



(11) **EP 2 403 663 B2**

(12) **NEUE EUROPÄISCHE PATENTSCHRIFT**
Nach dem Einspruchsverfahren

(45) Veröffentlichungstag und Bekanntmachung des
Hinweises auf die Entscheidung über den Einspruch:
10.03.2021 Patentblatt 2021/10

(45) Hinweis auf die Patenterteilung:
30.04.2014 Patentblatt 2014/18

(21) Anmeldenummer: **10706548.4**

(22) Anmeldetag: **02.03.2010**

(51) Int Cl.:
B21B 27/10 ^(2006.01)

(86) Internationale Anmeldenummer:
PCT/EP2010/001274

(87) Internationale Veröffentlichungsnummer:
WO 2010/099924 (10.09.2010 Gazette 2010/36)

(54) **VERFAHREN UND KÜHLVORRICHTUNG ZUM KÜHLEN DER WALZEN EINES WALZGERÜSTES**
METHOD AND COOLING DEVICE FOR COOLING THE ROLLERS OF A ROLL STAND
PROCÉDÉ ET DISPOSITIF DE REFROIDISSEMENT POUR REFROIDIR LES CYLINDRES D'UNE
CAGE DE LAMINOIR

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

(30) Priorität: **03.03.2009 DE 102009011111**
03.03.2009 DE 102009011110
24.03.2009 DE 102009014125
07.08.2009 DE 102009036696
13.11.2009 DE 102009053074

(43) Veröffentlichungstag der Anmeldung:
11.01.2012 Patentblatt 2012/02

(73) Patentinhaber: **SMS group GmbH**
40237 Düsseldorf (DE)

(72) Erfinder:
• **SEIDEL, Jürgen**
57223 Kreuztal (DE)
• **KIPPING, Matthias**
57562 Herdorf (DE)
• **FRANZ, Rolf**
57223 Kreuztal (DE)

(74) Vertreter: **Klüppel, Walter**
Hemmerich & Kollegen
Patentanwälte
Hammerstraße 2
57072 Siegen (DE)

(56) Entgegenhaltungen:
WO-A1-2008/104037 DE-A1- 3 425 129
JP-A- 7 284 820 JP-A- 63 303 609
US-A- 5 212 975

EP 2 403 663 B2

Beschreibung

[0001] Die Erfindung betrifft Verfahren und eine Kühlvorrichtung zum Kühlen der Walzen, insbesondere der Arbeitswalzen eines Walzgerüsts, siehe z.B. JP - A 63303609.

[0002] Beim Walzen von Metallen werden die am Walzprozess beteiligten Walzen, die Arbeitswalzen, erwärmt. Um sie vor Beschädigungen zu schützen und um eine möglichst lange Standzeit zu erlangen, werden die Walzen gekühlt. In den meisten Walzwerken werden heutzutage Kühlsysteme verwendet, die mit Hilfe von Düsen (vorzugsweise Flachstrahldüsen) eine Kühlflüssigkeit auf die Walzenoberfläche sprühen. Eine solche Kühlung wird als Sprühkühlung bezeichnet. Das gewählte Druckniveau liegt je nach Walzanlage zwischen 6 bar und 12 bar und in Ausnahmefällen bei 20 bar. Neben der Aufgabe, die Arbeitswalzen möglichst intensiv zu kühlen, um deren thermische Belastung und geometrische Ausdehnung zu begrenzen, soll die Arbeitswalzenkühlung die Walze von Schmutz, Oxid- und Zunderpartikeln freihalten. Die Kühlwirkung steigt mit höherer Kühlmittelmenge und zunehmendem Kühlmitteldruck. Nachteil des Systems ist, dass dabei eine hohe Energiemenge benötigt wird und bei höherem Druck die Wartung der Pumpen aufwändiger ist.

[0003] Eine andere Möglichkeit zur Kühlung der Arbeitswalzen ist die Niederdruckkühlung. Aus der WO 2008/104037 A1 ist eine Kühlvorrichtung mit hochturbulenter Kühlung im Niederdruckbereich bekannt, bei der mit Hilfe von Düsen bzw. Bohrungen, die auf einem konkav geformten Kühlbalken angeordnet sind, eine Walze gekühlt wird. Durch die Anordnung des Kühlbalkens sowie mit Hilfe von Seitenplatten, die am Kühlbalken stirnseitig angebracht sind, wird ein gleichmäßig ausgebildetes Wasserkissen mit einer turbulenten und ungerichteten Strömung gebildet. Die Kühlvorrichtung arbeitet jedoch nur dann zufriedenstellend und reproduzierbar, wenn der Durchmesserbereich der Walze, der sich durch den Abschleiß ergibt, auf die Krümmung der Kühlvorrichtung abgestimmt ist. Da der heute übliche Abschleißbereich einer Walze ca. 10 % des maximalen Walzendurchmessers beträgt, sind mehrere Kühlvorrichtungen für unterschiedliche Walzendurchmesser notwendig, was eine ausgefeilte Walzenlogistik erforderlich macht. Es ist als Nachteil festzuhalten, dass keine Einstellung der Krümmung der Kühlvorrichtung zum veränderten Walzendurchmesser für jedes Gerüst und nach jedem Arbeitswalzenwechsel möglich ist und sich somit der Abstand der Düsen bzw. Bohrungen zur Walzenoberfläche und damit die Kühlwirkung während des Walzprozesses von Walzenwechsel zu Walzenwechsel verändert.

[0004] Eine Niederdruckkühlung in Form einer Strömungskühlung wird in der DE 36 16 070 C2 beschrieben, wobei in einem definierten relativ engen Spalt zwischen der Arbeitswalzenoberfläche und einer Kühltasche die Kühlflüssigkeit in gerichteter Art und Weise und mit äußerem Druck an der Walzenoberfläche vorbeigeführt

wird. Das Druckniveau ist geringer und hängt von Spaltbreite und Strömungsgeschwindigkeit ab. Höhere Kühlwirkungen werden hier durch höhere Strömungsgeschwindigkeiten erzielt. Infolge des niedrigeren Druckniveaus hat das System keine reinigende Wirkung auf die Walzenoberfläche. Nachteilig an dieser Vorrichtung ist, dass für jede Walze ein eigener Kühlblock nötig ist, da dieser an den Walzeneinbaustücken montiert ist. Für ein konventionelles Warmwalzwerk ist daher eine hohe Anzahl dieser Kühlblöcke erforderlich. Die Anpassung der Spaltbreite an verschiedene Arbeitswalzendurchmesser sowie das Folgen des Kühlblocks der jeweiligen Arbeitswalzenposition hat sich ebenfalls als nachteilig bzw. sehr aufwändig erwiesen, da das Einstellen des Spaltes manuell und außerhalb des Walzgerüsts erfolgen muss.

[0005] Die JP 07-232203 offenbart ein Verfahren und eine Vorrichtung zum Kühlen der Walzen eines Walzgerüsts mit einer Niederdruckkühlung, bei welcher die Walzen mit einer niedrigem Druck stehenden Kühlflüssigkeit beaufschlagt werden, wobei die Walzen zeitgleich zu der Niederdruckkühlung auch einer Hochdruckkühlung unterzogen werden, wobei die Walzen bei der Hochdruckkühlung direkt mit einer unter hohem Druck stehenden Kühlflüssigkeit besprüht werden.

[0006] Ausgehend vom geschilderten Stand der Technik ist es Aufgabe der Erfindung, ein Verfahren und eine Kühlvorrichtung anzugeben, mit dem bzw. der die Walzen eines Walzgerüsts optimal gekühlt werden, um sie vor thermomechanischer Ermüdung und vor Verschleiß zu schützen, wobei energetische Gesichtspunkte wie die Minimierung des benötigten Kühlflüssigkeitsstroms und des Kühlflüssigkeitsdrucks sowie anfallende Konstruktions- und Fertigungskosten zu berücksichtigen sind.

[0007] Die gestellte Aufgabe wird verfahrensmäßig mit den Merkmalen des Anspruchs 1 sowie vorrichtungsmäßig mit den Merkmalen des Anspruchs 11 gelöst.

[0008] Grundsätzlich können alle Walzen eines Walzgerüsts mit der erfindungsgemäßen Kühlvorrichtung gekühlt werden; insbesondere findet die Erfindung jedoch Anwendung bei den Arbeitswalzen.

[0009] Zweckmäßigerweise werden ca. 20 % der gesamten Kühlflüssigkeitsmenge dem Hochdruckkühlsystem und ca. 80 % der gesamten Kühlflüssigkeitsmenge dem die Hauptkühlwirkung erzeugenden Niederdruckkühlsystem zugeführt. Die Kühlflüssigkeit kann einem beispielsweise 7-12 m hohen Hochbehälter entnommen oder von Niederdruckpumpen direkt erzeugt werden. Der erforderliche Druckbereich für die Kühlflüssigkeit der Niederdruckwalzenkühlung ist abhängig von der thermischen Belastung der Walzen und liegt zwischen z. B. 0,5 bis kleiner 5 bar. Als konstruktive Ausführungsform können eine Sprühkühlung, Kühlmittelvorhang, Spaltkühlung bzw. Strömungskühlung, hochturbulente Kühlung (Figur 2) oder eine Kombination der verschiedenen Niederdrucksysteme eingesetzt werden.

[0010] Für die Hochdruckwalzenkühlung, die gleichzeitig die Aufgabe einer Walzenoberflächenreinigung

bzw. Entfernung von Zunder erfüllt, kann wie bei konventionellen Systemen ein einreihiger oder zweireihiger Sprühdüsenbalken eingesetzt werden. Die geringe Kühlflüssigkeitsmenge von ca. 20 % der gesamten Kühlflüssigkeitsmenge reicht für diese Aufgabe aus, wobei ein Druckbereich für die Kühlflüssigkeit zwischen 5 - 50 bar, vorzugsweise 12 bar erforderlich ist. Der eingesetzte Druckbereich für die Kühlflüssigkeit der Hochdruckwalzenkühlung ist abhängig von den Walzparametern Dickenabnahme, spezifische Flächenpressung im Walzspalt, Walzgeschwindigkeit, Bandtemperaturen, Walzenwerkstoff und gewalztem Material.

[0011] Aus Umweltgesichtspunkten ist eine Verminderung der Gesamtenergie, die die Pumpen verbrauchen, bei gleichzeitiger Erfüllung aller Systemaufgaben im Sinne der "Green-Plant-Technology" von Vorteil. Vergleicht man die aufgewendete Pumpenenergie der konventionellen Walzenkühlung mit höherem Druck mit dem vorgeschlagenen kombinierten Niederdruck-Hochdruck-Kühlsystem, so ergeben sich folgende Unterschiede:

Energiebedarf der Pumpe (ohne Berücksichtigung des Pumpenwirkungsgrades) am Beispiel für eine 2m-Warmbandstraße mit 5000 m³/h Gesamt-Walzenkühlmittelstrom (Pumpenleistung = Volumenstrom * Druckerhöhung (Hinweis: 36 ist ein Umrechnungsfaktor)

[0012] Konventionelle Walzenkühlung:

Druckniveau z. B. 12 bar
Pumpenleistung = 5000 m³/h * 12 bar/36
Pumpenleistung = 1667 KW

[0013] Kombinierte Niederdruck-Hochdruck-Kühlung:

Druckniveau z. B. 12 bar
Hochdruckkühlmittelmenge 1000 m³/h und
Druckniveau z. B. 2 bar
Niederdruckkühlmittelmenge 4000 m³/h
Pumpenleistung = 1000 m³/h * 12 bar/36 + 4000 m³/h * 2 bar/36
Pumpenleistung = 333 KW + 222 KW = 555 KW

[0014] Mit der kombinierten Niederdruck-Hochdruck-Kühlung wird eine wesentlich geringere Energiemenge benötigt. Für obiges Beispiel ergibt sich demnach eine Verminderung der Antriebsleistung für die Pumpen von ca. 1,1 MW.

[0015] Bei erhöhtem Schmutz oder Zunderpartikeln sowie bei beispielsweise rauer Walzenoberfläche oder bei einem Brandrissmuster kann das Druckniveau entsprechend erhöht werden. Durch eine Kamera kann die Walzenoberfläche beobachtet werden, um daraus die Druckniveauveränderung abzuleiten. Weiterhin kann zur Beeinflussung der Oxidschichtdicke auf der Walze das Druckniveau in Stufen (durch beispielsweise Zu- oder Wegschalten von Pumpen) oder stufenlos individuell an-

gepasst werden.

[0016] Die kombinierte Niederdruck-Hochdruck-Kühlung wird beispielsweise für die vorderen Gerüste einer Warmbandstraße vorgesehen. In den hinteren Gerüsten kann dann auch eine reine Niederdruckkühlung zum Einsatz kommen.

[0017] Der Hochdruck-Kühlbalken wirkt über nahezu der gesamten Ballenlänge oder im Breitenrichtung beweglich und mit einer örtlichen Kühlwirkung ausgeführt sein. Werden in einem Einsatzfall nur eine einfache Niederdruckschalenkühlung verwendet, so ist eine Kombination mit der Kühlung entsprechend der japanischen Patentanmeldung JP 07290120 denkbar und vorgesehen. Hier werden mit Hilfe eines Motors zwei Spritzdüsenbalkenabschnitte axial bzw. in Breitenrichtung bewegt und die Arbeitswalze lokal unterschiedlich gekühlt. Statt eines Elektro- oder Hydromotors mit Gewindestange oder entsprechend zwei Motoren für separate Verstellung auf linker und rechter Seite sind bevorzugt alternativ auch eine hydraulisch bewegte ein- oder mehrgliedrige Gelenkschwinge mit darauf befestigten Spritzbalken oder drehbare Düseneinheiten ausführbar, um die Kühlmittelstrahlen auf die gewünschten Bereiche der Arbeitswalze (innerhalb oder neben dem Bandbereich) zu lenken, um das Bandprofil und die Planheit positiv zu beeinflussen.

[0018] Analog zu der Ausführungsform mit den in Breitenrichtung verfahrbaren Spritzbalkenabschnitten, können beispielsweise für ein Segment der Niederdruck-Schalenkühlung kurze Segmentschalenteile mit einer Breite von beispielsweise 150 mm axial in Breitenrichtung verstellbar und nur lokal (z. B. symmetrisch an zwei Stellen der Arbeitswalze) wirkend ausgeführt sein.

[0019] Die erfindungsgemäß verwendete Niederdruck-Arbeitswalzenkühlung hat die Aufgabe, optimal und effizient zu kühlen, wobei trotz niedrigem Kühlflüssigkeitsdruck die Kühlwirkung (Wärmeübergang von der Walze zur Kühlflüssigkeit) hoch sein soll. Dies bewirkt eine niedrigere Walzentemperatur oder kann zur Verminderung der Kühlflüssigkeitsmenge genutzt werden. Als effiziente Niederdruckwalzenkühlung wird vorzugsweise eine Strömungskühlung eingesetzt, bei der die Kühlflüssigkeit in einem relativ engen Spalt zwischen der Arbeitswalze und einer bogenförmig ausgebildeten Kühltasche an der Walzenoberfläche vorbei geleitet wird.

[0020] Erfindungsgemäß besteht die Kühlvorrichtung im Wesentlichen aus gelenkig miteinander verbundenen beweglichen Kühltaschensegmenten. Vorzugsweise kommen drei, in der Regel aber zwei Kühltaschensegmente zum Einsatz. In Sonderfällen kann aber auch nur ein Kühltaschensegment verwendet werden. Die einzelnen Kühltaschensegmente besitzen vorzugsweise seitlich bzw. an deren Enden Gelenke oder Gelenkhälften. Auf dem mittleren Kühltaschensegment ist mindestens ein Drehpunkt vorhanden, der mindestens einen, vorzugsweise zwei Zylinder (Hydraulik- oder Pneumatikzylinder) aufnimmt. Die Zylinder haben ihren zweiten Haltepunkt an den anderen Gliedern der benachbarten Kühl-

schalensegmente. Die Zylinder können in Kühlbalkenmitte oder beidseitig an den Kanten angeordnet sein. Statt der Schalenverstellung mit Zylindern ist eine Verstellung mit zum Beispiel Hydraulikmotoren oder Elektromotoren denkbar. Auf dem mittleren Kühlschalensegment befindet sich die Konsole bzw. der Kühlbalkenträger mit Befestigungsbohrungen. Über den Kühlbalkenträger ist es möglich, das mittlere Kühlschalensegment und somit alle Bauteile, die mit diesem verbunden sind, zu bewegen, wobei eine horizontale, vertikale und drehende Bewegung möglich ist. Die Positionsverstellung wird mit einem mehrgliedrigen Gelenkgetriebe durchgeführt, welches pneumatisch, hydraulisch oder elektromechanisch betätigt wird. Auch ist eine vorteilhafte Anstellung des mittleren Kühlbalkenträgers in horizontaler Richtung über beispielsweise eine Längsoder Langlochführung und Pneumatik- oder Hydraulikzylinder möglich.

[0021] Die Zylinder besitzen Wegmesssysteme und Druckmessgeber. Die Position der Zylinder und damit die Spalteinstellung bzw. Abstandsbestimmung zwischen Kühlschalensegment und Walze sowie die Überwachung der eingestellten Positionen lässt sich auf folgende unterschiedliche Weise ermitteln und durchführen, wobei auch eine Kombination der angeführten Methoden möglich ist:

Kalibrieren der Kühlschalen

Zum Einstellen der Positionen der Kühlschalensegmente werden die Kühlbalkenträgeranstellung und die Kühlschalensegmente mit den zugeordneten Zylindern und Gelenkgetrieben mit definiertem Druck gegen die Walze angedrückt. In dieser Position werden die Weggeber auf Null gesetzt. Ausgehend hiervon und mit Kenntnis der geometrischen Zusammenhänge kann danach ein definierter Spalt zwischen Kühlschalensegment und Walze eingestellt werden. Der Kalibrierprozess des Kühlsystems kann während der Gerüstkalibrierprozedur durchgeführt werden.

Berechnen der Positionen

Da die geometrischen Zusammenhänge (Walzendurchmesser, Walzenpositionen in vertikaler Richtung, Zylinderpositionen, Abstände der Gelenke und Drehpunkte, Position des mehrgliedrigen Gelenkgetriebes etc.) bekannt sind, kann in guter Näherung die Schalenposition bzw. mittlere Spaltbreite errechnet werden. Jede relative Änderung der Walzenposition (bei z. B. Banddickenänderung) während des Walzprozesses ist so umrechenbar.

Einsatz von Sensoren

Durch Einsatz von Abstandssensoren kann der Spalt direkt gemessen und die Zylinder und Gelenkgetriebe entsprechend mit einem Regelsystem eingestellt werden.

[0022] Gegenüber einer Kühlvorrichtung nach dem Stand der Technik passt sich die erfindungsgemäße Kühlvorrichtung durch die vorhandenen Gelenkmechanismen dem jeweiligen Walzendurchmesser und den Walzenpositionen an, da die Anstellsysteme der Kühlbalken mit der Dickenregelung verbunden sind und der vertikalen Bewegung der Arbeitswalzen, beispielsweise bei einer Dickenumstellung, folgen. Beim Auffahren der Gerüste (beispielsweise bei einem Not-Auf) werden die Kühlschalen automatisch etwas zurück geschwenkt.

[0023] Die Kühlvorrichtung bildet in einer konstruktiven Ausführungsform mit Hilfe einer Abdichtfunktion einen Raum, aus dem nur wenig Kühlflüssigkeit in die Umgebung gelangt. Die Abdichtung erfolgt durch Anlage der Schale oben und unten an die Arbeitswalze, die mit einem vorbestimmten Druck angedrückt werden kann und/oder durch Aufbringen eines Staudrucks am Rande der Kühlschalen. Durch diese Anordnung wird es möglich, einen fast geschlossenen Kühlkreislauf auszubilden.

[0024] Durch eine Positionierung der Schalen kurz vor der Walze wird ein Spalt gebildet, durch den das Kühlmittel strömt. Die Spaltbreiten zwischen Kühlschale und Arbeitswalze werden während des Betriebs gezielt und reproduzierbar unabhängig vom Walzendurchmesser zwischen 2 und 40 mm, beispielsweise auf 5 mm, eingestellt. Der Spalt zwischen Arbeitswalze und Kühlschale kann -tangential gesehen- ca. gleich sein oder die Schale wird zum Auslauf hin verengend angestellt.

[0025] Bei der Verwendung der erfindungsgemäß vorgesehenen Strömungskühlung sind zwei sich unterscheidende Kühlvarianten möglich, die abschnittsweise Strömungskühlung und die zusammenhängende Strömungskühlung.

[0026] Die abschnittsweise Strömungskühlung ist in Abschnitte unterteilt. Die Kühlflüssigkeit strömt aus einem beispielsweise trichterförmigen Rechteckschlitz in die einzelnen Bereiche der Kühlschale gegen die Walze und wird nach beiden Seiten (nach oben bzw. unten) oder auch nur vornehmlich nach einer Seite umgelenkt, wobei die Kühlschale eine Strömung entlang der Walze erzwingt. Durch die Strömungsumlenkung und durch Strömung mit höherer Relativgeschwindigkeit entlang der Walze nimmt die Kühlflüssigkeit die Wärme der Walze effizient auf. Die erwärmte Kühlflüssigkeit strömt danach nach hinten zurück und macht so Platz für neue kalte Kühlflüssigkeit. Die Kühlbalken sind dabei so ausgeführt, dass die nach hinten (von der Walze weg) fließende Kühlflüssigkeit vornehmlich mit Gefälle gut abfließen kann. Durch Umlenkleche wird das zurückfließende Kühlmittel auf der Oberseite zusätzlich zur Seite gelenkt, um den Pooleffekt über dem Abstreifer zu reduzieren. Die einzelnen Kühlbereiche sind durch eine gegenseitige Abschirmung voneinander getrennt, so dass sich die Kühlflüssigkeiten der benachbarten Kühlbalken kaum gegenseitig stören.

[0027] Bei einer zusammenhängenden Strömungskühlung wird die Kühlflüssigkeit über einen größeren zu-

sammenhängenden Winkelbereich der Walze geführt. Eine geringe anpassbare Spaltbreite und eine hohe Strömungsgeschwindigkeit sind gefordert, um einen guten Wärmeübergang zu erzeugen. Spaltbreite und Kühlflüssigkeitsmenge müssen deshalb aufeinander abgestimmt sein. Die zusammenhängende Strömungskühlung kann im Gegenstromprinzip oder Gleichstromprinzip betrieben werden. Durch den langen Weg zwischen Ein- und Austrittsseite ist eine seitliche Abdichtung der Kühltische erforderlich. Alternativ zum Gegen- oder Gleichstromprinzip ist auch eine Betriebsweise durchführbar, bei der an der oberen und unteren Kühlbalkenrohrleitung die Kühlflüssigkeit zugeführt wird. Der Ablauf erfolgt dann gezielt zu den Seiten. Bei diesem Prinzip nimmt zunächst die tangential zur Walze strömende Kühlflüssigkeit die Wärme auf und wird anschließend zur Seite umgelenkt. Die warme Kühlflüssigkeit erwärmt so die Walzenbereiche neben dem Bandlaufbereich und führt dort zur gewünschten positiven Beeinflussung der thermischen Crowns. Besonders effektiv ist dieses System, wenn eine Zonenkühlung durchgeführt wird, bei der die Bereiche neben dem Band nicht direkt gekühlt werden.

[0028] Bei der Zonenkühlung sind in Walzenlänge im Kühlmittelzuführkanal des Kühlbalkens nur bestimmte Bereiche für den Durchfluss freigegeben oder schmale Kühltische mit unterschiedlich eingestellten Spaltweiten beabstandet nebeneinander angeordnet. Bedingt durch die unterschiedlichen Spaltweiten ergeben sich für die schmalen Kühltische ein entsprechender unterschiedlicher spezifischer Kühlflüssigkeitsdurchfluss und damit je Kühltische eine unterschiedliche Kühlung der Arbeitswalze. Zur Abtrennung der unterschiedlichen Kühlflüssigkeitsdurchflüsse wird je nach Konstruktion zwischen den schmalen Kühltischen eine Sperrkühlflüssigkeit oder eine Spaltdichtung eingebracht.

[0029] Zur optimalen Steuerung der Kühleinrichtung wird ein Rechenmodell (Prozessmodell bzw. Level 1-Modell) verwendet, das folgende Aufgaben erfüllt:

- Einstellung der Kühlmittelmenge und Druckniveau für den Niederdruck und ggf. für den Hochdruckteil abhängig von Banddickenabnahme, spezifische Flächenpressung im Walzspalt, Walzgeschwindigkeit, Bandtemperaturen, Walzenwerkstoff und gewalztes Material sowie der gemessenen und/oder der berechneten Walzentemperaturen und/oder beobachteten Walzenoberfläche und ebenfalls abhängig von der eingestellten Kühlmittel-Beaufschlagungsbreite,
- Einstellung der Kühlmittelmenge über der Bandbreite durch Verstellung der Austrittsöffnungen des Zuführkanals (parabolisch, Kurve höherer Ordnung oder zonenweise) oder/und Verstellung der Spaltbreite zwischen Kühltische und Arbeitswalze in Abhängigkeit der Bandbreite und/oder Einstellung der Position der in Breitenrichtung verstellbaren Spritzdüsenbalkenabschnitte und/oder gemessenem Pro-

fil- und Planheitszustand über der Bandbreite,

- Austausch von Signalen mit der Dickenregelung (Gerüstanstellung),
- Beschreibung der geometrischen Zusammenhänge der beweglichen Teile der Kühleinrichtung sowie Berücksichtigung der Anstellposition, Passlineposition und Arbeitswalzendurchmesser zwecks optimaler Positionsermittlung bzw. Berechnung der Positionsänderungen,
- Festlegung der Anschwenkposition von Kühlbalkenträger sowie Kühltischenanstellposition mit Hilfe der Zylinder unter ggf. Verwendung der Druck- und Weggebersignalen,
- Steuerung der Kalibrierprozedur für die Kühltischpositionen.

[0030] Weitere vorteilhafte Ausgestaltungen der Erfindung sind Gegenstand der abhängigen Ansprüche.

[0031] Weitere Einzelheiten der Erfindung werden nachfolgend an in schematischen Zeichnungsfiguren dargestellten Ausführungsbeispielen näher erläutert.

[0032] Es zeigen:

Fig. 1 eine Sprühkühlung nach dem Stand der Technik,

Fig. 2 eine hochturbulente Strömungskühlvorrichtung nach dem Stand der Technik,

Fig. 3 eine erfindungsgemäße Kühlvorrichtung mit mehreren Kühltischensegmenten, die gelenkig miteinander verbunden sind,

Fig. 4 die Kühlvorrichtung der Fig. 3 mit alternativer Kühlflüssigkeitsströmung,

Fig. 5 eine erfindungsgemäße Kühlvorrichtung mit radial geteilter Kühltische

Fig. 6 die Kühlvorrichtung der Fig. 5 mit austauschbarer Kühltische bzw. Kühlplatte,

Fig. 7 eine Kühlvorrichtung mit durch Federn angespreste Kühltischensegmente,

Fig. 8 eine Kühlvorrichtung mit Walzspaltkühlung / Walzspaltschmierung und kombinierter Niederdruck-Hochdruckwalzenkühlung,

Fig. 9 eine Kühlvorrichtung mit in den Kühltischen eingebrachte Löcher,

Fig. 10a-f Düsen- und Schalenbildungen,

Fig. 11a-c eine Spaltbreitenverstellung,

Fig. 12 eine Spaltbreitenverstellung,

Fig. 13 eine Zonenkühlung,

Fig. 14 eine Spaltabdichtung,

Fig. 15a, b eine örtlich wirkende axial verstellbare Walzenkühlung,

Fig. 16 Biegefedern als gelenkige / elastische Verbindung zwischen benachbarten Kühltalensegmenten.

[0033] In der Figur 1 ist eine Sprühkühlung nach dem Stand der Technik dargestellt, bei der eine Kühlflüssigkeit 7 mittels Düsen 27 auf die Walzenoberfläche der Arbeitswalzen 1, 2 gesprüht wird. Durch den relativ großen Abstand zwischen Düse und Walze wird ein höherer Kühlmittel-Druckbereich (z. B. 6 ... 15 bar) gewählt. Ein- und auslaufseitig angeordnete Abstreifer 17 sorgen dafür, dass möglichst wenig Kühlflüssigkeit mit dem Walzgut 4 in Kontakt geraten kann.

[0034] Die Figur 2 zeigt eine andere bekannte Möglichkeit zur Kühlung der Arbeitswalzen 1, 2. Es handelt sich hierbei um eine hochturbulente Kühlung im Niederdruckbereich. Mit Hilfe von einlaufseitig angeordneten Düsen 27 und durch die auslaufseitig in der konkav gebogenen zusammenhängenden Kühltalensegmente 11 eingebrachten Bohrungen wird Wasser auf die Walzenoberfläche der Arbeitswalzen 1, 2 gesprüht und ein Wasserkissen mit einer turbulenten und ungerichteten Strömung vor der Arbeitswalze gebildet. Der Austausch des Wassers geschieht bei dieser Konstruktion relativ langsam, was die Kühleffizienz negativ beeinflusst.

[0035] Eine zusammenhängende Strömungskühlung nach der Erfindung mit einer zusammenhängenden Kühltalensegmente 11 ist in der Figur 3 dargestellt. Die erfindungsgemäße Kühlvorrichtung 10 besteht hier im Wesentlichen aus gelenkig miteinander verbundenen Kühltalensegmenten 13, die die Arbeitswalze 1, 2 mit Abstand unter Ausbildung eines Spaltes 30 in einem größeren Winkelbereich umschließen.

[0036] Durch die beanspruchte gelenkige Verbindung zwischen den einzelnen Kühlsegmenten einer Kühltalensegmente ist vorteilhafterweise eine optimale Anpassung der Kühltalensegmente an die individuellen Durchmesser der Walzen und damit eine energetisch günstigere Kühlung der Walzen möglich. Die Gelenkachse der gelenkigen Verbindung liegt vorzugsweise parallel zur Längsachse der Walze.

[0037] Über ein Zuführrohr 25 und der Eintrittsöffnung 29 strömt die Kühlflüssigkeit 7 im Gegenstrom zur Walzendrehrichtung 5 in den Spalt 30, um dann durch die Austrittsöffnung 24 und das Abführrohr 26 wieder auszufließen. Wird das Abführrohr 26 oder die Austrittsöffnung 24 in einem Sonderfall verschlossen oder nicht aus-

geführt, kann gezielt ein Kühlmittelablauf quer zur Walze erzeugt werden. Seitliche Abdichtungen sind dann hier nur teilweise vorhanden. Die den Spalt 30 bildenden Segmentlängen der Kühltalensegmente 13 sollten annähernd gleich groß sein, so dass bei sich änderndem Durchmesser der Arbeitswalze 1 die Kühltalensegmente 13 der Krümmungsänderung der Walzenmantelfläche 6 optimal folgen können. Die einzelnen Kühltalensegmente 13 besitzen an ihren Enden Gelenke oder Gelenkhälften, die miteinander verbunden eine entsprechende Anzahl Gelenkdrehpunkte 22 bilden sowie Drehpunkte 21, die durch Zylinder 20, beispielsweise Hydraulik- oder Pneumatikzylinder, miteinander verbunden sind. Auf dem mittleren Kühltalensegment 13 befindet sich der Kühlbalkenträger 16 mit einem Anlenkpunkt 23, durch den es möglich ist, das Kühltalensegmente 13 und alle Bauteile, die mit diesem verbunden sind, in die dargestellten (horizontal, vertikal und drehend) Verstellrichtungen 45 des Kühlbalkenträgers mit einem hier nicht dargestellten mehrgliedrigen Gelenkgetriebe zu bewegen. Eine unterhalb der Kühltalensegmente 11 angeordnete Abstreifvorrichtung 17 sorgt dafür, dass möglichst wenig Kühlflüssigkeit 7 auf das Walzgut 4 gelangt.

[0038] Über Sensoren 37 zur Abstandsmessung, Druckmesser 36 in den Zylinderanschlussleitungen sowie an bzw. in den Zylindern 20 angeordnete Wegmesser 39 kann eine Positionierung der gesamten Kühltalensegmente 11 durchgeführt werden. Mit Temperatursensoren 38 (in Walzenmitte oder über der Breite) wird kontinuierlich die Walzentemperatur gemessen, um zur Erhaltung der gewünschten Kühlwirkung die Größe des Spaltes 30 entsprechend zu regeln.

[0039] Die nachfolgend beschriebenen Kühlvorrichtungen sind in ähnlicher Weise konstruktiv aufgebaut, weshalb die die Konstruktion betreffenden gleichwertigen Einzelheiten nicht mehr beschrieben werden, sondern fallweise nur die bereits vorstehend angeführten Bezugszeichen eingezeichnet sind.

[0040] Eine alternative Strömungsführung der Kühlflüssigkeit 7 innerhalb des von den Kühltalensegmenten 13 der Kühltalensegmente 11 und der Walzenmantelfläche 6 gebildeten Spaltes 30 gegenüber der in der Figur 3 beschriebenen Strömung ist in der Kühlvorrichtung 10 der Figur 4 dargestellt. Die Zuführrohre 25 für die mit Niederdruck ND zu verwendende Kühlflüssigkeit 7 sind hier jeweils am oberen und am unteren Kühltalensegment 13 angeordnet, so dass hier die Kühlflüssigkeitsteilmengen im Gegenstrom und im Gleichstrom, bezogen auf die Walzendrehrichtung 5, durch den Spalt 30 geführt werden. Die Strömungsrichtungen sind durch Pfeile 43 gekennzeichnet. Zur Abdichtung des Spaltes 30 sind die oberen und unteren Ränder der Kühltalensegmente 11 mit einer Anlagefläche 46, beispielsweise einer Hartgewebeplatte, ausgebildet, die dichtend gegen die Walzenmantelfläche 6 geführt ist. Da somit nur ein seitlicher Ablauf der Kühlflüssigkeit 7 aus dem Spalt 30 möglich ist (Abführrohre sind nicht vorhanden), ist der Spalt 30 gegenüber der Spaltweite der Fig. 3 vergrößert. Die Verstellung der

einzelnen Kühltaschen erfolgt wie bei Figur 3 mittels Zylinder 20. Statt Zylinder können auch vereinfacht dort Schraubenfedern eingesetzt werden. Zusätzlich zu der auf der Auslaufseite durchgeführten Kühlung mit der dort angeordneten Kühltasche 11 wird jede Arbeitswalze 1, 2 auch auf der Einlaufseite gekühlt. Da hier die erzielbare Kühlung nicht im Vordergrund steht, reicht hier z. B. Sprühkühlung mit Niederdruck ND mittels Düsen 27.

[0041] Eine Kühlvorrichtung 10 mit einer abschnittswise Niederdruck-Strömungskühlung zeigt die Figur 5. Im Gegensatz zu den Figuren 3 und 4, bei denen die Kühltaschen 11 zwar aus Kühltaschensegmenten 13 zusammengesetzt, aber zusammenhängend eine einheitliche in sich bewegliche Kühltasche 11 bilden, sind die Kühltaschensegmente 13 der nun radial geteilten Kühltasche 12 auch örtlich voneinander getrennt und bilden getrennte Strömungskühlbereiche s1, s2, s3. Aus Niederdruck (ND)-Zuführrohren 25 strömt hier die Kühlflüssigkeit über einen trichterförmigen Ausgabeschlitz 44 im mittleren Bereich eines Kühltaschensegmentes 13 aus einer Austrittsöffnung 24 gegen die Arbeitswalze 1, 2 und wird nach beiden Seiten nach oben und unten umgelenkt. Um die quer (in Breitenrichtung) fließende Wassermenge zu begrenzen, können mechanische Seitenabdichtungen angeordnet sein. Jedes Kühltaschensegment 13 erzwingt eine Strömung entsprechend der eingezeichneten Pfeile 43 entlang der Walzenmantelfläche 6 und dann nach hinten zurück. Die Kühltaschensegmente 13 sind dabei so ausgeführt, dass die nach hinten (von der Walze weg) fließende Kühlflüssigkeit mit Gefälle gut abfließen kann. Durch (nicht dargestellte) Umlenkbleche wird die zurück fließende Kühlflüssigkeit auf der Oberseite zusätzlich zur Seite gelenkt, um den Pooleffekt über dem Abstreifer 17 zu reduzieren. Die Austrittsöffnungen 24 der Kühltaschensegmente 13 können mit einem austauschbaren Mundstück (z. B. Rechteckdüse) versehen werden, so dass bei Bedarf der Querschnitt und die Form leicht geänderten Bedingungen anzupassen ist. Zwischen den Abstreifern 17 und den Kühltaschen 12 sind bei diesem Ausführungsbeispiel Hochdruck(HD)-Düsen angeordnet, mittels derer die erfindungsgemäß kombinierte Niederdruck-Hochdruck-Kühlung realisiert wird. Der Hochdruckspritzbalken kann wie dargestellt separat am Kühlbalkenträger 16 angeordnet oder an einem Kühltaschensegment befestigt sein, so dass er mit diesem verstellbar ist.

[0042] In der Figur 6 ist angedeutet, dass auf den Kühlbalken der Kühlvorrichtung 10 eine komplett austauschbare Kühltaschenplatte 47 befestigt ist. Da auch hier die Mundstücke der Düsenöffnungen der Austrittsöffnungen 24 ausgetauscht werden können, ist also die Wechselmöglichkeit der gesamten Kühltasche mit Mundstück oder auch separat möglich. Die Kühltaschen eines Strömungskühlbereiches können auch zweigeteilt sein, so dass durch relatives Verschieben und anschließendes Fixieren der beiden Hälften die Austrittsöffnung 24 leicht einstellbar ist. Weiterhin können leicht unterschiedliche Schalendicken bzw. Spaltbreiten pro Kühlbalken einge-

stellt und die Kühlflüssigkeitsmenge, die nach oben und unten fließen, beeinflusst werden.

[0043] Statt wie bei den bisherigen Ausführungsbeispielen der Figuren 3 bis 6 Zylinder zur Anstellung der Einzeltaschen einzusetzen, ist in der Kühlvorrichtung 10 der Figur 7 eine alternative Lösung offenbart und dargestellt. Hier wird der Kühlbalkenträger 16 mit dem mittleren Kühltaschensegment 13 vor die Walze positioniert. Die beiden anderen Kühltaschensegmente 13 legen sich mit Hilfe eines in einem kleinen definierten Bereich drehbaren geraden oder gekrümmten Querbalkens 48 mit entsprechendem Federanpressdruck der Feder 8 an die Arbeitswalzen 1, 2 an. Alternativ können auch im Bereich der Zylinder (siehe Figuren 3 - 6) Schraubenfedern 8 mit entsprechenden Halterungen an den Enden angebracht sein. Der Spalt 30 wird dabei durch Abstandsplatten 49 zwischen der Kühltasche 13 und der Arbeitswalze 1, 2 bestimmt. Als Material für die Abstandsplatten eignet sich z. B. Hartgewebe, Aluminium, Gusseisen, selbst schmierende Metalle oder Kunststoff. Die Abstandsplatten 49 sind nur im Kühlbalkenkantenbereich angeordnet, um die Kühlmittelströmung in der Mitte nicht zu stören. Optional sind auch über die Kühlbalkenlänge durchgehende Abstandsplatten 49 denkbar. Diese können als Abstandseinstellung oder zur Beeinflussung der Strömungsrichtung des Kühlmittels dienen. Diese Abstandsplatten können auch auf dem mittleren Kühltaschensegment 13 (nicht dargestellt) angebracht sein. Durch einen erzeugten Kühlmittelstrom zur Seite hin werden die Randbereiche der Arbeitswalze (neben dem Band) durch das erwärmte Kühlmittel gezielt aus der Mitte erwärmt.

[0044] Sind die Arbeitswalzen-Durchmesserbereiche, bei denen die Kühlung betrieben wird, klein oder pro Gerüst im gleichen Bereich, so ist als Sonderfall ein starres Kühlsystem, d. h. mit unbeweglichen Kühltaschen (ohne Zylinder zwischen den Taschen und ohne Federn 8) vorgesehen. Auch ist dann in vorteilhafter Weise ein Einsatz von starren Abstandsstangen statt beweglicher Zylinder 20 möglich. Die Spalte zwischen der Walze und der Kühltasche variieren dann etwas, jedoch ist das System mit der abschnittswise Strömungskühlung noch wirksam und das System einfacher in der Herstellung. Es muss lediglich der Kühlbalkenträger abhängig vom Arbeitswalzendurchmesser und der Arbeitswalzenposition vor die Walze positioniert werden, so dass die Spalte optimal, also die Austrittsöffnungen relativ dicht vor der Walze angeordnet sind. Die Konstruktion kann so für mehrere Gerüste gleich ausgeführt werden und die Anpassung an die verschiedenen Gerüst-Durchmesserbereiche einer Walzstraße erfolgt lediglich über die in der Länge verstellbaren Stangen.

[0045] In der Kühlvorrichtung 10 der Figur 8 ist zusätzlich zu der bisher beschriebenen kombinierten Niederdruck-Hochdruck-Kühlung auch eine Niederdruck-Strömungskühlung mit integrierter Walzspaltschmierung 19 und Walzspaltkühlung 18 auf der Einlaufseite angeordnet. Gleichzeitig wird in der Fig. 8 offenbart, wie verschiedene Hoch- und Niederdruck-Systeme miteinander kom-

binierbar sind. Die Strömung der Kühlflüssigkeit 7 kann sich unter einer Kühlschale teilen oder, wie hier beispielhaft einlaufseitig und auslaufseitig dargestellt ist, eine größere Kühlmittelmenge bevorzugt in eine Richtung gelenkt werden. Zwecks Vergrößerung des Wärmeübergangs ist eine Strömung gegen die Drehrichtung vorteilhaft.

[0046] Der Bereich, in dem die Walzspaltschmierung 19 angeordnet ist, wird durch die erzeugte Strömungsrichtung der Arbeitswalzenkühlung und/oder durch mit einer elastischen Kunststoffoberfläche versehene Kühlschalen 50 oder Kühlschalen 51 mit elastischer Kunststoff- oder Hartgewebeplatten weitgehend trocken gehalten, wozu vom Kühlbalkenträger-Mechanismus ein leichter Anpressdruck über die Platten auf die Walze erzeugt wird. Die Platten selbst sind über der Breite durchgehend ausgeführt und haben durch ihre konstruktive Gestaltung (nicht dargestellt) eine elastische Wirkung. Der Bereich der Walzenoberfläche (in Drehrichtung gesehen) vor der Applizierung des Walzspaltschmiermittels ist optional mit einer (nicht dargestellten) Druckluft-Bedüsung ausgeführt, um die Walzenoberfläche definiert trocken zu blasen.

[0047] Statt des Einsatzes von beispielsweise drei Kühlbalken mit rechteckförmiger Düse ist es entsprechend der Kühlvorrichtung 10 der Figur 9 auch möglich, die drei Kühlbalken mit austauschbaren Kühlschalen 47 auszuführen, in die viele versetzt angeordnete Löcher 52 gebohrt sind, aus denen einzelne Kühlmittelstrahlen aus kurzer Entfernung gegen die Walzen 1, 2 spritzen. Auch so kann eine abschnittsweise Strömungskühlung aufgebaut werden. Die Löcher sind dabei so in Breitenrichtung versetzt angeordnet, dass eine möglichst gleichmäßige Kühlwirkung über der Breite entsteht. Die Querschnittsgröße und Abstände der Löcher 52 können über der Ballenbreite unterschiedlich ausgeführt sein, damit auch mit diesem System ein Kühlmittelcrown erzeugbar ist. Die Löcher 52 können dabei senkrecht gegen die Walzen 1, 2 ausgerichtet sein oder auch ein schräges Spritzen der Kühlflüssigkeit gegen die Walzen 1, 2 ermöglichen.

[0048] In einer nicht dargestellten speziellen Variante ist vorgesehen, die Kühlschalen so zu gestalten, dass die Kühlmittelaustrittsöffnung durch einen Rechteckschlitz 24 bzw. 44 kombiniert mit Löchern 52 in der Platte gleichzeitig ausgeführt sind, um Turbulenzen im Fließspalt zu erhöhen.

[0049] Weitere Details zur Düsen- und Schalengestaltung sind den Figuren 10a bis 10f zu entnehmen, wobei die Anordnung der Düse in Schalenmitte oder alternativ in symmetrischer Anordnung mit einseitig beispielsweise oben verkürzt ausgeführter Schale erfolgt. Durch Änderung des Anstellungswinkels der Düse oder unterschiedlicher Kühlschalendicken oben/unten (nicht dargestellt) lässt sich die Verteilung des Kühlflüssigkeitsstroms nach oben und unten ebenfalls beeinflussen. Auch sind verschiedene Düsenformen (Strahl fokussierend oder "zerstäubend") angedeutet. Die Kühlschale kann zusätzlich

auf der den Walzen zugewandten Seite glatt oder mit Rillen bzw. Stegen 9 versehen sein, um den Kühleffekt durch verursachende Turbulenzen positiv zu beeinflussen. Im Einzelnen sind dargestellt:

5

Fig. 10a eine symmetrische Anordnung des unteren Teils des Kühlbalkens 54 auf der Kühlschale 11, 12 mit austauschbarer Düse 27,

10

Fig. 10b Kühlflüssigkeitsaustritt aus der Düse 27 mit Winkel α schräg zur Walze,

15

Fig. 10c Düse 27 mit alternativer Querschnittsform sowie mögliche Ausführungsformen der Stege bzw. Rillen 9,

Fig. 10d asymmetrisch zur Düse 27 verkürzte bzw. verlängerte Kühlschale 11, 12.

20

[0050] Die trichterförmige in Strömungsrichtung geformte Austrittsöffnung kann bei Bedarf mit Leitblechen ausgeführt sein, um das Kühlmittel gezielt nach innen, außen oder geradeaus zu lenken, so dass letztlich ein geschlossener und gleichmäßiger Kühlflüssigkeitsstrahl über der Kühlbalkenlänge austritt. Auch eine trichterförmige Ausbildung des Kühlflüssigkeitszuführkanals an den Kühlbalken-Breitseiten ist möglich, um die unter der Schale quer zur Seite (Balkenkanten) fließende Kühlflüssigkeitsmenge zu reduzieren.

25

30

[0051] Weiterhin ist es möglich, die Kühlschale abschnittsweise über der Kühlbalkenlänge mit einer Spaltbreitenverstellung im Kühlflüssigkeitszuführkanal auszubilden und somit die Kühlmittelverteilung sowie die Kühlwirkung über die Walzenlänge zu beeinflussen. Um vereinfacht eine parabolische Veränderung der Spaltbreite der Austrittsöffnung über der Breite durchführen zu können, sind entsprechend dem Beispiel der Figuren 10e (Seitenansicht) und 10f (Draufsicht) mit einem Verstellmechanismus (nicht dargestellt) verbiegbare Federbleche 53 innerhalb des trichterförmigen Zuführkanals 55 angeordnet. In der Normalposition liegen hier die Federbleche an den Seitenflächen der Austrittsöffnung an. Wird auf einer Seite die Mitte angestellt, so reduziert sich dort der Spalt. Die Kanten werden dabei in einer LangloCHFührung festgehalten. Bei Anstellung des Federblechs an den beiden Kanten verringert sich alternativ die Spaltbreite dort.

35

40

45

[0052] Die Ausführungsform nach Figur 10e und Figur 10f stellt nur das Prinzip dar. Es sind auch andere Konstruktionen mit gleicher Wirkung möglich.

50

[0053] Details für ein exemplarisches Ausführungsbeispiel der Spalteinstellung im Zuführkanal 55 sind in den Figuren 11a bis 11c in Seitenansicht und in der Figur 12 in der entsprechenden Draufsicht dargestellt. Hier ist der längliche Austrittsquerschnitt 58 des Kühlbalkens in einzelne Breitenabschnitte 59 aufgeteilt. Für jeden Breitenabschnitt 59 kann die Strömungsöffnung b und damit der Volumenstrom der Kühlflüssigkeit individuell eingestellt

55

werden. Der Breitenabschnitt 59 kann beispielsweise 50 - 500 mm breit ausgeführt sein. Alternativ ist eine paarweise, symmetrisch zur Gerüstmittle angeordnete Ansteuerung der Zonenkühlung (Spalteinstellung) möglich. Es können alle Kühlbalken eines Gerüsts mit einer zonenweisen Ansteuerung der Kühlquerschnitte versehen und die Zonen entsprechend verbunden sein oder die einzelne Balken eines Gerüsts werden separat angesteuert. Als Verschließmechanismus des Austrittsquerschnittes ist für das Ausführungsbeispiel in Figur 11 ein mit Luftdruck oder Flüssigkeitsdruck betriebenes System vorgesehen. Abhängig vom Druckniveau des Systems oder vom gemessenen Volumenstrom kann die Strömungsöffnung b von offen bis zu teilweise geöffnet oder geschlossen eingestellt werden. Statt abschnittsweise angeordneten dehnbaren Kunststoffflaschen 60 können zum segmentweisen Beeinflussen des Querschnitts der Austrittsöffnung auch drehoder verschiebbare Klappen bzw. Stößel, Exzenter-Anstellungen oder andere mechanische Stellglieder eingesetzt werden.

[0054] Im Ausführungsbeispiel der Figuren 11a bis 11c ist seitlich am Zuführkanal 55 als Verschlussorgan eine Druckkammer 56 angeordnet, deren dehnbare Kunststoffschlauch 60 einen Teil des Zuführkanals 55 bildet. Im Ausgangszustand der Figur 11a ist die Luftkammer 56 im drucklosen Zustand, so dass, wie in der Figur 12 am Breitenabschnitt 59a dargestellt, die Strömungsöffnung b voll geöffnet ist. In der Figur 11b wurde über eine Druckleitung 57 die Druckkammer 56 mit Druckluft oder einer Flüssigkeit teilweise gefüllt, wodurch der Kunststoffschlauch 60 teilweise in den Zuführkanal 55 hineingedrückt wurde und die Strömungsöffnung b nun teilweise geschlossen ist, wie in Figur 12 am Breitenabschnitt 59b dargestellt ist. Eine völlig geschlossene Strömungsöffnung b zeigt die Figur 12 am Breitenabschnitt 59c. Hier wurde entsprechend der Figur 11c die Druckkammer 56 vollständig gefüllt und damit der Zuführkanal 55 in diesem Bereich abgesperrt. Durch Verschließen der Zonen kann die thermische Ausdehnung der Walze und damit das Bandprofil und die Bandplanheit positiv beeinflusst werden. Ein Verschließen der Kühlzonen neben dem Band bei gleichzeitiger Anpassung (Reduktion) der Wasserfördermenge kann zur weiteren Energieverminderung vorteilhaft beitragen.

[0055] Ein anderes Wirkprinzip der Zonenkühlung ist in Figur 13 dargestellt. Hierbei sind in Walzenlänge schmale Kühlschalen 14 nebeneinander angeordnet, deren Spalten 31, 32, 33 mit unterschiedlichen Spaltweiten W1, W2, W3 eingestellt werden können. Durch unterschiedliche Spaltweiten und einer unterschiedlichen Beaufschlagung der Spalten 31, 32, 33 mit Druck und Volumenstrom der Kühlflüssigkeit kann so ein unterschiedlicher spezifischer Kühlflüssigkeitsdurchfluss 41 pro Zeiteinheit über der Walzenlänge erzeugt werden. Zum Trennen der einzelnen Zonen mit unterschiedlichem Kühlflüssigkeitsdurchfluss 41 pro Zeiteinheit kann in den zwischen den Kühlschalen 14 bestehenden Spalt 34 eine einen Staudruck erzeugende Sperrkühlflüssigkeit einge-

bracht sein. Vereinfacht lässt sich auch eine Kühlschale ohne Verstelleinrichtung der Art ausführen, dass der Spalt zwischen Kühlschale und Walze über der Walzenlänge beliebig unterschiedlich groß ist.

[0056] Als Material für die Kühlschalen 13, 14 kann mit Vorteil ein Werkstoff eingesetzt werden, welcher an der Walze anliegen darf ohne sie zu beschädigen und elastisch ist. Dies können beispielsweise ein sandfreies Gusseisen, gleitfähiger Kunststoff, selbst schmierende Metalle, Aluminium oder Hartgewebe sein.

[0057] In der Figur 14 ist eine Möglichkeit zum Abdichten des zwischen der Arbeitswalze 1 und der Kühlschale 14 gebildeten Spaltes 30 an seinen Rändern dargestellt. Über ein Rohr 25 und eine Düse 27 wird ein Fluidstrahl 28, beispielsweise Luft oder Kühlmittel, gezielt in die Öffnung des Spaltes 30 eingeblasen. Der Fluidstrahl 28 erzeugt so einen Staudruck, der das Austreten der Kühlflüssigkeit 7 aus dem Spalt 30 verhindert.

[0058] Eine örtlich wirkende axial verstellbare Arbeitswalzen-Sprühkühlung, die als Hochdruck- aber auch als Niederdruckkühlung ausgeführt werden kann, zeigen Figur 15a und 15b. Diese Kühlung stellt eine Zusatzkühlung dar und kann in Kombination mit der nicht dargestellten Niederdruck-Schalenkühlung betrieben werden. Die örtliche Positionierung der Sprühdüsen bzw. Applizierung der Kühlflüssigkeit 7 erfolgt vorzugsweise in Abhängigkeit der Profil- und Planheitssteuerung oder -regelung. In Figur 15a werden hierzu die Spritzdüsenbalkenabschnitte 40' auf einer Führungsstange 63 bewegt. Die Positionierung der beiden Spritzdüsenbalkenabschnitte 40' erfolgt hier symmetrisch zur Walzenmitte mit Hilfe eines Hydraulikzylinders 61, Gelenkstangen 62 und Düsenbalkenträger 64. Alternativ sind auch zwei Hydraulikzylinder 61 denkbar, die beide Seiten 65 individuell positionieren. Die Speisung der Spritzdüsenbalkenabschnitte 40' erfolgt rechts und links individuell über die jeweilige Zuführleitung 25. Eine ähnliche Anordnung einer örtlich wirkenden Arbeitwalzenkühlung stellt Figur 15b dar. Mit einem Hydraulikzylinder 61 werden hier Gelenkstangen und Gelenkschwingen 62 mit darauf befestigten Spritzdüsenbalkenabschnitte 40' über einen Drehpunkt 66 auf einer Kreisbahn 64 bewegt und so der Kühlstrahl 7 auf unterschiedliche Positionen innerhalb oder neben dem Bandbereich auf die Arbeitswalze 1 gelenkt. Als nicht dargestellte Alternativen zur angelenkten Gelenkschwinge können die beiden Spritzdüsenbalkenabschnitte 40' jeweils mit einem Koppelgetriebe (4-Gelenk-Bogen) bewegt werden, wenn eine Bewegung auf einer Kreisbahn 64 vermieden werden soll. Auch der Einsatz von Elektro- oder Hydro-Schrittmotoren an den Positionen der Drehpunkte 66 zur direkten Bewegung der Düsenheiten auf den Spritzdüsenbalkenabschnitte 40' über eine Stange auf der Kreisbahn 64 sind möglich.

[0059] Das Niederdruck-Kühlsystem ist auch alleine, d.h. nicht in Kombination mit dem Hochdruck-Kühlsystem verwendbar.

[0060] Fig. 16 zeigt Biegefedern 8 als elastische Verbindung zwischen den benachbarten Kühlschalenseg-

menten 13.

Bezugszeichenliste

[0061]

1, 2 Arbeitswalze

3 Walzenbreite

4 Walzgut

5 Walzendrehrichtung

6 Walzenmantelfläche

7 Kühlflüssigkeit

8 Feder

9 Rillen bzw. Stege

10 Kühlvorrichtung

11 zusammenhängende Kühltische

12 radial geteilte Kühltische

13 Kühltischsegmente

14 schmale Kühltische

15 Anlenkpunkt der Kühltische

16 Kühlbalkenträger

17 Abstreifer

18 Walzspaltkühlung

19 Walzspaltschmierung

20 Zylinder

21 Drehpunkt der Zylinder

22 Gelenkdrehpunkt der Kühltischsegmente

23 Anlenkpunkt des Kühlbalkenträgers

24 Austrittsöffnung

25 Zuführrohr

26 Abführrohr

27 Düse

28 Fluidstrahl

29 Eintrittsöffnung

5 30 Spalt zwischen Walzenmantelfläche und Kühltische

31 Spalt mit Spaltweite W1

10 32 Spalt mit Spaltweite W2

33 Spalt mit Spaltweite W3

34 Spalt zwischen den schmalen Kühltischen

15 36 Druckmesser

37 Sensor zur Abstandsmessung

20 38 Temperatursensor

39 Wegmesser

40 Spritzdüsenbalken für Hochdruckkühlung

25 40' Spritzdüsenbalkenabschnitt

41 spezifischer Kühlflüssigkeitsdurchfluss pro Zeiteinheit

30 42 Sperrkühlflüssigkeit zur Trennung der Kühltischsegmente

43 Strömungsrichtung der Kühlflüssigkeit

35 44 trichterförmiger Ausgabeschlitz

45 mögliche Verstellrichtungen des Kühlbalkenträgers

40 46 Anlagefläche

47 austauschbare Kühlplatte

45 48 Querbalken

49 Abstandplatte

50 50 Kühltische mit elastischer Kunststoffoberfläche

51 Kühltische mit elastischer Kunststoffplatte

52 Kühltische mit Löchern

55 53 Federblech

54 unterer Teil des Kühlbalkens

55 trichterförmiger Zuführkanal
 56 Druckkammer
 57 Druckleitung
 58 Austrittsquerschnitt
 59 Breitenabschnitt des Austrittsquerschnitts
 60 dehnbarer Kunststoffschlauch
 61 Zylinder
 62 Gelenkstangen
 63 Führungsstange
 64 Bewegungsbahn
 65 beweglicher Düsenbalkenträger
 66 Drehpunkt
 b Strömungsöffnung
 ND Kühlflüssigkeitszulauf Niederdruckkühlung
 HD Kühlflüssigkeitszulauf Hochdruckkühlung
 s1-s3 Kühlbereich der Kühltalensegmente

Patentansprüche

1. Verfahren zum Kühlen der Walzen (1, 2) eines Walzgerüsts mit einer Niederdruckkühlung, bei welcher die Walzen mit einer unter niedrigem Druck stehenden Kühlflüssigkeit beaufschlagt werden;
dadurch gekennzeichnet, dass die Walzen zeitgleich zu der Niederdruckkühlung auch einer Hochdruckkühlung unterzogen werden, wobei die Walzen bei der Hochdruckkühlung direkt mit einer unter hohem Druck stehenden Kühlflüssigkeit besprüht werden; und für die Hochdruckkühlung, ein ein- oder mehrreihiger Spritzdüsenbalken (40, 40') mit Düsen zur Hochdruckkühlung der Walzen eingesetzt wird, der über nahezu der gesamten Walzenbreite wirkt oder in Breitenrichtung beweglich und mit einer örtlichen Kühlwirkung ausgeführt wird.
2. Verfahren nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet, dass** ca. 20 % der gesamten Kühlflüssigkeitsmenge der Hochdruckkühlung und ca. 80 % der gesamten Kühlflüssigkeitsmenge der die Hauptkühlwirkung erzeugenden Niederdruckkühlung zugeführt werden.

3. Verfahren nach einem der vorangegangenen Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** abhängig von den Walzparametern Dickenabnahme, spezifische Flächenpressung im Walzspalt, Walzgeschwindigkeit, Bandtemperatur, Walzenwerkstoff und gewalztes Material für die Niederdruckwalzenkühlung bevorzugt ein Druckbereich für die Kühlflüssigkeit (7) zwischen 0,5 bis < 5 bar und für die Hochdruckwalzenkühlung ein Druckbereich für die Kühlflüssigkeit (7) zwischen 5 - 50 bar, vorzugsweise 12 bar, mit Hilfe eines Prozessmodells eingestellt wird.
4. Verfahren nach einem der vorangegangenen Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Niederdruck-Kühlung als Niederdruck-Sprühkühlung, als Niederdruck-Kühlvorhang oder als Niederdruck Strömungskühlung, als hochturbulente Niederdruckkühlung, oder in Form einer Kombination der genannten Kühlarten ausgebildet wird, wobei bei der Niederdruck-Strömungskühlung die Kühlflüssigkeit in einem Spalt (30, 31, 32, 33) zwischen der Walzenoberfläche und mindestens einem Kühltalensegment strömt, welches einem partiellen Bereich der Walzenoberfläche gegenüberliegt.
5. Verfahren nach Anspruch 4, **dadurch gekennzeichnet, dass** eine Anpassung der Position des Kühltalensegments (13) an die jeweiligen Walzendurchmesser und / oder Walzenpositionen zur Erzeugung eines reproduzierbaren Kühleffekts erfolgt.
6. Verfahren nach einem der vorangegangenen Ansprüche 4 und 5, **dadurch gekennzeichnet, dass** durch die Kühltalensegmente (13) vornehmlich ein Kühlmittelstrom (43) tangential entlang der Walzenoberfläche (1, 2) erzeugt wird oder mit Hilfe von in tangentialer Richtung dichten Abstandsplatten bzw. Abstandsleisten (49) optional ein Kühlmittelstrom bzw. Kühlmittelabfluss bevorzugt zur Seite durchgeführt wird, um den Walzenbereich an den Rändern neben dem Bandbereich in der Mitte der mit warmer Kühlflüssigkeit (7) zu erwärmen.
7. Verfahren nach Anspruch 6, **dadurch gekennzeichnet, dass** bei einem bevorzugt parallel zur Walzenachse geführten Kühlmittelabfluss die Kühlmittelzufuhr neben dem Bandbereich durch die Merkmale der Zonenkühlung, beispielsweise dem Kühltalensegmentabstand zur Walze (1, 2) bzw. zum Kühlmittelzuführkanal (55), abgesperrt wird.
8. Verfahren nach einem der vorangegangenen Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Kühlintensität der Niederdruck-Kühlung, insbesondere bei dem Niederdruck-Kühlvorhang oder der Strömungskühlung, über der Walzenlänge unterschiedlich eingestellt wird.

9. Verfahren nach einem der vorangegangenen Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** die optional in Breitenrichtung beweglichen Spritzdüsenbalken des Hochdruckkühlsystems zur Zonenkühlung herangezogen werden und axial mit Hilfe von Elektro- oder Hydromotoren mit Gewindestangen oder durch hydraulisch bewegte ein- oder mehrgliedrigen Gelenkgetriebe (62) mit darauf befestigten Spritzdüsenbalkenabschnitt (40') oder drehbaren Düsenheiten ausgeführt werden, um die Kühlflüssigkeit (7) mit gerichtetem Strahl auf den gewünschten Bereich der Walze (1, 2) zu lenken.

10. Verfahren nach einem der vorangegangenen Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** ein Rechenmodell z.B. ein Prozessmodell bzw. (Level 1-Modell) eingesetzt wird, das folgende Aufgaben erfüllt:

Einstellung der Kühlmittelmenge und Druckniveau für den Niederdruck- und den Hochdruckteil abhängig von Banddickenabnahme, spezifische Flächenpressung im Walzspalt, Walzgeschwindigkeit, Bandtemperaturen, Walzenwerkstoff und gewalztes Material sowie der gemessenen oder/und der berechneten Walzentemperaturen und/oder beobachteten Walzenoberfläche und ebenfalls abhängig von der eingestellten Kühlmittel-Beaufschlagungsbreite,
Einstellung der Kühlmittelmenge über der Bandbreite durch Verstellung der Austrittsöffnungen des Zuführkanals (parabolisch, andere Kurve oder zonenweise) oder/und Verstellung der Spaltbreite zwischen Kühltische und Walze in Abhängigkeit der Bandbreite und/oder Einstellung der Position der in Breitenrichtung verstellbaren Spritzdüsenbalkenabschnitte und/oder gemessenem Profil- und Planheitszustand über der Bandbreite,
Austausch von Signalen mit der Dickenregelung,
Beschreibung der geometrischen Zusammenhänge der beweglichen Teile der Kühleinrichtung sowie Berücksichtigung der Anstellposition, Passlineposition und Walzendurchmesser zwecks optimaler Positionsermittlung bzw. Berechnung der Positionsänderungen, und
Festlegung der Anschwenkposition von Kühlbalkenträger sowie Kühltischenanstellposition mit Hilfe der Zylinder unter ggf. Verwendung der Druck- und Wegebersignalen.

11. Kühlvorrichtung (10) zum Kühlen der Walzen (1, 2) eines Walzgerüsts mit einem Niederdruckkühlsystem, bei welchem die Walzen mit einer unter niedrigem Druck stehenden Kühlflüssigkeit beaufschlagt werden;

dadurch gekennzeichnet, dass

zusätzlich zu dem Niederdruckkühlsystem auch ein Hochdruckkühlsystem vorgesehen ist, welches mit Spritzrohren und Düsen ausgestattet ist zum direkten Besprühen der Walzen mit der unter hohem Druck befindlichen Kühlflüssigkeit zeitgleich zu der Niederdruckkühlung durch das Niederdruck-Kühlsystem, und einen ein- oder mehrreihigen Spritzdüsenbalken (40, 40') mit den Düsen zur Hochdruckkühlung der Walzen aufweist, der über nahezu der gesamten Walzenbreite wirkt oder in Breitenrichtung beweglich und mit einer örtlichen Kühlwirkung ausgeführt wird.

12. Kühlvorrichtung nach Anspruch 11, **dadurch gekennzeichnet, dass** das Niederdruckkühlsystem ausgebildet ist zur Erzeugung einer Niederdruck-Sprühkühlung, eines Niederdruck-Kühlvorhanges oder einer Niederdruck Strömungskühlung, oder einer hochturbulenten Niederdruckkühlung, oder einer Kombination der genannten Kühlungsarten.

13. Kühlvorrichtung nach Anspruch 12, **dadurch gekennzeichnet, dass** das Niederdruckkühlsystem zur Erzeugung der Niederdruck-Strömungskühlung mindestens eine Kühltische (11) mit mindestens einem vorzugsweise bogenförmigen Kühltischensegment (13, 52) aufweist, welches mit der Oberfläche der zu kühlenden Walze (1, 2) einen mit der strömenden Kühlflüssigkeit (7) befüllbaren Spalt (20) ausbildet, welcher vorzugsweise bezüglich seiner Spaltbreite in Form des Abstandes zwischen der Walzenoberfläche und der Kühltische einstellbar ist.

14. Kühlvorrichtung nach einem der Ansprüche 11 bis 13, **dadurch gekennzeichnet, dass** bei dem kombinierten Niederdruck-Hochdruck-Kühlsystem die Spritzdüsenbalken (40, 40') des Hochdruckkühlsystems oberhalb und/oder unterhalb und/oder innerhalb des Niederdruckkühlsystems feststehend oder in Breitenrichtung beweglich angeordnet sind.

15. Kühlvorrichtung nach einem der Ansprüche 11 bis 14, **dadurch gekennzeichnet, dass** zwei oder mehr der Kühltischensegmente beweglich miteinander verbunden sind.

16. Kühlvorrichtung nach einem der Ansprüche 11 bis 15, **dadurch gekennzeichnet, dass** die bewegliche Verbindung zwischen den Kühltischensegmenten in Form eines Drehgelenks und/oder einer Feder und/oder einer elastischen Verbindung und/oder einer mehrgliedrigen Gelenkgetriebeanordnung ausgeführt ist.

17. Kühlvorrichtung (10) nach einem oder mehreren der Ansprüche 14 bis 16, **dadurch gekennzeichnet, dass** mindestens eines der Kühltischensegmente

(13, 52), z.B. das Mittlere, durch den Kühlbalkenträger (16) vor die Walze (1, 2) positionierbar ist und die anderen Kühltischsegmente (13, 52) beabstandet durch Abstandsplatten (49) über Federn (8) gegen die Walze (1, 2) drückbar sind.

18. Kühlvorrichtung (10) nach einem oder mehreren der Ansprüche 11 bis 17, **dadurch gekennzeichnet, dass** mit Hilfe einer Abdichtfunktion bzw. eines Abdichtmittels durch einen vorbestimmten Druck gegen die Walzen (1, 2) ein Raum zwischen den Kühltischen (11, 12) bzw. den Kühltischsegmenten (13) und den Walzenoberflächen (1, 2) gebildet ist, aus dem wenig Kühlflüssigkeit (7) in die Umgebung gelangt.
19. Kühlvorrichtung (10) nach einem der Ansprüche 11 bis 18, **dadurch gekennzeichnet, dass** das Hochdruck-Kühlsystem auf der Gerüstauslaufseite angeordnet ist.

Claims

1. Method of cooling the rolls (1, 2) of a roll stand with low-pressure cooling, in which the rolls are acted on by a cooling liquid standing under low pressure, **characterised in that** the rolls are also subjected to a high-pressure cooling simultaneously with the low-pressure cooling, wherein the rolls during the high-pressure cooling are directly sprayed with a cooling liquid standing under high pressure; and for the high-pressure cooling a single-row or multi-row spray nozzle bar (40, 40') with nozzles for high-pressure cooling of the rolls is used, which acts over almost the entire roll width or is configured to be movable in width direction and with a local cooling action.
2. Method according to claim 1, **characterised in that** approximately 20% of the entire cooling liquid quantity of the high-pressure cooling and approximately 80% of the entire cooling liquid quantity of the low-pressure cooling producing the main cooling effect are supplied.
3. Method according to one of the preceding claims, **characterised in that** for preference a pressure range for the cooling liquid (7) between 0.5 to < 5 bars for the low-pressure roll cooling and a pressure range for the cooling liquid (7) between 5 - 50 bars, preferably 12 bars, for the high-pressure roll cooling are set with the help of a process model in dependence on the rolling parameters of thickness reduction, specific area pressure in the rolling gap, rolling speed, strip temperature, roll material and rolled material.
4. Method according to any one of the preceding claims, **characterised in that** the low-pressure cooling is formed as a low-pressure spray cooling, as a low-pressure cooling curtain or as low-pressure flow cooling, as low-pressure cooling of high turbulence or in the form of a combination of the said forms of cooling, wherein in the case of low-pressure flow cooling the cooling liquid flows in a gap (30, 31, 32, 33) between the roll surface and at least one cooling shell segment opposite a partial region of the roll surface.
5. Method according to claim 4, **characterised in that** adaptation of the position of the cooling shell segment (13) to the respective roll diameter and/or roll positions is undertaken for producing a reproducible cooling effect.
6. Method according to one of the preceding claims 4 and 5, **characterised in that** by way of the cooling shells (13) predominantly a coolant flow (43) tangentially along the roll surface (1, 2) is produced or, with the help of spacer plates or spacer strips (49) sealed in tangential direction, a coolant flow or coolant outflow preferably to the side is optionally performed in order to heat the roll region at the edges by warm cooling liquid (7) apart from the strip region in the middle.
7. Method according to claim 6, **characterised in that** in the case of a coolant outflow conducted preferably parallel to the roll axis the coolant feed near the strip region is blocked by the features of the zonal cooling, for example the cooling shell spacing from the roll (1, 2) or from the coolant feed channel (55).
8. Method according to any one of the preceding claims, **characterised in that** the cooling intensity of the low-pressure cooling, particularly in the case of the low-pressure cooling curtain or the flow cooling, is set to be different over the roll length.
9. Method according to any one of the preceding claims, **characterised in that** the nozzle spray bars, which are optionally movable in width direction, of the high-pressure cooling system are utilised for zonal cooling and are constructed axially, with the help of electric or hydraulic motors with threaded rods or by hydraulically moved single-element or multi-element articulated transmissions (62) with a spray nozzle bar section (40') attached thereto or rotatable nozzle units, in order to guide the cooling liquid (7) with a directed jet onto the desired region of the roll (1, 2).
10. Method according to any one of the preceding claims, **characterised in that** a computer model, for example a process model or Level 1 model, is used, which fulfils the following tasks:

- setting of the coolant quantity and pressure level for the low-pressure and high-pressure part in dependence on strip thickness reduction, specific area pressure in the rolling gap, rolling speed, strip temperatures, roll material and rolled material as well as the measured and/or calculated roll temperatures and/or observed roll surface and equally in dependence on the set width of coolant action,
- setting of the coolant quantity over the strip width by adjustment of the outlet openings of the feed channel (parabolic, other curves or zonally) and/or adjustment of the gap width between cooling shell and roll in dependence on the strip width and/or setting of the position of the spray nozzle bar sections, which are adjustable in width direction, and/or measured profile state and planarity state over the strip width, exchange of signals with the thickness regulating means,
- description of the geometric relationships of the movable parts of the cooling device as well as consideration of the adjustment position, pass-line position and roll diameter for the purpose of optimal positional determination or calculation of the position changes, and determination of the pivot position of cooling bar carriers as well as cooling shell adjustment position with the help of the cylinders optionally with use of pressure and travel transmitter signals.
11. Cooling device (10) for cooling the rolls (1, 2) of a roll stand with a low-pressure cooling system, in which the rolls are acted on by a liquid standing under low pressure, **characterised in that** in addition to the low-pressure cooling system a high-pressure cooling system is also provided, which is equipped with spray pipes and nozzles for direct spraying of the rolls with the cooling liquid, which is disposed under high pressure, simultaneously with the low-pressure cooling by the low-pressure cooling system and comprises a single-row or multi-row spray nozzle bar (40, 40') with the nozzles for high-pressure cooling of the rolls, and which acts over almost the entire roll width or is configured to be movable in width direction and with a local cooling action.
 12. Cooling device according to claim 11, **characterised in that** the low-pressure cooling system is constructed for producing a low-pressure spray cooling, a low-pressure cooling curtain or a low-pressure flow cooling or a low-pressure cooling with high turbulence or a combination of the said types of cooling.
 13. Cooling device according to claim 12, **characterised in that** the low-pressure cooling system for producing the low-pressure flow cooling comprises at least one cooling shell (11) with at least one, preferably curved cooling shell segment (13, 52), which together with the surface of the roll (1, 2) to be cooled forms a gap (20), which is fillable with the flowing cooling liquid (7) and which is preferably settable with respect to its gap width in the form of the spacing between the roll surface the cooling shell.
 14. Cooling device according to any one of claims 11 to 13, **characterised in that** in the case of the combined low-pressure/high-pressure cooling system the spray nozzle bars (40, 40') of the high-pressure cooling system are arranged above and/or below and/or within the low-pressure cooling system to be fixed in location or to be movable in width direction.
 15. Cooling device according to any one of claims 11 to 14, **characterised in that** two or more of the cooling shell segments are movably connected together.
 16. Cooling device according to any one of claims 11 to 15, **characterised in that** the movable connection between the cooling shell segments is executed in the form of a universal joint and/or a spring and/or a resilient connection and/or a multi-element articulated transmission arrangement.
 17. Cooling device (10) according to one of more of claims 14 to 16, **characterised in that** at least one of the cooling shell segments (13, 52), for example the middle one, is positionable by the cooling bar carrier (16) in front of the roll (1, 2) and the other cooling shell segments (13, 52) spaced by spacer plates (49) can be urged by way of springs (8) towards the roll (1, 2).
 18. Cooling device (10) according to one or more of claims 11 to 17, **characterised in that** a space, from which a small amount of cooling liquid (7) passes into the environment, is formed between the cooling shells (11, 12) or the cooling shell segments (13) and the roll surfaces (1, 2) with the help of a sealing function or a sealing means by a predetermined pressure towards the rolls (1, 2).
 19. Cooling device (10) according to any one of claims 11 to 18, **characterised in that** the high-pressure cooling system is arranged on the stand outlet side.

Revendications

1. Procédé destiné au refroidissement des cylindres (1, 2) d'une cage de laminage avec un refroidissement sous basse pression, dans lequel les cylindres sont sollicités avec un liquide de refroidissement mis sous basse pression, **caractérisé en ce que** les cylindres sont soumis, de manière simultanée au refroidisse-

ment sous basse pression, également à un refroidissement sous haute pression ; dans lequel les cylindres, lors du refroidissement sous haute pression sont pulvérisés de manière directe avec un liquide de refroidissement mis sous haute pression ; et pour le refroidissement sous haute pression, est mise en oeuvre une rampe (40, 40') d'une ou de plusieurs rangées de buses de pulvérisation comprenant des buses pour le refroidissement des cylindres sous haute pression, qui agit sur pratiquement toute la largeur du cylindre ou qui est réalisée en mobilité dans la direction de la largeur et avec un effet de refroidissement local.

2. Procédé selon la revendication 1, **caractérisé en ce qu'**environ 20 % de la quantité totale du liquide de refroidissement sont alimentés au refroidissement sous haute pression et environ 80 % de la quantité totale du liquide de refroidissement sont alimentés au refroidissement sous basse pression qui génère l'effet de refroidissement principal.
3. Procédé selon l'une quelconque des revendications précédentes, **caractérisé en ce que**, en fonction des paramètres du laminage, à savoir la diminution de l'épaisseur, la compression superficielle spécifique dans l'emprise, la vitesse de laminage, la température du feuillard, le matériau des cylindres et la matière laminée, pour le refroidissement des cylindres sous basse pression, on règle de préférence une plage de pression pour le liquide de refroidissement (7) entre 0,5 et une valeur inférieure à 5 bar et, pour le refroidissement des cylindres sous haute pression, une plage de pression pour le liquide de refroidissement (7) entre 5 et 50 bar, de préférence une pression de 12 bar, à l'aide d'un modèle de processus.
4. Procédé selon l'une quelconque des revendications précédentes, **caractérisé en ce que** le refroidissement sous basse pression est réalisé sous la forme d'un refroidissement par pulvérisation sous basse pression, sous la forme d'un rideau de refroidissement sous basse pression ou sous la forme d'un refroidissement par écoulement sous basse pression, sous la forme d'un refroidissement sous basse pression à forte turbulence ou sous la forme d'une combinaison des types de refroidissement mentionnés, dans lequel, dans le refroidissement par écoulement sous basse pression, le liquide de refroidissement s'écoule en passant par une fente (30, 31, 32, 33) entre la surface des cylindres et au moins un segment d'enveloppe de refroidissement, qui est disposé à l'opposé d'une zone partielle de la surface des cylindres.
5. Procédé selon la revendication 4, **caractérisé en ce qu'**on procède à une adaptation de la position du

segment d'enveloppe de refroidissement (13) aux diamètres respectifs des cylindres et/ou aux positions respectives des cylindres afin d'obtenir un effet de refroidissement reproductible.

- 5
6. Procédé selon l'une quelconque des revendications 4 et 5, **caractérisé en ce qu'**on obtient, via les enveloppes de refroidissement (13) principalement un courant de réfrigérant (43) tangentiel le long de la surface des cylindres (1, 2) ou bien on met en oeuvre à l'aide de plaques d'écartement, respectivement de nervures d'écartement (49) étanches en direction tangentielle, de manière facultative un courant de réfrigérant respectivement un écoulement de réfrigérant, de préférence en direction latérale, afin de réchauffer avec du liquide de refroidissement plus chaud (7) la zone de cylindre à côté des bords de la zone de feuillard excluant le milieu.
- 10
7. Procédé selon la revendication 6, **caractérisé en ce que**, lors d'un écoulement de réfrigérant de préférence guidé parallèlement à l'axe des cylindres, l'alimentation en réfrigérant est coupée, à côté de la zone de feuillard, par les particularités du refroidissement par zones, par exemple de la distance de l'enveloppe de refroidissement par rapport au cylindre (1, 2), respectivement par rapport au canal d'alimentation du réfrigérant (55).
- 20
8. Procédé selon l'une quelconque des revendications précédentes, **caractérisé en ce que** l'intensité de refroidissement du refroidissement sous basse pression, en particulier dans le cas du rideau de refroidissement sous basse pression ou dans le cas du refroidissement par écoulement, est réglée différemment sur la longueur des cylindres.
- 25
9. Procédé selon l'une quelconque des revendications précédentes, **caractérisé en ce que** les barres de tuyères de pulvérisation du système de refroidissement sous haute pression, de manière facultative mobiles en largeur, sont mises à contribution pour le refroidissement par zones et sont réalisées en direction axiale à l'aide de moteurs hydrauliques ou électriques comprenant de tiges filetées ou via des mécanismes articulés (62) à mobilité hydraulique, comportant un ou plusieurs membres, sur lesquels est fixée un tronçon de barre de tuyères de pulvérisation (40') ou sous la forme de tuyères unitaires rotatives, afin de guider le liquide de refroidissement (7) avec un faisceau orienté sur la zone désirée du cylindre (1, 2).
- 30
10. Procédé selon l'une quelconque des revendications précédentes, **caractérisé en ce qu'**on met en oeuvre un modèle mathématique, par exemple un modèle de processus, respectivement (un modèle de niveau 1), qui met en oeuvre les objets suivants :
- 35
- 40
- 45
- 50
- 55

- un réglage de la quantité du réfrigérant et du niveau de pression pour la partie basse pression et pour la partie haute pression, en fonction de la diminution d'épaisseur du feuillard, de la compression superficielle spécifique dans l'emprise, la vitesse de laminage, des températures du feuillard, du matériau des cylindres et de la matière laminée ainsi que des températures mesurées et/ou calculées des cylindres et/ou de la surface observée des cylindres et également en fonction de la largeur réglée de la sollicitation avec le réfrigérant ;
- un réglage de la quantité de réfrigérant sur la largeur du feuillard en réglant les ouvertures d'évacuation du canal d'amenée (configuration parabolique, autre courbe ou par zones) et/ou en réglant la largeur de fente entre l'enveloppe de refroidissement et le cylindre en fonction de la largeur du feuillard et/ou en réglant la position des tronçons de barres de tuyères de pulvérisation réglables en largeur et/ou le profil mesuré et la planéité mesurée sur la largeur du feuillard ;
- un échange de signaux avec le réglage de l'épaisseur ;
- une description des relations géométriques des parties mobiles du mécanisme de refroidissement ainsi que la prise en compte de la position de serrage, de la position de la ligne de réglage et du diamètre des cylindres à des fins d'une détermination optimale des positions, respectivement d'un calcul optimal des modifications de positions ; et
- une détermination de la position de pivotement des supports de barres de refroidissement ainsi que de la position de serrage de l'enveloppe de refroidissement à l'aide des cylindres en utilisant le cas échéant les signaux de l'indicateur de pression et de l'indicateur de déplacement.
11. Dispositif de refroidissement (10) destiné au refroidissement des cylindres (1, 2) d'une cage de laminage avec un système de refroidissement sous basse pression, dans lequel les cylindres sont sollicités avec un liquide de refroidissement mis sous basse pression, **caractérisé en ce que**, en plus du système de refroidissement sous basse pression, on prévoit également un système de refroidissement sous haute pression qui est équipé de tubes de pulvérisation et de tuyères, pour la pulvérisation directe des cylindres avec le liquide de refroidissement mis sous haute pression, de manière simultanée au refroidissement sous basse pression par l'intermédiaire du système de refroidissement sous basse pression, et qui présente une rampe (40, 40') d'une ou de plusieurs rangées de buses de pulvérisation comprenant des buses pour le refroidissement des cylindres sous haute pression, qui agit sur pratiquement toute la largeur du cylindre ou qui est réalisée en mobilité dans la direction de la largeur et avec un effet de refroidissement local.
12. Dispositif de refroidissement selon la revendication 11, **caractérisé en ce que** le système de refroidissement sous basse pression est réalisé pour générer un refroidissement par pulvérisation sous basse pression, un rideau de refroidissement sous basse pression ou un refroidissement par écoulement sous basse pression, ou encore un refroidissement sous basse pression à forte turbulence ou une combinaison des types de refroidissement mentionnés.
13. Dispositif de refroidissement selon la revendication 12, **caractérisé en ce que** le système de refroidissement sous basse pression pour générer le refroidissement par écoulement sous basse pression présente au moins une enveloppe de refroidissement (11) comprenant au moins un segment d'enveloppe de refroidissement de préférence sous forme arquée (13, 52), qui réalise, avec la surface du cylindre à refroidir (12), une fente (20) qui peut être remplie avec le liquide de refroidissement (7) qui s'écoule, qui peut être réglée de préférence en ce qui concerne sa largeur de fente, sous la forme de la distance entre la surface du cylindre et l'enveloppe de refroidissement.
14. Dispositif de refroidissement selon les revendications 11 à 13, caractérisé en ce qui concerne le système de refroidissement combiné sous haute pression-basse pression, les barres de tuyères de pulvérisation (40, 40') du système de refroidissement sous haute pression sont disposées à demeure au-dessus et/ou en dessous et/ou à l'intérieur du système de refroidissement sous basse pression ou en mobilité dans la direction de la largeur.
15. Dispositif de refroidissement selon l'une quelconque des revendications 11 à 14, **caractérisé en ce que** deux des segments d'enveloppe de refroidissement ou plus sont reliés en mobilité les uns aux autres.
16. Dispositif de refroidissement selon l'une quelconque des revendications 11 à 15, **caractérisé en ce que** la liaison mobile entre les segments d'enveloppe de refroidissement est réalisée sous la forme d'une articulation rotative et/ou d'un ressort et/ou d'une liaison élastique et/ou d'un agencement d'un mécanisme articulé à plusieurs membres.
17. Dispositif de refroidissement (10) selon une ou plusieurs des revendications 14 à 16, **caractérisé en ce qu'**au moins un des segments d'enveloppe de refroidissement (13, 52), par exemple le segment du milieu, peut être positionné via le support de barres de refroidissement (16) avant les cylindres (1, 2) et les autres segments d'enveloppe de refroidissement

(13, 52), mis à l'écart via des plaques d'écartement (49), peuvent être comprimés, via des ressorts (8), contre les cylindres (1, 2).

18. Dispositif de refroidissement (10) selon l'une quelconque des revendications 11 à 17, **caractérisé en ce que**, à l'aide d'une fonction d'étanchéité, respectivement d'un agent d'étanchéité, via une pression prédéfinie s'exerçant sur les cylindres (1, 2), on forme un espace entre les enveloppes de refroidissement (11, 12), respectivement entre les segments d'enveloppe de refroidissement (13) et les surfaces des cylindres (1, 2), à partir duquel une quantité minimale de liquide de refroidissement (7) aboutit dans l'environnement.
19. Dispositif de refroidissement (10) selon l'une quelconque des revendications 11 à 18, caractérisé en ce le système de refroidissement sous haute pression est disposé du côté sortie de la cage de laminage.

5

10

15

20

25

30

35

40

45

50

55

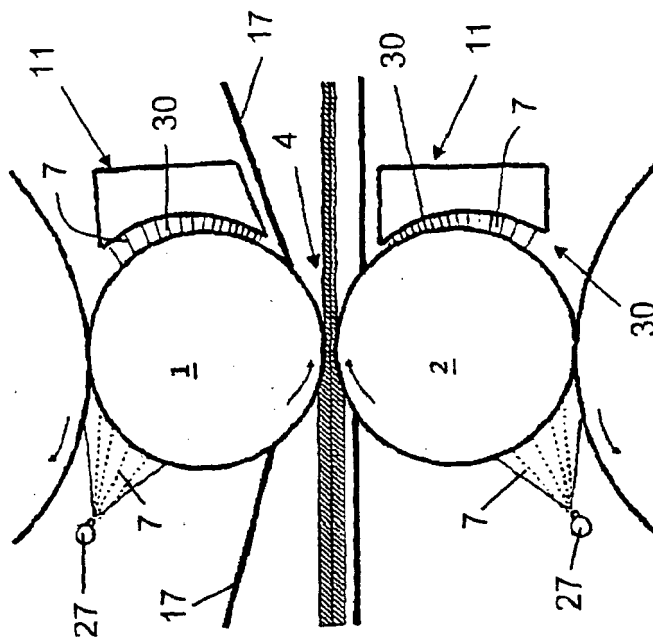


FIG. 2

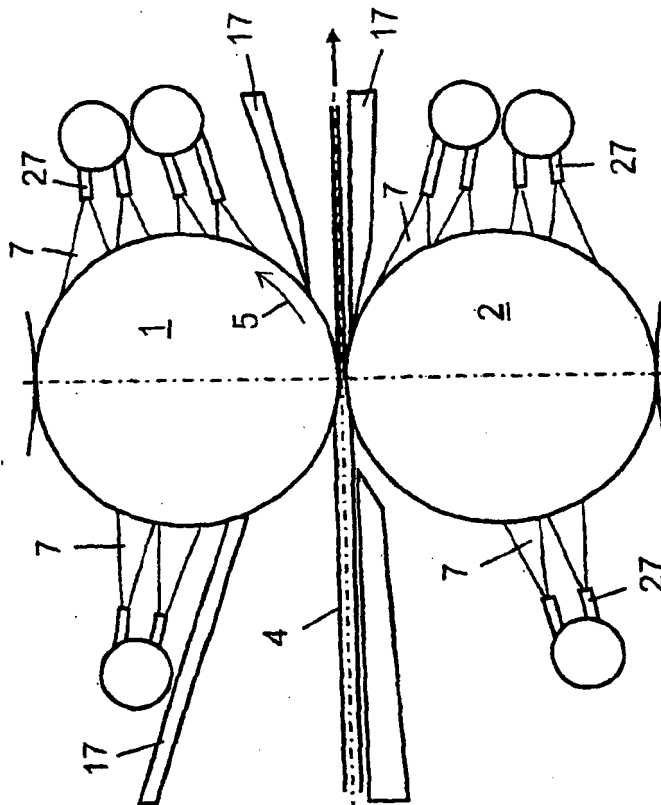
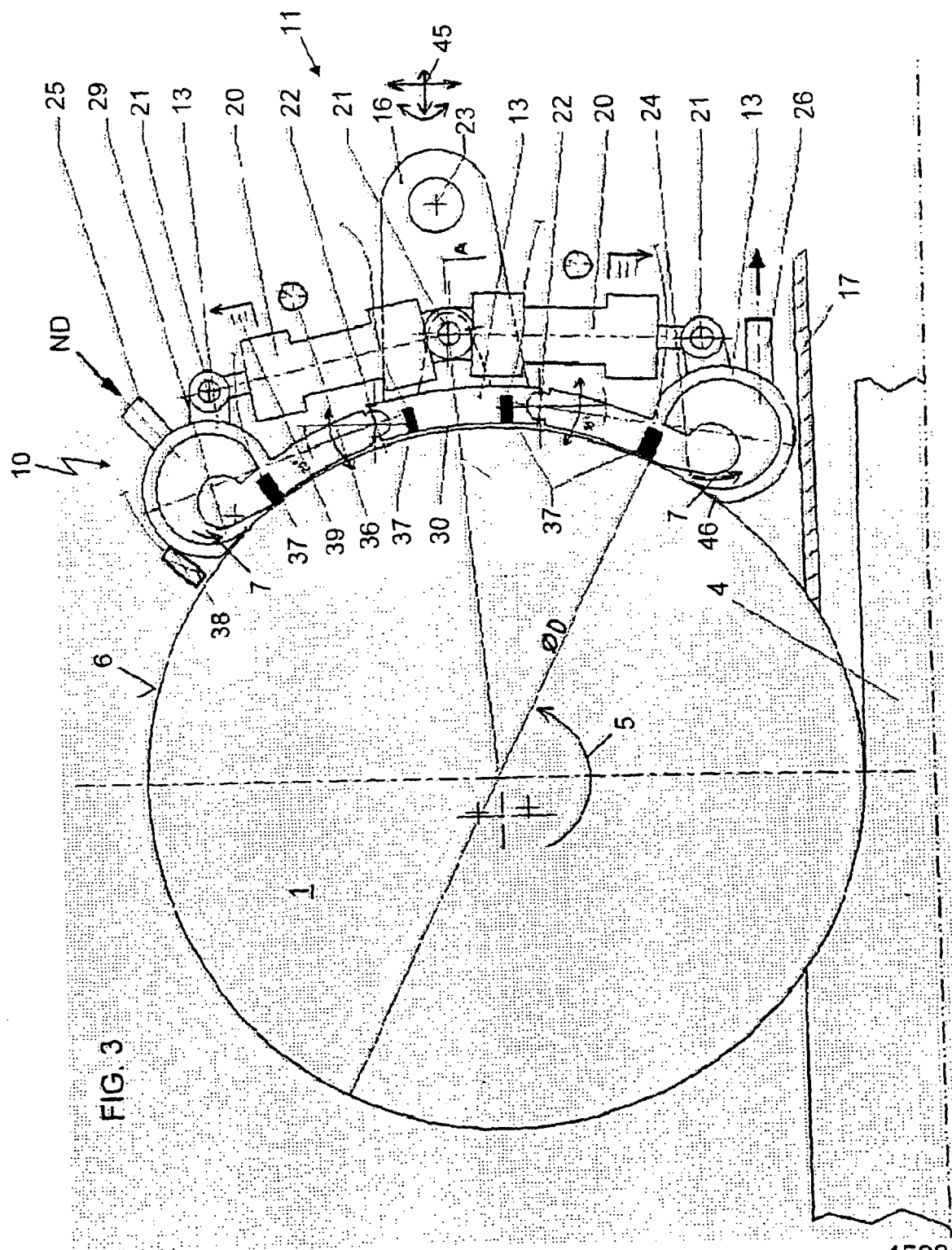


FIG. 1



45931

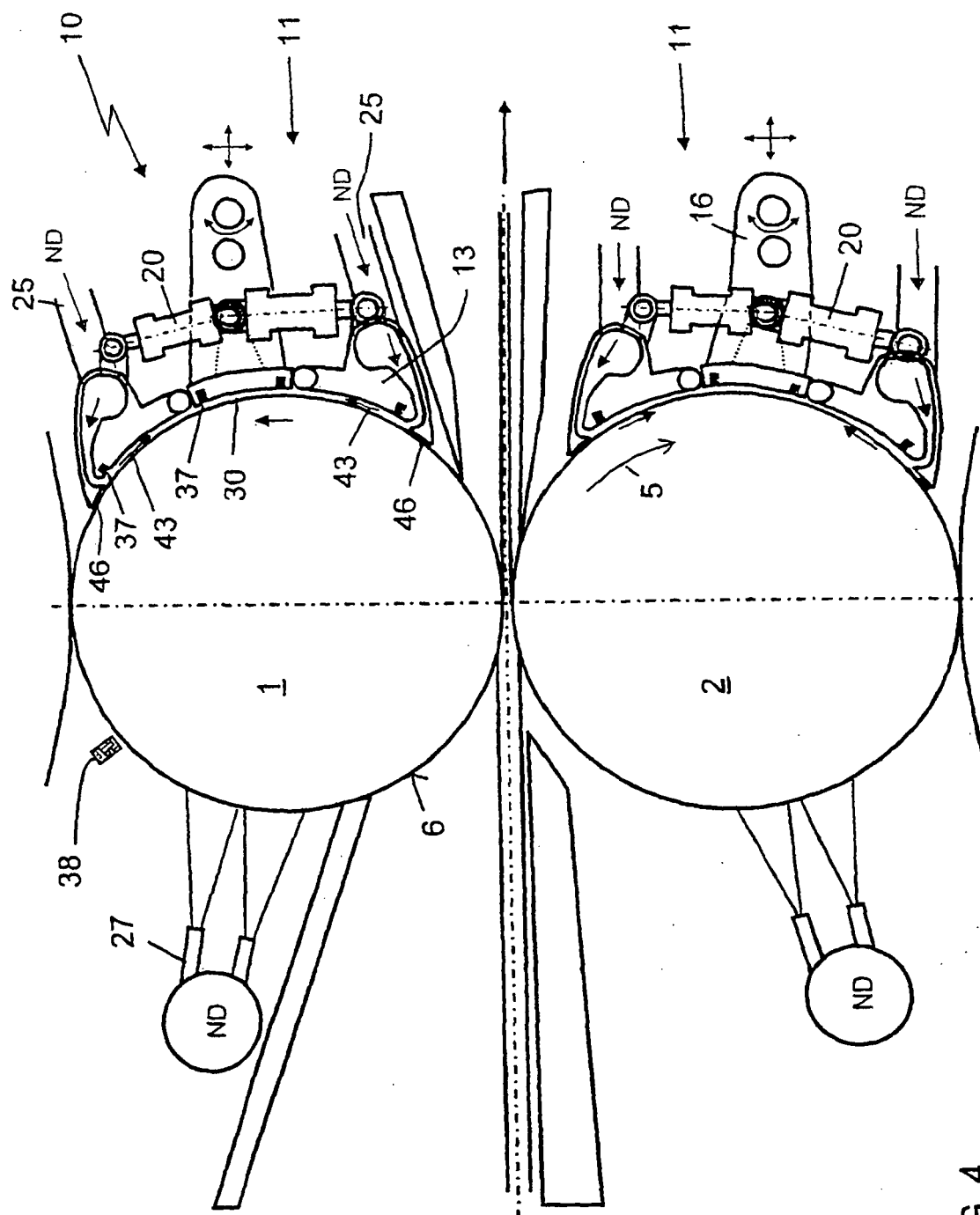


FIG. 4

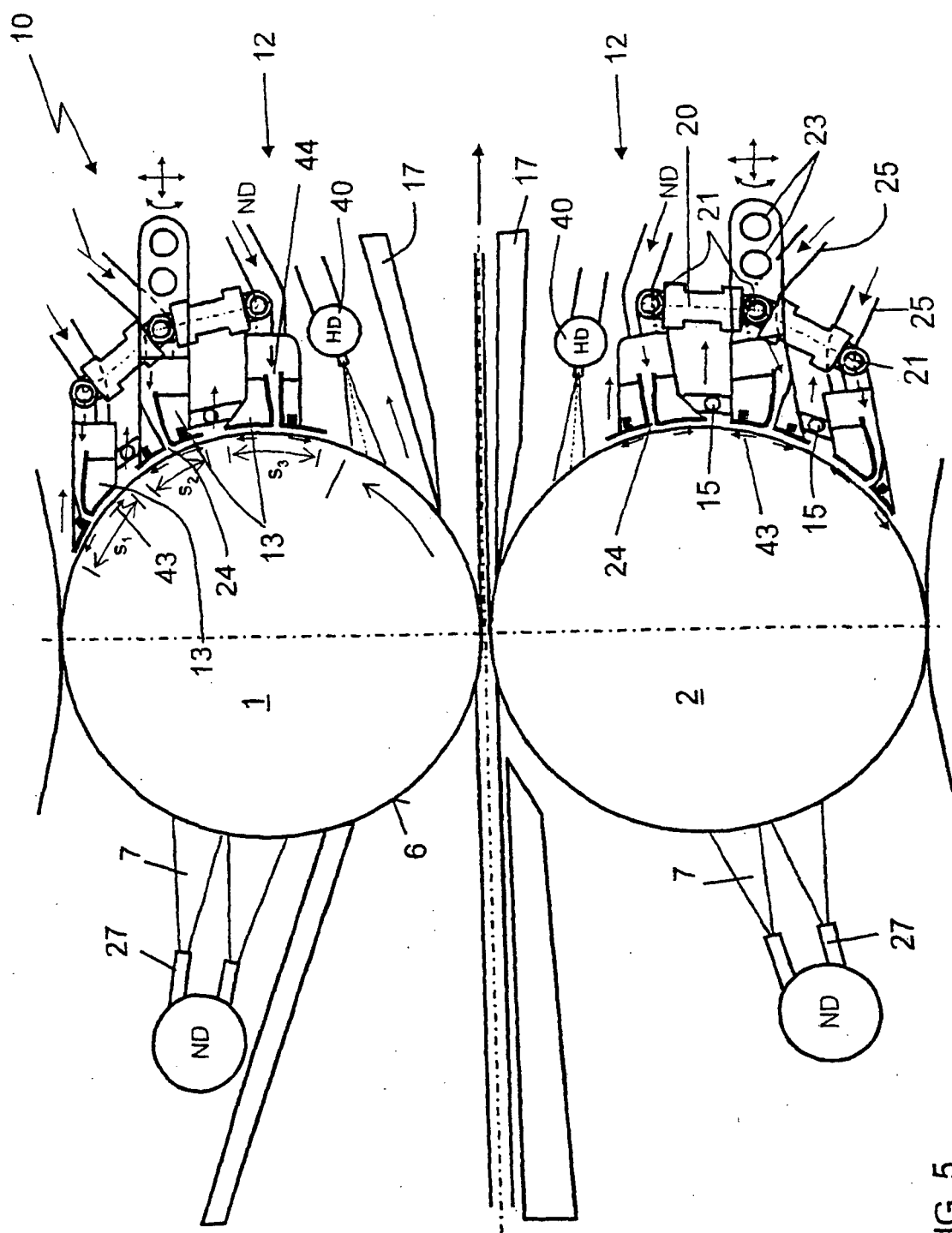


FIG. 5

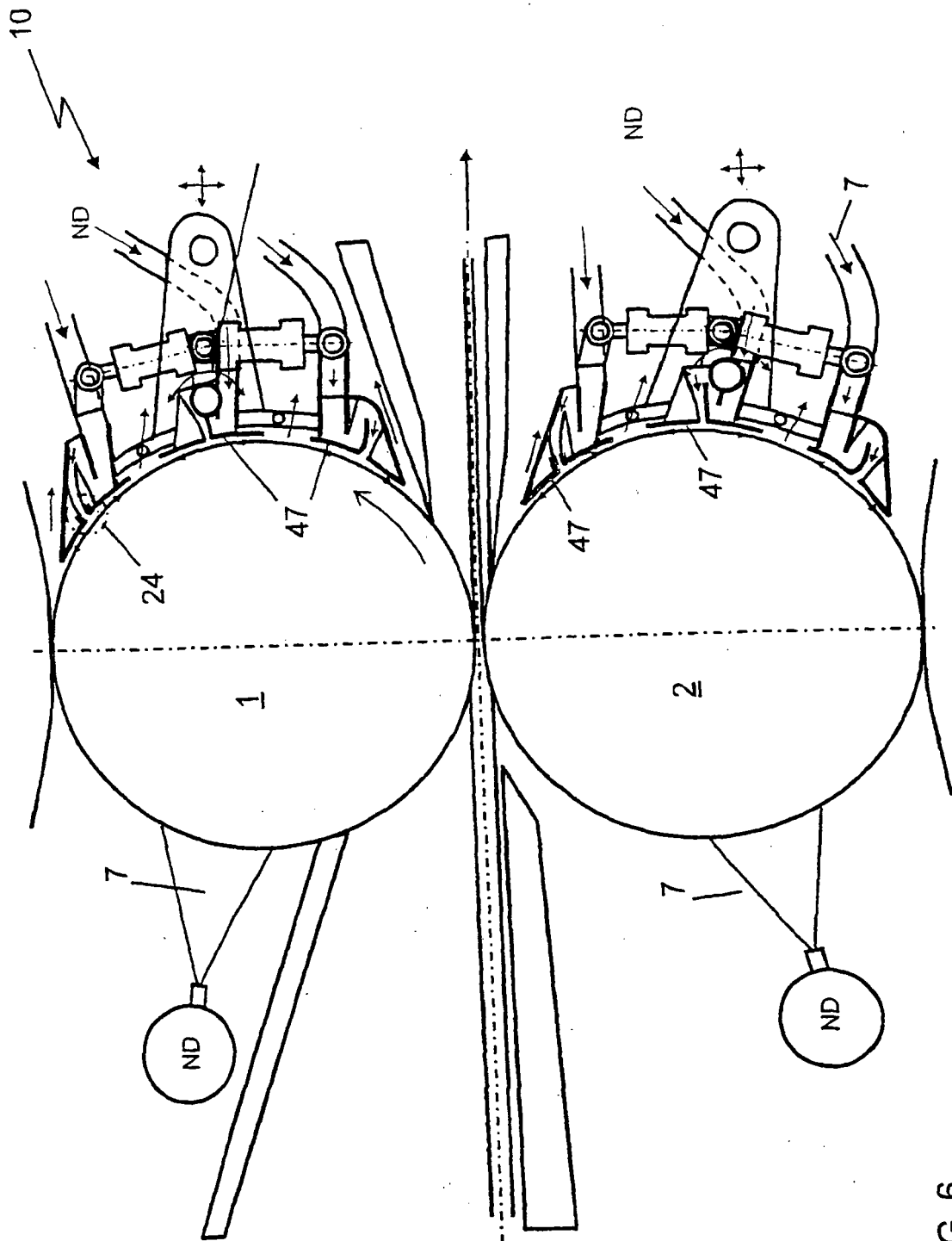


FIG. 6

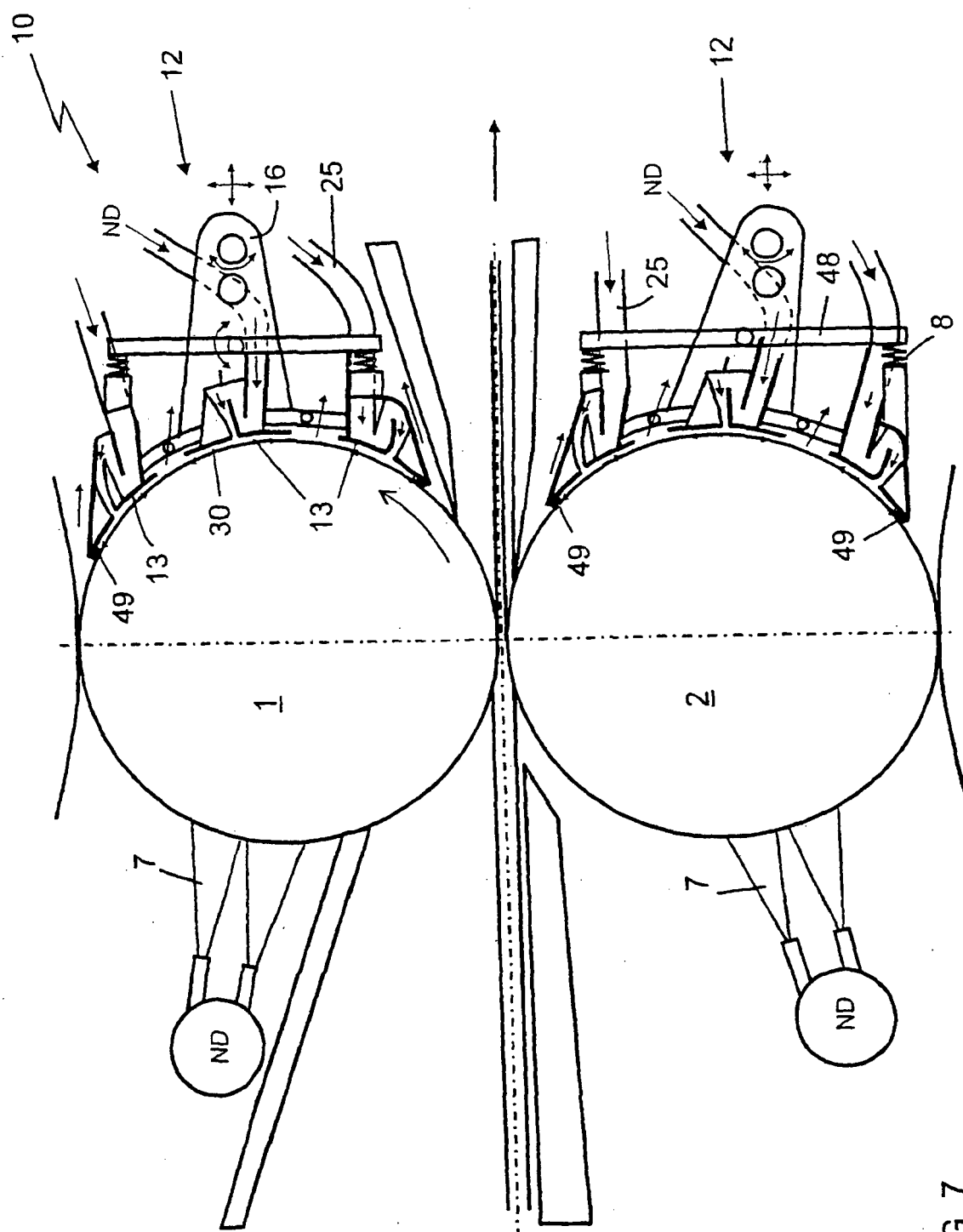


FIG. 7

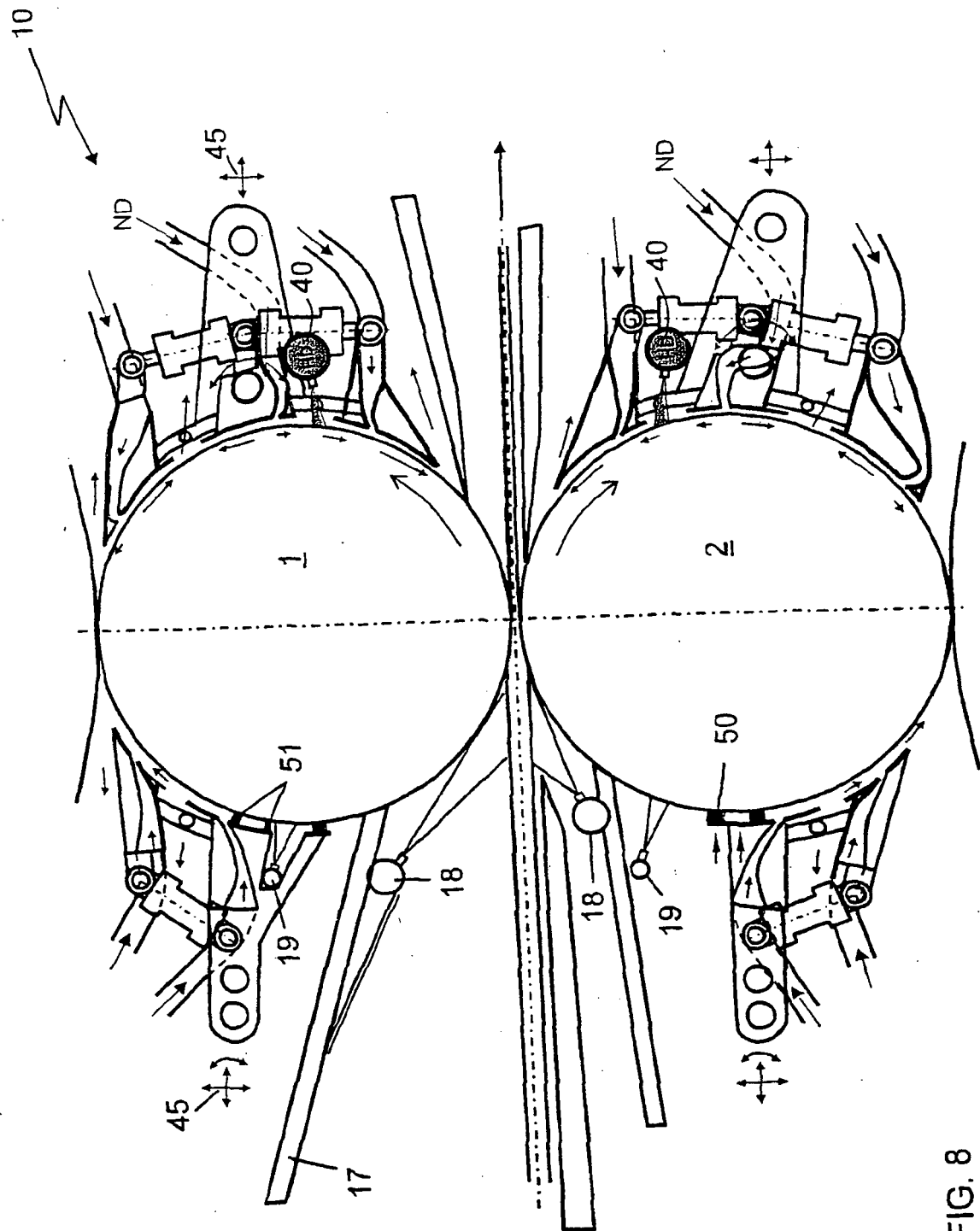


FIG. 8

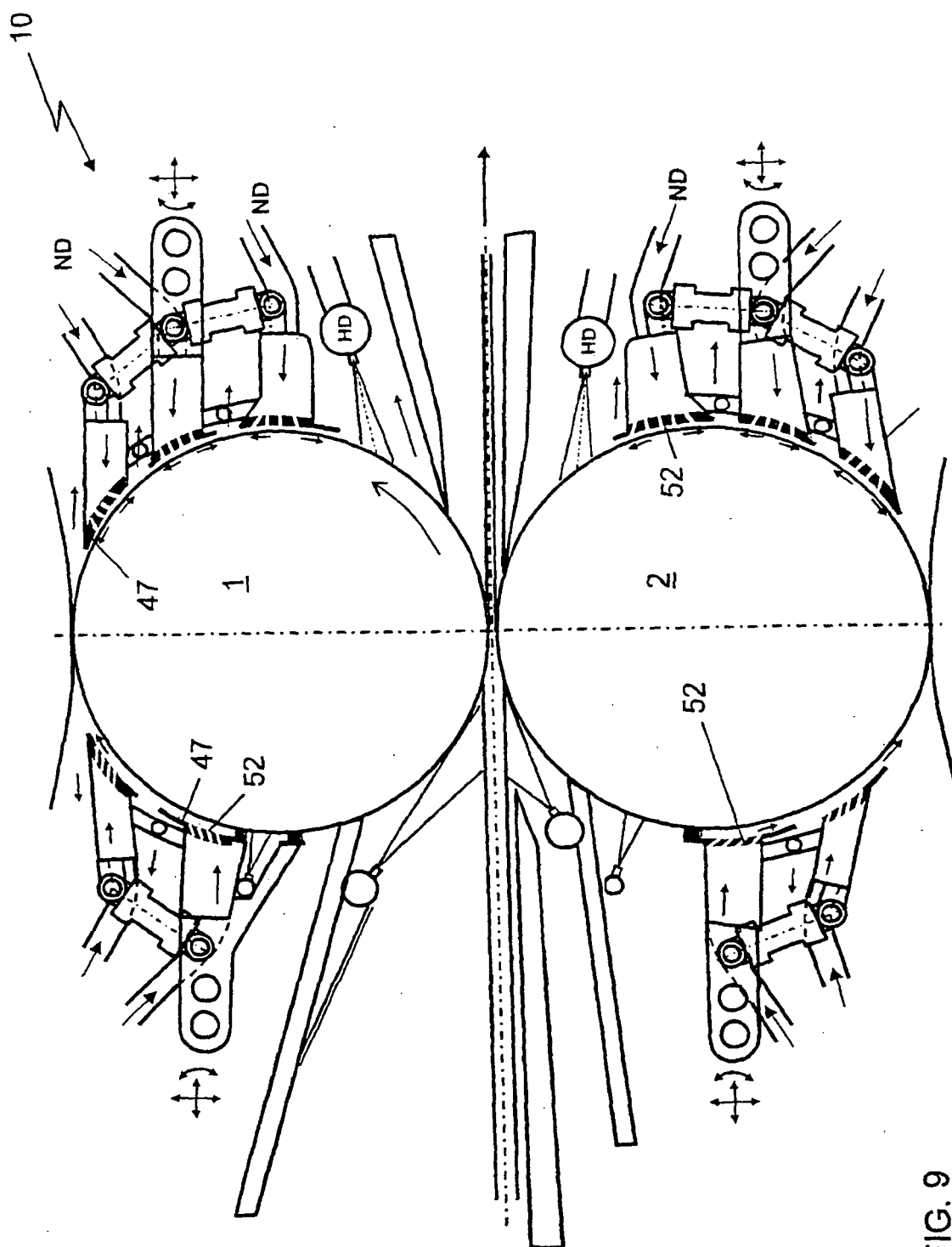


FIG. 9

FIG. 10a

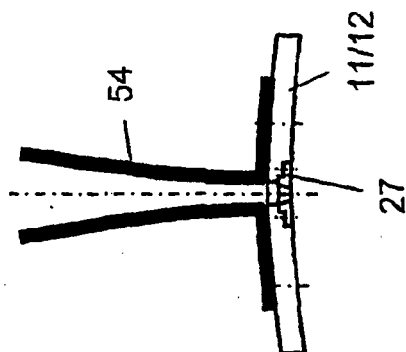


FIG. 10b

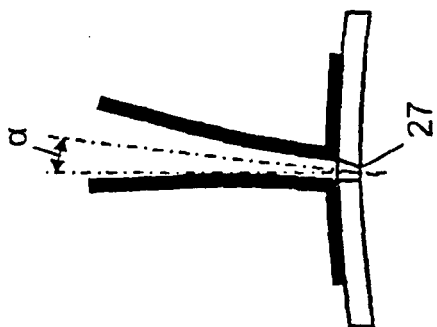


FIG. 10c

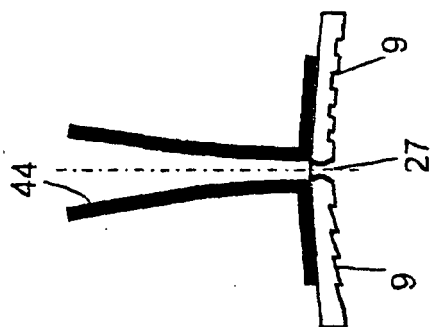


FIG. 10d

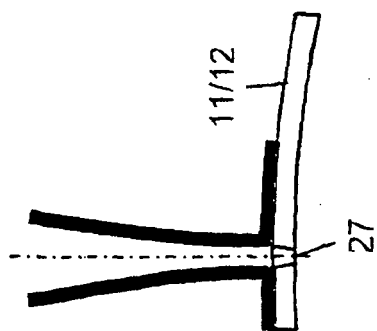


FIG. 10e

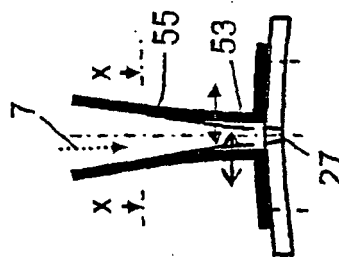


FIG. 10f

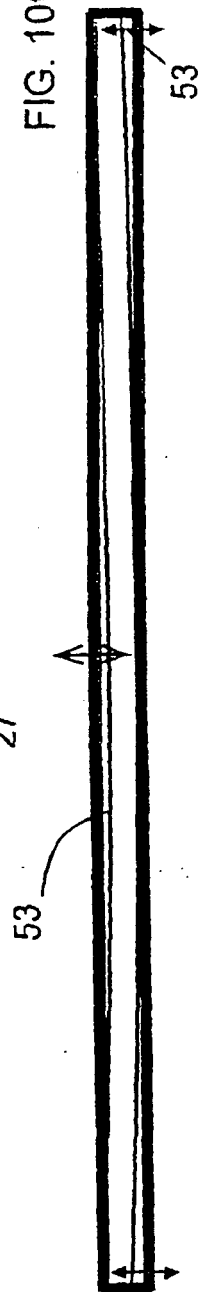


FIG. 11a

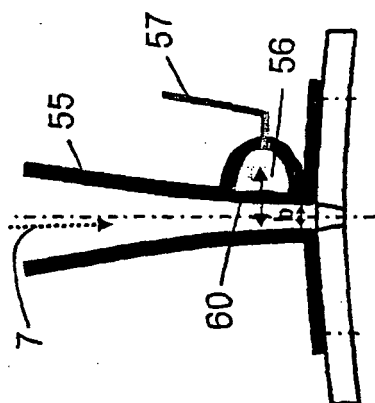


FIG. 11b

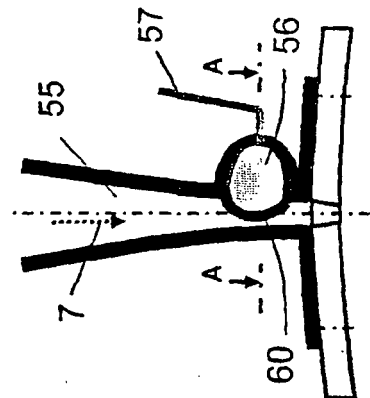


FIG. 11c

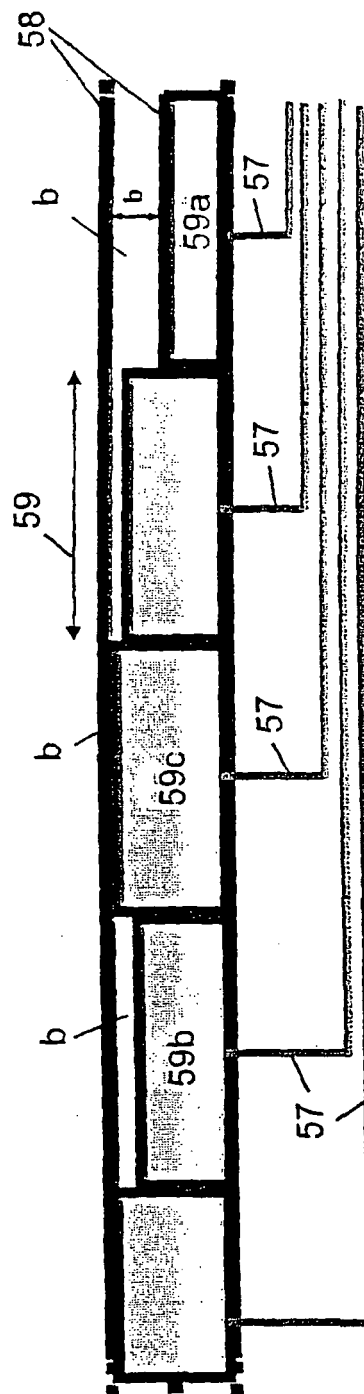
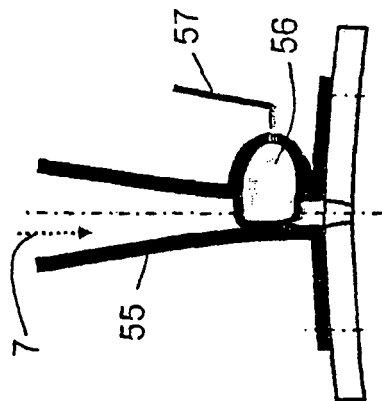


FIG. 12

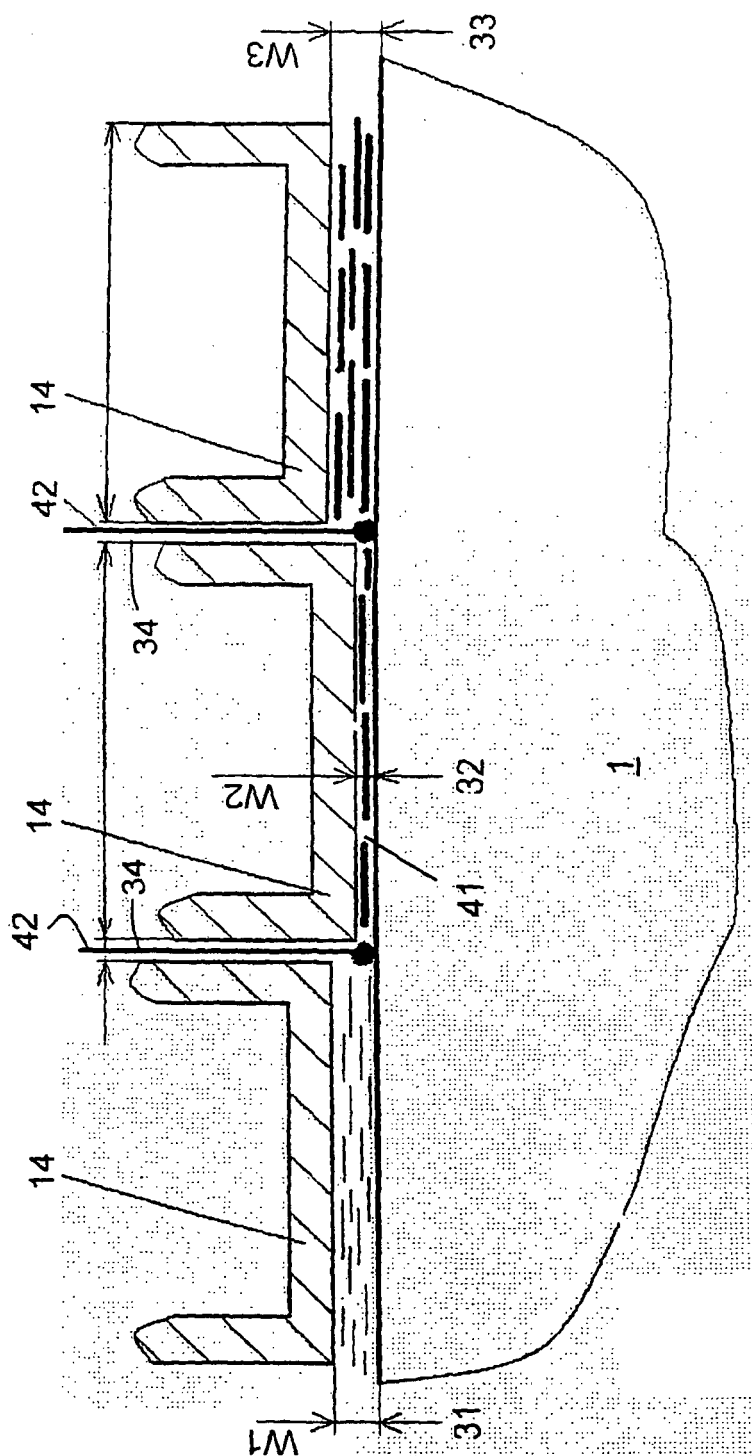


FIG. 13

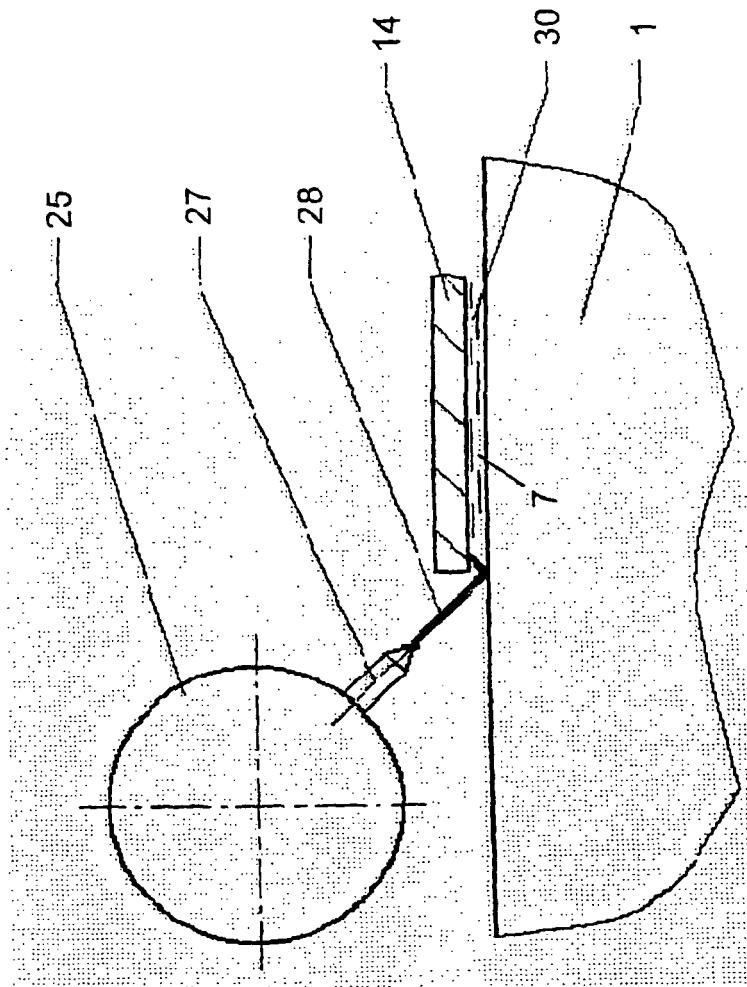


FIG. 14

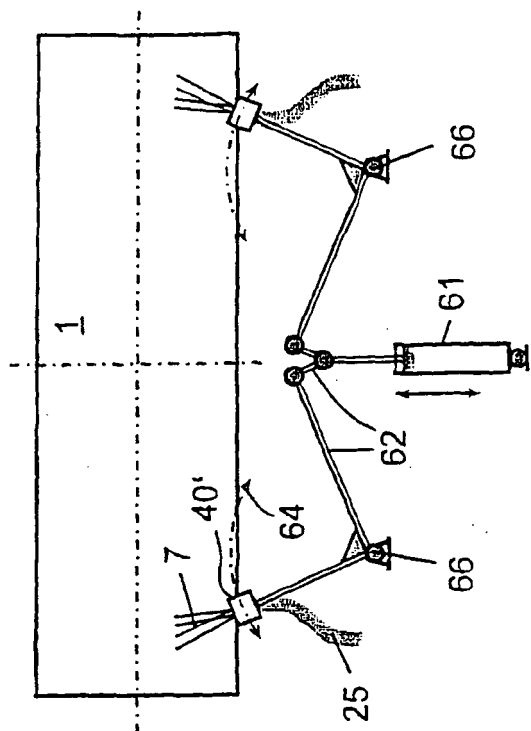


FIG. 15a

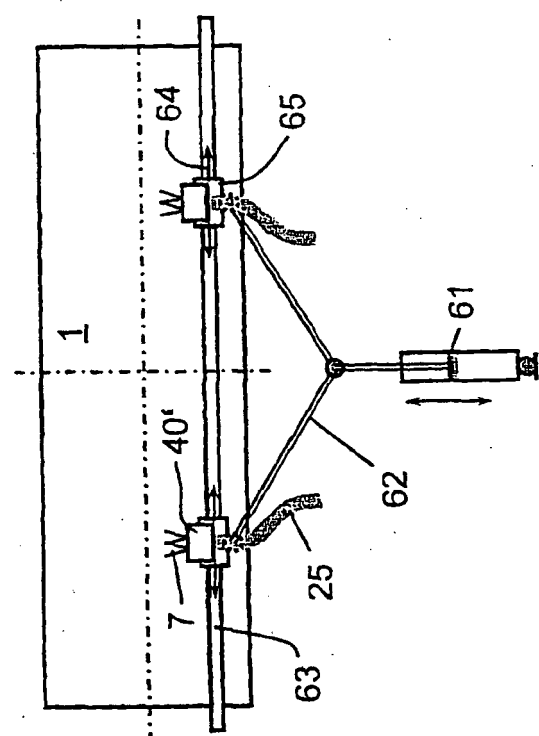


FIG. 15b

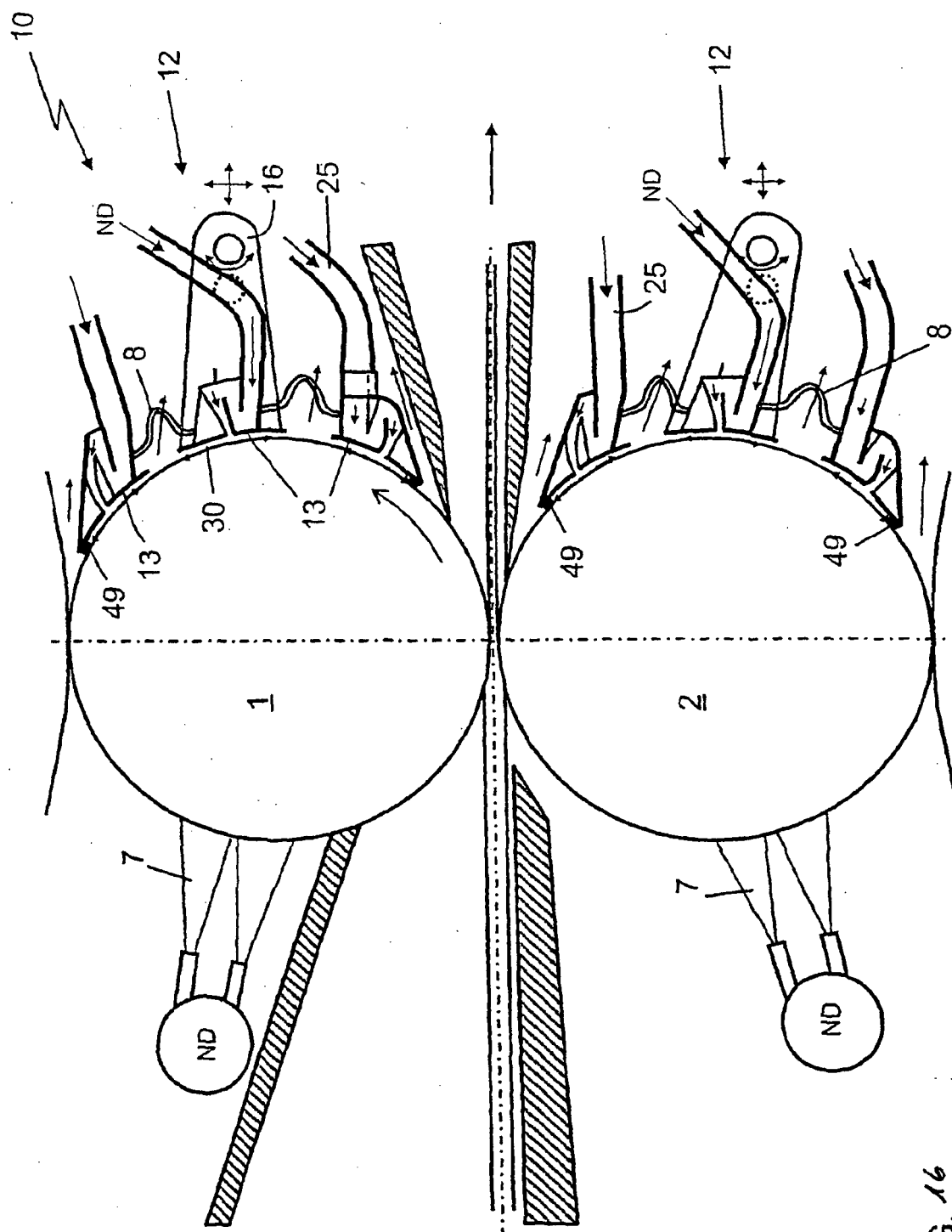


FIG. 16

IN DER BESCHREIBUNG AUFGEFÜHRTE DOKUMENTE

Diese Liste der vom Anmelder aufgeführten Dokumente wurde ausschließlich zur Information des Lesers aufgenommen und ist nicht Bestandteil des europäischen Patentdokumentes. Sie wurde mit größter Sorgfalt zusammengestellt; das EPA übernimmt jedoch keinerlei Haftung für etwaige Fehler oder Auslassungen.

In der Beschreibung aufgeführte Patentdokumente

- JP 63303609 A [0001]
- WO 2008104037 A1 [0003]
- DE 3616070 C2 [0004]
- JP 7232203 A [0005]
- JP 07290120 B [0017]