(19) Europäisches Patentamt
European Patent Office
Office européen des brevets

(11) Veröffentlichungsnummer: **0 611 717 A1**

(12) EUROPÄISCHE PATENTANMELDUNG

(21) Anmeldenummer: **94100634.8**

(22) Anmeldetag: **18.01.94**

(51) Int. Cl.[5]: **B65H 23/32**, B21B 41/00, B65H 23/04

(30) Priorität: **01.02.93 DE 4302698**

(43) Veröffentlichungstag der Anmeldung: **24.08.94 Patentblatt 94/34**

(84) Benannte Vertragsstaaten: **BE DE FR IT**

(71) Anmelder: **SMS SCHLOEMANN-SIEMAG AKTIENGESELLSCHAFT**
Eduard-Schloemann-Strasse 4
D-40237 Düsseldorf (DE)

(72) Erfinder: **Wangerin, Gerhard**
Buchenweg 14
D-40764 Langenfeld (DE)
Erfinder: **Richert, Withold**
Am Hackeberg 34
D-41836 Hückelhoven (DE)

(74) Vertreter: **Valentin, Ekkehard et al**
Patentanwälte
Hemmerich-Müller-Grosse-Pollmeier-Valentin-Gihske
Hammerstrasse 2
D-57072 Siegen (DE)

(54) Verfahren und Vorrichtung zum Wenden eines durchlaufenden Stahlbandes.

(57) Beim Führen eines Stahlbandes während seines Durchlaufs durch eine kontinuierliche Bandbehandlungsanlage wird fallweise die "Gutseite" des Bandes zwecks Kontrolle von der Unterseite zur Oberseite - bzw. umgekehrt - gewendet. Das Band wird zwischen Stationen der Anlage in einen Bandwendeturm eingeführt und in diesem nacheinander über vertikal beabstandete obere und untere Umlenkrollen geführt und dabei von Rolle zu Rolle um jeweils einen Winkelbetrag verdrillt, derart, daß es zwischen Bandeinlauf und Bandauslauf in einen beliebigen Winkel eingestellt und fallweise derart verdrillt wird, daß nach Umlenkung um 180° die Bandunterseite beim Einlauf in die erste Rolle zur Bandoberseite beim Auslauf gewendet ist, und umgekehrt.Eine hierfür vorgesehene Vorrichtung weist einen ähnlich einem vertikalen Schlingenspeicher ausgebildeten Bandwendeturm (20) mit einer Anzahl von in vertikalen Abständen angeordneten oberen (21) und unteren (22) Band-Umlenkrollen auf, wobei die Rollen in Durchlaufrichtung des Bandes (30) von Rolle (21) zu Rolle (22) in gleichsinnigen Winkelbeträgen (Phi_1 bis Phi_n) relativ zur Bandeinlaufachse (x-x) verdreht angeordnet sind, derart, daß das Band (30) bei Umschlingung jeweils eines von einer unteren (22) und einer oberen (21) Rolle gebildeten Rollenpaares um den Winkelbetrag (Phi) verdrillt und im Falle einer Summe aller Verdrillungs-Winkelbeträge schließlich um 180° gewendet wird.

EP 0 611 717 A1

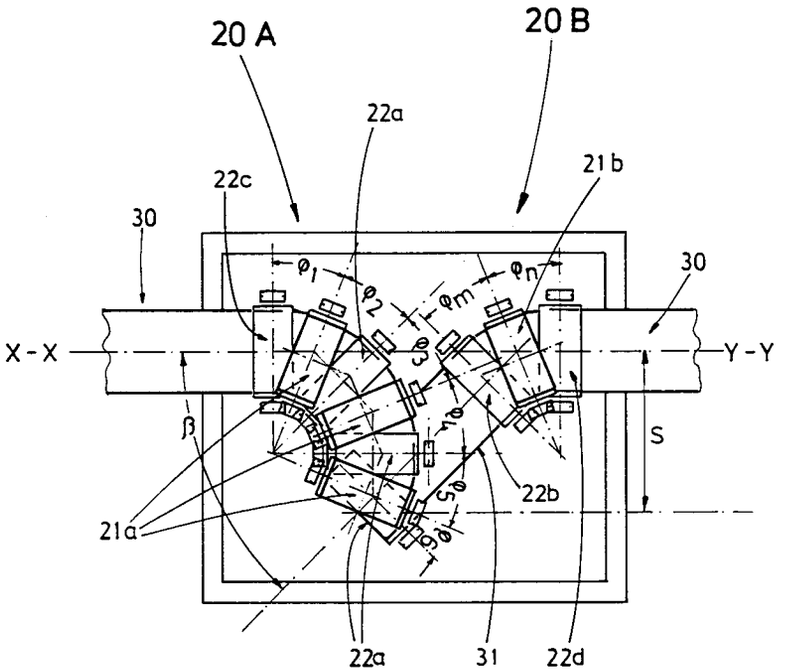


FIG. 5

Die Erfindung betrifft ein Verfahren sowie eine Vorrichtung zum Führen eines Stahlbandes während seines Durchlaufs durch eine mit einer Folge von Behandlungsstationen ausgestattete kontinuierliche Bandbehandlungsanlage, wobei Laufrichtung und/oder -spur des Bandes beliebig eingestellt und/oder fallweise zwecks Kontrolle durch visuelle Inspektion das Band von der Unterseite zur Oberseite - bzw. umgekehrt - gewendet wird.

Eine bekannte Behandlungsanlage für Stahlband umfaßt beispielsweise Stationen für eine kontinuierliche Folge von Behandlungsschritten wie Entfetten, Glühen, Verzinken, Dressieren, Lackieren, Kontrollieren, Aufwickeln etc.. Bei einer solchen Feuerverzinkungs- und Lackieranlage, wie sie beispielhaft in der Figur 1 gezeigt ist, wird die sogenannte "Gutseite" des Bandes von der Unterseite zur Oberseite gewendet, um diese für eine Kontrolle durch visuelle Inspektion zugänglich zu machen, wobei die aus dem Verzinkungsbad austretende Unterseite des Bandes in fortlaufender Bandlaufrichtung zunächst weiterhin die Bandunterseite bleibt. Beim Dressieren, beispielsweise durch Aufrauhen der Bandoberfläche und beim abschließenden Aufwickeln, muß dann die Bandunterseite zwecks fortlaufender visueller Inspektion zur Bandoberseite gewendet werden.

Dazu wird das Band senkrecht nach oben in eine Stahlkonstruktion unterhalb des hohen Hallendaches in Längsrichtung über die Anlagenteile hinweg geführt, am Hallenende senkrecht nach unten und dann horizontal entgegen der Bandlaufrichtung des Einlaufteils der Anlage zur weiteren Behandlung und zum Aufwickeln zurückgeführt. Dabei wird das Band dicht unterhalb des Daches der ca. 40 m hohen Halle über die Auslaufgruppe mit Auslaufschlingenturm und weiter über die Lackierungsvorrichtung transportiert. Dies erfordert eine lange, stabile und hohe Stahlkonstruktion mit Tragrollen zum Führen des Bandes sowie einen untergebauten Kran zum Handling der darunter befindlichen Anlagenteile. Die erforderliche hohe Halle wird entsprechend lang, beispielsweise 150 m. Hieraus ergibt sich noch ein weiterer Nachteil, weil die lange horizontale Strecke der hochgelegenen Bandführung zu Bandlaufproblemen und Bandbeschädigungen auf den Tragrollen führen kann.

Der Erfindung liegt die Aufgabe zugrunde, ein Verfahren und eine Vorrichtung zum Führen eines Stahlbandes während seines Durchlaufs durch eine kontinuierliche Bandbehandlungsanlage anzugeben, welche die vorgenannten Schwierigkeiten, insbesondere beim überleiten des Bandes im Bereich der Dachkonstruktion der Halle, vermeidet, und infolgedessen eine wesentliche Verkürzung der hohen Hallenkonstruktion und zugleich eine verbesserte Bandführung, vorzugsweise unter Beibehaltung der Bandlaufrichtung durch die Anlage ermöglicht. Darüberhinaus soll es mit dem Verfahren und der Vorrichtung auch problemlos möglich sein, die Laufrichtung des Bandes beliebig einzustellen und einen Spurverlauf z. B. mit Parallelversatz einzurichten.

Die Lösung der Aufgabe gelingt mit der Erfindung durch ein Verfahren entsprechend den Merkmalen von Anspruch 1. Eine Ausgestaltung sieht dabei vor, daß das Band insgesamt um einen Winkelbetrag (Phi) von 180° verdrillt wird, derart, daß am Ende der Umlenkungen um 180° die Bandunterseite beim Einlauf in die erste Rolle des Bandwendeturms zur Bandoberseite beim Auslauf aus der letzten Rolle gewendet ist, und umgekehrt.

Mit Vorteil wird das Band im Bandwendeturm innerhalb einer vergleichsweise kurzen horizontalen Strecke jeweils über unten und oben angeordnete Umlenkrollen geführt und dabei von Rolle zu Rolle um einen Winkel (Phi) verdrillt, so daß im Falle einer Umlenkung um die letzte untere Rolle mit insgesamt 180° die Bandunterseite beim Einlauf zur Bandoberseite beim Auslauf gewendet ist. Auch ergibt sich hierdurch eine kürzere und niedrigere Hallenkonstruktion sowie eine besser kontrollierbare Bandführung. Als weiterer Vorteil kann erforderlichenfalls die Bandlaufrichtung durch die gesamte Anlage unverändert beibehalten werden, wodurch eine bessere übersicht und Kontrollmöglichkeit über die einzelnen Stationen der kontinuierlichen Bandbehandlungsanlage erreicht wird.

Das Band kann aber auch in seiner Laufrichtung veränderlich eingestellt oder mit Parallelversatz seiner Laufspuren durch Teile der Anlage geführt werden.

Durch die Verdrillung des Bandes innerhalb des Bandwendeturmes treten am Band erhöhte Randspannungen auf. Diese müssen innerhalb des elastischen Bereiches liegen und werden durch geeignete Maßnahmen kompensiert. Hierfür sieht eine Ausgestaltung vor, daß der zulässige Verdrillungswinkel (Phi) des Bandes zwischen einer oberen und einer unteren Rolle vom Verhältnis der freien Länge (L) des Bandes zwischen den beiden Rollen zur Bandbreite (B) und der daraus resultierenden zulässigen Randspannung (Sigma) des Bandes bestimmt wird.

Eine weitere Maßnahme zur Verringerung der Radspannungen des Bandes bei dessen Verdrillung zwischen zwei Rollen besteht erfindungsgemäß darin, daß im Bandwendeturm ballige Rollen verwendet werden.

Hierfür sieht eine Ausgestaltung vor, daß der die Balligkeit bestimmende Durchmesserunterschied (D - D') einer Rolle etwa dem Betrag der durch die Verdrillung des Bandes um einen Winkelbetrag (Phi) bei

gegebener freier Bandlänge (L) des Bandes zwischen einem Rollenpaar entstehenden und eine Dehnung der Bandkantenbereiche verursachenden Kantenverlängerung (Delta L) entspricht.

Entsprechend einer zusätzlichen Ausgestaltung kann dabei weiter vorgesehen sein, daß Längenunterschiede bzw. Spannungsunterschiede des Bandes innerhalb des Bandwendeturmes durch Korrektur der vertikalen Abstände zwischen den unteren und den mit diesen zusammenwirkenden oberen Rollen kompensiert werden. Hierdurch erübrigt sich die Anordnung eines zusätzlichen Schlingenspeichers.

Im Falle eines erforderlichen Parallelversatzes der Laufspuren des Bandes sieht eine Ausgestaltung der Erfindung vor, daß das Band im Umlenkturm im Durchlauf durch eine erste Gruppe von Rollen in einen von der Richtung seiner Einlaufspur abweichenden Winkel verschwenkt und nach Durchlaufen einer dem Betrag des Seitenversatzes entsprechenden geraden Zwischenstrecke in einer zweiten Gruppe von Umlenkrollen wieder in die ursprüngliche Richtung seiner Einlaufspur zurückgeschwenkt wird.

Bei dieser Ausgestaltung der Erfindung ergibt sich auch die Möglichkeit, daß zur Kompensation eines durch die Umlenkrollen beim Bandwenden verursachten Seitenversatzes (S) das Band in einer ersten Gruppe von Umlenkrollen um wenigstens einen Winkelbetrag mehr als 180° verdrillt, im Winkel (Beta) zur Bandeinlaufachse (x-x) aus der letzten, unteren Rolle heraus in einem Stück gerader Längsführung in Richtung gegen die Bandauslaufachse (y-y) zu, um den Betrag (S) des Seitenversatzes in eine zweite Gruppe von Umlenkrollen geführt und darin um einen Winkelbetrag in die zur Richtung der Bandeinlaufachse (x-x) koaxiale Bandauslaufachse (y-y) geschwenkt wird. Mit dieser Maßnahme wird eine Rückführung des Bandes innerhalb des Turmes unter Beibehaltung der Bandlaufspur durch die Anlagenmitte von Anfang bis Ende erreicht. Zweckmäßigerweise sind, wie bei Schlingentürmen üblich, vor und hinter dem Bandwendeturm Mittel zur Bandmittensteuerung vorgesehen.

Eine Vorrichtung zum Führen eines Stahlbandes in einer Behandlungsanlage für Stahlband, wobei die Anlage Stationen für kontinuierliche Folgen von Behandlungsschritten wie Entfetten, Glühen, Verzinken, Dressieren, Lackieren, Kontrollieren, Aufwickeln etc. aufweist, zur Durchführung des erfindungsgemäßen Verfahrens, ist gekennzeichnet durch einen nach Art eines vertikalen Schlingenspeichers ausgebildeten Bandwendeturm mit einer Anzahl von in vertikalem Abstand angeordneten oberen und unteren Band-Umlenkrollen, wobei diese in Durchlaufrichtung des Bandes von Rolle zu Rolle in gleichsinnigen, sich fallweise zu 180° kumulierenden Winkelbeträgen (Phi_1 bis Phi_n) relativ zur Bandeinlaufachse (x-x) verdreht angeordnet sind, derart, daß das Band bei Umschlingung jeweils eines von einer unteren und einer oberen Rolle gebildeten Rollenpaares um einen Winkelteilbetrag (Phi) verdrillt und fallweise bei einer Summe aller Verdrillungs-Winkelbeträge (Phi_1 bis Phi_n) von 180° von der Unterseite zur Oberseite - und umgekehrt - gewendet ist. Dabei wird durch Umschlingung jeder Rolle um annähernd 180° eine gute Führung sowie Schonung der Bandoberfläche erreicht.

Dabei kann eine zusätzliche Ausgestaltung vorgesehen sein, wonach die oberen Umlenkrollen Mittel zur Einstellung des vertikalen Abstandes zu den unteren Rollen aufweisen. Hierdurch können Längenunterschiede des Bandes innerhalb des Bandwendeturmes ohne zusätzliche Bereitstellung eines Schlingenspeichers in einfacher Weise ausgeglichen werden. Darüberhinaus kann eine weitere Ausgestaltung vorsehen, daß die oberen Rollen der Wendeeinrichtung Mittel zur Einstellung und vorzugsweise Konstanthaltung des Spannungszustandes im durchlaufenden Band aufweisen. Solche Mittel können beispielsweise hydraulische Kolben/Zylinder-Einheiten sein, welche die oberen Rollen in einem vorgegebenen Spannungszustand des umlaufenden Bandes halten. Die Mittel zur Längen- und Spannungskompensation können eine Einheit bilden.

Durch ballig ausgebildete Umlenkrollen, wobei vorzugsweise der Durchmesserunterschied zwischen Mitte und Stirnseite einer balligen Rolle etwa dem Betrag der durch Verdrillung des Bandes um einen Winkelbetrag (Phi) verursachten Kantenverlängerung des Bandes bei gegebener Bandbreite und Achsabstand der Rollen entspricht, wird das Band wirksam von erhöhten Randspannungen entlastet, wobei auch noch die Bandführungseigenschaften der Rollen verbessert werden. Zudem handelt es sich um eine unkomplizierte Maßnahme.

Eine besondere Ausgestaltung sieht vor, daß der Bandwendeturm zwei voneinander getrennte Gruppen von Rollenpaaren aufweist, die durch eine gerade Laufstrecke des Bandes in Richtung auf eine zur Bandeinlaufachse (x-x) koaxiale Bandauslaufachse (y-y) miteinander in Verbindung stehen, wobei die Summe der Winkelbeträge beider Gruppen sich vorzugsweise zu 180° kumuliert. Mit dieser Ausgestaltung wird die Beibehaltung des Bandlaufs in einer Linie durch die Anlagenmitte vom Einlauf bis zum Auslauf des Bandes gewährleistet.

Wenn darüberhinaus die gerade Laufstrecke soweit verlängert wird, daß sie dem Betrag eines vorgegebenen Abstandes von zwei parallelen Spuren entspricht, kann mit dieser Vorrichtung ein beliebiger Parallelversatz beim Bandtransport eingestellt werden. Auch kann mit einer entsprechenden Kombination von Verdrillungswinkeln eine beliebige Einstellung der Bandlaufrichtung erreicht werden.

Eine weitere wesentliche Ausgestaltung sieht vor, daß die oberen und unteren Rollen, in der vertikalen Projektion gesehen, derart einander zugeordnet sind, daß die Seitenlinien zweier einen gemeinsamen Bandabschnitt führender und um einen Winkelbetrag (Phi) gegeneinander verdrehter Rollen sich jeweils in deren halben Länge schneiden. Mit dieser Maßnahme wird in einfacher Weise sichergestellt, daß das Band beim Lauf durch die einander folgenden Rollenpaare jeweils eine sichere Mittenführung auf jeder Rolle beibehält.

Weitere Einzelheiten, Merkmale und Vorteile der Erfindung ergeben sich aus der nachstehenden Erläuterung einiger in den Zeichnungen schematisch dargestellter Ausführungsbeispiele.

Es zeigen:

- Fig. 1 in Seitenansicht eine herkömmliche kombinierte Feuerverzinkungs- und Lackieranlage;
- Fig. 2 die Feuerverzinkungs- und Lackieranlage mit einem erfindungsgemäßen Bandwendeturm;
- Fig. 3a-3c schematische Darstellungen unterschiedlicher Verdrillungsmöglichkeiten beim Bandwenden, z.B. mit 2 x 90° (Fig. 3a) bzw. 4 x 45° (Fig. 3b) bzw. 6 x 60° (Fig. 3c);
- Fig. 4 eine Seitenansicht eines Bandwendeturms;
- Fig. 5 eine vertikale Projektion des Bandwendeturms;
- Fig. 6a-6c schematische bzw. diagrammatische Darstellungen der erforderlichen freien Bandlängen (L) beim Verschränken von Bändern unterschiedlicher Bandbreiten;
- Fig. 7a-7b schematische Darstellungen der Kompensation von Verdrillungs-Randspannungen mittels balliger Führungsrollen;
- Fig. 8 eine schematische Darstellung eines Bandwendeturms mit peripher angeschlossenen Transportspuren für den Bandtransport zwischen unterschiedlichen Behandlungsstationen einer Anlage.

Fig. 1 zeigt eine kombinierte Feuerverzinkungs- und Lackieranlage in herkömmlicher Ausführung mit einem ersten niedrigen Hallenteil (40) und einem anschließenden etwa 40 m hohen und 150 m langen Hallenbauteil (41). In der niedrigen Halle (40) befindet sich die Einlaufgruppe (1), worin von zwei Coils abwickelbare Bänder (30a, 30b) zu einem endlosen Band (30) vereinigt werden, und dieses anschließend im Durchlauf durch eine Entfettungsstation (2) mit nachgeschaltetem horizontalem Schlingenspeicher (3) in den hohen Hallenteil (41) eingeführt wird. Darin wird das Band (30) zunächst im Durchlauf durch eine Glühstation (4) spannungsfrei geglüht, und nach Durchlauf durch eine nachgeordnete Kühleinrichtung (5) in der Verzinkungsstation (6) verzinkt. Nach Durchlauf durch eine weitere Kühlstrecke (7) wird das Band senkrecht nach oben in eine Stahlkonstruktion (8) und darin unterhalb des Daches der hohen Halle (41) in ca. 40 m Höhe horizontal über die Anlagenteile (9 - 12), am Hallenende senkrecht nach unten und dann wieder horizontal in entgegengesetzter Bandlaufrichtung zum Einlaufteil (1) zur weiteren Behandlung zunächst durch Dressiergerüste (9), danach durch eine Streck-Richteinrichtung (10) und aus dieser durch die vollautomatische Lackiervorrichtung (11) geführt. Aus dieser tritt das verzinkte und lackierte Band durch einen der Lackiervorrichtung angegliederten vertikalen Auslauf-Schlingenturm in die Auslaufgruppe (12) und wird dort auf Coils gewickelt. An den mit "X" bezeichneten Stellen, z. B. am Austritt des Bandes (30) aus der Verzinkung (6), zwischen den Dressiergerüsten (9) sowie in der Auslaufgruppe (12), wird das Band (30) einer Kontrolle durch visuelle Inspektion (X) unterzogen. Zu diesem Zweck wird die ursprüngliche Unterseite (33) des Bandes (30) zur Bandoberseite (34) gewendet. Das geschieht in der herkömmlichen Ausführung der Anlage durch Umwendung um 2 x 90° in der vertikalen Strecke (35) zwischen der Stahlkonstruktion (8) und dem Einlauf in die Dressiergerüste (9). Es ist ersichtlich, daß hierfür durch die Höhe der Halle (41), deren Länge sowie die erforderliche hohe und lange Stahlkonstruktion (8) ein vergleichsweise äußerst hoher Aufwand zum Wenden des Bandes (30) erforderlich ist. Als weiterer Nachteil ergibt sich zwangsläufig eine gegenläufige Bandlaufrichtung. Auch besteht die Gefahr, daß das Band in der hohen Stahlkonstruktion (8) durch ungenauen und schwierig zu überwachenden Lauf beschädigt wird.

Eine Anlage gemäß vorliegender Erfindung mit einem Bandwendeturm (20) ist in der Figur 2 dargestellt. Der Bandwendeturm (20) ist zwischen der Verzinkungsstation (6) und deren nachgeordneter Kühlstrecke (7) und den Dressiergerüsten (9) etwa im ersten Drittel der hohen Halle (41) angeordnet. Durch Einbau des Bandwendeturms (20) wird erreicht, daß die hohe und teure Hallenkonstruktion um ca. 40 m verkürzt und der verkürzte Teil durch eine die Auslaufgruppe (12) aufnehmende niedrigere Halle (42) ersetzt wird. Deren Höhe beträgt ca. 15 m gegenüber etwa 35 m der hohen Halle. Das mit der Bandunterseite (33) einlaufende Band (30) wird im Bandwendeturm (20) um 180° gewendet und tritt mit der "Gutseite" als Bandoberseite (34) aus dem Bandwendeturm (20) aus.

Unterschiedliche Möglichkeiten beim Bandwenden um 180° sind in den Figuren 3a bis 3c an drei Beispielen gezeigt. Beim Bandwenden mit nur drei Rollen (21, 22) entsprechend Figur 3a wird das Band (30) um 2 x 90° verdrillt, wobei sehr hohe Randspannungen auftreten. Diese könnten nur durch eine sehr große freie Bandlänge (L) in erträglichen Grenzen kompensiert werden, was jedoch einen unwirtschaftlich

hohen Aufwand erfordern würde. Bei Anwendung von fünf Rollen (21, 22) entsprechend Figur 3b ergeben sich vier Verdrillungen mit einem Winkel von je 45° zu insgesamt 180°. Noch günstigere Verhältnisse ergeben sich gemäß Fig. 3c durch sechs Verdrillungen um je 30° mit 7 Rollen (21, 22) bei wesentlich reduzierter Länge (L). Gleiche "Gutseiten" des Bandes (30) sind beim Einlauf als Unterseite (33) und beim Auslauf als Oberseite (34) mit der Inspektionsseite (X) bezeichnet.

Entsprechend der Darstellung in Figur 4 ist der Bandwendeturm (20) mit einer Anzahl von in vertikalem Abstand angeordneten oberen (21) unteren (22) Band-Umlenkrollen ähnlich einem vertikalen Schlingenspeicher ausgebildet. Die oberen Band-Umlenkrollen (21) und die zwischen der ersten und letzten unteren Rolle (22c, 22d) dazwischenliegend angeordneten unteren Rollen (22) sind in Durchlaufrichtung des Bandes (30) von Rolle (21) zu Rolle (22) und umgekehrt in gleichsinnigen, sich zu 180° kumulierenden Winkelbeträgen (Phi_1 bis Phi_n) relativ zur Bandeinlaufachse (x-x) verdreht angeordnet. Diese Anordnung ist besonders gut aus der Figur 5 erkennbar. Dabei wird das Band (30) bei Umschlingung um jeweils ein von einer unteren (22) und einer oberen (21) Rolle gebildetes Rollenpaar um den Winkelbetrag (Phi) verdrillt und in der Summe aller Verdrillungs-Winkelbeträge schließlich um 180° gewendet. Die Abspannlänge ist mit (L), die Bandeinlaufachse mit (x-x) und die koaxiale Bandauslaufachse mit (y-y) bezeichnet.

In der Figur 4 ist weiterhin rein schematisch gezeigt, daß die oberen Umlenkrollen (21) der Wendeeinrichtung (20) Mittel (25) zur Einstellung des vertikalen Abstandes (L) zu den unteren Rollen (22, 22c, 22d) aufweisen können. Eine solche mögliche Abstandsänderung ist in der Figur 4 mit "D" bezeichnet. Die Mittel zur Abstandseinstellung sind rein schematisch mit Pfeilen (25) angedeutet. Dabei können die oberen Rollen (21) Mittel (25) sowohl zur Bandlängen-Einstellung als auch zur Konstanthaltung des Spannungszustandes im durchlaufendem Band (30) aufweisen. Solche Mittel (25) können miteinander identisch sein und beispielsweise aus Kolben/Zylinder-Einheiten bestehen. In der Figur 4 ist weiter dargestellt, daß die Bandeinlaufachse (x-x) mit der Unterseite "U" in den Bandwendeturm (20) einläuft und nach Verdrillen des Bandes um insgesamt 180° mit der gleichen Bandseite, nunmehr jedoch als Oberseite "O", zur Bandauslaufachse (y-y) austritt.

Eine Rückführung des Bandes (30) innerhalb des Wendeturmes (20) gewährleistet erforderlichenfalls die Beibehaltung des Bandlaufs in einer Linie vom Anfang bis zum Ende der Anlage und damit die Koaxialität zwischen Bandeinlaufachse (x-x) und Bandauslaufachse (y-y). Dies wird dadurch erreicht, daß gemäß Fig. 5 die Bandwendeeinrichtung des Bandwendeturmes (20) zwei Gruppen (20A) bzw. (20B) von Rollenpaaren (21a; 22a) bzw. (21b; 22b); aufweist, die durch eine gerade, im Winkel (Beta) zur Achse (x-x) verlaufende Band-Laufstrecke (31) des Bandes (30) miteinander verbunden sind. Dabei ergänzen sich die Winkelbeträge (Phi_1 bis Phi_n) der beiden Gruppen (20A) und (20B) zu 180°.

In der Figur 6a ist die Verdrillung eines Bandabschnitts (32) im Achsabstand (L) zwischen einer oberen Rolle (21) und einer unteren Rolle (22) rein schematisch dargestellt. Hierbei wird ein mittiger Abrollvorgang und exakter Lauf des Bandabschnittes (32) dadurch sichergestellt, daß die oberen und unteren Rollen (21, 22), in der vertikalen Projektion der Figur 6b gesehen, derart einander zugeordnet sind, daß die Seitenlinien (28 bzw. 29) zweier, einen gemeinsamen Bandabschnitt (32) führender Rollen (21 bzw. 22) sich jeweils im Bereich der Bandmitten (x-x) bzw. (y-y) der halben Bandbreiten (B/2) schneiden. Unter Einhaltung dieser Bedingung wird der Bandabschnitt (32) sicher mit seinen Bandmittellinien (x-x) bzw. (y-y) über die Mitte jeder balligen Rolle (21 bzw. 22) geführt.

Anhand von Beispielen ist ersichtlich, daß sich durch Kantenverlängerung beim Verdrillen des Bandes (30) Randspannungen ergeben. Beispielsweise beim Wenden um 90° zwischen zwei Rollen mit dem Achsabstand (L) ergibt sich eine Kantenverlängerung (L) plus (Delta L) nach folgender Berechnung:

z. B. für die Verdrillung um 90° mit

B = 1.500 mm und

L = 30.000 mm ergibt sich gemäß Fig. 7a:

(1) $L + \text{Delta } L = \sqrt{L^2 + (B/2)^2}$

(2) $\text{Delta } L\ (\%) = (\sqrt{L^2 + (B/2)^2} - L) * 100 / L$

$\text{Delta } L\ (\%) = 0{,}0312\ \%$

(3) $\text{Delta } L / L = \text{Sigma} / E$; $\text{Sigma} = \text{Delta } L * E / L$

$\text{Sigma} = 65{,}6\ N/mm^2$

Hierin bedeuten:

B	=	Bandbreite
L	=	Längenabstand Rollenachse/Rollenachse
Delta L	=	Kantenverlängerung
Sigma	=	resultierende Randkantenspannung
E	=	Elastizitätsmodul des Bandmaterials

überschlägig ergibt sich bei einem Verdrillungswinkel von Phi = 30 ° ca. 30 %; demnach Sigma = 22

N/mm^2 bei Delta L = 3,1 mm. Danach wird die erforderliche Balligkeit zur Entlastung der Bandkantenspannung (Sigma) angenommen mit Delta D = D - D' = 3,1 mm.

Bei der Verdrillung bleibt die Mittellinie des Bandes unverändert lang, während sich die Ränder nach dem Gesetz einer Schraubenlinie verlängern müssen. Daraus ergibt sich:

$$L' = \sqrt{L^2 + (B * Pi * Phi / 360)^2}$$

$$= \sqrt{1 + (B * Pi * Phi / L / 360)^2}$$

Der zweite Ausdruck in der Wurzel ist gegenüber der Zahl 1 immer klein, so daß angenähert gilt:

$$L' = L [1 + 1/2 (B * Pi * Phi / L / 360)^2]$$

Damit beträgt die Dehnung der Bandränder:

$$Epsilon_R = Delta\ L / L = (L' - L) / L = (L' / L) - 1$$
$$= 1/2 (B * Pi * Phi / L / 360)^2$$

Die Dehnung muß durch die Bandzugkraft aufgebracht werden, wobei sie linear zur Bandmitte hin abklingt.

$$Epsilon_m = Epsilon_R / 2 = Sigma_m / E$$
$$= F_Z / (B * h * E)$$
$$= 1/4 (B * Pi * Phi / L / 360)^2$$

Bei Verdrillung Phi = 90° ist

$$F_Z / (B * h * E) = 1/4 (Pi/4 * B/L)^2$$

Aufgelöst nach Verdrillungslängen (L) ergibt sich:

$$L = Pi/8 * \sqrt{B^3 * h * E / F_Z}$$
$$L = B * Pi * Phi / 720 * \sqrt{E / F_{spez}}$$

Hierin bedeuten:

Epsilon	=	die durch Bandkraft aufzubringende Banddehnung
$Epsilon_R$	=	Randkantendehnung
$Epsilon_m$	=	mittlere Dehnung über die Bandbreite
F_Z	=	zulässige Bandkraft
F_{spez}	=	spezifischer Bandzug
h	=	Banddicke
Phi	=	Verdrillungswinkel

Nach diesen Berechnungen ergeben sich die notwendigen freien Bandlängen (L) für Bandbreiten (B) zwischen 650 und 1980 mm für unterschiedliche Verdrillungswinkel (Phi) zwischen den Rollen (21) bzw. (22) in Abhängigkeit von einem spezifischen Bandzug (F_{spez}) und der Randkantenspannung (Sigma) in N/mm^2 und entsprechend die notwendigen Abspannlängen (L) in Metern gemäß Diagramm in Figur 6. Im vorliegenden Ausführungsbeispiel nach der Erfindung wurden 6 Umlenkungen mit je einem Winkel (Phi) von 30° bei einer Bandbreite B = 1700 mm und einer Abspannlänge (L) von 30 m gewählt. Aus dem Diagramm gemäß Fig. 6 geht hervor, daß für diese Verhältnisse ein spezifischer Bandzug (F_{spez}) von ca. 12 N/mm^2 resultiert.

Entsprechend der Berechnung sind die Umlenkrollen (21 bzw. 22) ballig ausgebildet. Dabei entspricht der Durchmesserunterschied (Delta D) zwischen Mitte (D) und Stirnseite (D') einer balligen Rolle (21, 22) in

etwa dem Betrag der durch die Verdrillung des Bandes (30) um einen Winkelbetrag (Phi) verursachten Kantenverlängerung (Delta L) bei unveränderlichem Achsabstand (L) der Rollen (21 bzw. 22).

Ein Ausführungsbeispiel zeigt die Verhältnisse für einen praktischen Ausführungsfall wie folgt:

- Banddicke:	0,2 - 0,8 mm
- Bandbreite:	750 - 1500 mm
- freie Abspannlänge:	ca. 30 m
- Rollendurchmesser:	ca. 800 mm
- Ablenkwinkel je Rollenpaar:	30°

Die durch Verdrillung auftretenden erhöhten Randspannungen liegen sicher innerhalb des elastischen Bereiches und werden durch geeignete Wahl der Rollenballen kompensiert.

Die Rollenballen, z.B. 3 - 4 mm im Durchmesser bei 800 mm Rollendurchmesser und 1800 mm Ballenlänge, sorgen zudem für einen Selbstzentriereffekt und damit für exakten Bandlauf. Vor und hinter dem Bandwendeturm sind vorzugsweise Bandmittensteuereinheiten vorgesehen.

Mit der Erfindung wird durch Einsatz eines Bandwendeturms (20) zum Führen bzw. zum Wenden des Bandes (30) eine übersichtliche und unkomplizierte Vorrichtung geschaffen, die an beliebiger Stelle der Anlage einsetzbar ist. Gleichzeitig wird hierdurch die Höhe und Länge der großen Halle (41) unter erheblicher Kosteneinsparung reduziert und ein gleichsinniger Durchlauf des Bandes (30) von der Einlaufstation (1) bis zur Auslaufstation (12) der Anlage erreicht. Weitere Kosteneinsparungen und technische Vorteile ergeben sich dadurch, daß der Bandwendeturm (20) nach Art eines vertikalen Schlingenspeichers Mittel (25) zur Bandlängenkompensation und/oder zur Einhaltung eines konstanten Spannungszustandes des Bandes (30) aufweisen kann.

Ferner wird mit der Erfindung auch die Möglichkeit eröffnet, die Bandlaufrichtung beliebig einzustellen oder das Band mit Parallelversatz von einer ersten Laufspur in eine im Abstand dazu verlaufende zweite Laufspur umzulenken. Damit eröffnen sich unkomplizierte Möglichkeiten der Bandführung durch unterschiedliche Anlagenteile eines mehrteiligen Anlagenkomplexes.

Ein Beispiel hierfür ist in der Figur 8 rein schematisch gezeigt. Vom Anlagenteil I wird ein Band (30c) in den Bandwendeturm (20) eingeführt und darin um 90° in der Bandlaufrichtung geschwenkt, worauf das Band (30c) aus dem Turm (20) heraus zum Anlagenteil II geführt wird. Aus dem Anlagenteil III läuft das Band (30d) in den Turm (20), wird darin gewendet und mit Parallelversatz aus diesem heraus in den Anlagenteil II weitergeführt. Aus dem Anlagenteil IV läuft das Band (30e) in den Turm (20), wird darin gewendet und danach in den Anlagenteil II weiter transportiert. Aus dem Anlagenteil V läuft das Band (30f) in den Turm (20), wird darin in seiner Laufrichtung um 90° geschwenkt und, ohne gewendet zu werden, aus dem Turm (20) in den Anlagenteil II weitergeführt.

Die in der Figur 8 gezeigten Beispiele können je einzeln oder zu mehreren gleichzeitig in einem entsprechend ausgebildeten Bandwendeturm (20) durchgeführt werden. Sie dienen lediglich zum Aufzeigen der unterschiedlichen Möglichkeiten der Bandführung in dem Turm (20), je nach dessen Ausgestaltung mit einer oder mehrerer Gruppen von vertikal beabstandeten Umlenkrollen.

Patentansprüche

1. Verfahren zum Führen eines Stahlbandes während seines Durchlaufs durch eine mehrere Behandlungsstationen aufweisende kontinuierliche Bandbehandlungsanlage, wobei Laufrichtung und/oder -spur des Bandes beliebig eingestellt und/oder fallweise dabei das Band von der Unterseite zur Oberseite - bzw. umgekehrt - gewendet wird, **dadurch gekennzeichnet**, daß das Band in einen Bandwendeturm eingeführt und in diesem ähnlich einem vertikalen Schlingenspeicher über vertikal beabstandete obere und untere Umlenkrollen geführt und dabei von Rolle zu Rolle um jeweils einen Winkelbetrag verdrillt wird, derart, daß es zwischen Bandeinlauf und Bandauslauf in einen beliebigen Verdrillungswinkel eingestellt wird.

2. Verfahren nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet**, daß das Band insgesamt um einen Winkelbetrag von 180° derartverdrillt wird, daß nach Umlenkung um die letzte Rolle des Bandwendeturms die Bandunterseite beim Einlauf in die erste Rolle zur Bandoberseite beim Auslauf gewendet ist, und umgekehrt.

3. Verfahren nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet**, daß zur Einstellung eines Parallelversatzes zwischen zwei Laufspuren das Band im Bandwendeturm im Durchlauf durch eine erste Gruppe von Rollen in einen von der Richtung seiner Einlaufspur abweichenden Winkel verschwenkt und nach Durchlaufen einer dem Betrag des Seitenversatzes entsprechenden geraden Zwischenstrecke in eine zweite Gruppe von Umlenkrollen eingeführt und darin wieder in die ursprüngliche Richtung seiner Einlaufspur zurückgeschwenkt wird.

4. Verfahren nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet**, daß zur Kompensation eines durch die Umlenkrollen bei der Bandwendung verursachten Seitenversatzes (S) das Band in einer ersten Gruppe von Umlenkrollen um einen Winkelbetrag weiter als um 180° verdrillt, in einem schrägen Winkel zur Bandeinlaufachse aus der letzten, unteren Rolle heraus in einem Stück gerader Längsführung in Richtung gegen die Bandauslaufachse zu um den Betrag (S) des Seitenversatzes in eine zweite Gruppe von Umlenkrollen geführt und darin um einen Winkelbetrag in die zur Richtung der Bandeinlaufachse (x-x) koaxiale Bandauslaufachse (y-y) zurückgeschwenkt wird.

5. Verfahren nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet**, daß zur Verringerung der Randspannungen des Bandes bei dessen Verdrillung zwischen jeweils zwei Rollen im Bandwendeturm ballige Rollen verwendet werden.

6. Verfahren nach Anspruch 5, **dadurch gekennzeichnet**, daß der die Balligkeit bestimmende Durchmesserunterschied einer Rolle in etwa dem Betrag der durch die Verdrillung des Bandes um einen Winkelbetrag (Phi) bei gegebener freier Bandlänge (L) zwischen einem Rollenpaar entstehenden und eine Dehnung der Bandkantenbereiche verursachenden Kantenverlängerung entspricht.

7. Verfahren nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet**, daß Längenunterschiede bzw. Spannungsunterschiede des Bandes innerhalb des Bandwendeturmes durch Änderung der Abstände zwischen den unteren und den mit diesen zusammenwirkenden oberen Rollen kompensiert werden.

8. Vorrichtung zum Führen eines Stahlbandes in einer kontinuierlichen Behandlungsanlage für Stahlband, wobei die Anlage Stationen für Behandlungsschritte wie Entfetten, Glühen, Verzinken, Dressieren, Lackieren, Kontrollieren, Aufwickeln etc. aufweist, zur Durchführung des Verfahrens nach den vorhergehenden Ansprüchen, **gekennzeichnet durch** einen ähnlich einem vertikalen Schlingenspeicher ausgebildeten Bandwendeturm (20) mit einer Anzahl von in vertikalen Abständen angeordneten oberen (21) und unteren (22) Band-Umlenkrollen, wobei die Rollen in Durchlaufrichtung des Bandes (30) jeweils von Rolle (21) zu Rolle (22) in gleichsinnigen Winkelbeträgen (Phi_1 bis Phi_n) relativ zur Bandeinlaufachse (x-x) verdreht angeordnet sind, derart, daß das Band (30) bei Umschlingung eines von einer unteren (22) und einer oberen (21) Rolle gebildeten Rollenpaares um einen Winkelbetrag (Phi) verdrillt und fallweise bei einer Summe aller Verdrillungs-Winkelbeträge (Phi_1 bis Phi_n) von 180° die Bandunterseite (33) zur Bandoberseite (34) - und umgekehrt - gewendet ist.

9. Vorrichtung nach Anspruch 8, **dadurch gekennzeichnet**, daß vor und hinter dem Bandwendeturm (20) Bandmitten-Steuereinheiten vorgesehen sind.

10. Vorrichtung nach Anspruch 8 oder 9, **dadurch gekennzeichnet**, daß die oberen Umlenkrollen (21) der Wendeeinrichtung (20) Mittel (25) zur Einstellung des vertikalen Abstandes (L) und/oder zur Einstellung bzw. Konstanthaltung des Spannungszustandes im durchlaufenden Band (30) aufweisen.

11. Vorrichtung nach einem oder mehreren der Ansprüche 8 bis 10, **dadurch gekennzeichnet**, daß die Umlenkrollen (21) bzw. (22) ballig ausgebildet sind.

12. Vorrichtung nach Anspruch 11, **dadurch gekennzeichnet**, daß der Durchmesserunterschied (Delta D) zwischen Mitte (D) und Stirnseite (D') einer balligen Rolle (21, 22) in etwa dem Betrag der durch die Verdrillung des Bandes (30) um einen Winkelbetrag (Phi) verursachten Kantenverlängerung (Delta L) des Bandes (30) bei unveränderlichem Achsabstand (L) der Rollen (21) bzw. (22) entspricht.

13. Vorrichtung nach einem oder mehreren der Ansprüche 8 bis 12, **dadurch gekennzeichnet**, daß der Bandwendeturm (20) zwei Gruppen (20A) bzw. (20B) von Rollenpaaren (21a; 22a) bzw. (21b; 22b) aufweist, die durch eine gerade Laufstrecke (31) des Bandes (30) im Winkel (Beta) in Richtung auf eine

zur Bandeinlaufachse (x-x) koaxiale Bandauslaufachse (y-y) miteinander in Verbindung stehen, wobei die Summe der Winkelbeträge (Phi_1 bis Phi_n) der beiden Gruppen (20A) und (20B) sich vorzugsweise zu 180° ergänzen.

14. Vorrichtung nach einem oder mehreren der Ansprüche 8 bis 13, **dadurch gekennzeichnet**, daß die oberen (21) und unteren (22) Rollen, in der vertikalen Projektion gesehen, derart einander zugeordnet sind, daß die Seitenlinien (28) bzw. (29) zweier einen gemeinsamen Bandabschnitt (32) führender und um den Winkelbetrag (Phi) gegeneinander verdrehter Rollen (21) bzw. (22) sich jeweils in den Bandmittellinien (x-x) bzw. (y-y) der halben Bandbreite (B/2) schneiden.

15. Verfahren nach einem oder mehreren der Ansprüuche 8 bis 14, **dadurch gekennzeichnet**, daß der zulässige Verdrillungswinkel (Phi) des Bandes (30) zwischen einer oberen und einer unteren Rolle (21, 22) vom Verhältnis der freien Länge (L) des Bandes (30) zwischen diesen Rollen zur Bandbreite (B) und der daraus resultierenden Randspannung ($Sigma_R$) des Bandes (30) bestimmt wird.

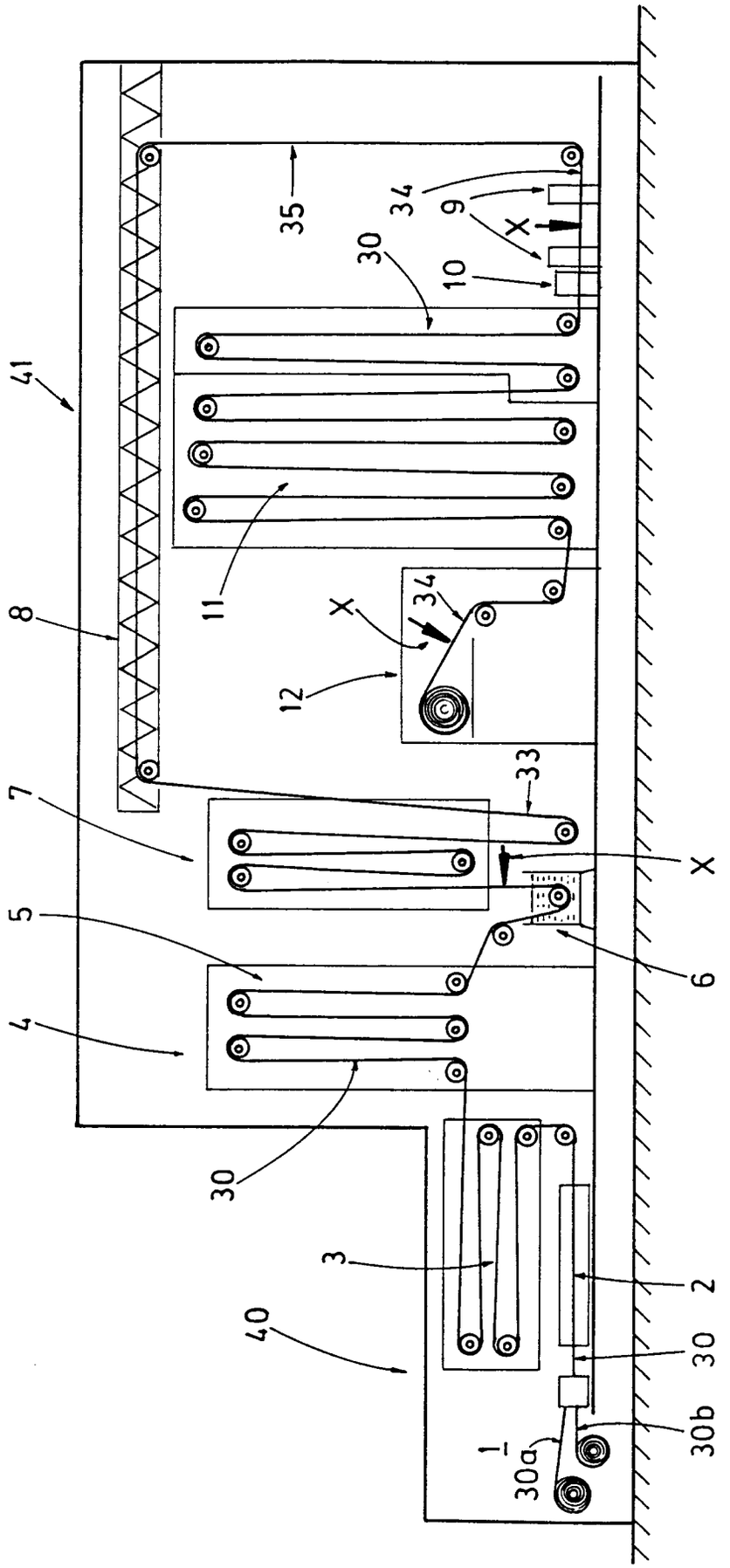


FIG. 1

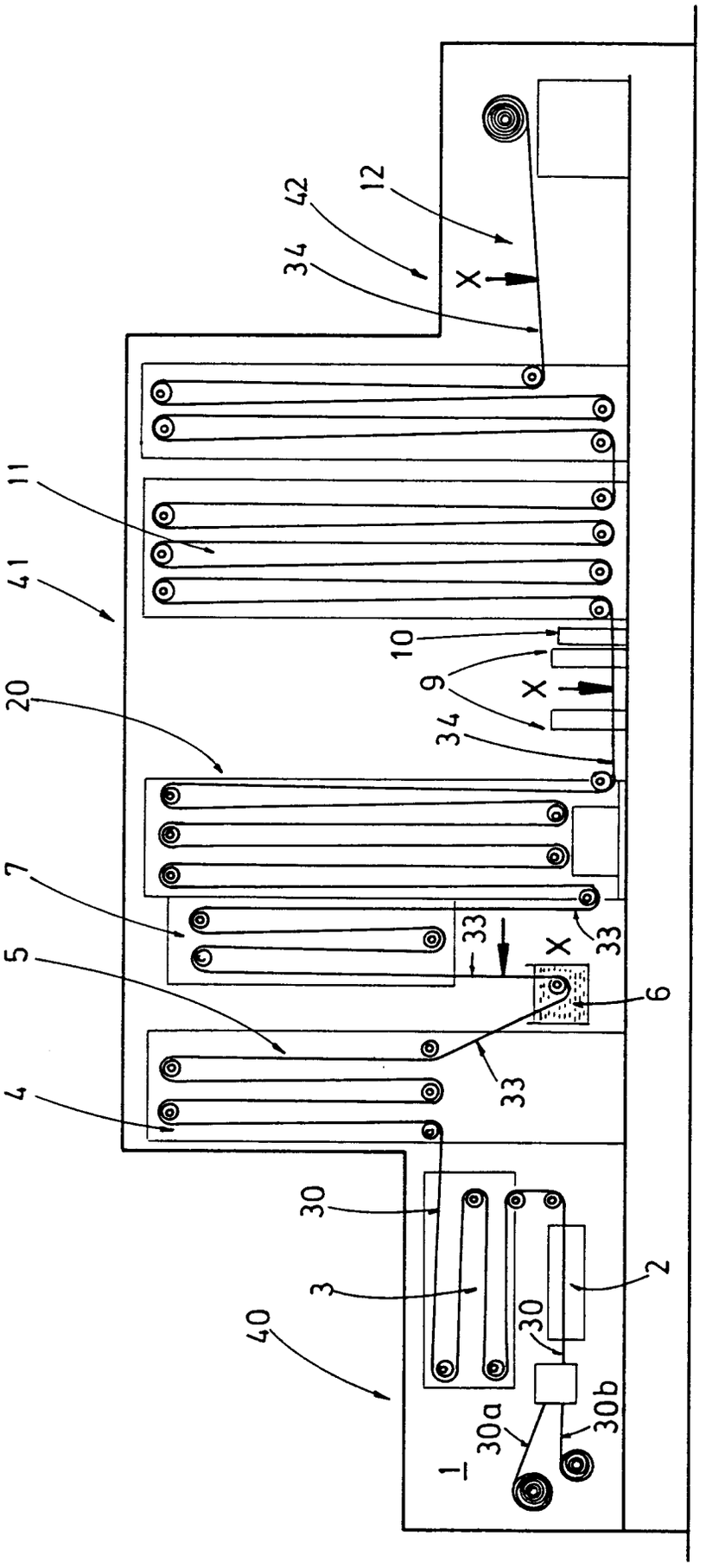


FIG. 2

FIG. 3a

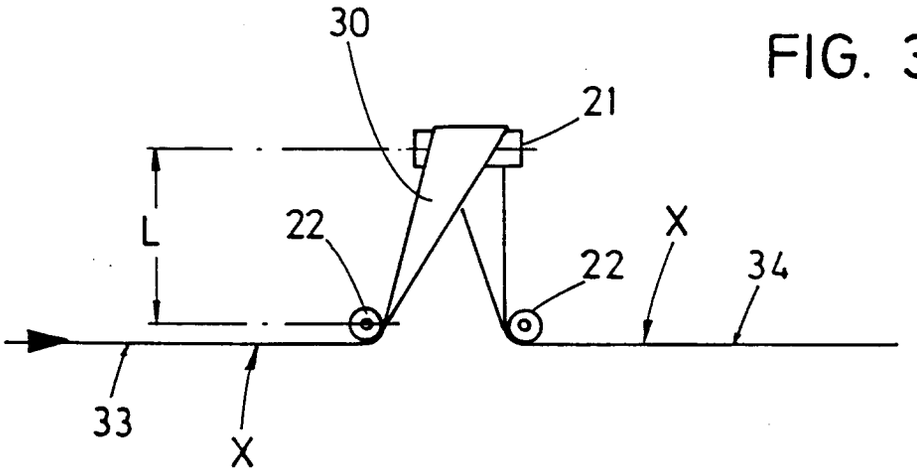


FIG. 3b

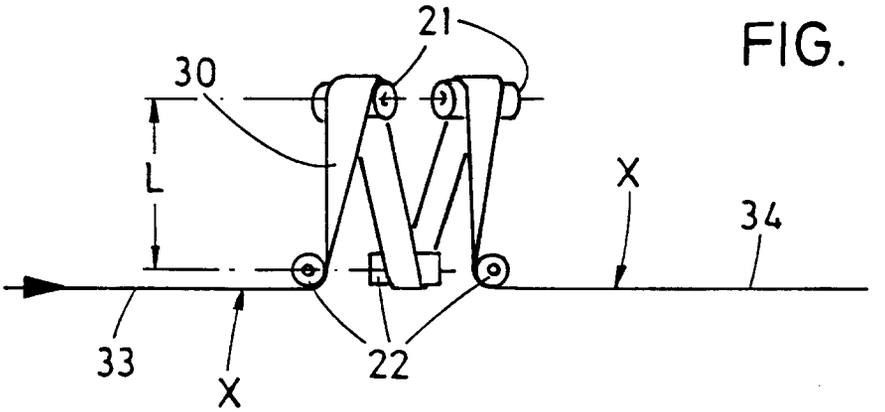
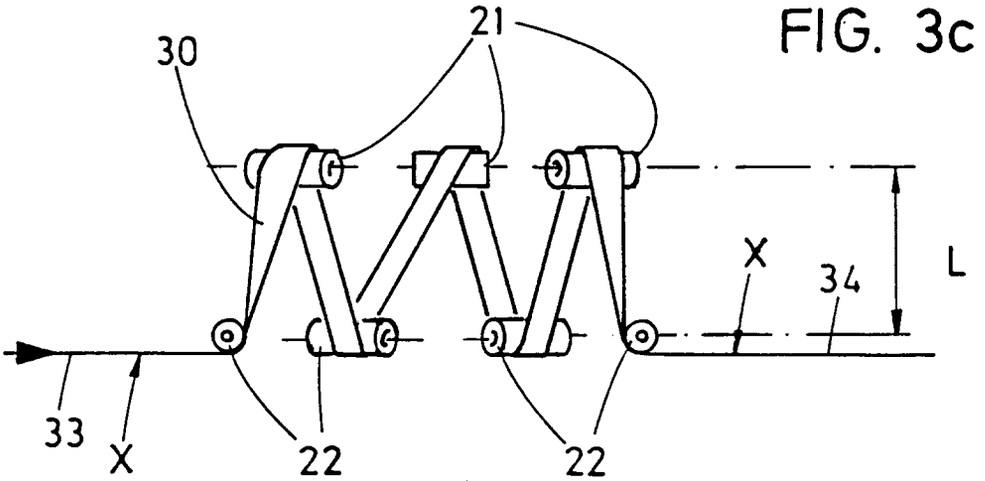


FIG. 3c



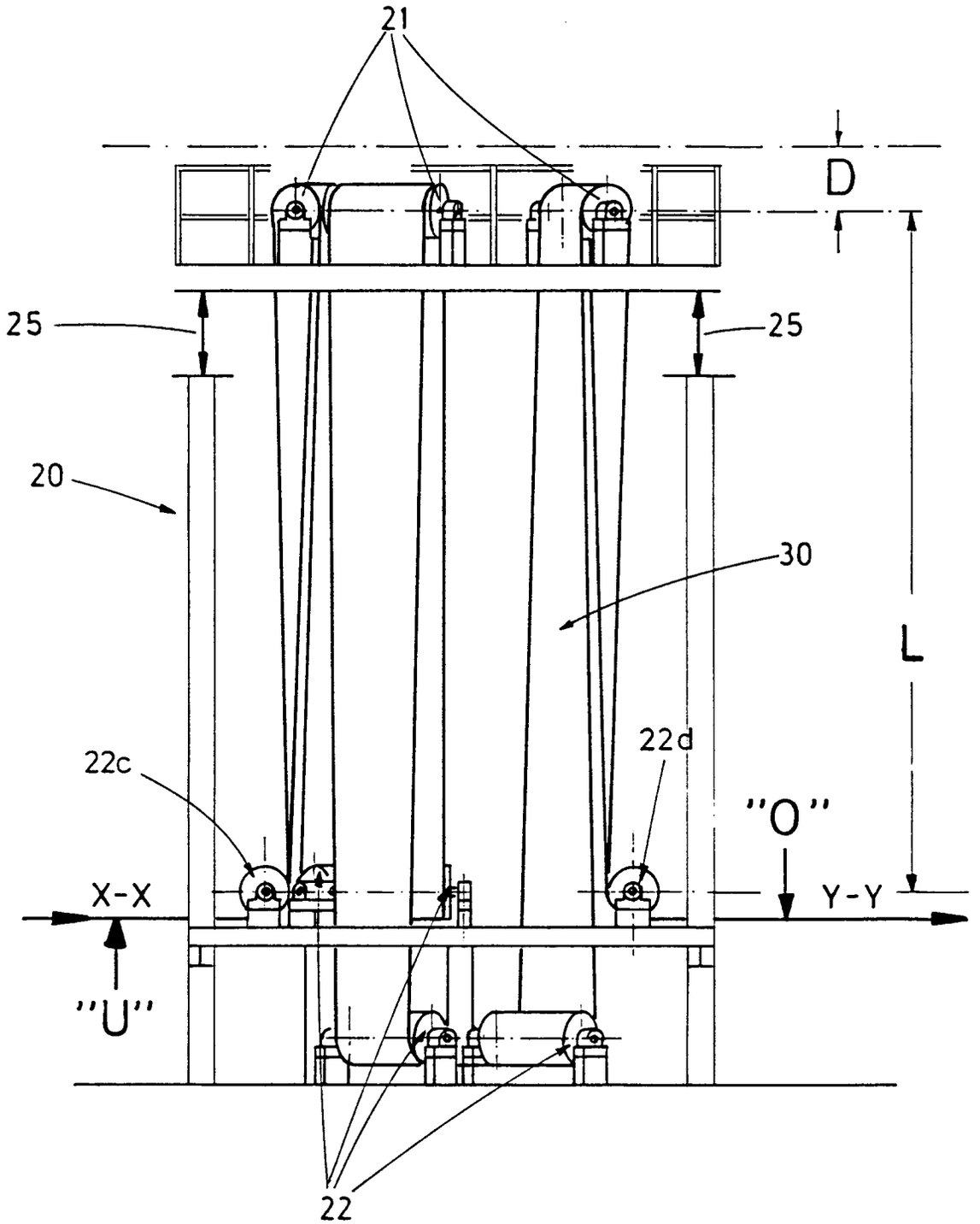


FIG. 4

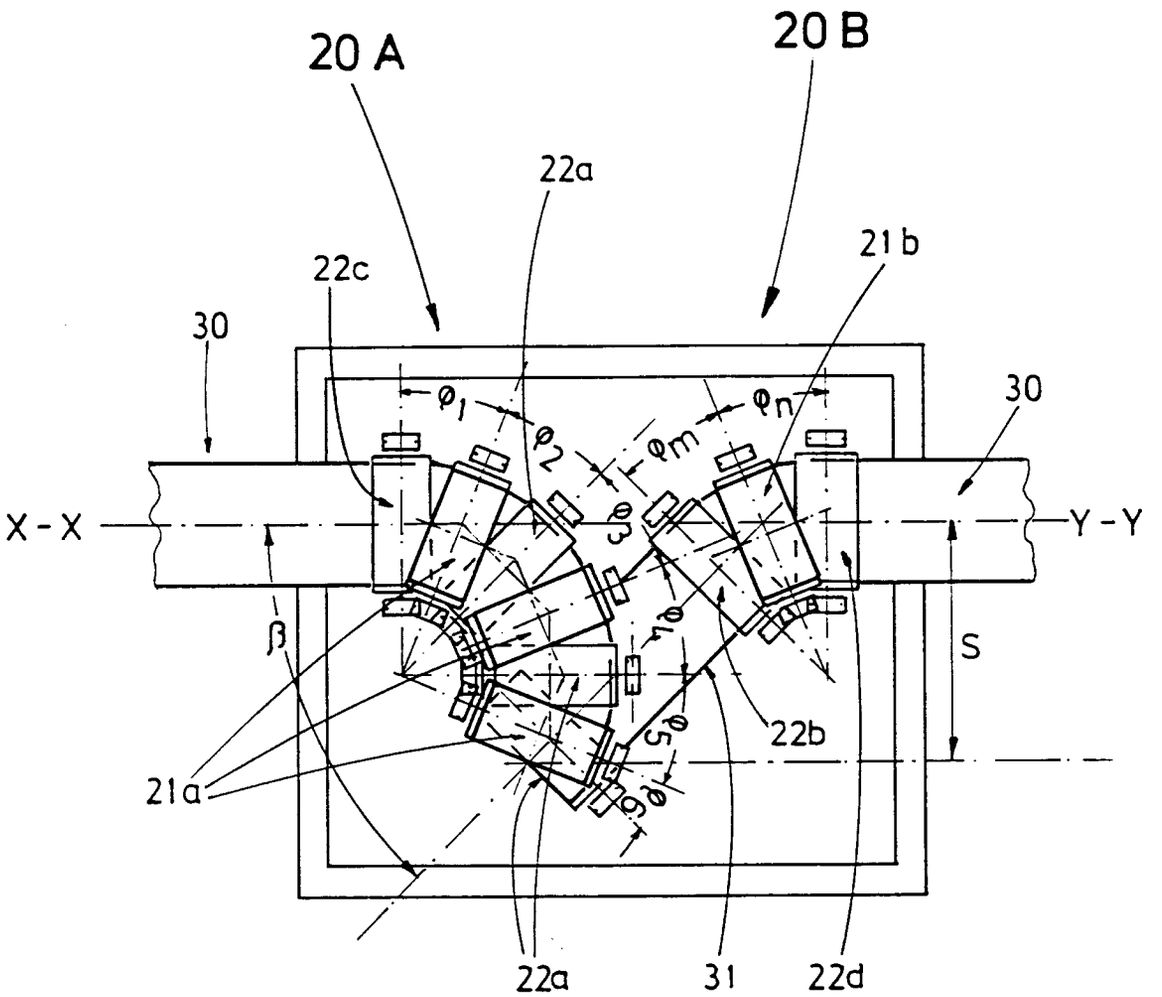


FIG. 5

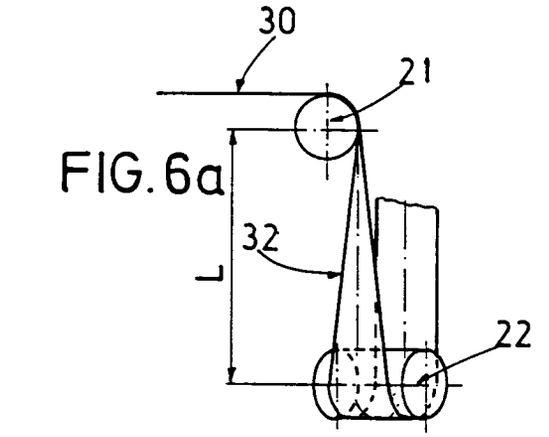


FIG. 6a

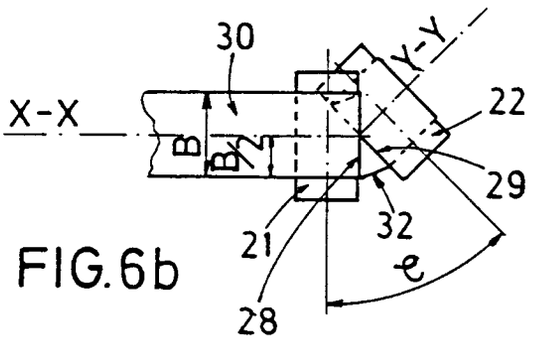


FIG. 6b

FIG. 6

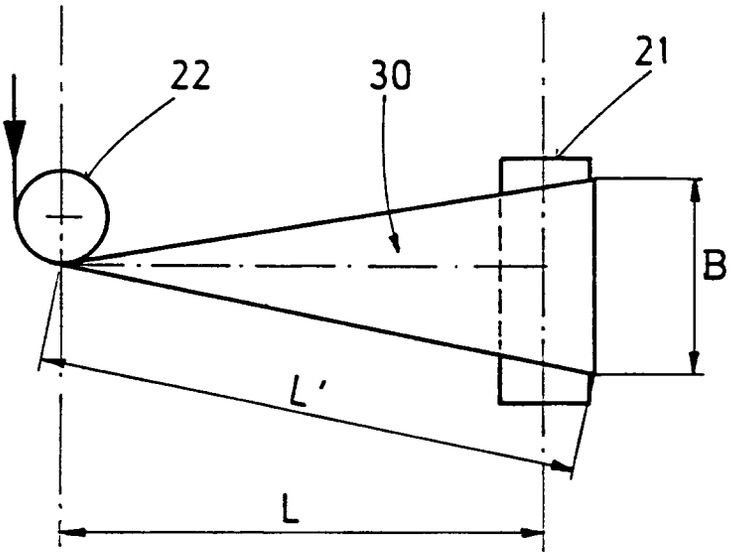


FIG. 7a

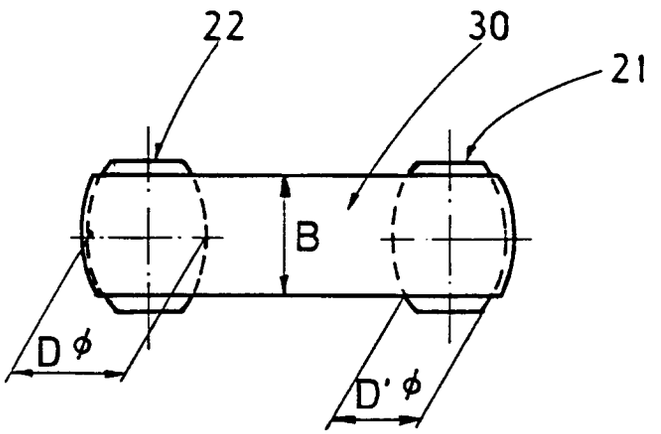


FIG. 7b

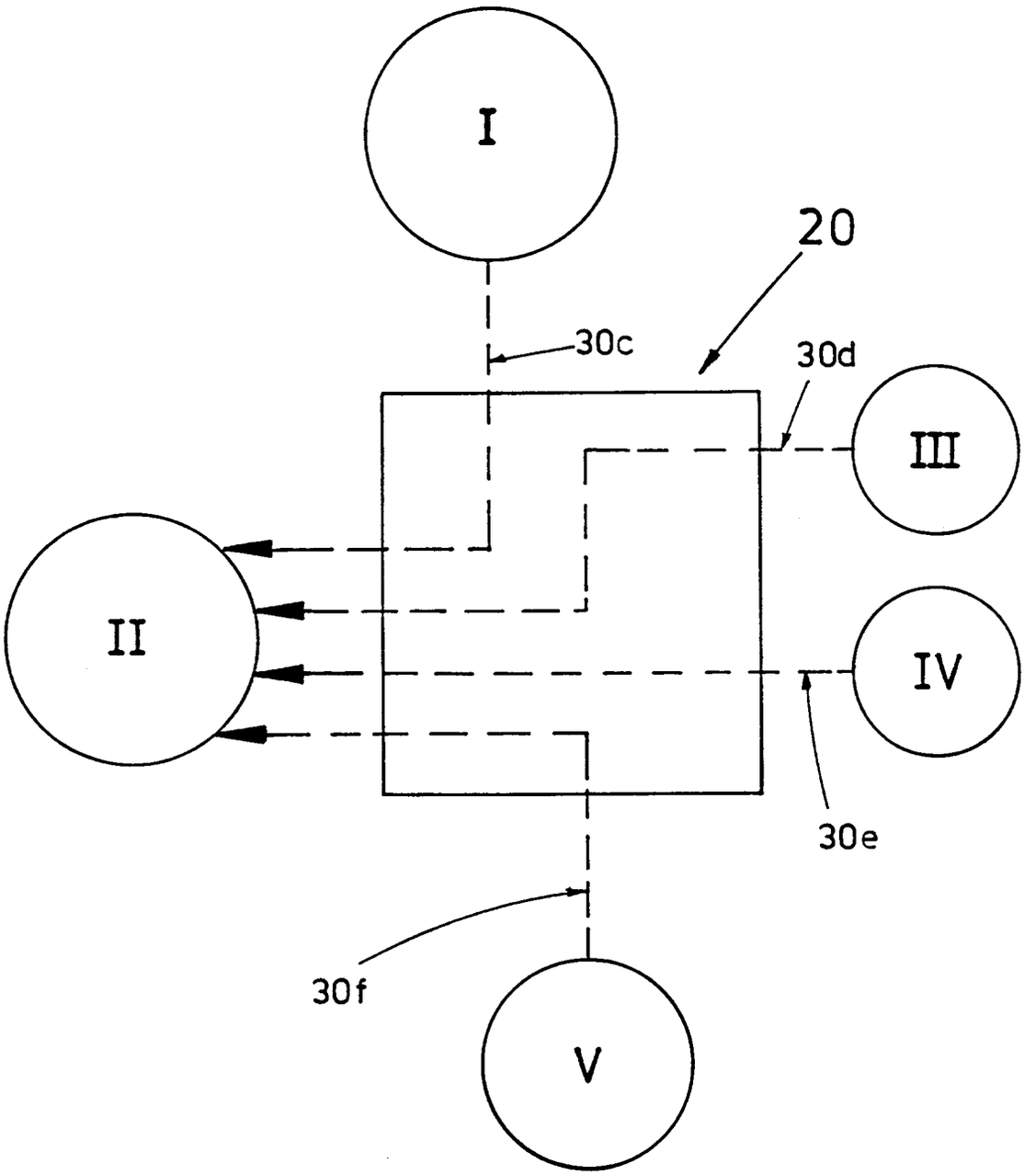


FIG. 8

Europäisches Patentamt

EUROPÄISCHER RECHERCHENBERICHT

Nummer der Anmeldung
EP 94 10 0634

EINSCHLÄGIGE DOKUMENTE

Kategorie	Kennzeichnung des Dokuments mit Angabe, soweit erforderlich, der maßgeblichen Teile	Betrifft Anspruch	KLASSIFIKATION DER ANMELDUNG (Int.Cl.5)
X	FR-A-2 336 331 (UNION SIDERURGIQUE DU NORD ET DE L'EST DE LA FRANCE <USINOR>) * Ansprüche 1-3,5,6; Abbildungen 1-4,6,7 * * Seite 1, Zeile 1 - Zeile 10 * * Seite 2, Zeile 32 - Seite 3, Zeile 16 * * Seite 4, Zeile 28 - Seite 6, Zeile 8 *	1,3,5,6, 8,11,12, 14	B65H23/32 B21B41/00 B65H23/04
Y		2,7,9,10	

X	PATENT ABSTRACTS OF JAPAN vol. 7, no. 250 (M-254)(1395) 8. November 1983 & JP-A-58 135 714 (SUMIMOTO JUKIKAI KOGYO K.K.) 12. August 1983 * Zusammenfassung * * Abbildungen 1-3 *	1,8,14	
A		4,13	

Y	US-A-4 998 682 (S.W. MALONE) * Zusammenfassung; Abbildung 4 *	2	
A		1,8	RECHERCHIERTE SACHGEBIETE (Int.Cl.5)

Y	DATABASE WPI Week 7346, Derwent Publications Ltd., London, GB; AN 73-70590U & JP-A-48 038 069 (HITACHI LTD) 15. November 1973 * Zusammenfassung * * Abbildung 1 *	7,10	B65H B21B
A		1,8	

	-/--		

Der vorliegende Recherchenbericht wurde für alle Patentansprüche erstellt

Recherchenort	Abschlußdatum der Recherche	Prüfer
DEN HAAG	1. Juni 1994	Häusler, F.U.

KATEGORIE DER GENANNTEN DOKUMENTE

X : von besonderer Bedeutung allein betrachtet
Y : von besonderer Bedeutung in Verbindung mit einer anderen Veröffentlichung derselben Kategorie
A : technologischer Hintergrund
O : nichtschriftliche Offenbarung
P : Zwischenliteratur

T : der Erfindung zugrunde liegende Theorien oder Grundsätze
E : älteres Patentdokument, das jedoch erst am oder nach dem Anmeldedatum veröffentlicht worden ist
D : in der Anmeldung angeführtes Dokument
L : aus andern Gründen angeführtes Dokument

& : Mitglied der gleichen Patentfamilie, übereinstimmendes Dokument

Europäisches Patentamt

EUROPÄISCHER RECHERCHENBERICHT

Nummer der Anmeldung
EP 94 10 0634

EINSCHLÄGIGE DOKUMENTE

Kategorie	Kennzeichnung des Dokuments mit Angabe, soweit erforderlich, der maßgeblichen Teile	Betrifft Anspruch	KLASSIFIKATION DER ANMELDUNG (Int.Cl.5)
Y	IRON AND STEEL ENGINEER Bd. 44, Nr. 9 , September 1967 , PITTSBURGH US Seiten 147 - 155 B.A. FEIERTAG 'Intermediate Guiding On Steel Strip Processing Lines' * Abbildung 6 * * Seite 153, linke Spalte, Zeile 1 - Zeile 9 *	9	
A	---	1,8	
A	EP-A-0 342 491 (M.A.N.-ROLAND DRUCKMASCHINEN AKTIENGESELLSCHAFT) ---		
A	DATABASE WPI Week 8711, Derwent Publications Ltd., London, GB; AN 87-075588 & JP-A-62 027 589 (KAWASAKI STEEL KK) * Zusammenfassung * -----		RECHERCHIERTE SACHGEBIETE (Int.Cl.5)

Der vorliegende Recherchenbericht wurde für alle Patentansprüche erstellt

Recherchenort	Abschlußdatum der Recherche	Prüfer
DEN HAAG	1. Juni 1994	Häusler, F.U.

KATEGORIE DER GENANNTEN DOKUMENTE

X : von besonderer Bedeutung allein betrachtet
Y : von besonderer Bedeutung in Verbindung mit einer anderen Veröffentlichung derselben Kategorie
A : technologischer Hintergrund
O : nichtschriftliche Offenbarung
P : Zwischenliteratur

T : der Erfindung zugrunde liegende Theorien oder Grundsätze
E : älteres Patentdokument, das jedoch erst am oder nach dem Anmeldedatum veröffentlicht worden ist
D : in der Anmeldung angeführtes Dokument
L : aus andern Gründen angeführtes Dokument

& : Mitglied der gleichen Patentfamilie, übereinstimmendes Dokument