



⑫

EUROPÄISCHE PATENTSCHRIFT

④⑤ Veröffentlichungstag der Patentschrift :
19.08.92 Patentblatt 92/34

⑤① Int. Cl.⁵ : **B21B 1/08, B21H 8/00,**
E21D 17/00

②① Anmeldenummer : **89730048.9**

②② Anmeldetag : **28.02.89**

⑤④ **Verfahren zum Herstellen eines Stahlprofiles, dessen Anwendung und Profil.**

③⑩ Priorität : **02.03.88 DE 3807211**

④③ Veröffentlichungstag der Anmeldung :
06.09.89 Patentblatt 89/36

④⑤ Bekanntmachung des Hinweises auf die
Patenterteilung :
19.08.92 Patentblatt 92/34

⑧④ Benannte Vertragsstaaten :
AT BE CH DE ES FR GB GR IT LI LU NL SE

⑤⑥ Entgegenhaltungen :
WO-A-88/01680
DE-A- 3 307 230
DE-C- 976 549
GB-A- 704 338
GB-A- 786 538

⑦③ Patentinhaber : **Preussag Stahl**
Aktiengesellschaft
Gerhardstrasse 10
W-3150 Peine (DE)

⑦② Erfinder : **Babilon, Alfred**
Otto-Hahn-Ring 27
W-3320 Salzgitter 1 (DE)
Erfinder : **Eggers, Ulrich**
Nachtigallenweg 4
W-3152 Ilsede 1 (DE)
Erfinder : **Majewski, Martin**
Birkenweg 43
W-3150 Peine (DE)

⑦④ Vertreter : **Kaiser, Henning**
Preussag AG, Patente und Lizenzen,
Karl-Wiechert-Allee 4 Postfach 61 02 09
W-3000 Hannover 61 (DE)

EP 0 331 618 B1

Anmerkung : Innerhalb von neun Monaten nach der Bekanntmachung des Hinweises auf die Erteilung des europäischen Patents kann jedermann beim Europäischen Patentamt gegen das erteilte europäische Patent Einspruch einlegen. Der Einspruch ist schriftlich einzureichen und zu begründen. Er gilt erst als eingelegt, wenn die Einspruchsgebühr entrichtet worden ist (Art. 99(1) Europäisches Patentübereinkommen).

Beschreibung

Die Erfindung betrifft ein Stahlprofil, daß an wenigstens einem Flanschende periodisch eingewalzte Rücksprünge aufweist und bezieht sich auf ein Verfahren zum Herstellen eines solchen Stahlprofils durch Warmwalzen.

Stahlprofile mit Rücksprüngen oder Ausnehmungen in einem oder mehreren der Enden oder Kanten von Flanschen können die Form von H-Profilen, I-Profilen, Doppel-T-Profilen, T-Profilen oder Winkelprofilen aufweisen. Die Rücksprünge dienen zur Verbindung mit anderen Bauteilen. Die Profile können auch zusammengeschweißt werden, wobei ein Paar von Rücksprüngen eine Öffnung bildet, in die ein anderes Bauteil eingreifen kann. Die Profile können symmetrisch oder asymmetrisch sein. Die Rücksprünge an verschiedenen Flanschen eines Profils können unterschiedlich ausgebildet sein. Zwischen zwei Flanschteilen eines derartigen Profils, beispielsweise eines H-Profiles, befindet sich ein Flanschknotten, an dem bei dem H-Profil der Steg anschließt.

Durch das Einwalzen von Rücksprüngen in den Flanschenden eines Profils werden Konturen erzeugt, die möglichst eng dem endgültigen Verwendungszweck angepaßt sind, so daß umfangreiche spanende oder sonstwie formende Bearbeitungen vermieden werden und auch die Kerbwirkung an den Rücksprüngen verringert wird.

Es ist bekannt, Grubenausbauprofile mit H-förmigem Querschnitt für formschlüssige Verbindungen an den Flanschen mit während des Walzvorganges ausgebildeten Rücksprüngen zu versehen (DE 33 07 230 A1), die an den Flanschenden keine Materialaufstauhungen enthalten. Die Rücksprünge sind relativ klein im Verhältnis zur Flanschbreite. Besondere Walzbedingungen sind nicht offenbart.

Tiefe und lange Rücksprünge konnten bisher spanlos nur durch nachträgliche Umformung des fertiggewalzten Profils erzeugt werden (DE-PS 976 549 und GB-PS 786 538).

In der DE-Altpatentanmeldung B 14853 VIb/5c ist ein U-Profil offenbart, an das unterbrochene Rippen angewalzt sind, so daß sich halbkreisförmige Rücksprünge ergeben. Die gewalzten U-Profile sind zu Kastenträgern als Grubenprofile zusammengeschweißt, ähnlich wie es auch in GB-PS 786 538 dargestellt ist. Nähere Angaben zum Walzverfahren oder der Bemessung der Profile sind jedoch nicht beschrieben.

Als Aufgabe der Erfindung ergibt sich, ein Walzprofil sowie ein Walzverfahren zum Herstellen derartiger Profile vorzuschlagen, mit dem Rücksprünge in Flansche eingewalzt werden können, wobei die Rücksprünge eine vom Kreisbogen abweichende Form sowie eine verhältnismäßig große Tiefe und Länge erhalten können und eine Erzeugung der Rücksprünge auch in asymmetrischen Flanschteilen möglich ist.

Nach dem erfindungsgemäßen Verfahren wird ein Stahlprofil mit an wenigstens einem Flanschende periodisch eingewalzten Rücksprüngen durch Warmwalzen auf einem Universalwalzwerk hergestellt, in dem ein vorgewalztes Profil eine Mehrzahl von Walzgerüsten kontinuierlich durchläuft und hierbei auf die Fertigabmessungen umgeformt wird. Bei diesem Verfahren werden während des kontinuierlichen Walzens der Profile in einem oder mehreren Walzschritten die Rücksprünge durch Einwalzen der aus den Rücksprüngen zu verdrängenden Materialmenge in die Flanschknotten mittels einer geeigneten Profilwalze erzeugt. Dabei werden die Formänderungen des Profils in aufeinanderfolgenden Walzschrritten so gesteuert, daß bei der Herstellung der Rücksprünge die Summe der gleichzeitig erzeugten Querschnittsflächen dieser Rücksprünge kleiner oder höchstens gleich dem Querschnitt des Inkreises des Flanschknottens vor dem Einwalzen der Rücksprünge ist. Anschließend wird in einem oder mehreren Walzschrritten der gesamte Profilquerschnitt um mindestens 10 % gegenüber dem mittleren Querschnitt nach dem Einwalzen der Rücksprünge reduziert. Hierbei wird eine etwaige Stauchung im Bereich der Flanschknotten und/oder des verbliebenen Flanschteiles durch eine Streckung des Profils, insbesondere im Bereich der Rücksprünge, wieder ausgeglichen. Darüberhinaus wird durch die Reduzierung des Querschnittes das Profil auch in den Längenbereichen gestreckt, in dem keine Rücksprünge vorhanden sind. Die Reduzierung der durchschnittlichen gesamten Profilquerschnittfläche beträgt vorzugsweise 15 bis 20 %.

Die Erfindung geht von der Erkenntnis aus, daß es beim Warmwalzen eines Profils, z.B. eines H-Profiles, möglich ist, den Flanschknottenpunkt, also den Übergang vom Steg zum Flansch, "leerzuziehen", wenn die Flanschstreckung zu groß wird. Dabei wird durch Streckung des Flansches Material aus dem Flanschknotten und insbesondere aus dem Übergang zum Steg in den Flansch hineingezogen. Von dieser Erkenntnis über die Verformungsmöglichkeiten am Flanschknotten ausgehend wird erfindungsgemäß die durch das Einwalzen der Rücksprünge entstandene Stauchung oder Verdickung durch eine Streckung des gesamten Profils zurückgeführt, so daß im Bereich der Rücksprünge keine von dem normalen Querschnitt des fertigen Profils abweichenden Verdickungen vorhanden sind. Hierbei wurde es jedoch als eine Bedingung gefunden, daß die Querschnittsflächen der Rücksprünge in jedem Profilquerschnitt kleiner und höchstens gleich dem Querschnitt des Inkreises des Flanschknottens sein müssen. Dabei ist es zweckmäßig, von dem Inkreis des Flanschknottens vor dem Einwalzen der Rücksprünge auszugehen. Es ist möglich Rücksprünge zu erzeugen, die bis an den

Inkreis des Flanschknötens reichen und sogar geringfügig in den Inkreis hineinragen.

In der Praxis bestätigt sich überraschend, daß es bei der Fertigung der vorliegenden Profile darauf ankommt, die gesamte verdrängte Materialmenge der Rücksprünge im wesentlichen in den Flanschknöt zu rückzuwalzen und eine entsprechende Streckung des Profiles zu erreichen. Eine mögliche Stauchung (Verdickung) des Flansches und/oder des Steges wird in den folgenden Gerüsten durch überproportionales Strecken ausgeglichen. Die Rücksprünge können erst nach einer gewissen Vor-Umformung des Profiles erzeugt werden, da sonst die Maßhaltigkeit der Rücksprünge nicht zu gewährleisten ist. Zufriedenstellende Ergebnisse werden erzielt bei Streckgraden von etwa 10 bis 30 % gute bei 15 bis 20 %, nach Einwalzen der Rücksprünge.

Ein besonderes Problem stellt in diesem Zusammenhang das gleichzeitige oder gestaffelte Walzen von Rücksprüngen in zwei oder mehr Flansche dar, die einen gemeinsamen Flanschknöt haben, also bei Winkelprofilen die Winkellecke, bei T-Profilen der Kreuzpunkt Steg/Flansch; bei H-Profilen liegen, sofern in alle Flansche Rücksprünge zu walzen sind, entsprechend zwei Flanschknöt vor. Erfindungsgemäß muß daher die Gesamtmenge des zu verdrängenden Materialvolumens über die Flanschknöt "abfließen", sonst entstehen Quetschfalten. Näherungsweise läßt sich der Fließquerschnitt durch die Inkreisfläche des Flanschknötens bestimmen, die durch die Flansch-Außenfläche sowie die Radien an den Profilecken begrenzt wird. Das aus den erzeugten Rücksprüngen verdrängte Materialvolumen führt zu einer Verlängerung der die Rücksprünge enthaltenden Längenbereiche des Profils und kann teilweise auch in die keine Rücksprünge enthaltenden Längenbereiche bei der Reduzierung der Querschnittsfläche fließen.

Werden beide Rücksprünge parallel und in gleicher, geringer Tiefe gewalzt, ergeben sich kaum Probleme. Werden ungleich tiefe parallele Rücksprünge in von einem Flanschknöt ausgehende Flanschen gleichzeitig eingewalzt, so ist die Summe der an etwa einem Flanschquerschnitt maximal auftretenden Rücksprungquerschnitte nicht größer als die Inkreisfläche des Flanschknötens auszubilden. Für eine genaue Teilung der Rücksprünge an den Flanschen ist zu beachten, daß bereits die Erzeugung der Rücksprünge eine gewisse Längung des Profils im Bereich der Rücksprünge hervorruft. Wenn an beiden Enden eines Flansches verschiedene Rücksprünge nacheinander ohne zwischengeschaltetes, den Querschnitt verringerndes Walzen anzubringen sind, sollten die Rücksprünge zuletzt ausgeformt werden, die die genauere Teilung erfordern. Die Querschnittsverformung der zuerst erzeugten Rücksprünge ist hierbei jedoch zu beachten.

Für die erfindungsgemäße Verformung über den Flanschknöt und die anschließende Streckung sind die Walztemperaturen wichtig. Für das Einwalzen tiefer Rücksprünge in die Flanschen von im Verwendungszustand höherfesten, nach dem Warmwalzen zu vergütenden oder zu normalisierenden Stahlprofilen, beispielsweise aus der Stahlgüte 31 Mn 4, hat die Praxis die besten Werte bei Walztemperaturen von 900 bis 1000 Grad Celsius gezeigt.

Grubenausbauprofile, die während der Erzeugung tiefer Rücksprünge in die Flanschen, vorzugsweise thermo-mechanisch, gewalzt werden, sollen ihre Endumformung in einem Temperaturbereich erfahren, in dem der Austenit bei der Verformung nicht oder nicht wesentlich rekristallisiert. Die Walztemperatur liegt daher knapp oberhalb Ar3 oder beispielsweise für die Stahlgüte 17 MnV 7 zwischen Ar1 und Ar3.

Bei zu geringen Temperaturen und großen Rücksprüngen besteht die Gefahr von Reißbildung am Flanschknöt in den nachgeordneten Walzschritten.

Stahlprofile werden in modernen Walzwerken aus Stranggußbrammen reversierend vorgewalzt und dann in einem Universalwalzwerk beispielsweise mit neun Gerüsten, davon sechs Universal- und drei Stauchgerüste, kontinuierlich bis zur Fertigabmessung gewalzt. Als günstig für das Einwalzen von Rücksprüngen hat sich eine Anordnung entsprechender Kaliberwalzen im zweitletzten bis fünftletzten Gerüst erwiesen, da dort einerseits die Vorformung des Profiles ausreichend ist, andererseits aber der Umformgrad noch hoch genug ist, um eventuell entstehende Aufstauchungen wieder maßhaltig zu walzen. Bei Gesamtstreckgraden λ , bezogen auf die Reststreckung der Profile nach dem Einwalzen der Rücksprünge bis einschließlich Fertigerüst, von $\lambda = 1,1$ bis $1,3$ ergab sich eine gute Maßhaltigkeit der Stahlprofile. Bei verhältnismäßig kleinen Rücksprüngen kann $\lambda = \text{ca. } 1,05$ genügen, während große Rücksprünge λ bis $1,4$ und gegebenenfalls mehr erfordern können. Der Gesamtstreckgrad λ umfaßt die durch Querschnittsreduzierung erzeugte Streckung (Verlängerung) der Längenbereiche ohne Rücksprünge und die gegebenenfalls größere Streckung der Bereiche mit Rücksprüngen.

Die zuvor geschilderte Maßnahme einer weiteren Stichabnahme nach dem Einwalzen der Rücksprünge ermöglicht es, längere Rücksprünge zu erzeugen, als es dem Walzkaliber, d.h. der Länge des den Rücksprung erzeugenden Walzenabschnittes, entspricht. Je größer der abschließende Umformgrad ist, desto kleiner kann das Walzkaliber für den Rücksprung gewählt werden. Der abschließende Umformgrad darf, unter Berücksichtigung des bekannten Breitenverhaltens des Profils während des Walzens, andererseits nicht zu hoch sein, wenn ein exakter Abstand zwischen den Rücksprüngen - die periodische Teilung - gefordert ist. Dieses gilt insbesondere für das Teilungsverhältnis unterschiedlich langer Rücksprünge auf einem oder mehreren Flanschen

des Profiles zueinander.

Durch Schwankungen beispielsweise in der Walzzugkraft, Kalibergeometrie, Materialfestigkeit und Walztemperatur verursachte Toleranzen verringern mit zunehmendem Umformgrad die Genauigkeit der Teilung. Diese Einflußfaktoren sind daher mit dem für die Reststreckung zu wählenden Streckgrad abzustimmen.

5 Aus Gründen der Wirtschaftlichkeit und der besseren Bearbeitbarkeit werden für die Erzeugung der Rücksprünge zusammengesetzte Kaliberwalzen verwendet, die einen entsprechenden, austauschbaren Kaliberteil haben. Diese Walzenteile sind sehr starkem Verschleiß unterworfen und sollten daher aus beständigerem Werkstoff bestehen als die übrigen Walzenteile.

10 Bei der Festlegung der erzeugenden Kaliberlänge ist erfindungsgemäß die Erkenntnis zu berücksichtigen, daß nach dem Einwalzen der Rücksprünge die Streckung des Gesamtprofils nicht identisch ist mit der Streckung der Profilquerschnitte im Bereich der Rücksprünge. Profile mit Rücksprüngen bis nahe an den Flanschknuten zeigten während der anschließenden Walzung eine zusätzliche plastische Dehnung des Profiles bis zu 20 %.

15 Dieser Effekt kann erfindungsgemäß gezielt eingestellt werden. Moderne kontinuierliche Profilwalzstraßen haben einen Regelkreis für die Einstellung einer bestimmten Zugkraft für das Walzgut zwischen den Gerüsten. Stellgröße ist unter anderem die Walzendrehzahl. Da die Massenträgheit der Walzen eine schlagartige Drehzahländerung verhindert, wird die Zugspannung proportional zur vorgegebenen Zugkraft und des im Bereich der Rücksprünge verminderten Profilquerschnittes größer und das Profil wird plastisch gedehnt. Damit ist eine unerwünschte partielle Stauchung des Steges/Flansches wenigstens teilweise korrigierbar, und es kann eine definierte, nur in dem Rücksprungbereich wirksame Profilstreckung erreicht werden.

20 Unter anderem aus Gründen der Materialersparnis werden die häufig als tragende Bauteile verwendeten H-Profile, I-Profile oder T-Profile insbesondere in Sonderabmessungen konstruktiv so gestaltet, daß sich ein größtmögliches Widerstands-/Trägheitsmoment ergibt. Dadurch entstehen sehr dünne Stege und dicke Flansche. Aus walztechnischen Gründen sollte das erfindungsgemäß mit Rücksprüngen versehene Profil jedoch einen Mindestquerschnitt am Flanschknuten und am Steg aufweisen. Erfindungsgemäß sollen daher die Stegdicke, der Radius am Übergang Steg/Flansch und der Inkreis des Flanschknutens größer als 5 % der für das Widerstandsmoment maßgebenden Profilhöhe betragen.

Walztechnisch und konstruktiv optimierte Profilquerschnitte weisen erfindungsgemäß ein bestimmtes Verhältnis der genannten Maße auf. Der Inkreisradius sollte 15 bis 40 % größer als der Stegradius und dieser 12 bis 25 % größer als die Stegdicke sein, wobei die jeweils unteren Grenzwerte bei den größeren Profilhöhen einer Reihe von Profilen ähnlicher Querschnittsform und unterschiedlicher Höhe anwendbar sind.

30 Das erfindungsgemäß erzeugte Profil kann beispielsweise zu Kastenträgern zusammengeschweißt werden. Bei Verschweißung von vier Winkelprofilen mit Rücksprüngen in beiden Schenkeln, die teilungsgerecht spiegelsymmetrisch an den Längskanten verschweißt werden, ergibt sich ein rechteckiger Kastenträger mit Durchbrüchen auf allen vier Seiten, wobei die Durchbruchbreite den addierten Rücksprungtiefen benachbarter Schenkel entspricht. Auf ähnliche Weise können breite, gelochte Bauteile aus T-Trägern oder mit Flanschen versehene, gelochte Kastenträger aus H-Profilen geschweißt werden.

Anhand einiger Ausführungsbeispiele soll die Erfindung näher erläutert werden.

40 Es zeigen

Fig. 1 ein erfindungsgemäß gewalztes T-Profil in perspektivischer Sicht,

Fig. 2 einen Querschnitt A-A des T-Profiles gemäß Fig. 1 im vergrößerten Maßstab,

Fig. 3 eine Draufsicht auf eine zweite Ausführungsform erfindungsgemäß gewalzter Profile,

45 Fig. 4 einen erfindungsgemäß erzeugten Rücksprung.

Ein asymmetrisches T-Profil (Fig. 1) weist in Walzrichtung W am linken Flansch zwei langgestreckte kleine Rücksprünge **Rk1**, **Rk2** auf. Gegenüberliegend von **Rk2** ist im rechten Flansch ein mit zunehmender Walzlänge tiefer werdender großer Rücksprung **Rg** angeordnet, der bis in die Nähe des Steges **S** reicht.

50 Die tatsächlichen Größenverhältnisse des Profilquerschnittes ergeben sich aus Fig. 2, die einen Schnitt entlang Linie A-A durch das T-Profil gemäß Fig. 1 darstellt.

Die Tabelle zeigt die absoluten Werte der Profilabmessung gemäß Fig. 2 für eine fertiggewalzte asymmetrisches Profil mit unterschiedlich großen Rücksprüngen an beiden Flanschen.

55

Tabelle

5	s = 5 mm	bf = 50 mm	tk = 6,5 mm
	rs = 6 mm	h = 80 mm	tg = 9 mm
	ri = 8 mm	= 16,7	bk = 7 mm
10			bg = 13 mm

Der Radius r_i des Inkreises zwischen den Stegradien r_s und der Flansch-Außenfläche F_a ist so bemessen, daß die Inkreisfläche F_i größer als die Summe der Querschnittsflächen FR_{k2} und FR_g der eingewalzten Rücksprünge R_{k2} und R_g ist.

15 Unter Vernachlässigung der Kantenradien an den Flanschenden ergeben sich für das Profil in Fig. 2 folgende Werte:

$$20 \quad F_{Rk2} = \int_0^{b_k} (t_k + b_k \cdot \tan \alpha) db_k$$

$$25 \quad \begin{aligned} FR_{k2} &= 52,85 \text{ mm} \\ FR_g &= \underline{142,35 \text{ mm}} \quad (\text{sinngemäß errechnet}) \\ FR = FR_{k2} + FR_g &= 195,20 \text{ mm} \\ F_i &= 201,06 \text{ mm} \end{aligned}$$

30

Daraus folgt:

$$FR / F_i = 0,97$$

35 Die Material-Fließbedingung ist eingehalten worden für die Stelle der tiefsten eingewalzten Rücksprünge. Die praktische Walzung mit entsprechend ausgebildeten Kaliberwalzen erbrachte ein einwandfrei maßgetreu gewalztes Profil.

Sollten die Rücksprünge an beiden Flanschen eine schwankende, eventuell sogar gegenläufige Tiefenänderung aufweisen, ist die größte, von den Kaliberwalzen gerade zu walzende, gesamte Querschnittsverringerung zu berücksichtigen.

40 Bei der abschließenden Streckung wurde die Querschnittsfläche des Profiles nach Fig. 2 innerhalb der äußeren Kontur - also Berücksichtigung der Querschnittsflächen der Rücksprünge - um mindestens 10 % reduziert, was jedoch auf Tiefe und Form der zuvor eingeformten Rücksprünge nur einen unbedeutenden Einfluß hatte.

45 Fig. 3 zeigt ein aus den T-Profilen 1, 2, 3 zusammengesetztes, an den Flanschen 7 verschweißtes Bauteil in Draufsicht. Die Profile 1, 2, 3 weisen kleine Rücksprünge 4 und große Rücksprünge 5 auf, die in periodischen Abständen, den Teilungen t_k bzw. t_g , in die Profilflansche 7 eingewalzt wurden. Nach Zerteilen der endlosen Walzprofile in die Profile 1, 2, 3 wurden diese teilungsgerecht so zusammengefügt, daß aus je zwei Rücksprünge 4 ein Durchbruch 8 bzw. aus den Rücksprünge 5 ein Durchbruch 6 entstand.

50 Diese Durchbrüche 6, 8 dienen der formschlüssigen Befestigung anderer nicht dargestellter Bauteile, beispielsweise für eine Betondecken-Schalung.

Fig. 4 zeigt schematisch die Verhältnisse zwischen fertigem Profil 14 mit asymmetrischen Flanschen 10, 13 und Steg S mit Rücksprung 12 sowie der Kaliberwalze 9 mit der den Rücksprung 12 erzeugenden Kaliberkontur 11. In Fig. 4 ist die Kaliberkontur 11 wegen einer besseren Übersichtlichkeit neben einem durch sie erzeugten Rücksprung 12 dargestellt und nicht im direkten Eingriff an dem Profil zur Erzeugung dieses Rücksprunges.

55 Während des Walzvorganges dreht sich die Kaliberwalze 9 in Walzrichtung W. Dabei schneidet die unter Berücksichtigung der örtlich wirksamen Materialvor- und -nacheilung ausgebildete Kaliberkontur 11 am Radius

rv in das Profil 14 ein, rollt auf der Länge LK (Bogen aus zusammengesetzten Radien) ab und beendet den Umformvorgang am Radius rh.

5 Beim Vergleich gleichlanger Profilstücke LX (mit Ausgangslänge L0 nach dem Einwalzen der Rücksprünge 12 aber vor dem abschließenden Walzen) und der Rücksprunglänge LR am fertigen Profil 14 fällt auf, daß L0 größer als die erzeugende Länge LK (gemessen entlang des Bogens) der Kaliberkontur 11 ist. Das Profil erfährt nach Einwalzen des Rücksprunges 12 in diesem Bereich eine überproportionale Streckung, die je nach dem vorzugsweise zwischen 1,1 und 1,3 zu wählenden abschließenden Streckgrad Lambda etwa 1 bis 20 %, vorzugsweise 2 bis 5 % beträgt. Das bedeutet, daß erfindungsgemäß die erzeugende Kaliberkontur 11 kürzer zu gestalten ist, als der Rücksprung 12 im fertigen Profil 14. Diese Verkürzung der Kaliberkontur 11 hat also
10 sowohl die abschließende Steckung als auch die zusätzliche darüberhinausgehende Streckung im Bereich des Rücksprunges zu berücksichtigen. Diese erfindungsgemäße Erkenntnis läßt sich auf alle langgestreckten Rücksprungformen von Profilen übertragen. Sie ist darüberhinaus auch bei der Teilung zwischen periodisch aufeinander folgenden Rücksprüngen an einem oder mehreren Flanschenden zu berücksichtigen. Für die Teilung kann außerdem zu beachten sein, daß auch beim Einwalzen tiefer, langer Rücksprünge in den Flansch-
15 knoten eine gewisse Streckung eintreten kann.

Die nach dem erfindungsgemäßen Verfahren hergestellten Stahlprofile insbesondere H-, I- oder T-Profile weisen einen im wesentlichen konstanten und nur durch die vorgesehenen Rücksprünge veränderlichen Querschnitt auf, wobei auch beim fertigen Profil der Inkreis des Flanschknötens mindestens so groß ist, wie die Summe der an einem Querschnitt eingeformten Rücksprungquerschnitte. Bei tiefen Rücksprüngen kann ein
20 ausreichender Inkreis durch geeignete Stegdicke und/oder einen geeigneten Radius zwischen Steg und Flansch erreicht werden, wobei Stegdicke und Radius vorzugsweise größer als 5 % der Höhe des Profiles sind.

Das erfindungsgemäß warmgewalzte Stahlprofil mit an den Flanschenden periodisch eingewalzten Rücksprünge, die wenigstens teilweise bis in die Nähe des Flanschknötens eingewalzt sind, wird wie aus Fig. 3 ersichtlich ist, als Teilprofil für ein geschweißtes größeres Profil mit Durchbrüchen verwendet. Dabei weisen die
25 Teilprofile Rücksprünge jeweils spiegelbildlich auf, so daß ein Paar von Rücksprüngen nach dem Zusammenfügen der Teilprofile einen Durchbruch durch eine gemeinsame Fläche bildet.

30 Patentansprüche

1. Verfahren zum Herstellen eines Stahlprofils, das an wenigstens einem Flanschende periodisch eingewalzte Rücksprünge aufweist, durch Warmwalzen auf einem Universalwalzwerk, in dem ein vorgewalztes Profil eine Mehrzahl von Walzengerüsten kontinuierlich durchläuft und auf die Fertigabmessungen gewalzt wird, dadurch gekennzeichnet, daß während des kontinuierlichen Walzens des Profiles (1, 2, 3, 14) in einem oder
35 mehreren Walzschritten die Rücksprünge (4, 5, 12, R) durch Einwalzen der aus den Rücksprüngen zu verdrängenden Materialmenge in die Flanschknötens erzeugt werden, wobei die Summe der gleichzeitig erzeugten Querschnittsflächen der Rücksprünge (FR) kleiner oder höchstens gleich dem Querschnitt des Inkreises (Fi) vor dem Einwalzen der Rücksprünge ist, und anschließend in einem oder mehreren Walzschritten der gesamte Profilquerschnitt um mindestens 10 % gegenüber dem mittleren Querschnitt nach dem Einwalzen der Rücksprünge reduziert wird.
40

2. Verfahren nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß nach dem Einwalzen der Rücksprünge der gesamte mittlere Profilquerschnitt um 15 bis 20 % reduziert wird.

3. Verfahren nach Anspruch 1 oder 2, dadurch gekennzeichnet, daß bei in aufeinanderfolgenden Walzschritten an zwei oder mehr Flanschenden eines Stahlprofils erzeugten Rücksprüngen diejenigen Rücksprünge
45 zuletzt ausgeformt werden, für die die größte Maßhaltigkeit bezüglich Abmessungen und Teilung gefordert wird.

4. Verfahren nach Anspruch 1 oder 2, dadurch gekennzeichnet, daß in wenigstens zwei Flanschenden, die von einem Flanschknötens ausgehen, anzubringende Rücksprünge unterschiedlicher Tiefe gleichzeitig in demselben Walzgerüst erzeugt werden.

5. Verfahren nach mindestens einem der Ansprüche 1 bis 4, dadurch gekennzeichnet, daß die Walztemperatur für nach dem Walzen zu vergütende oder normalisierend zu glühende Stähle 900 - 1000 Grad Celsius und für nur thermo-mechanisch gewalzte Stähle unter 900 Grad Celsius, vorzugsweise zwischen Ar1 und
50 knapp oberhalb Ar3, beträgt.

6. Verfahren nach mindestens einem der Ansprüche 1 bis 5, dadurch gekennzeichnet, daß die Rücksprünge (4, 5, 12, R) in einer kontinuierlichen Walzstraße mit N Universalgerüsten in einem oder mehreren Gerüsten der Gruppe (N minus 1) bis (N minus 4) gewalzt und nach dem Einwalzen der Rücksprünge (4, 5, 12, R) ein Gesamtstreckgrad Lambda von 1,05 - 1,4 erzeugt wird.
55

7. Verfahren nach mindestens einem der Ansprüche 1 bis 6, dadurch gekennzeichnet, daß die Rücksprün-

ge (12) mit zusammengesetzten Kaliberwalzen (9) erzeugt werden, die asymmetrische Kaliberteile (11) aufweisen, deren erzeugende Kaliberlänge (LK) kürzer als die Länge (LR) der Rücksprünge (12) am fertigen Profil (14) ist.

8. Verfahren nach mindestens einem der Ansprüche 1 bis 7, dadurch gekennzeichnet, daß eine Verlängerung des eingewalzten Rücksprunges durch eine Zugkraft auf das Walzprofil (1, 2, 3, 14) zwischen benachbarten Walzgerüsten eingestellt wird.

9. Verfahren nach Anspruch 7 oder 8, dadurch gekennzeichnet, daß die Kaliberlänge (LK) aus der vorgegebenen Länge (LR) des Rücksprunges (12) am fertigen Profil (14) und dem Streckgrad des Profiles nach Einwalzen des Rücksprunges (12) unter Berücksichtigung einer zusätzlichen Streckung im Bereich der Rücksprünge bestimmt wird.

10. H-, I- oder T-Profil mit an den Flanschenden periodisch eingewalzten Rücksprüngen, hergeatelt gemäß einem Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 4, 7, 8 oder 9, dadurch gekennzeichnet, daß die Fläche des Inkreises am Flanschknoten (Fi), größer als die Summe der Rücksprungquerschnitte (FR) ist und das Profil einen nur durch Rücksprünge (4, 5) veränderten, im übrigen aber konstanten Querachnitt aufweist.

15 11. Verwendung eines warmgewalzten Stahlprofils hergestellt mit einem Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 9, mit an den Flanschenden periodisch eingewalzten Rücksprüngen (4, 5), wobei mindestens ein Teil der Rücksprünge (5) bis in die Nähe des Flanschknotens eingewalzt wird, als Teilprofil (1, 2, 3) für ein geschweißtes Profil mit Durchbrüchen (6, 8), durch spiegelsymmetrisches Anordnen der Teilprofile (1, 2, 3), so daß jeweils zwei Rücksprünge (5 bzw. 4) einen Durchbruch (6 bzw. 8) bilden.

Claims

25 1. Method of manufacturing a steel profile, which has sockets periodically rolled therein at at least one flange end, by a heat-rolling process on a universal rolling mill, in which a pre-rolled profile continuously passes through a plurality of roller stands and is rolled to the finished dimensions, characterised in that, during the continuous rolling of the profile (1, 2, 3, 14) in one or a plurality of rolling steps, the sockets (4, 5, 12, R) are produced by rolling into the flange joints the quantity of material which is to be displaced from the sockets, the sum of the simultaneously produced cross-sectional areas of the sockets (FR) being smaller than, or at most equal to, the cross-section of the inscribed circle (Fi) prior to the rolling-in of the sockets, and the entire cross-section of the profile is subsequently reduced, in one or a plurality of rolling steps, by at least 10 % relative to the mean cross-section after the rolling-in of the sockets.

2. Method according to claim 1, characterised in that, after the rolling-in of the sockets, the entire mean cross-section of the profile is reduced by between 15 % and 20 %.

35 3. Method according to claim 1 or 2, characterised in that, in the case where the sockets are produced in successive rolling steps at two or more flange ends of a steel profile, those sockets for which the greatest accuracy to size is required, with regard to dimensions and spacing, are formed last.

4. Method according to claim 1 or 2, characterised in that sockets of different depths, which are to be provided in at least two flange ends extending from a flange junction, are simultaneously produced in the same roller stand.

40 5. Method according to at least one of claims 1 to 4, characterised in that the final rolling temperature for steels, which are to be heat-treated after the rolling operation or are to be annealed in a normalising manner, is 900 - 1000 degrees Celsius, and the final rolling temperature for steels which are only thermomechanically rolled is below 900 degrees Celsius, preferably between Ar1 and just above Ar3.

45 6. Method according to at least one of claims 1 to 5, characterised in that the sockets (4, 5, 12, R) are rolled in a continuous rolling train with N universal stands in one or a plurality of stands of the group (N minus 1) to (N minus 4), and a total degree of expansion λ of 1.05 - 1.4 is produced after the rolling-in of the sockets (4, 5, 12, R).

50 7. Method according to at least one of claims 1 to 6, characterised in that the sockets (12) are produced by combined grooved rollers (9), which have asymmetrical grooved portions (11), their resultant groove length (LK) being shorter than the length (LR) of the sockets (12) in the finished profile (14).

8. Method according to at least one of claims 1 to 7, characterised in that an elongation of the rolled-in socket is set by a tensile force acting upon the rolled profile (1, 2, 3, 14) between adjacent roller stands.

55 9. Method according to claim 7 or 8, characterised in that the groove length (LK) is determined by the prescribed length (LR) of the socket (12) in the finished profile (14) and by the degree of expansion of the profile after the rolling-in of the socket (12), taking into account an additional expansion in the region of the sockets.

10. H-, I- or T-shaped profile having sockets periodically rolled therein at the flange ends, manufactured in accordance with a method according to one of claims 1 to 4, 7, 8 or 9, characterised in that the area of the

inscribed circle at the flange junction (Fi) is greater than the sum of the socket cross-sections (FR), and the profile has a cross-section which is only varied by sockets (4, 5), but is otherwise constant.

11. Use of a hot-rolled steel profile, which is manufactured by a method according to one of claims 1 to 9 and has sockets (4, 5) periodically rolled therein at the flange ends, at least a portion of the sockets (5) being rolled in the vicinity of the flange junction, as a partial profile (1, 2, 3) for a welded profile provided with openings (6, 8), by a mirror-symmetrical disposition of the partial profiles (1, 2, 3), so that two sockets (5 or 4) at a time form an opening (6 or 8 respectively).

10 Revendications

1. Procédé pour fabriquer un profilé en acier présentant, au niveau d'une ou plusieurs extrémités d'aile, des renforcements périodiquement réalisés par laminage, par laminage à chaud sur un laminoir universel dans lequel un profilé pré-laminé traverse en continu plusieurs cages de laminoir et est laminé jusqu'à obtention des cotes définitives, caractérisé en ce que, pendant le laminage continu du profilé (1, 2, 3, 14) en une ou plusieurs passes de laminage, les renforcements (4, 5, 12, R) sont réalisés par introduction dans le coeur des ailes, lors du laminage, de la quantité de matière à refouler desdits renforcements, la somme des surfaces de section transversale de renforcements (FR) produites en même temps étant inférieure ou au maximum égale à la section transversale du cercle inscrit (Fi) avant la réalisation par laminage des renforcements, puis, en une ou plusieurs passes de laminage, la section totale du profilé est réduite d'au moins 10 %, après la réalisation par laminage des renforcements, par rapport à la section transversale centrale.

2. Procédé selon la revendication 1, caractérisé en ce que toute la section transversale centrale du profilé est réduite, après la réalisation par laminage des renforcements, de 15 à 20 %.

3. Procédé selon la revendication 1 ou 2, caractérisé en ce que, dans le cas de renforcements produits au niveau de deux extrémités d'ailes, ou plus, d'un profilé en acier lors de passes de laminage successives, les renforcements nécessitant le plus grand respect de cotes en matière de dimensions et d'écartement sont formés en dernier.

4. Procédé selon la revendication 1 ou 2, caractérisé en ce que des renforcements de profondeurs différentes à réaliser dans au moins deux extrémités d'ailes partant d'un coeur d'ailes, sont produits simultanément dans la même cage de laminage.

5. Procédé selon l'une au moins des revendications 1 à 4, caractérisé en ce que la température finale de laminage est de 900 à 1000 degrés Celsius pour des aciers devant être traités et recuits dans un but de normalisation, après le laminage, et de moins de 900 degrés Celsius pour des aciers soumis à un laminage thermomécanique seulement, de préférence entre Ar1 et à peine plus de Ar3.

6. Procédé selon l'une au moins des revendications 1 à 5, caractérisé en ce que les renforcements (4, 5, 12 R) sont laminés dans un train de laminage continu comprenant N cages universelles, dans une ou plusieurs cages du groupe (N moins 1) à (N moins 4) et, après la réalisation par laminage des renforcements (4, 5, 12, R), un degré d'allongement total lambda de 1,05-1,4 est produit.

7. Procédé selon l'une au moins des revendications 1 à 6, caractérisé en ce que les renforcements (12) sont réalisés à l'aide de cylindres cannelés (9) assemblés qui présentent des éléments cannelés asymétriques (11) dont la longueur cannelée (LK) génératrice est inférieure à la longueur (LR) des renforcements (12) du profilé (14) terminé.

8. Procédé selon l'une au moins des revendications 1 à 7, caractérisé en ce qu'un prolongement du renforcement réalisé par laminage est produit par une force de traction exercée sur le profile laminé (1, 2, 3, 14), entre des cages de laminage voisines.

9. Procédé selon la revendication 7 ou 8, caractérisé en ce que la longueur cannelée (LK) est définie à partir de la longueur prédéfinie (LR) du renforcement (12) au niveau du profilé fini (14), et du degré d'allongement du profilé après réalisation par laminage du renforcement (12), compte tenu d'un allongement supplémentaire dans la zone des renforcements.

10. Profilé en H, en I ou en T comportant, aux extrémités des ailes, des renforcements périodiquement réalisés par laminage, fabriqué suivant un procédé selon l'une des revendications 1 à 4, 7, 8 ou 9, caractérisé en ce que la surface du cercle inscrit au niveau du coeur des ailes (Fi) est supérieure à la somme des sections transversales (FR) des renforcements et le profilé présente une section transversale modifiée uniquement par des renforcements (4, 5), mais par ailleurs constante.

11. Utilisation d'un profilé en acier laminé à chaud, fabriqué à l'aide d'un procédé selon l'une des revendications 1 à 9, comportant, au niveau des extrémités d'ailes, des renforcements (4, 5) périodiquement réalisés par laminage, une partie au moins des renforcements (5) étant réalisés par laminage jusqu'à proximité du coeur des ailes, ledit profilé étant utilisé comme élément (1, 2, 3) pour un profilé soudé présentant des ajours

EP 0 331 618 B1

(6, 8), grâce à une disposition symétrique desdits éléments (1, 2, 3), de sorte que deux renforcements (5, respectivement 4) forment à chaque fois un ajour (6, respectivement 8).

5

10

15

20

25

30

35

40

45

50

55

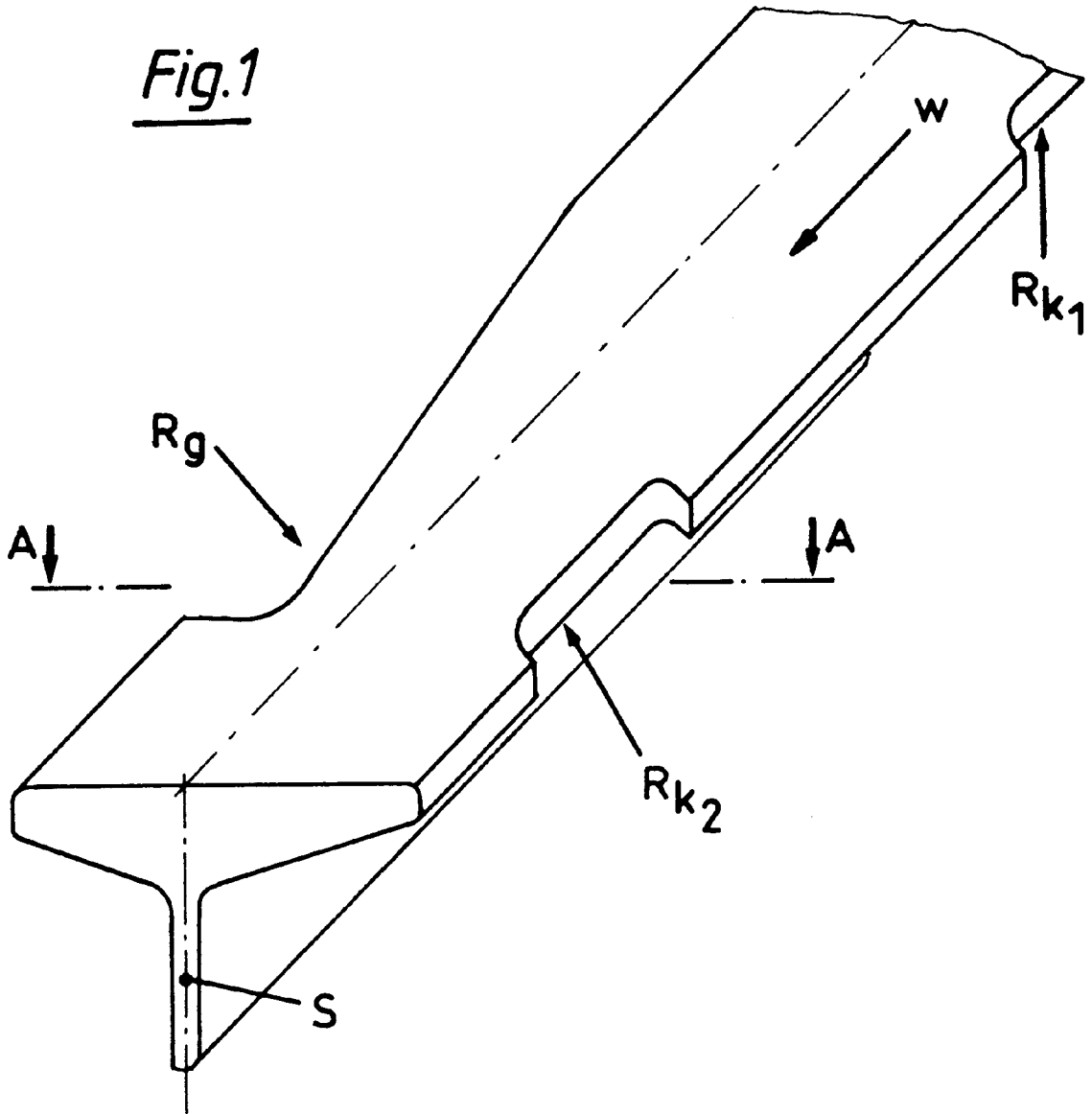


Fig. 2

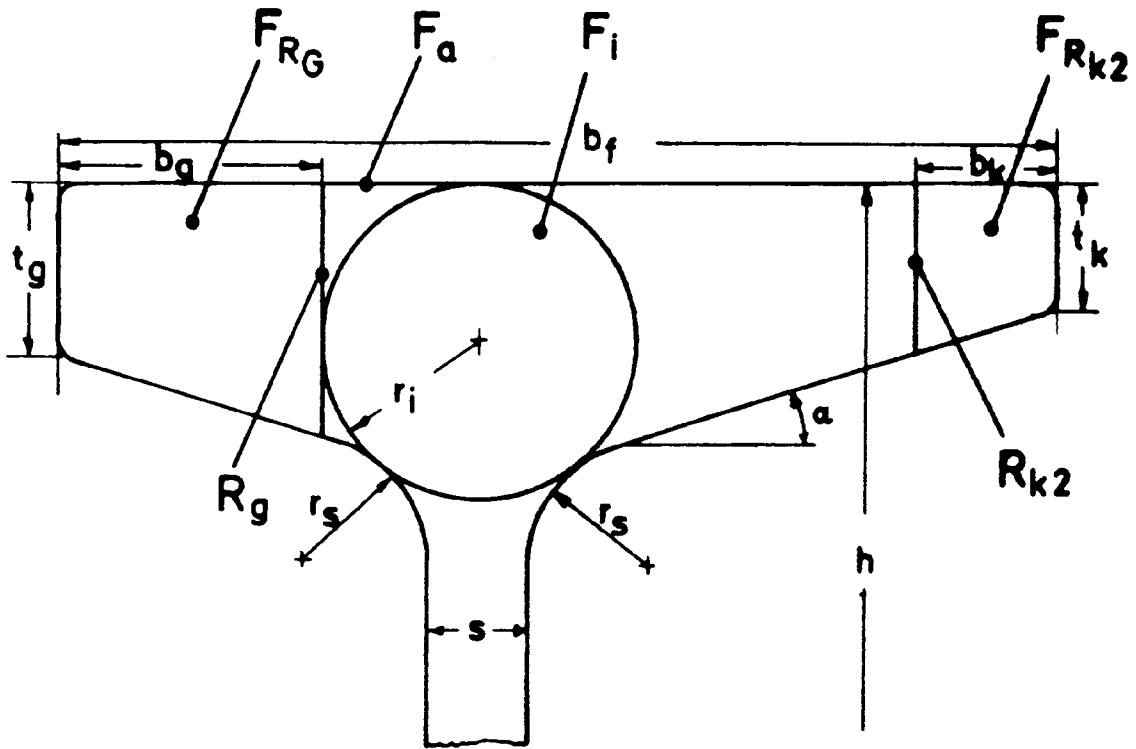
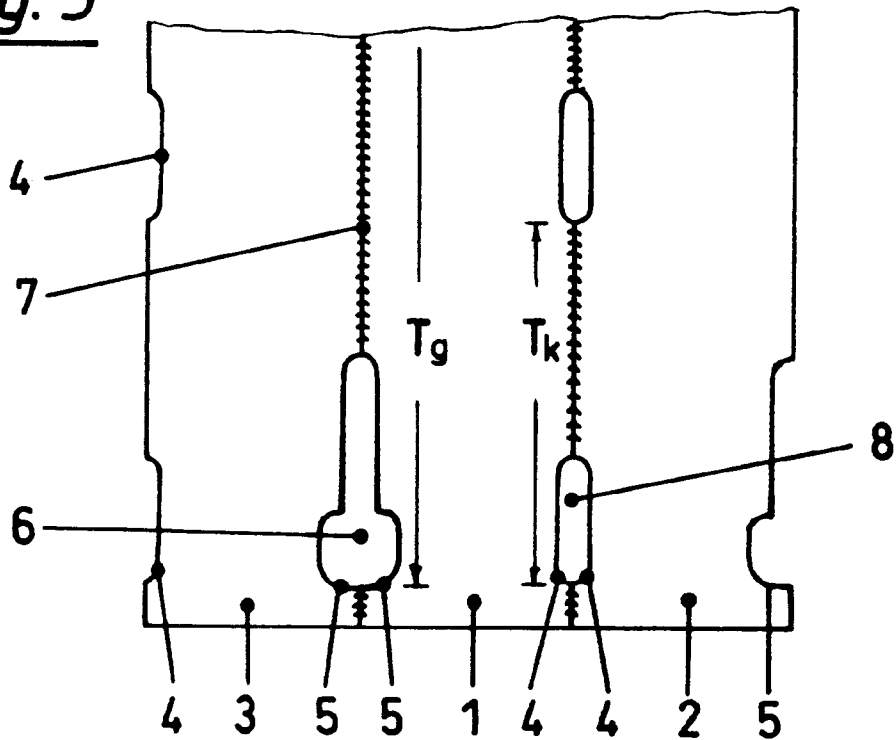


Fig. 3



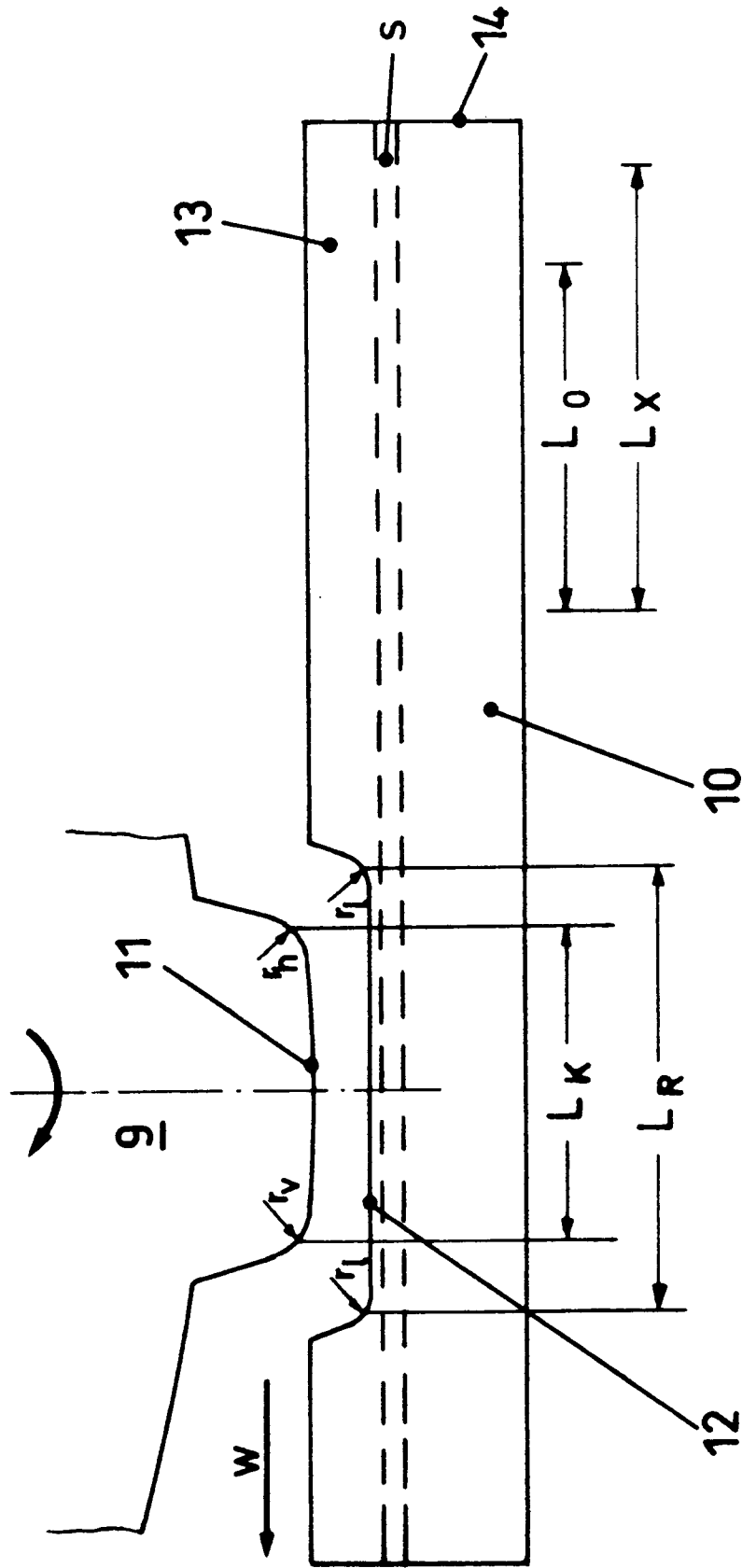


Fig. 4