



Europäisches Patentamt
European Patent Office
Office européen des brevets



(11) **EP 1 243 362 A2**

(12) **EUROPÄISCHE PATENTANMELDUNG**

(43) Veröffentlichungstag:
25.09.2002 Patentblatt 2002/39

(51) Int Cl.7: **B22D 11/06**

(21) Anmeldenummer: **02006223.8**

(22) Anmeldetag: **20.03.2002**

(84) Benannte Vertragsstaaten:
**AT BE CH CY DE DK ES FI FR GB GR IE IT LI LU
MC NL PT SE TR**
Benannte Erstreckungsstaaten:
AL LT LV MK RO SI

(72) Erfinder: **Bollig, Georg Dr.**
47799 Krefeld (DE)

(74) Vertreter: **Neuhäuser, Uwe et al**
Rechts- und Patentanwaltskanzlei Rayling,
August-Bebel-Strasse 32/33
39326 Wolmirstedt (DE)

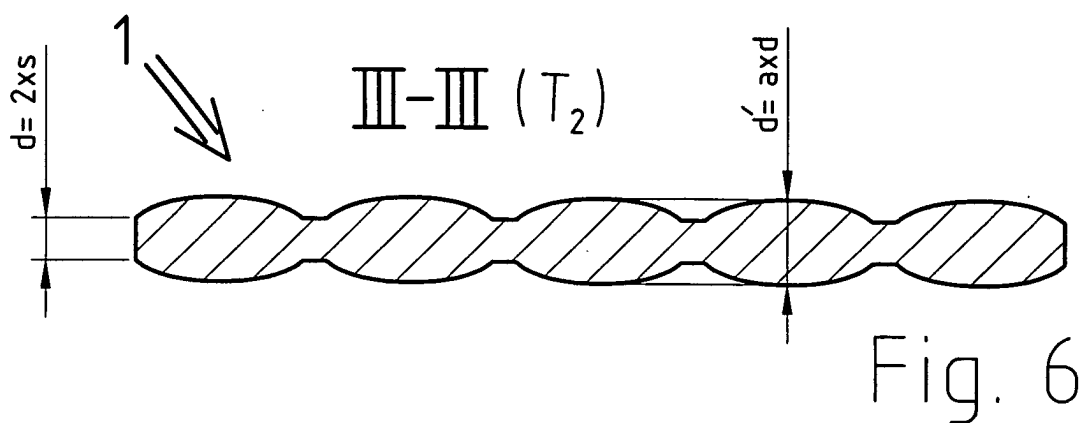
(30) Priorität: **22.03.2001 DE 10114269**

(71) Anmelder: **Bollig, Georg Dr.**
47799 Krefeld (DE)

(54) **Verfahren und Vorrichtung zur Herstellung von Warmband mittels
Zweirollen-Dünnbandgiessanlagen**

(57) Die Aufgabe, ein Verfahren und eine Vorrichtung zur Herstellung von Warmband (1) mittels Zweirollen-Dünnbandgießanlagen (2) anzugeben, mit welchen eine wesentliche Steigerung des Produktionsdurchsatzes "P" über die durch die Erstarrungszeit "t" der Stranghäute (14a; 14b) gesetzten Grenzen für herkömmliche

Zweirollen-Dünnbandgießanlagen (2) möglich ist, wird im Wesentlichen dadurch gelöst, dass die beiden Stranghäute (14a; 14b) derart abschnittsweise definiert zusammengepreßt oder zueinander beabstandet werden, dass sich ein Warmband (1) mit örtlich begrenzten und variablen Materialquerschnitten ausbildet.



EP 1 243 362 A2

Beschreibung

[0001] Die Erfindung betrifft ein Verfahren und eine Vorrichtung zur Herstellung von Warmband mittels Zweirollen-Dünnbandgießanlagen, wobei flüssiger Stahl zwischen zwei gegenläufig rotierende Gießrollen eingebracht wird und während der Rotationsbewegung der beiden Gießrollen an der Umfangsfläche derselben zu zwei Stranghäuten mit jeweils einer Dicke "s" erstarrt, die ihrerseits infolge der Rotationsbewegung nach unten bewegt und in einem sogenannten Kusspunkt zu dem Warmband zusammengepreßt werden und wobei nachfolgend das vollständig erstarrte Warmband in einem Walzwerk in einem oder mehreren Walzstichen zu dem, den gewünschten Dickenbereich aufweisenden endgewalzten Band umgeformt wird.

[0002] Aus der Praxis sind Dünnbandgießanlagen, insbesondere Zweirollen-Dünnbandgießanlagen, zur Herstellung von Warm-Breitband im hierfür üblichen Breitenbereich von etwa 800 bis 1.400 mm und Dickenbereich von etwa 2 bis 5 mm bekannt, wobei Gießrollen mit konstantem Durchmesser und unterschiedlichen Ballenlängen Verwendung finden, da die Bandbreite im Wesentlichen durch die Ballenlänge derselben bestimmt wird. Der Gießrolldurchmesser beträgt etwa 0,6 bis 1,5 m.

Die an den beiden Gießrollen erstarrenden Stranghäute, die am sogenannten Kusspunkt jeweils die Dicke "s" erreichen, werden in diesem Kusspunkt zu einem Warmband mit der konstanten Dicke $d = 2 \cdot s$ zusammengepreßt. Die Dicke "d" des Warmbandes wird nachfolgend in einem Walzwerk um wenigstens 5% zu einem endabmessungsnahen oder die gewünschte Endabmessung aufweisenden Band reduziert.

[0003] Ferner hat sich in der Praxis gezeigt und wird durch die nachfolgend angeführte Fachliteratur bestätigt, dass der Erhöhung des Produktionsdurchsatzes "P" der vorstehenden herkömmlichen Dünnbandgießanlage bestimmte Grenzen gesetzt sind, da eine Vergrößerung der gegossenen Dicke "d" des Warmbandes in Abhängigkeit von der Erstarrungszeit "t" der Stranghäute immer eine Verringerung der Gießgeschwindigkeit "v" bedingt:

1) Enabmessungsnahes Gießen von rostfreiem Stahl, Metall, 53. Jahrgang Nr. 6/99

2) KTN baut die erste industriell betriebene Bandgießanlage Europas, Pressespiegel, 24/1999, Informationsdienst Stahl

3) Stand des Bandgießens von Stahl, Stahl und Eisen 119 (1999) Nr. 67

4) Strip Casting Trials at Hachinohe (Pacific Metals)

5) The 1st International Symposium on Advanced Solidification Processing and its Application, October 25-28, 1993

6) Eigenschaften von direkt gegossenen Stahlbändern, hergestellt nach dem Zwei-Rollen-Bändgießverfahren, Stahl und Eisen 118 (1998) Nr. 8

7) Grundlagenuntersuchung zum Zwei-Rollen-Gießverfahren am Max-Planck-Institut für Eisenforschung, Stahl und Eisen 117 (1997) Nr. 8

8) Direct Strip Casting on the Mysotis industrial pilot plant (im Werk Isbergues), MPT International 3/1997

[0004] Hier setzt die nachfolgend beschriebene Erfindung an.

[0005] Aufgabe der Erfindung ist es, ein Verfahren und eine Vorrichtung zur Herstellung von Warmband mittels Zweirollen-Dünnbandgießanlagen anzugeben, mit welchen eine wesentliche Steigerung des Produktionsdurchsatzes "P" über die durch die Erstarrungszeit "t" der Stranghäute gesetzten Grenzen für herkömmliche Zweirollen-Dünnbandgießanlagen möglich ist.

[0006] Erfindungsgemäß wird die Aufgabe in Verbindung mit den Merkmalen im Oberbegriff des Anspruchs 1 durch ein Verfahren gelöst, wobei die beiden innerhalb der Zweirollen-Dünnbandgießanlage gebildeten Stranghäute derart abschnittsweise definiert zusammengepreßt oder zueinander beabstandet werden, dass sich ein Warmband mit örtlich begrenzten und variablen Materialquerschnitten ausbildet.

[0007] In einer vorteilhaften Ausgestaltung der Erfindung wird das Warmband so ausgebildet, dass es sich aus einer Mehrzahl von ineinander übergehenden gleichförmig und/oder ungleichförmig gestalteten Flächenelementen zusammensetzt, deren Materialquerschnitt jeweils ein wenigstens zu den Übergangsbereichen hin sich verjüngendes Profil darstellt, wobei in den Übergangsbereichen die Stranghäute, eine feste Verbindung mit der Dicke $d = 2 \cdot s$ realisierend, zusammengepreßt werden und außerhalb der Übergangsbereiche zwischen den zueinander beabstandeten Stranghäuten flüssiger Stahl eingebettet wird, der nachfolgend erstarrt.

[0008] Weiterhin wird vorgeschlagen, die Stranghäute in den Übergangsbereichen punkt-, linien- und/oder flächenförmig zusammenzupressen.

[0009] Ebenso kann es angezeigt sein, die beiden Stranghäute derart abschnittsweise definiert zusammenzupressen oder zueinander zu beabstanden, dass sich ein Warmband mit einer Mehrzahl von annähernd parallel zueinander und in Fließrichtung des Warmbandes angeordneten streifenförmigen Flächenelementen ausbildet.

[0010] Fernerhin kann es angezeigt sein, die beiden Stranghäute derart abschnittsweise definiert zusammenzupressen oder zueinander zu beabstanden, dass sich ein Warmband mit einer Mehrzahl von annähernd parallel zueinander

und um einen bestimmten Winkel " β " zur Fließrichtung des Warmbandes geschwenkt angeordneten streifenförmigen Flächenelementen ausbildet.

[0011] In erfinderischer Fortbildung wird weiterhin vorgeschlagen, dass die einzelnen Flächenelemente des Warmbandes wenigstens in einer Richtung mit einer maximalen Ausdehnung " b " ausgebildet werden, die etwa dem 15-fachen der Dicke " s " der Stranghaut entspricht.

[0012] Auch wird als erfindungsgemäß angesehen, zur Herstellung des endgewalzten Bandes in einem Walzwerk die Abnahme im ersten Walzstich so zu wählen, dass sowohl für die dicken Abschnitte des Warmbandes als auch für die dünnsten Abschnitte desselben eine Querschnittsabnahme zu verzeichnen ist.

[0013] Ferner wird vorgeschlagen, die größte Dicke " d " der einzelnen Flächenelemente in Abhängigkeit von einem Faktor " a " nach der Beziehung

$$d' = a * d$$

zu wählen, wobei der Faktor " a " der Bedingung

$$1 < a < 1,8$$

genügt.

[0014] Die Vorrichtung zur Herstellung von Warmband mittels Zweirollen-Dünnbandgießanlagen zeichnet sich dadurch aus, dass zur Herstellung eines Warmbandes mit definierten, örtlich begrenzten und variablen Materialquerschnitten eine der beiden oder beide Gießrollen eine Umfangsflächenstruktur mit unterschiedlichen sowie definiert angeordneten Änderungen des Durchmessers " D " aufweisen.

[0015] Eine Weiterbildung der erfindungsgemäßen Vorrichtung sieht vor, dass eine der beiden oder beide Gießrollen eine solche Umfangsflächenstruktur aufweisen, dass die beiden Stranghäute des den Kusspunkt verlassenden Warmbandes, eine Mehrzahl von ineinander übergehende gleichförmig und/oder ungleichförmig gestaltete Flächenelemente ausbildend, abschnittsweise definiert zusammengepreßt oder zueinander beabstandet sind.

[0016] Des Weiteren ist vorgesehen, dass eine der beiden oder beide Gießrollen eine solche Umfangsflächenstruktur aufweisen, dass der Materialquerschnitt der einzelnen auszubildenden Flächenelemente jeweils ein wenigstens zu den Übergangsbereichen hin sich verjüngendes Profil darstellt, wobei in den Übergangsbereichen die Stranghäute, eine feste Verbindung mit der Dicke $d = 2 * s$ realisierend, zusammengepreßt sind und außerhalb der Übergangsbereiche zwischen den zueinander beabstandeten Stranghäuten flüssiger Stahl eingebettet ist, der nachfolgend erstarrt.

[0017] Als erfindungsgemäß wird auch angesehen, dass eine der beiden oder beide Gießrollen eine solche Umfangsflächenstruktur aufweisen, dass die Stranghäute in den Übergangsbereichen punkt-, linien- und/oder flächenförmig zusammengepreßt sind.

[0018] Weiterhin kann eine der beiden oder können beide Gießrollen eine solche Umfangsflächenstruktur aufweisen, dass das den Kusspunkt verlassende Warmband, eine Mehrzahl von ineinander übergehende sowie annähernd parallel zueinander und in Fließrichtung des Warmbandes oder um einen Winkel " β " zur Fließrichtung des Warmbandes geschwenkt angeordnete streifenförmige Flächenelemente beinhaltet.

[0019] Eine weitere erfinderische Maßnahme sieht vor, dass die einzelnen Flächenelemente des Warmbandes wenigstens in einer Richtung eine maximale Ausdehnung " b " aufweisen, die etwa dem 15-fachen der Dicke " s " der Stranghaut entspricht.

[0020] Wie die Erfindung noch vorsieht, ist der Walzspalt des Walzgerüsts im Walzwerk für den ersten Walzstich so eingestellt, dass sowohl für die dicken Abschnitte des Warmbandes als auch für die dünnsten Abschnitte desselben eine Querschnittsabnahme zu verzeichnen ist.

[0021] Wie die Erfindung weiter vorsieht, ist die größte Dicke " d " der einzelnen Flächenelemente in Abhängigkeit von einem Faktor " a " nach der Beziehung

$$d' = a * d$$

gewählt, wobei der Faktor " a " der Bedingung

$$1 < a < 1,8$$

genügt.

[0022] Die vorgeschlagenen Verbesserungen an einer an sich bekannten Zweirollen-Dünnbandgießanlage ermöglichen zu herkömmlichen Anlagen einen wesentlich höheren Durchsatz an Warmband.

Gegebenenfalls schon in ihren Grenzbereichen arbeitende herkömmliche Anlagen können ferner durch diese erfindungsgemäßen Verbesserungen so betrieben werden, dass eine exaktere Anpassung an ein vorgeschaltetes Stahlwerk möglich wird und somit eine konstante Produktion, einhergehend mit der Vermeidung künstlich verlängerter Chargenzeiten des Stahlwerkes, und demgemäß eine wirtschaftliche Auslastung desselben gewährleistet ist.

[0023] Die Erfindung wird nachstehend an Hand eines in den Zeichnungen schematisch dargestellten Ausführungsbeispiels näher erläutert.

[0024] Es zeigen:

Figur 1 die Seitenansicht der erfindungsgemäßen Vorrichtung in Form einer Zweirollen-Dünnbandgießanlage,
 Figur 2 die Einzelheit "Z" nach Fig. 1,
 Figur 3 den Schnitt I-I durch ein Gießrollenpaar nach Fig. 2 zur Herstellung eines Warmbandes nach Fig. 4,
 Figur 4 die Draufsicht auf ein erfindungsgemäß ausgebildetes Warmband mittels einem Gießrollenpaar nach den Fig. 2 und 3,
 Figur 5 den Schnitt II-II durch ein Warmband nach Fig. 4 zum Zeitpunkt T_1 in Höhe des Kusspunktes,
 Figur 6 den Schnitt III-III durch ein Warmband nach Fig. 4 zum Zeitpunkt T_2 unterhalb des Kusspunktes nach der Durcherstarrung,
 Figur 7 Die Draufsicht auf ein erfindungsgemäß ausgebildetes Warmband in einer weiteren Ausgestaltung,
 Figuren 8-11 weitere beispielhaft gezeigte Materialquerschnitte eines Warmbandes,
 Figur 12 den Schnitt IV-IV nach Fig. 2 durch ein Gießrollenpaar zur Herstellung eines Warmbandes nach Fig. 11.

[0025] Gemäß Fig. 1 besteht die Vorrichtung zur Herstellung von Warmband 1 aus einer Zweirollen-Dünnbandgießanlage 2, der eine Zufuhreinrichtung für flüssigen Stahl 3 in Form eines Drehturms 4 zur Aufnahme der Gießpfanne 5 mit einem Zwischenbehälter 6, der seinerseits ein Tauchrohr 7 und eine nicht näher dargestellte Stopfenmechanik für die Regelung der Zufuhr des flüssigen Stahls 3 in die vertikal unter dem Zwischenbehälter 6 angeordnete Zweirollen-Dünnbandgießanlage 2 aufweist, vorgeordnet ist.

Ferner sind der Zweirollen-Dünnbandgießanlage 2 in einer bekannten Ausführungsform ein Ausförderteil 8, bestehend beispielsweise aus einer Rollen-Bandführung für das gegossene Warmband 1, sowie ein Walzwerk 9 und/oder wenigstens eine nicht näher dargestellte, jedoch an sich bekannte Haspel nachgeordnet.

Das Walzwerk 9 kann, wie vorliegend ersichtlich, ein Walzgerüst oder auch mehrere Walzgerüste aufweisen.

[0026] Wie in Fig. 2 näher gezeigt, besteht die Zweirollen-Dünnbandgießanlage 2 aus zwei gegenläufig rotierenden und gegebenenfalls gekühlten Gießrollen 10, die mittels seitlicher Abdichtungen (nicht näher dargestellt), beispielsweise in Form keramischer Platten, einen Trichter 11 zur Aufnahme des flüssigen Stahls 3 ausbilden.

[0027] Der flüssige Stahl 3 wird bekanntermaßen der Zweirollen-Dünnbandgießanlage 2 mittels des Tauchrohres 7 zugeführt und bildet, wie bereits erwähnt, im seitlich abgeschlossenen Trichter 11 ein Stahlbad 12 mit dem Badspiegel 13, dessen Höhe auch als Erstarrungslänge "l" bezeichnet und durch den Badspiegelwinkel " α " definiert ist (" α " im Bogenmaß).

Während der Rotationsbewegung der Gießrollen 10 erstarrt flüssiger Stahl 3 an denselben zu zwei Stranghäuten 14a und 14b mit einer jeweiligen Dicke "s", die ihrerseits nachfolgend durch die Drehung der Gießrollen 10 nach unten bewegt und bei herkömmlichen Zweirollen-Dünnbandgießanlagen 2 an dem sogenannten Kusspunkt 15 vollflächig zu dem Warmband 1 mit der Dicke $d = 2 \cdot s$ zusammengepreßt werden.

Das Warmband 1 verläßt dann die Zweirollen-Dünnbandgießanlage 1 mit der Gießgeschwindigkeit "v", die ihrerseits der Umfangsgeschwindigkeit der Gießrollen 10 entspricht.

[0028] Es ist nunmehr in diesem Zusammenhang bekannt, dass die Erstarrungsgeschwindigkeit für Metalle an der Phasengrenze fest/flüssig dabei proportional dem Temperaturgradienten im erstarrten Material an der Phasengrenze und dieser wiederum annähernd gleich dem Temperaturgradienten in der schon erstarrten Schicht von der Phasengrenze bis zur Außenhaut ist (Gröber, Erk, Grigall; Die Grundgesetze der Wärmeübertragung).

Ebenso ist bekannt, dass beim konventionellen Strangguß die Oberflächentemperatur in der erstarrten Stranghaut, nach der Anfangserstarrung in einer Kokille, annähernd konstant ist. Damit wird der Temperaturgradient in der erstarrten Stranghaut und damit auch in der Phasengrenze mit zunehmender Stranghautdicke immer geringer. Für diesen Fall gilt für den Zusammenhang zwischen der Erstarrungszeit "t" und der Dicke "s" der erstarrten Stranghaut das für den konventionellen Strangguß bekannte Gesetz

$$s = K \cdot \sqrt{t},$$

wobei "K" ein von den Kühlbedingungen abhängiger Faktor ist.

EP 1 243 362 A2

[0029] Beim Gießen mittels Zweirollen-Dünnbandgießanlagen 2 fällt dagegen die Oberflächentemperatur in der kurzen Erstarrungszeit vom Erstarrungsbeginn im Bereich des Badspiegels 13 bis zum Erstarrungsende am Kusspunkt 15 stark ab, so dass der Temperaturgradient in der erstarrten Stranghaut 14a; 14b annähernd konstant bleibt. Für diesen konkreten Fall gilt für den Zusammenhang zwischen Erstarrungszeit "t" und Dicke "s" der erstarrten Stranghaut 14a; 14b die Beziehung

$$s = K \cdot t.$$

[0030] Für "t" in Sekunden und "s" in mm wurde ferner in Auswertung umfangreicher Versuche und der in der Beschreibungseinleitung angeführten Fachliteratur für das Dünnbandgießen im Dickenbereich bis 5 mm ein Faktor "K" = 2,5 mm/s für die sehr schnelle Anfangserstarrung der Stranghäute 14a, 14b gefunden. Danach gelten nunmehr die Bedingungen:

$$s = 2,5 \cdot t$$

$$d = 2 \cdot s$$

und demgemäß

$$d = 5 \cdot t \quad \text{bzw. } t = d / 5$$

[0031] Für die Gießgeschwindigkeit "v" gilt bekanntermaßen $v = l / t$ wobei die Erstarrungslänge "l" sich in Abhängigkeit vom Badspiegelwinkel "α" wie folgt ergibt:

$$l = D \cdot \pi \cdot \alpha / 360^\circ$$

[0032] Aus der Erstarrungszeit "t" und der Erstarrungslänge "l" folgt somit die Gießgeschwindigkeit "v", mit der eine gewünschte Dicke "d" des Warmbandes 1, bei einem bestimmten gegebenen Erstarrungswinkel "α" und einem vorgegebenen Durchmesser "D" der Gießrollen 10 gegossen werden muß.

[0033] Für $t = d / 5$ ergibt sich für "v" in dm/s sowie "D" und "d" in dm

$$v = l/t = (D \cdot \pi \cdot \alpha / 360^\circ) / (d / 0,05) = (D \cdot \pi \cdot \alpha / 360^\circ) \cdot (0,05 / d)$$

[0034] Für eine bestimmte Bandbreite "B" (Fig. 4) und ein spezifisches Gewicht für Stahl von $g = 7,8 \text{ kg/dm}^3$ folgt aus der Gießgeschwindigkeit "v" der mögliche Produktionsdurchsatz "P" in kg/s

$$\begin{aligned} P &= v \cdot d \cdot B \cdot g = (D \cdot \pi \cdot \alpha / 360^\circ) \cdot (0,05 / d) \cdot d \cdot B \cdot 7,8 \\ &= D \cdot B \cdot \alpha \cdot 0,0034 \end{aligned}$$

[0035] Wird in vorstehende Beziehung für den Gießspiegelwinkel "α" ein üblicher Wert von 45° eingesetzt, so ergibt sich daraus für "P"

$$P = D \cdot B \cdot 0,153$$

[0036] Es ist demgemäß nachgewiesen, dass bei herkömmlichen Zweirollen-Dünnbandgießanlagen 2 der Produktionsdurchsatz "P" proportional der Bandbreite "B" und dem Durchmesser "D" der Gießrollen 10 ist.

[0037] Nach dem Stand der Technik ist das Zweirollen-Dünnbandgießen somit scheinbar ein relativ "starrer" Prozeß, bei welchem der Produktionsdurchsatz "P" in engen Grenzen durch die Bandbreite "B" und den Durchmesser "D" der Gießrollen 10 vorgegeben ist.

Für eine gewünschte Bandbreite "B" kann demgemäß scheinbar der Produktionsdurchsatz "P" nur durch eine Änderung des Durchmessers "D" der Gießrollen 10 geändert werden, wenn man von kleinen Änderungen absieht, die durch die Änderung des Gießspiegelwinkels " α " erreicht werden können und bei ca. 10 % liegen.

[0038] Eine Steigerung des Produktionsdurchsatzes "P" über die durch die Erstarrungszeit "t" der Stranghäute 14a; 14b gesetzten Grenzen für herkömmliche Zweirollen-Dünnbandgießanlagen 2 hinweg kann erfindungsgemäß nunmehr dadurch erreicht werden, dass die Gießrollen 10 mit einer Umfangsflächenstruktur mit unterschiedlichen sowie definiert angeordneten Änderungen des Durchmessers "D" ($D_1 - D_n$) versehen sind (Fig. 3).

Infolgedessen werden während des in an sich bekannter Weise durchgeführten Gießvorganges die beiden sich am äußeren Umfang der Gießrollen 10 bzw. an deren besonders gestalteten Umfangsflächenstruktur sich bildenden Stranghäute 14a; 14b derart abschnittsweise definiert zusammengepreßt oder zueinander beabstandet, dass sich ein Warmband 1 mit örtlich begrenzten und variablen Materialquerschnitten ausbildet.

[0039] Gem. Fig. 3 kann z. B. jede Gießrolle 10 auf ihrer Umfangsfläche eine Mehrzahl von parallel zueinander angeordneten umlaufenden nutenförmigen Ausnehmungen 16 aufweisen, die, wie vorliegend, mit gleichgeformten nutenförmigen Ausnehmungen 16 der gegenüberliegenden Gießrolle 10 korrespondieren.

[0040] Mit den Gießrollen 10 nach Fig. 3 kann nunmehr ein Warmband 1 erfindungsgemäß hergestellt werden, indem zu einem Zeitpunkt " T_1 " (Fig. 2) in Höhe des Kusspunktes 15, zu welchem sich an der Umfangsflächenstruktur der Gießrollen 10 jeweils eine Stranghaut 14a; 14b mit der Dicke "s" ausgebildet hat, dieselben derart abschnittsweise zusammengepreßt oder zueinander beabstandet werden, dass sich ein Warmband 1 mit einer Mehrzahl von ineinander übergehenden annähernd parallel zueinander und in Fließrichtung desselben angeordneten streifenförmigen Flächenelementen 17 ausbildet (Fig. 4).

Wie in Fig. 5 gezeigt, weist der Materialquerschnitt jedes Flächenelementes 17 jeweils ein wenigstens zu den Übergangsbereichen 18 hin sich verjüngendes Profil 19 auf. Die äußere Kontur dieses Profils 19 beschreibt vorliegend einen Kreisausschnitt, dessen Radius beliebig gewählt werden kann.

[0041] In den Übergangsbereichen 18 der einzelnen Flächenelemente 17 sind die Stranghäute 14a; 14b, eine feste Verbindung mit der Dicke $d = 2 \cdot s$ realisierend, zusammengepreßt.

Außerhalb dieser Übergangsbereiche 18 ist zum Zeitpunkt " T_1 " zwischen den zueinander beabstandeten Stranghäuten 14a; 14b flüssiger Stahl 3 eingebettet, der während der weiteren Führung des Warmbandes 1 mit der Gießgeschwindigkeit "v" zum Zeitpunkt " T_2 " erstarrt (Fig. 2 und 6).

[0042] Diese vorstehend beschriebenen erfindungsgemäßen Maßnahmen resultieren aus der gefundenen Erkenntnis, dass flüssiger Stahl 3, der zwischen zwei Stranghäuten 14a; 14b eingebettet ist, infolge des ferrostatischen Druckes bestrebt ist, die Stranghäute 14a; 14b unkontrolliert auseinander zu drücken, um dann gegebenenfalls dieselben zu durchbrechen und auszulaufen.

[0043] Infolge der Tatsache, dass nunmehr erfindungsgemäß eine oder mehrere Abstützungen zwischen den beiden Stranghäuten 14a; 14b in Form des Zusammenpressens derselben ausschließlich in den Übergangsbereichen 18 geschaffen wurden, ist ein Durchbrechen des flüssigen Stahls 3 verhindert.

[0044] Im Besonderen wurde gefunden, dass die Stranghäute 14a; 14b bei den in Rede stehenden Zweirollen-Dünnbandgießanlagen 2 insbesondere dann nicht auseinander gedrückt werden, wenn das Verhältnis der Dicke "s" jeder Stranghaut 14a; 14b zur sogenannten Stützweite in wenigstens einer Richtung 1 : 15 nicht überschreitet. Demgemäß ist es angezeigt, die einzelnen Flächenelemente 17 des Warmbandes 1 wenigstens in einer Richtung mit einer maximalen Ausdehnung "b" (Fig. 4 und 6), die mit der gefundenen Stützweite gleichzusetzen ist, ausgebildet werden, die etwa dem 15-fachen der Dicke "s" der Stranghaut 14a; 14b entspricht.

[0045] Eine Stranghaut 14a; 14b mit einer Dicke "s" von 2 mm am Kusspunkt 15 wird somit bei einer maximalen Ausdehnung "b" (Stützweite) von 30 mm in wenigstens einer Richtung durch den flüssigen Stahl 3 nicht weiter auseinander gedrückt, geschweige durchbrochen.

[0046] Des Weiteren ist herauszustellen, dass die Stranghäute 14a; 14b in den Übergangsbereichen 18 punkt-, linien- und/oder flächenförmig zusammengepreßt werden können.

Für den Fachmann ist sicherlich leicht nachvollziehbar, dass sich die Erfindung nicht nur auf oben beschriebenes Ausführungsbeispiel mit einer Mehrzahl von annähernd parallel zueinander und in Fließrichtung des Warmbandes 1 angeordneten streifenförmigen Flächenelementen 17 beschränkt, sondern jedwede beliebige und geeignete Anordnung einer Mehrzahl von ineinander übergehende gleichförmig und/oder ungleichförmig gestaltete Flächenelemente 17 mit erfaßt.

[0047] Beispielsweise ist es denkbar, dass die einzelnen Stranghäute 14a; 14b derart abschnittsweise definiert zusammengepreßt oder zueinander beabstandet werden, dass sich ein Warmband 1 mit einer Mehrzahl von annähernd parallel zueinander und um einen bestimmten Winkel " β " zur Fließrichtung des Warmbandes 1 geschwenkt angeordneten streifenförmigen Flächenelementen 17 ausbildet.

[0048] Fig. 7 zeigt ein solches erfindungsgemäß hergestelltes Warmband 1 in der Draufsicht, wobei ein Winkel " β " von 90° gewählt wurde.

[0049] Des Weiteren beschränkt sich die Erfindung nicht nur auf Flächenelemente 17 mit Profilen 19, die einen

Kreisausschnitt beschreiben, sondern umfassen jedwede dekbare und geeignete Profilierung.

[0050] Ausgewählte Beispiele sind den Fig. 8 bis 11 zu entnehmen.

Die Fig. 8 zeigt beispielsweise eine dreieckförmige, die Fig. 9 eine elliptische und die Fig. 10 eine trapezförmige Profilierung.

[0051] Die Profilierung gemäß Fig. 11 unterscheidet sich zu allen vorbeschriebenen dadurch, dass lediglich eine der beiden Stranghäute 14a oder 14b mit der Profilierung versehen ist, demgemäß nur eine der beiden Gießrollen 10 erfindungsgemäß mit Ausnehmungen 16 ausgebildet ist (Fig. 12).

[0052] Da die Produktion von Dünnband letztlich ein flaches Band mit gleicher Dicke über die gesamte Breite zum Ziel hat, ist es erforderlich, dass aus den vorhandenen unebenen Bandquerschnitten ein planes Band 20 mit der gewünschten Dicke gewalzt wird.

[0053] Um Oberflächenfehler im Bereich der dünnsten Abschnitte des Warmbandes 1 (geringste Banddicke) zu vermeiden, wurde gefunden, dass die Abnahme im ersten Walzstich so zu wählen ist, bzw. der Walzspalt des Walzgerüsts für den ersten Walzstich so einzustellen ist, dass sowohl für die dicken Abschnitte des Warmbandes 1 mit der Dicke "d" als auch die dünnsten Abschnitte desselben mit der Dicke "d'" (Fig. 6) eine Querschnittsabnahme zu verzeichnen ist.

[0054] Es ist bekannt, dass die maximale Streckung beim Flachwalzen etwa 1,8 betragen kann. Demgemäß muß gewährleistet sein, dass die Abnahme im ersten Walzstich so gewählt wird, dass die Streckung der Abschnitte des Warmbandes 1 mit der maximalen Dicke "d'" den Wert 1,8 nicht überschreitet.

Da aber aus oben genannten Gründen auch die dünnsten Abschnitte des Warmbandes 1 mit der Dicke "d", die in den Übergangsbereichen 18 der Flächenelemente 17 angeordnet sind, im ersten Stich verformt werden sollen, sollte das Verhältnis von "d'" zu "d", welches mit "a" bezeichnet wird, kleiner 1,8 sein.

[0055] Es ergeben sich somit folgende gefundene Kriterien:

[0056] Die größte Dicke "d'" der einzelnen Flächenelemente 17 ist in Abhängigkeit von einem Faktor "a" nach der Beziehung

$$d' = a \cdot d$$

zu wählen, wobei der Faktor "a" der Bedingung

$$1 < a < 1,8$$

genügt.

[0057] Abschließend sei dargetan, dass für ein Warmband 1 mit einer herkömmlichen gleichmäßigen Dicke "d" und der Breite "B", welches mit Gießrollen 10 mit dem konstanten Durchmesser "D" gegossen wird, für den Produktionsdurchsatz "P" die oben hergeleitete Beziehung

$$P = D \cdot B \cdot 0,153$$

gilt, somit für ein Warmband 1 mit der Querschnittsfläche $F_1 = B \cdot d$.

[0058] Ein erfindungsgemäß hergestelltes Warmband 1 hat dagegen eine Querschnittsfläche "F2", die ihrerseits größer der Querschnittsfläche "F1" ist. Da der Produktionsdurchsatz "P", wie oben ausgeführt, bei gleicher Gießgeschwindigkeit "v" proportional der Bandbreite "B" und dem Durchmesser "D" der Gießrollen 10 und damit der Querschnittsfläche "F1" ist, gilt für ein erfindungsgemäß hergestelltes Warmband 1 mit der Querschnittsfläche "F2" die Beziehung

$$P = D \cdot B \cdot 0,153 \cdot F_2/F_1 \quad \text{mit } F_1 = B \cdot d$$

[0059] Wie vorstehend erläutert, ist die Profilierung der Flächenelemente 17 relativ frei wählbar und kann z. B. durch Kreisbogen, Ellipsen, Dreiecke und/oder Trapeze gebildet sein.

[0060] Mit einem gewählten Faktor "a" von 1,7 ergibt sich beispielsweise für das Trapez, je nach Ausbildung der Ecken, ein Verhältnis von $F_2 : F_1 = 1,5$ bis $1,6$ und für ein Dreieck ein Verhältnis von $F_2 : F_1 = 1,2$ bis $1,3$.

[0061] Wie nachgewiesen, läßt sich somit mit einem Faktor $a = 1,7$ der Produktionsdurchsatz "P", bei einem gegebenen Ausgangsdurchmesser (Durchmesser "D") der Gießrollen 10 für eine bestimmte Bandbreite "B" bei Verwendung der erfindungsgemäßen Profilierungen, wenigstens bis zum 1,6-fachen des Produktionsdurchsatzes "P" für herkömm-

liche eben ausgebildete Warmbänder 1 steigern.

Patentansprüche

1. Verfahren zur Herstellung von Warmband mittels Zweirollen-Dünnbandgießanlagen, wobei flüssiger Stahl zwischen zwei gegenläufig rotierende Gießrollen eingebracht wird und während der Rotationsbewegung der beiden Gießrollen an der Umfangsfläche derselben zu zwei Stranghäuten mit jeweils einer Dicke "s" erstarrt, die ihrerseits infolge der Rotationsbewegung nach unten bewegt und in einem sogenannten Kusspunkt zu dem Warmband zusammengepreßt werden und wobei nachfolgend das vollständig erstarrte Warmband in einem Walzwerk in einem oder mehreren Walzstichen zu dem, den gewünschten Dickenbereich aufweisenden endgewalzten Band umgeformt wird,
dadurch gekennzeichnet, dass
die beiden Stranghäute (14a; 14b) derart abschnittsweise definiert zusammengepreßt oder zueinander beabstandet werden, dass sich ein Warmband (1) mit örtlich begrenzten und variablen Materialquerschnitten ausbildet.
2. Verfahren nach Anspruch 1,
dadurch gekennzeichnet, dass
das Warmband (1) so ausgebildet wird, dass es sich aus einer Mehrzahl von ineinander übergehenden gleichförmig und/oder ungleichförmig gestalteten Flächenelementen (17) zusammensetzt, deren Materialquerschnitt jeweils ein wenigstens zu den Übergangsbereichen (18) hin sich verjüngendes Profil (19) darstellt, wobei in den Übergangsbereichen (18) die Stranghäute (14a; 14b), eine feste Verbindung mit der Dicke $d = 2 \cdot s$ realisierend, zusammengepreßt werden und außerhalb der Übergangsbereiche (18) zwischen den zueinander beabstandeten Stranghäuten (14a; 14b) flüssiger Stahl (3) eingebettet wird, der nachfolgend erstarrt.
3. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 und 2,
dadurch gekennzeichnet, dass
die Stranghäute (14a; 14b) in den Übergangsbereichen (18) punkt-, linienund/oder flächenförmig zusammengepreßt werden.
4. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 3,
dadurch gekennzeichnet, dass
die beiden Stranghäute (14a; 14b) derart abschnittsweise definiert zusammengepreßt oder zueinander beabstandet werden, dass sich ein Warmband (1) mit einer Mehrzahl von annähernd parallel zueinander und in Fließrichtung des Warmbandes (1) angeordneten streifenförmigen Flächenelementen (17) ausbildet.
5. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 3,
dadurch gekennzeichnet, dass
die beiden Stranghäute (14a; 14b) derart abschnittsweise definiert zusammengepreßt oder zueinander beabstandet werden, dass sich ein Warmband (1) mit einer Mehrzahl von annähernd parallel zueinander und um einen bestimmten Winkel "β" zur Fließrichtung des Warmbandes (1) geschwenkt angeordneten streifenförmigen Flächenelementen (17) ausbildet.
6. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 5,
dadurch gekennzeichnet, dass
die einzelnen Flächenelemente (17) des Warmbandes (1) wenigstens in einer Richtung mit einer maximalen Ausdehnung "b" ausgebildet werden, die etwa dem 15-fachen der Dicke "s" der Stranghaut (14a; 14b) entspricht.
7. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 6,
dadurch gekennzeichnet, dass
zur Herstellung des endgewalzten Bandes (20) in einem Walzwerk (9) die Abnahme im ersten Walzstich so gewählt wird, dass sowohl für die dicken Abschnitte des Warmbandes (1) als auch für die dünnsten Abschnitte desselben eine Querschnittsabnahme zu verzeichnen ist.
8. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 7,
dadurch gekennzeichnet, dass
die größte Dicke "d" der einzelnen Flächenelemente (17) in Abhängigkeit von einem Faktor "a" nach der Beziehung

$$d' = a \cdot d$$

gewählt wird, wobei der Faktor "a" der Bedingung

$$1 < a < 1,8$$

genügt.

9. Vorrichtung zur Herstellung von Warmband mittels Zweirollen-Dünnbandgießanlagen, wobei flüssiger Stahl zwischen zwei gegenläufig rotierende Gießrollen eingebracht wird und während der Rotationsbewegung der beiden Gießrollen an der Umfangsfläche derselben zu zwei Stranghäuten mit jeweils einer Dicke "s" erstarrt, die ihrerseits infolge der Rotationsbewegung nach unten bewegt und in einem sogenannten Kusspunkt zu dem Warmband zusammengepreßt werden und wobei nachfolgend das vollständig erstarrte Warmband in einem Walzwerk in einem oder mehreren Walzstichen zu dem, den gewünschten Dickenbereich aufweisenden endgewalzten Band umgeformt wird,

dadurch gekennzeichnet, dass

zur Herstellung eines Warmbandes (1) mit definierten, örtlich begrenzten und variablen Materialquerschnitten eine der beiden oder beide Gießrollen (10) eine Umfangsflächenstruktur mit unterschiedlichen sowie definiert angeordneten Änderungen des Durchmessers "D" aufweisen.

10. Vorrichtung nach Anspruch 9,

dadurch gekennzeichnet, dass

eine der beiden oder beide Gießrollen (10) eine solche Umfangsflächenstruktur aufweisen, dass die beiden Stranghäute (14a; 14b) des den Kusspunkt (15) verlassenden Warmbandes (1), eine Mehrzahl von ineinander übergehende gleichförmig und/oder ungleichförmig gestaltete Flächenelemente (17) ausbildend, abschnittsweise definiert zusammengepreßt oder zueinander beabstandet sind.

11. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 9 und 10,

dadurch gekennzeichnet, dass

eine der beiden oder beide Gießrollen (10) eine solche Umfangsflächenstruktur aufweisen, dass der Materialquerschnitt der einzelnen auszubildenden Flächenelemente (17) jeweils ein wenigstens zu den Übergangsbereichen (18) hin sich verjüngendes Profil (19) darstellt, wobei in den Übergangsbereichen (18) die Stranghäute (14a; 14b), eine feste Verbindung mit der Dicke $d = 2 \cdot s$ realisierend, zusammengepreßt sind und außerhalb der Übergangsbereiche (18) zwischen den zueinander beabstandeten Stranghäuten (14a; 14b) flüssiger Stahl (3) eingebettet ist, der nachfolgend erstarrt.

12. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 9 bis 11,

dadurch gekennzeichnet, dass

eine der beiden oder beide Gießrollen (10) eine solche Umfangsflächenstruktur aufweisen, dass die Stranghäute (14a; 14b) in den Übergangsbereichen (18) punkt-, linien- und/oder flächenförmig zusammengepreßt sind.

13. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 9 bis 12,

dadurch gekennzeichnet, dass

eine der beiden oder beide Gießrollen (10) eine solche Umfangsflächenstruktur aufweisen, dass das den Kusspunkt (15) verlassende Warmband (1), eine Mehrzahl von ineinander übergehende sowie annähernd parallel zueinander und in Fließrichtung desselben angeordnete streifenförmige Flächenelemente (17) beinhaltet.

14. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 9 bis 12,

dadurch gekennzeichnet, dass

eine der beiden oder beide Gießrollen (10) eine solche Umfangsflächenstruktur aufweisen, dass das den Kusspunkt (15) verlassende Warmband (1), eine Mehrzahl von ineinander übergehende sowie annähernd parallel zueinander und um einen Winkel "β" zur Fließrichtung des Warmbandes (1) geschwenkt angeordnete streifenförmige Flächenelemente (17) beinhaltet.

15. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 9 bis 14,

dadurch gekennzeichnet, dass

EP 1 243 362 A2

die einzelnen Flächenelemente (17) des Warmbandes (1) wenigstens in einer Richtung eine maximale Ausdehnung "b" aufweisen, die etwa dem 15-fachen der Dicke "s" der Stranghaut (14a; 14b) entspricht.

16. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 9 bis 15,

dadurch gekennzeichnet, dass

der Walzspalt des Walzgerüsts im Walzwerk (9) für den ersten Walzstich so eingestellt ist, dass sowohl für die dicken Abschnitte des Warmbandes (1) als auch für die dünnsten Abschnitte desselben eine Querschnittsabnahme zu verzeichnen ist.

17. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 9 bis 16,

dadurch gekennzeichnet, dass

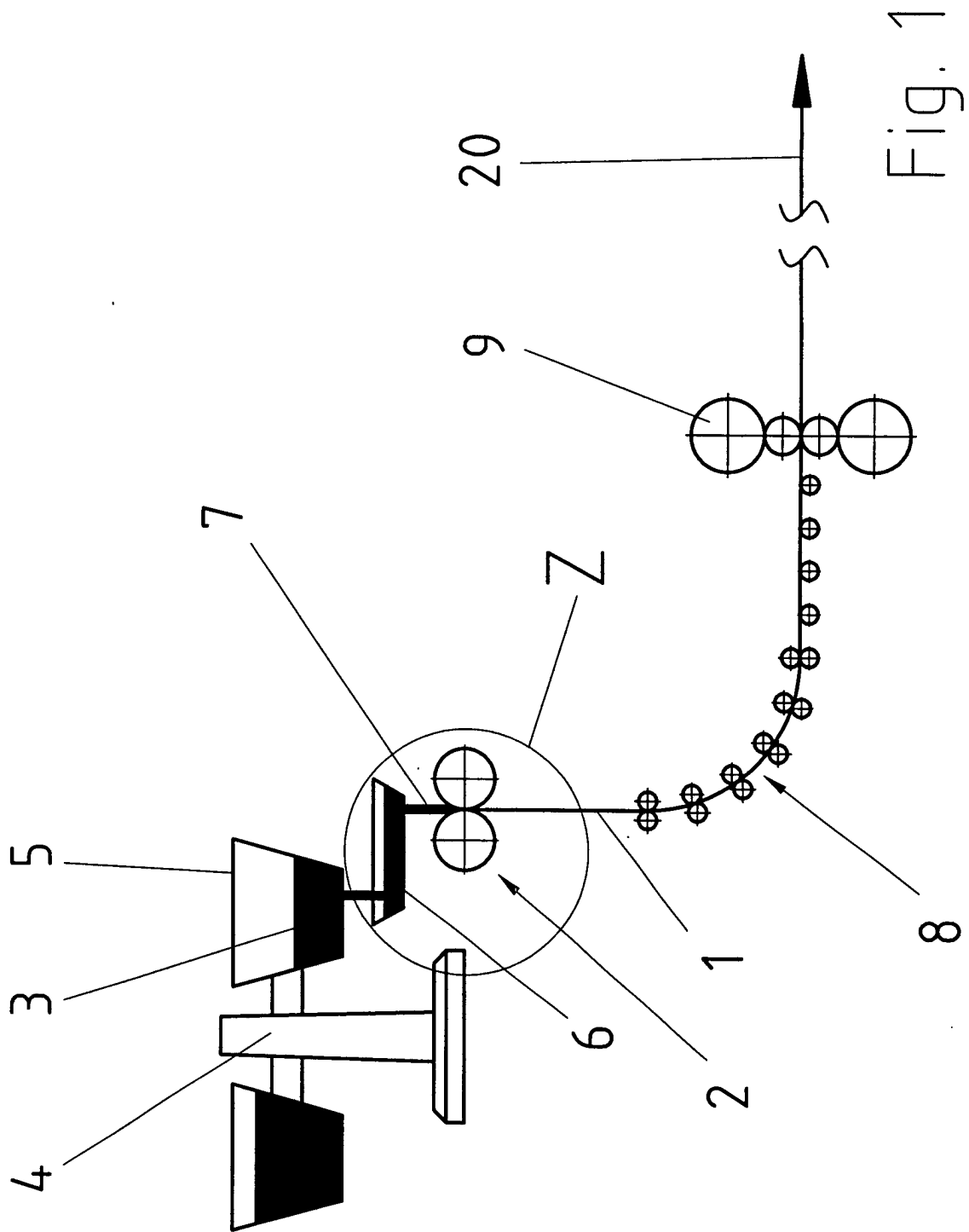
die größte Dicke "d'" der einzelnen Flächenelemente (17) in Abhängigkeit von einem Faktor "a" nach der Beziehung

$$d' = a \cdot d$$

gewählt ist, wobei der Faktor "a" der Bedingung

$$1 < a < 1,8$$

genügt.



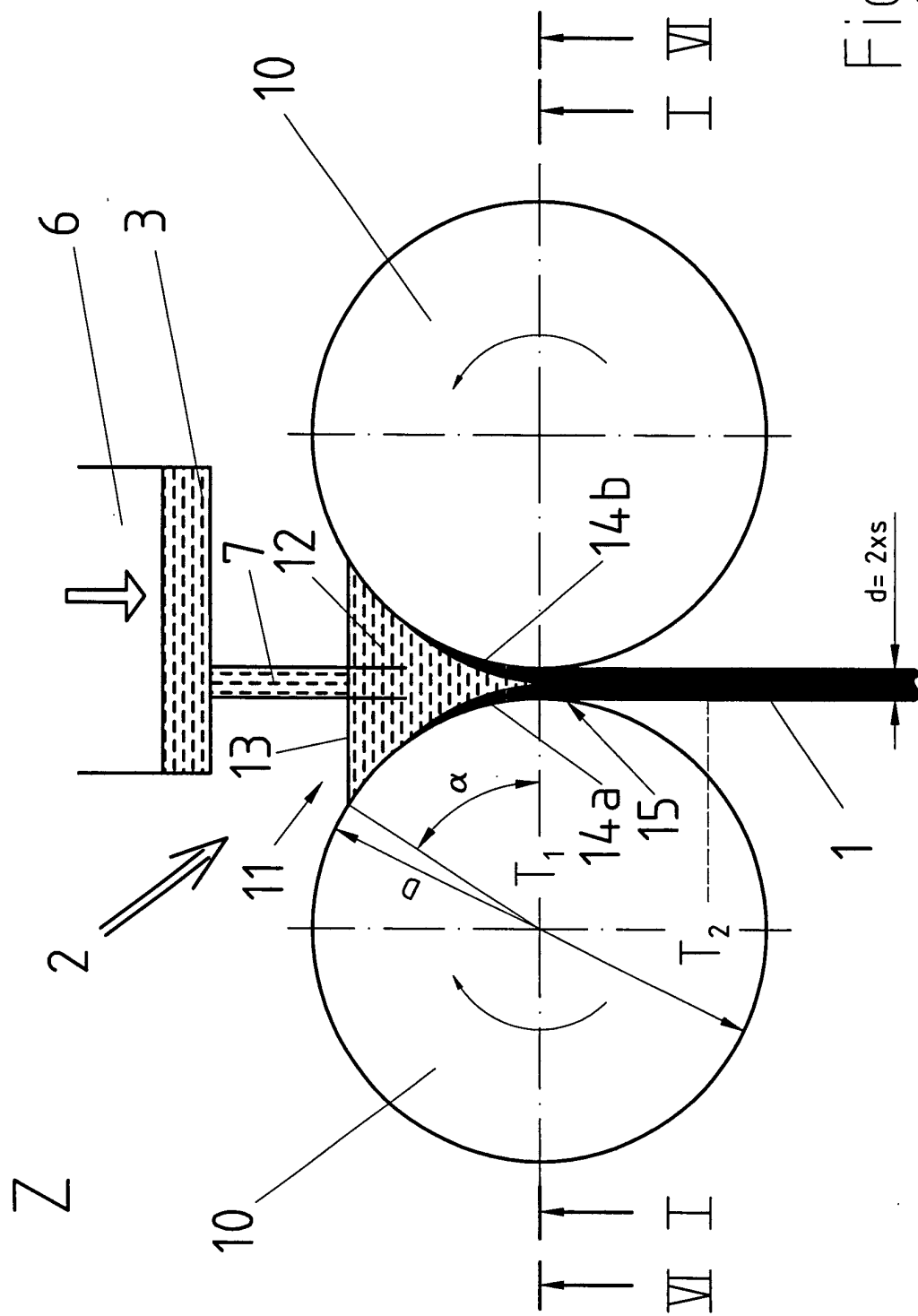


Fig. 2

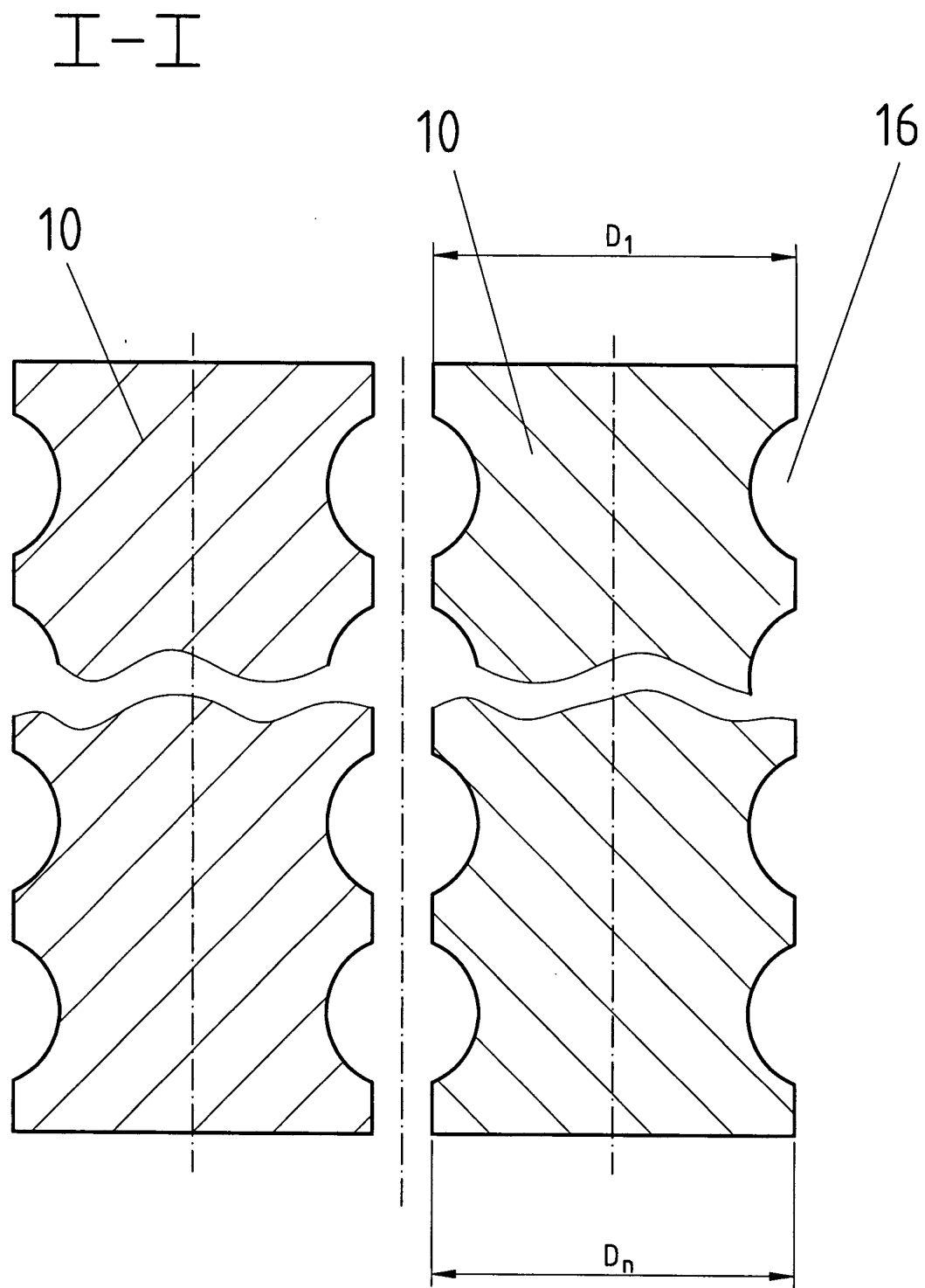
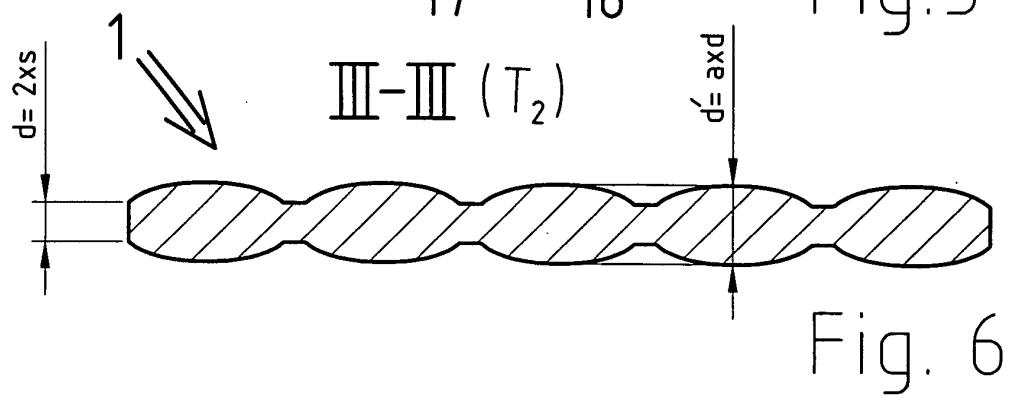
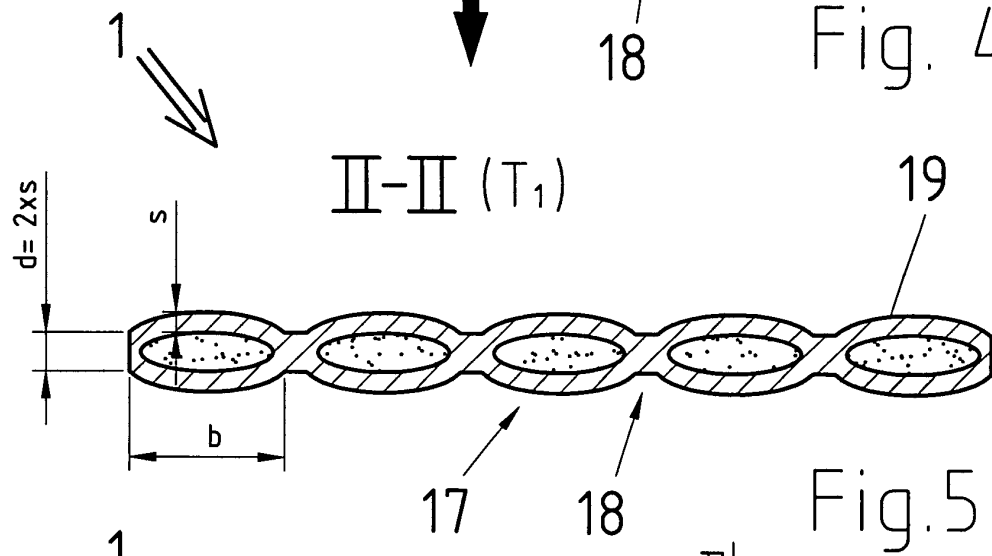
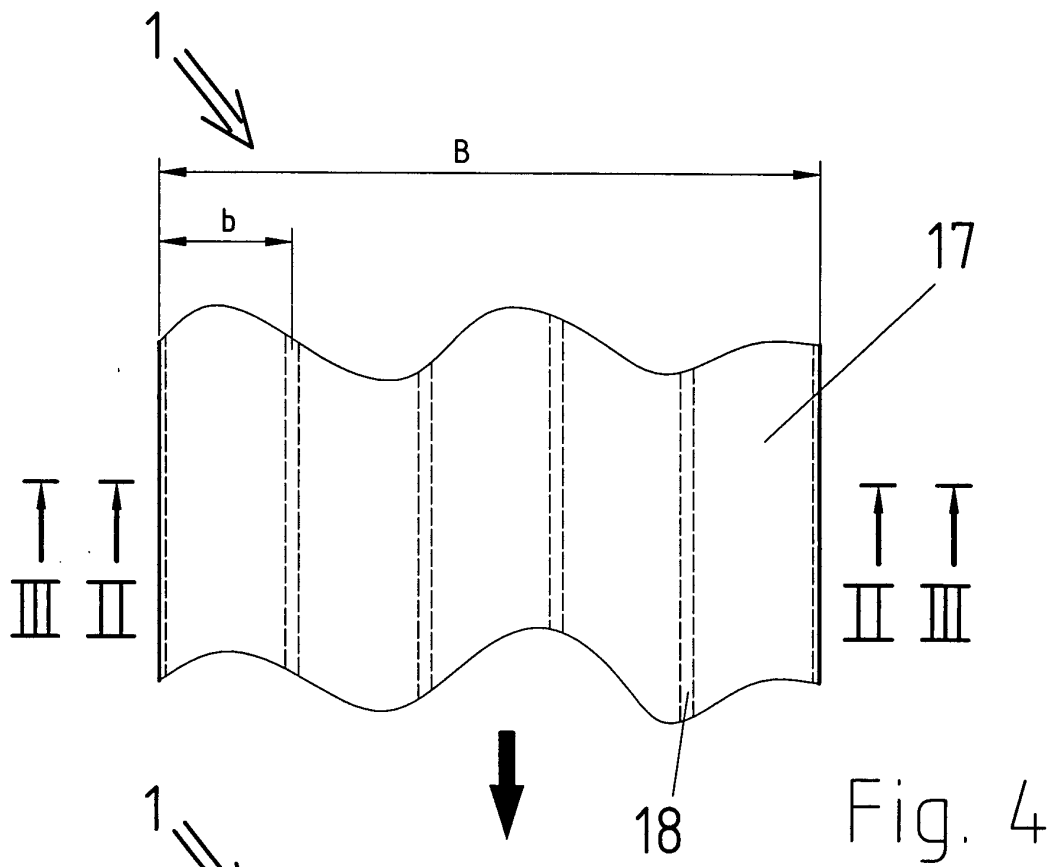


Fig. 3



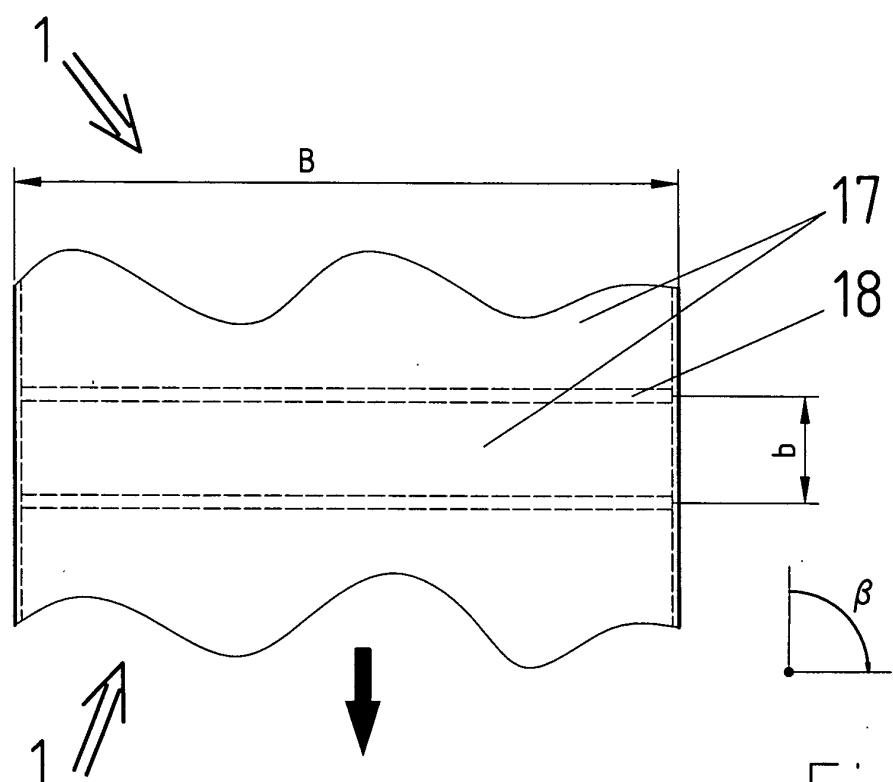


Fig. 7

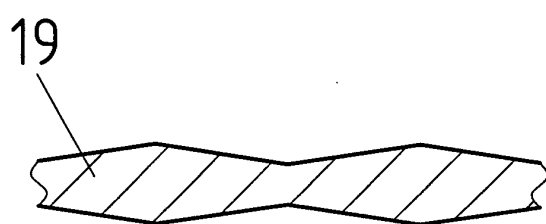


Fig. 8

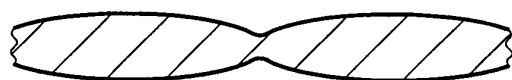


Fig. 9



Fig. 10



Fig. 11

IV-IV

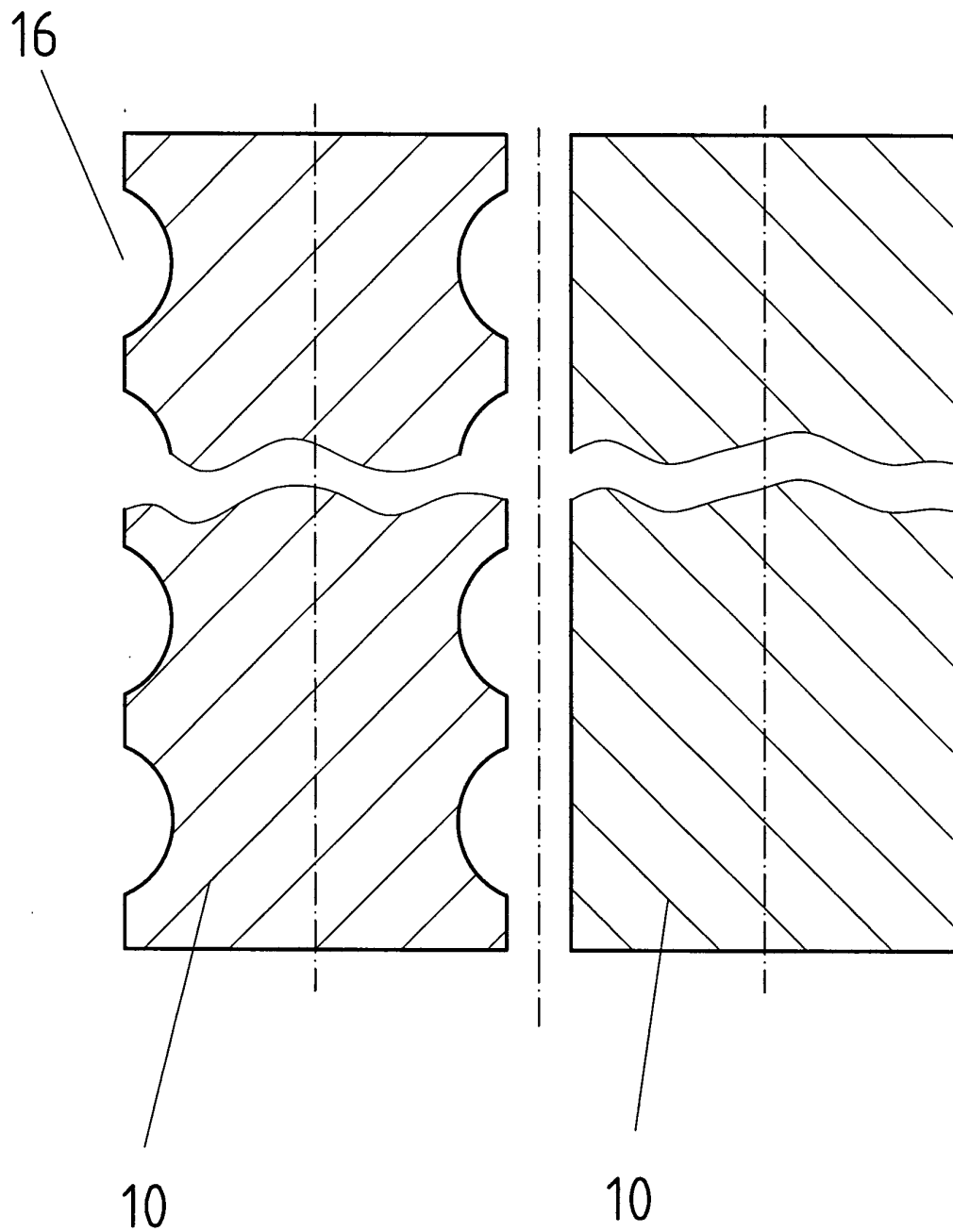


Fig. 12