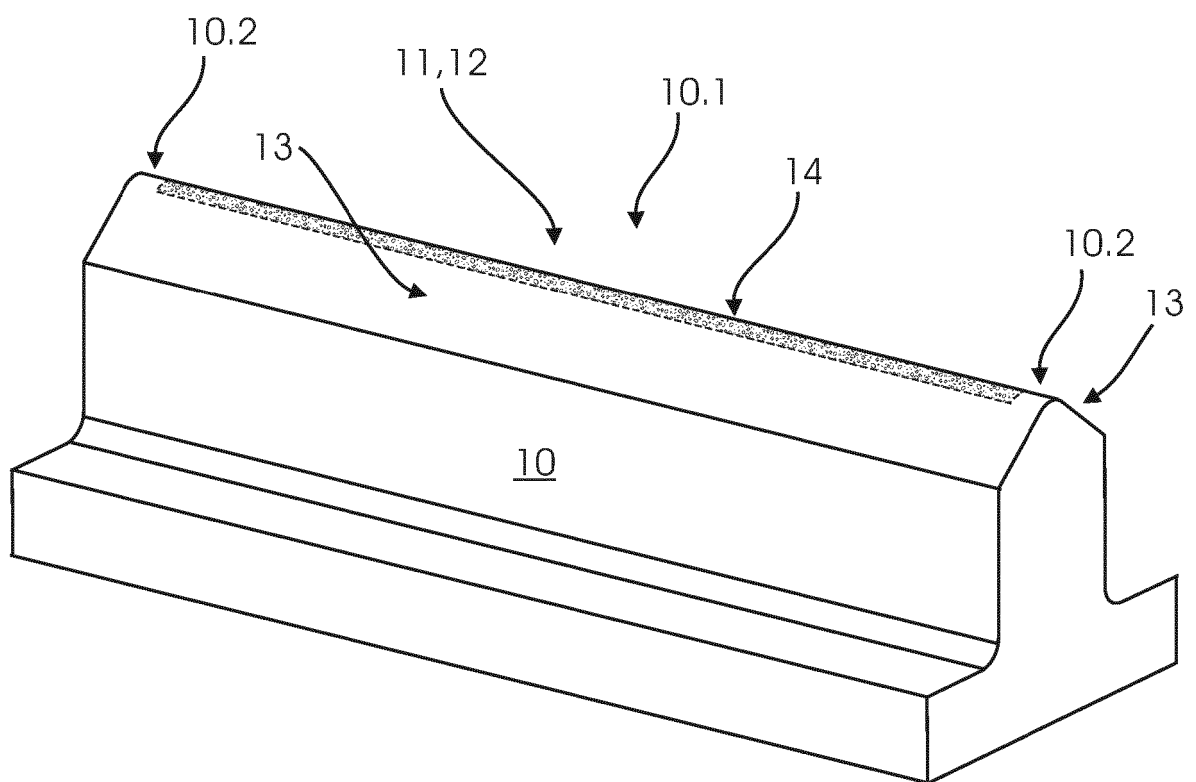


Fig.3

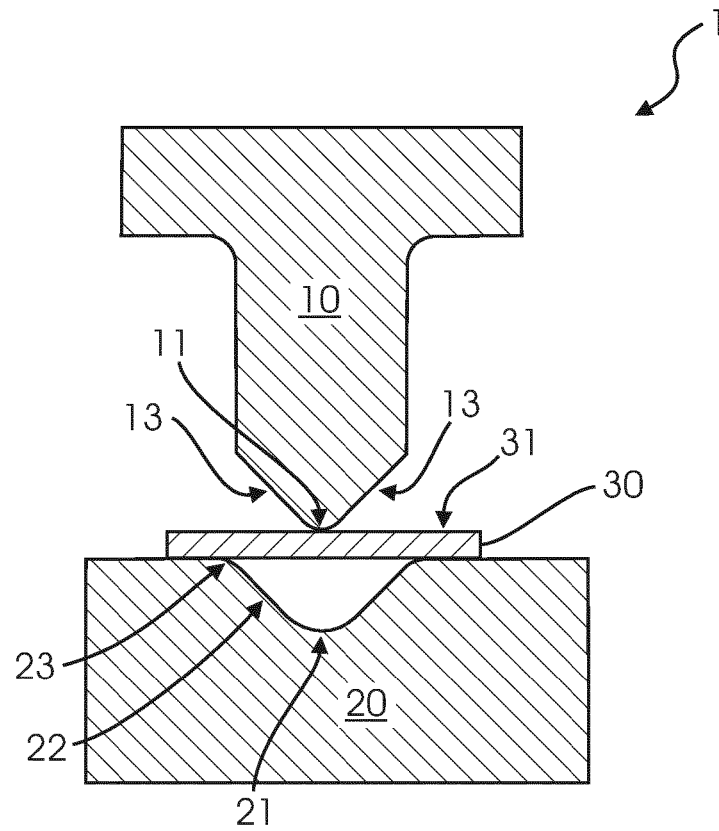


Fig.4

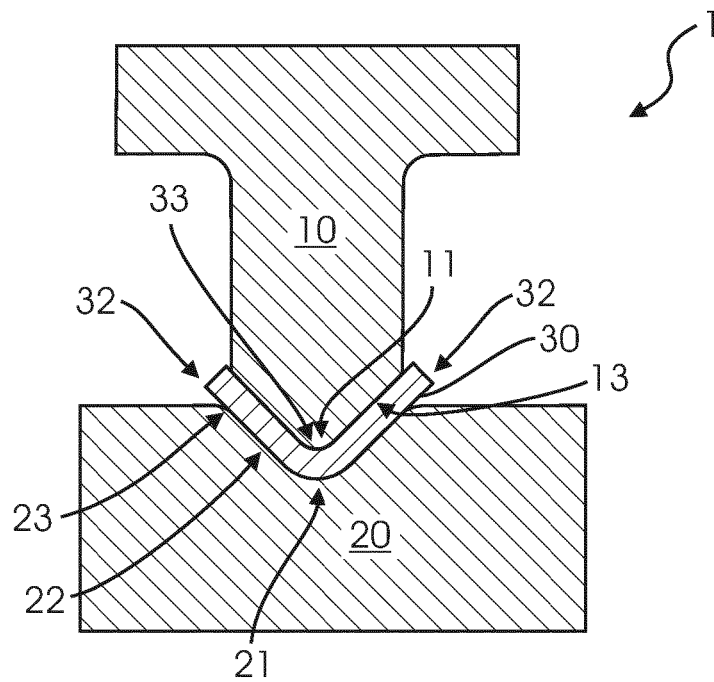


Fig.5

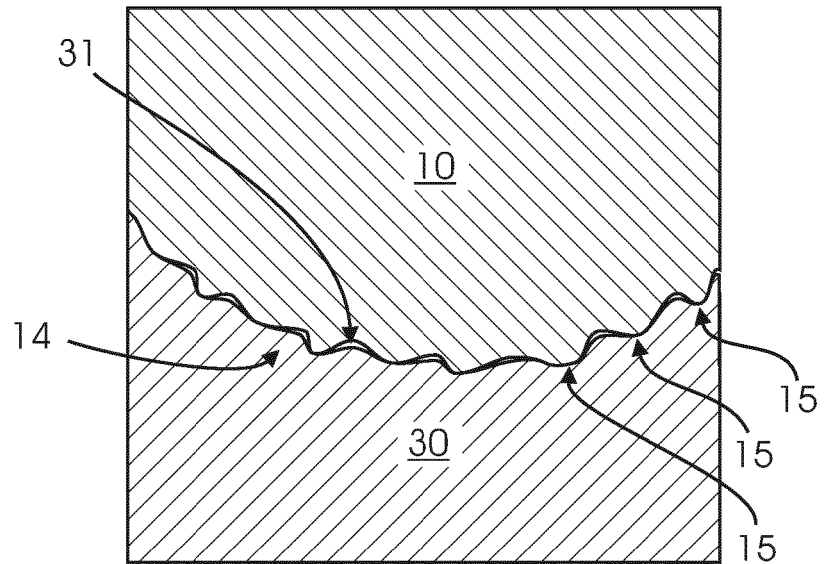
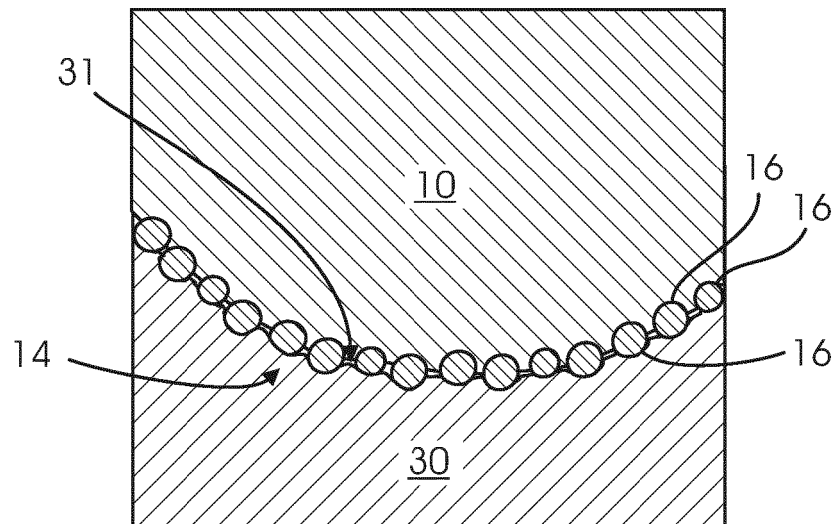


Fig.6



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 19938452 A1 [0004]
- JP 2014076464 A [0005]
- GB 1206644 A [0006]
- WO 2008050457 A1 [0007]