

(19)



Europäisches Patentamt

European Patent Office

Office européen des brevets



(11)

EP 0 865 839 A2

(12)

EUROPÄISCHE PATENTANMELDUNG

(43) Veröffentlichungstag:
23.09.1998 Patentblatt 1998/39

(51) Int. Cl.⁶: **B21D 1/05**

(21) Anmeldenummer: **98103659.3**

(22) Anmeldetag: **03.03.1998**

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

(30) Priorität: **03.03.1997 DE 19708488**

(71) Anmelder:
**BETRIEBSFORSCHUNGSINSTITUT VDEh,
INSTITUT FÜR ANGEWANDTE FORSCHUNG
GmbH
D-40237 Düsseldorf (DE)**

(72) Erfinder:
• **Mücke, Gert
40724 Hilden (DE)**
• **Neuschütz, Eberhard, Dr.
40880 Ratingen (DE)**
• **Thies, Helmut
41564 Kaarst (DE)**

(74) Vertreter:
**König, Reimar, Dr.-Ing. et al
Patentanwälte Dr.-Ing. Reimar König
Dipl.-Ing. Klaus Bergen,
Wilhelm-Tell-Strasse 14
40219 Düsseldorf (DE)**

(54) Vorrichtung zum Biegerichten von Metallband

(57) Bei einer Vorrichtung zum Richten von Metallband (5) mit parallel zueinander angeordneten Führungsrollen (1-4,6) befindet sich in dem Zwickel zweier Führungsrollen (2,6) eine Richtrolle (7), die das Band zwischen zwei Berührungslinien (9,10) formschlüssig umschlingt, längs derer die Führungsrollen über das Band in mittelbarer Berührung mit der Richtrolle stehen. Auf diese Weise ist es möglich, auch hochfestes Band zu richten, ohne daß Zugkräfte aufgebracht werden müßten, die das für den Transport des Bandes durch die Vorrichtung erforderliche Maß überschreiten.

Fig. 2

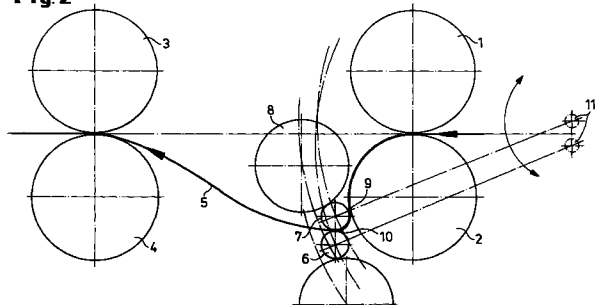
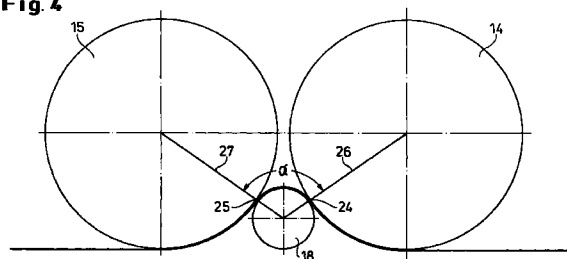


Fig. 4



EP 0 865 839 A2

Beschreibung

Warmgeformtes, warmgewalztes und kaltgewalztes Metallband weist häufig Planheitsfehler auf, die im Hinblick auf die Weiterverarbeitung und schließlich auch die Verwendung des Fertigbandes einer Beseitigung bedürfen.

Bei solchen Planheitsfehlern kann es sich um eine Bandkrümmung in Längsrichtung, eine Querkrümmung sowie um Quer-, Mitten- und Randwellen oder eine Säbelbildung infolge unterschiedlicher Bandlängen über die Bandbreite handeln. Derartige Bandsäbel führen bei längeren Transportstrecken zu einem seitlichen Verlaufen des Bandes. Um das zu verhindern, sind um eine Achse senkrecht zur Bandebene verdrehbare Führungsrollen erforderlich, die mit einem erheblichen Investitionsaufwand verbunden sind und einem hohen Verschleiß unterliegen.

Die genannten Fehler können zu Störungen und zu Beschädigungen des Bandes bei der Weiterverarbeitung führen. So kann es beispielsweise in einem Schlingenturm oder Glühofen mit größeren freien, d.h. nicht abgestützten Bandlängen dazu kommen, daß das Band an Führungen oder ortsfesten Installationen entlangschabt oder entgegengesetzt zueinander bewegte Abschnitte eines mäanderförmig geführten Bandes aneinanderreiben. Dies führt zu Beschädigungen der Bandoberfläche, die entweder durch aufwendige Ausbesserungsarbeiten beseitigt werden müssen oder eine Weiterverarbeitung des Bandes zu einem verkaufsfähigen Produkt ausschließen. Diese Gefahr ist besonders groß bei Edelstahlbändern, an deren Oberflächengüte besonders hohe Anforderungen gestellt werden. Zudem lassen sich Planheitsfehler bei hochverfestigtem Edelstahlband besonders schwer beseitigen.

Um Planheitsfehler zu beseitigen, ist es beispielsweise aus "Stahl und Eisen", 1986, S. 1131 bis 1137 bekannt, das Band unter Zug um mehrere Biegerollen herumzuführen und so unter Zugspannung einer Biegeverformung mit wechselnder Biegerichtung zu unterwerfen. Dabei überlagert die Zugspannung die Biegung des Bandes und bestimmt das Zusammenwirken von Biege- und Zugformänderung das Richtergebnis, das demgemäß vom Biegeradius bzw. dem Umschlingungswinkel an den Richtrollen einerseits und von der auf das Band ausgeübten, einen bestimmten Streckgrad gewährleistenden Zugkraft andererseits abhängig ist. Biegeradius und Zugkraft stehen beim Streckbiegerichten insofern in einer Wechselbeziehung als der Biegeradius bei gleichbleibender Zugkraft mit zunehmender Festigkeit des Bandwerkstoffs abnimmt. Um einen hinreichenden Biegeradius zu gewährleisten, ist es daher erforderlich, die Zugkraft mit zunehmender Werkstofffestigkeit zu erhöhen. Um das zu erreichen, sind hohe Antriebsleistungen für die beiderseits der Biegerollen angeordneten, das Band durch die Richtvorrichtung bewegendenden Spannrollen erforderlich. Dies verursacht nicht nur hohe Investitions-, sondern auch

hohe Betriebs-, insbesondere Energiekosten.

Der Erfindung liegt daher das Problem zugrunde, eine Vorrichtung zu schaffen, die sich insbesondere zum Richten von Band aus hochfesten metallischen Werkstoffen eignet und ohne die hohen Investitions- und Betriebskosten auskommt, wie sie für das Überlagerungsrichten durch Streckbiegerichten charakteristisch sind.

Die Lösung dieses Problems beruht auf dem Gedanken, das Band in mindestens einem Richtrollensatz aus zwei Führungsrollen und einer Richtrolle form-schlüssig an der Richtrolle zu führen und dabei die Berührungslinien des Bandes auf der Richtrolle dadurch festzulegen, daß die Führungsrollen das Band direkt an die Richtrolle drücken. Die Führungsrollen bilden mit der Richtrolle jeweils einen Richtspalt und nehmen dabei den durch die Banddicke bestimmten geringstmöglichen Abstand von der Richtrolle ein, so daß das Band an den beiden Berührungslinien in einem Spalt gleichsam zwischen der Richtrolle einerseits und je einer Führungsrolle andererseits eingespannt ist. Dabei bestimmen der Richtrollenradius einerseits und der Abstand der Berührungslinien oder - anders ausgedrückt - die Eintauchtiefe der Richtrolle im Zwickel zwischen den beiden Führungsrollen andererseits den Biegeradius. Der am Band wirksame Biegeradius, d.h. der Wirkradius entspricht somit dem Radius der Richtrolle.

Auf diese Weise läßt sich mit Hilfe der Eintauchtiefe der Richtrolle unabhängig von der Festigkeit bzw. Biegesteifigkeit des jeweiligen Bandwerkstoffs und unabhängig vom Bandzug der im Hinblick auf die Beseitigung der Planheitsfehler erforderliche Biegeradius einstellen. Das Richten geschieht mithin durch Biegeformänderung, so daß der Bandzug keine Richtarbeit zu leisten braucht, sondern nur dazu dient, das Band fortzubewegen. Somit bleibt die notwendige Zugkraft weit unter derjenigen, die für ein Strecken und Biegen des Bandes wie beim Streckbiegerichten erforderlich ist.

Läßt man die für die Bewegung des Bandes durch die Richtvorrichtung erforderliche Zugkraft außer Betracht, dann wird die für die Beseitigung der Planheitsfehler erforderliche plastische Verformung allein durch die Eintauchtiefe der Richtrolle zwischen den beiden Führungsrollen geleistet. Je größer die Eintauchtiefe ist, desto weiter liegen die beiden von der Relativlage der drei Rollen zueinander bestimmten Berührungs- bzw. Einspannlinien auf der Richtrollenoberfläche auseinander, und umso größer ist der Wirk- bzw. Biegeradius.

Auf den Querschnitt der Rollen bezogen, verlaufen die sich im Mittelpunkt der Richtrolle schneidenden Radien der Führungsrollen vorzugsweise durch die Berührungslinien Führungsrolle/Richtrolle/Führungsrolle.

Um auch sogenannte Bandsäbel, d.h. sichelförmige Krümmungen in der Bandebene auszugleichen,

kann die Richtrolle in der Vertikalen verschwenkbar angeordnet sein.

Bei einem Schrägstellen der Richtrolle in bezug auf die Ebene des Bandes ergeben sich im Bereich der beiden Bandkanten unterschiedliche Eintauchtiefen und demgemäß jeweils ein unterschiedlicher Biegeradius mit der Folge, daß der größere Biegeradius zu einem Strecken der hier kürzeren Bandkante und damit zu einer Begradigung des Bandes führt.

Da ein direkter Zusammenhang zwischen einem Querbogen des Bandes und einem Längsbogen besteht, läßt sich die Eintauchtiefe der Richtrolle mit Hilfe der Meßdaten mehrerer über die Bandbreite verteilter Sensoren zum Messen des Abstandes der Bandoberfläche von einer Nulllinie über einen Algorithmus steuern. Vorzugsweise dienen ein über der Bandmitte angeordneter Sensor als Referenzsensor und beiderseits des Referenzsensors angeordnete Sensoren zum Messen des Abstandes der Bandoberfläche über die Bandbreite von der Nulllinie.

Die Erfindung wird nachfolgend anhand zweier in der Zeichnung dargestellter Ausführungsbeispiele des näheren erläutert. In der Zeichnung zeigen:

Fig. 1: eine grafische Darstellung des Zusammenhangs zwischen der Banddicke, der Streckgrenze des Bandwerkstoffs und dem Grenzbiegeradius,

Fig. 2: einen Querschnitt durch eine Biegerichtvorrichtung mit einer Richtrolle und zwei Führungsrollen unterschiedlichen Durchmessers,

Fig. 3: eine Biegerichtvorrichtung mit einer Richtrolle und zwei Führungsrollen gleichen Durchmessers,

Fig. 4: eine vergrößerte Darstellung der einlaufseitigen Richtrolle und der beiden zugehörigen Führungsrollen sowie

Fig. 5: eine Vorrichtung zum Messen der Bandkrümmung quer zur Durchlaufrichtung des Bandes.

Aufgrund des Zusammenhangs zwischen Biegeradius, Banddicke und Streckgrenze des Bandwerkstoffs, wie er in dem Diagramm der Fig. 1 grafisch dargestellt ist, liegt der Grenzbiegeradius für das Band, unterhalb dessen es zu einer planheitsfehlerbeseitigenden plastischen Verformung des Bandes kommt, bei einer Streckgrenze des Bandwerkstoffs von 1.600 N/mm² im Banddickenbereich von 0,3 bis 1,2 mm bei 20 bis 80 mm. Bei einem 0,5 mm dicken und 1.300 mm breiten Stahlband müssten bei einem herkömmlichen Richten die Zugkräfte so groß sein, daß sich am Band ein Biegeradius unter etwa 30 mm ergibt.

Die Biegerichtvorrichtung der Fig. 2 besteht aus zwei einlaufseitigen Führungsrollen 1,2 und zwei auslaufseitigen Führungsrollen 3,4 für das durchlaufende Band 5. Der unteren Führungsrolle 2 benachbart ist eine weitere Führungsrolle 6 angeordnet, die wegen ihres geringen Durchmessers durch eine Stützrolle 8 abgestützt ist. In dem Zwickel zwischen den beiden Führungsrollen 2,6 ist eine Richtrolle 7 angeordnet, die ebenfalls von einer Stützrolle 8 abgestützt wird. Das zwischen den beiden Führungsrollen 1,2 einlaufende Band 5 umschlingt die Richtrolle 7 mit einem Biegeradius bzw. Umschlingungswinkel, der durch die Eintauchtiefe der Richtrolle zwischen den beiden Führungsrollen 2,6 bzw. durch die beiden Berührungslinien 9,10 bestimmt wird. Zwischen diesen Berührungslinien befindet sich das Band in formschlüssiger Verbindung mit der Richtrolle 7.

Um die Eintauchtiefe und damit auch den von den Richtrollenradien bzw. den Berührungslinien bestimmten Umschlingungswinkel α (vgl. Fig. 4) in Abhängigkeit von der Banddicke und der Festigkeit des Bandwerkstoffs ändern zu können, sind die Stützrollen 8, die Führungsrolle 6 und die Richtrolle 7 auf einer gemeinsamen, in Fig. 2 nicht dargestellten Konsole gelagert, die sich um einen Drehpunkt 11 verschwenken läßt.

Je nach Schwenkrichtung der Konsole wird die Bandunterseite (schwenken nach unten) oder die Bandoberseite plastisch verformt (schwenken nach oben). Im Falle des Schwenkens nach oben wird aus der Führungsrolle 6 eine Richtrolle 7 und aus der Richtrolle 7 eine Führungsrolle in Verbindung mit der Führungsrolle 1.

Die Biegerichtvorrichtung nach Fig. 3 besteht aus zwei Rollensätzen 12,13 jeweils mit zwei Führungsrollen 14,15 und 16,17, in deren Zwickel jeweils eine anstellbare Richtrolle 18,19 angeordnet ist. Die Richtrollen 18,19 sind jeweils durch Stützrollen 20,21 und 22,23 abgestützt.

Wie sich aus der Darstellung in Fig. 4 ergibt, schneiden sich die durch die Berührungslinien 24,25 der Band/Richtrolle verlaufenden Radien 26,27 der Führungsrollen 14,15 im Mittelpunkt der Richtrolle 18; sie bilden ein gleichschenkeliges Dreieck und schließen den Umschlingungswinkel α ein.

Das zu richtende Band 5 ist durch den Richtspalt 24 zwischen der Führungsrolle 14 und der Richtrolle 18 sowie durch den Richtspalt 25 zwischen der Führungsrolle 15 und der Richtrolle 18 geführt und kommt demzufolge bei der Vorrichtung nach Fig. 3 in eine formschlüssige Verbindung zur Richtrolle 18, deren Radius im Zusammenhang mit der jeweiligen Eintauchtiefe eine solche Biegeverformung, d.h. eine so starke Biegung des Bandes auf der der Richtrolle 18 jeweils gegenüberliegenden Bandseite bewirkt, daß ein durch Zugkraft bewirktes Strecken des Bandes nicht erforderlich ist. Demgemäß leistet allein die Geometrie der Rollen die notwendige Richtarbeit ohne eine wesentliche

Beteiligung des Bandzuges. Je nachdem welche Bandseite plastisch verformt werden soll, wird das Band entweder im Rollensatz 12 (Verformung der Bandoberseite) oder im Rollensatz 13 (Verformung der Bandunterseite) verformt.

5

Auslaufseitig sind über dem Band 5 drei Sensoren 29,30 angeordnet, mit deren Hilfe sich die nach dem Richten noch verbliebene Bandkrümmung im Wege einer Abstandsmessung feststellen und mit einem Sollwert vergleichen läßt. Über einem Algorithmus ist es so möglich, die Richtrollen anzusteuern.

10

Patentansprüche

1. Vorrichtung zum Richten von Metallband mit 15
 - parallel zueinander angeordneten Führungsrollen (2,6;1,7;14,15;16,17) und
 - einer in dem Zwickel zweier Führungsrollen angeordneten Richtrolle (6;7;18;19), bei der 20
 - das Band (5) die Richtrolle zwischen zwei Berührungslinien (9,10;24,25) formschlüssig umschlingt, längs derer 25
 - die Führungsrollen über das Band in mittelbarer Berührung mit der Richtrolle stehen.
2. Vorrichtung nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß, im Querschnitt gesehen, die sich im Mittelpunkt der Richtrolle (6;7;18;19) schneidenden Radien (26,27) der Führungsrollen (1,7;2,6;14,15;16,17) durch die Berührungslinien (9,10;24,25) Band/Richtrolle verlaufen. 30 35
3. Vorrichtung nach Anspruch 1 oder 2, dadurch gekennzeichnet, daß die Richtrolle (6;7;18;19) verstellbar angeordnet ist. 40
4. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 1 bis 3, dadurch gekennzeichnet, daß die Richtrolle (6;7) auf einem Schwenkarm angeordnet ist.
5. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 1 bis 4, dadurch gekennzeichnet, daß die Richtrolle (6;7;18;19) in einer Ebene senkrecht zur Ebene des Bandes (5) verstellbar angeordnet ist. 45
6. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 1 bis 5, dadurch gekennzeichnet, daß die Richtrolle (6;7;18;19) und/oder mindestens eine Führungsrolle (6;7) durch mindestens eine Stützrolle (8;20;21,22,23) abgestützt sind. 50 55

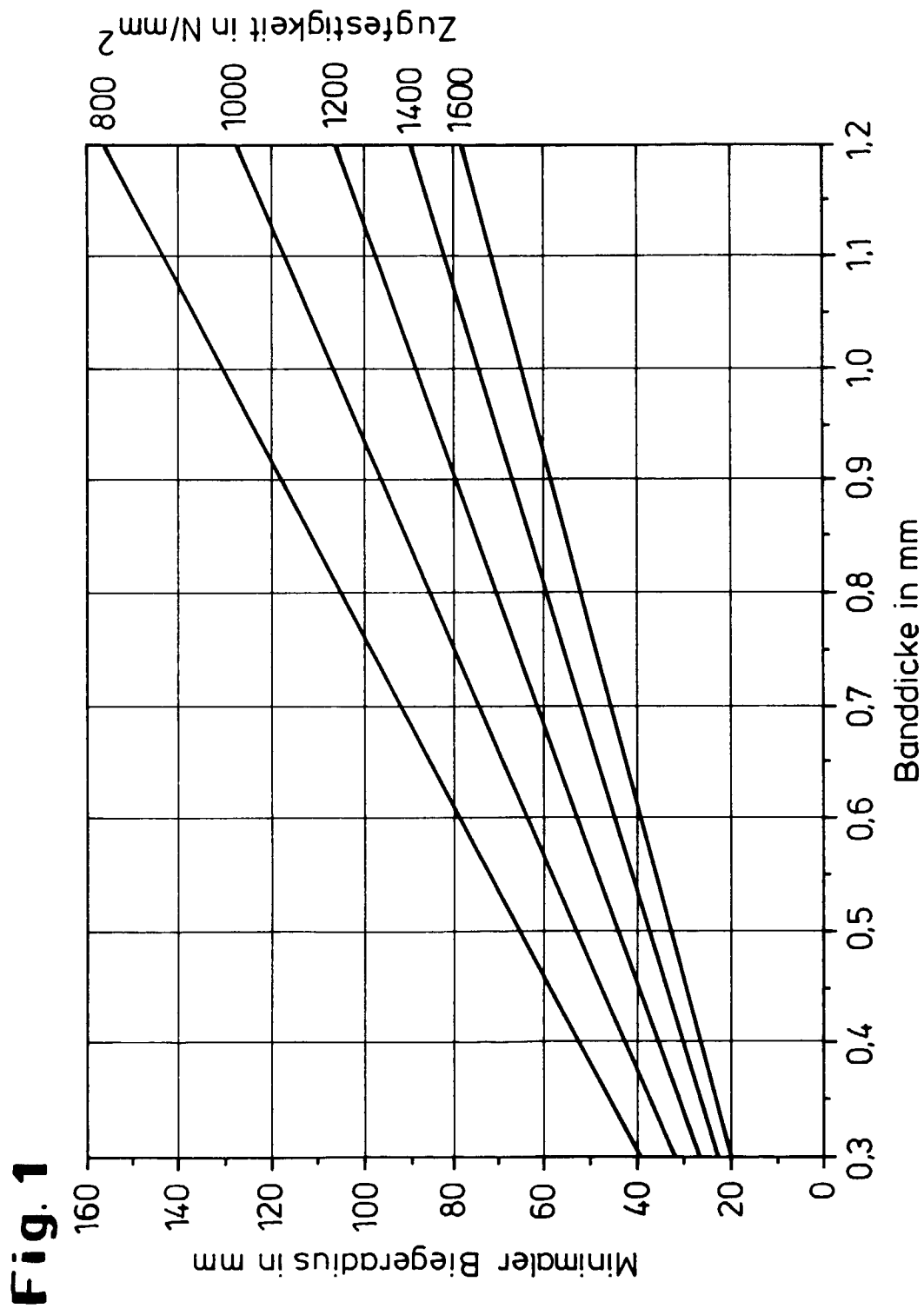


Fig. 2

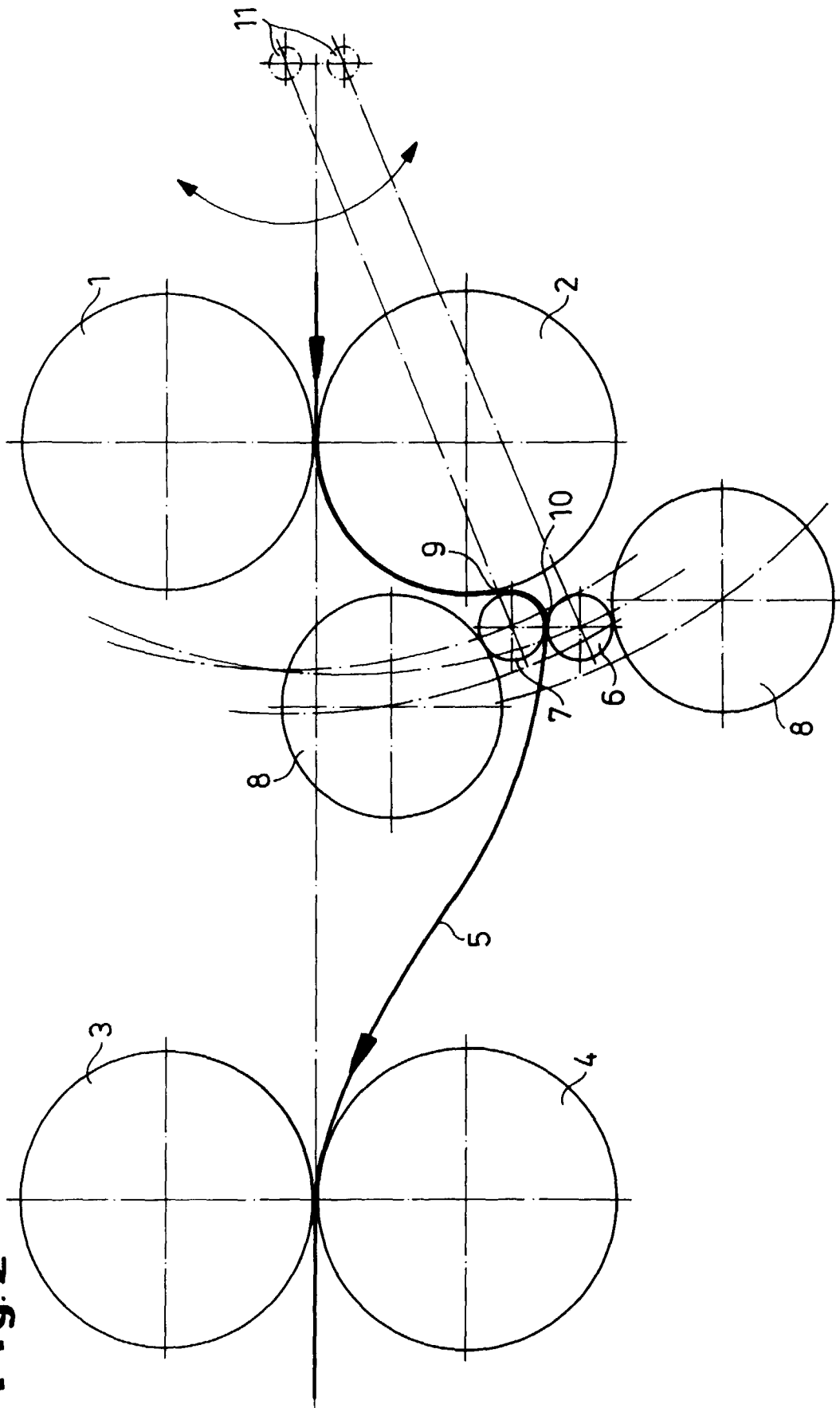
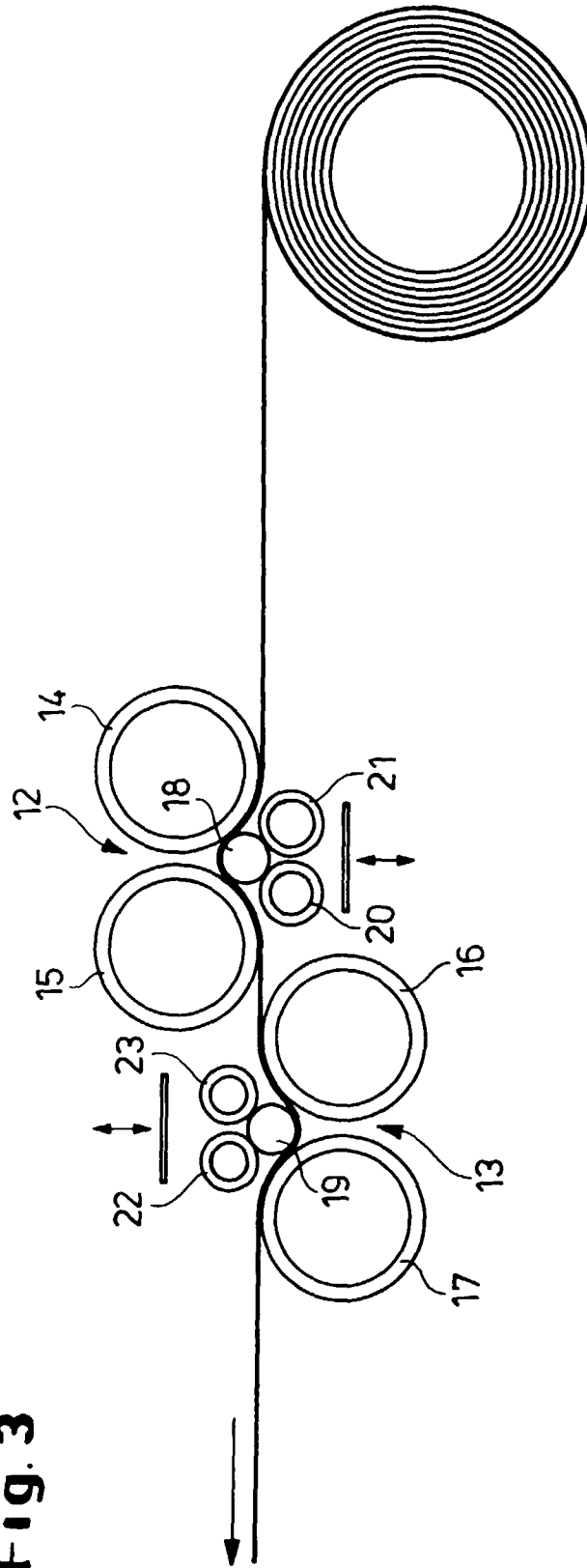


Fig. 3



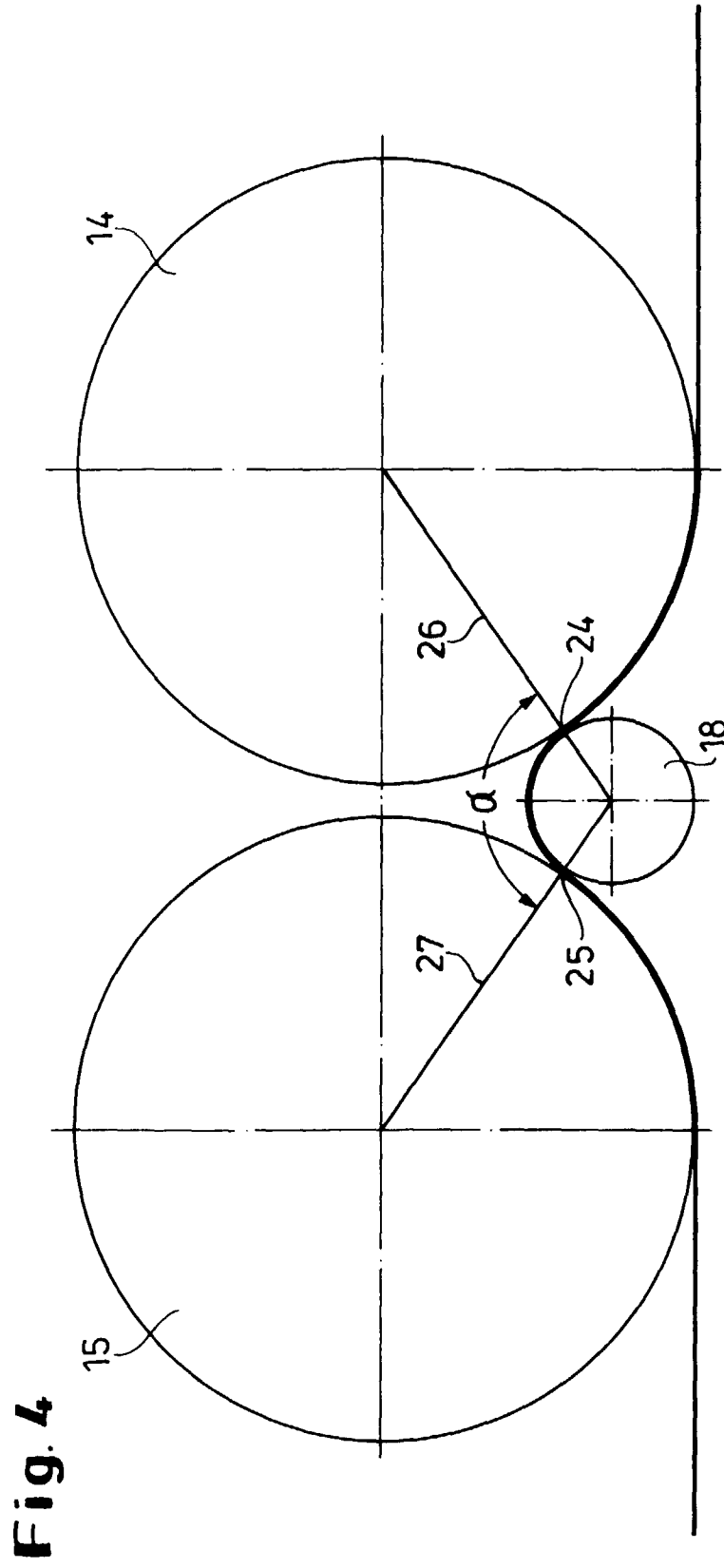


Fig. 4

Fig. 5

