



AMT FÜR ERFINDUNGS- UND PATENTWESEN

In der vom Anmelder eingereichten Fassung veröffentlicht

(21) WP G 01 B / 296 667 0

(22) 26.11.86

(44) 15.06.88

(71) Ingenieurhochschule für Seefahrt Warnemünde/Wustrow, Richard-Wagner-Straße, Warnemünde, 2530, DD
 (72) Beyer, Manfred, Prof. Dr. sc. techn.; Greven, Dirk, Doz. Dr.-Ing.; Nikolay, Peter, DD

(54) Verfahren und Einrichtung zum Prüfen der Richtqualität

(55) Prüfen, Richtqualität, Unebenheiten, Bleche,
 Rollenrichtmaschine, Laserstrahl, Photoelektrische
 Impulse, Winkelmaß, Materialstärke, Steuerrechner,
 Soll-Istwertvergleich

(57) Die Erfindung betrifft ein Verfahren und eine
 Einrichtung zum Prüfen der Richtqualität, um Aussagen
 über die Einhaltung von Grenzwerten der Richtqualität von
 Blechen und Blechbändern beim Richten auf
 Rollenrichtmaschinen zu erhalten und bei nahezu ebenem
 Richtgut örtlich begrenzt auftretende Unebenheiten zu
 erkennen. Während der Bewegung des Richtgutes auf dem
 der Richtmaschine zugeordneten Rollengang werden
 mittels eines mit Laserstrahl arbeitenden rotierenden
 Sender-Empfänger-Systems entsprechend Figur 1
 photoelektrische Impulse erfaßt, diese in Winkelgrößen
 aufbereitet und einem Steuerrechner zugeführt, der auf der
 Grundlage der vorher eingegebenen Materialstärke des
 Richtgutes und ihr entsprechenden Grenzwerte der
 Richtqualität zulässige Winkelmaße errechnet, einen
 Soll-Ist-Vergleich so durchführt und Überschreitungen
 dieser Grenzwerte registriert, anzeigt, speichert und dem
 Prozeßrechner Richtwalzen als Eingabegröße zum
 Entscheid über die weitere Einordnung des Richtgutes in
 den technologischen Prozeß zur Verfügung stellt. Der
 Anwendungsbereich der Erfindung umfaßt die
 Walzwerkindustrie sowie den Maschinen- und Anlagenbau,
 insbesondere aber Bereiche des Stahlbaus, in denen
 Bleche und Blechbänder der Weiterverarbeitung in einer
 entsprechend tolerierten Richtqualität zugeführt werden
 müssen.

Patentanspruch:

1. Verfahren zum Prüfen der Richtqualität beim Richten von Blechen und Blechbändern auf Rollenrichtmaschinen, **gekennzeichnet dadurch**, daß eine Prüfeinrichtung einer Rollenrichtmaschine (8) in einem das Verfahren nicht hindernden Abstand am Rollengang (7) unmittelbar zugeordnet ist, die die Einhaltung von Grenzwerten der Richtqualität eines auf einem Rollengang (7) ablaufenden Bleches oder Blechbandes (4) mittels photoelektrischer Impulse erfaßt und dabei örtlich begrenzt auftretende Unebenheiten bei nahezu ebenem Richtgut (4) erkennbar macht, diese Impulse in Winkelgrößen aufbereitet, verstärkt und einem Steuerrechner (11) zuführt, der auf der Grundlage der vorher eingegebenen Materialstärke und ihr entsprechenden Grenzwerte der Richtqualität einen Soll-Ist-Vergleich durchführt und Überschreitungen dieser Grenzwerte durch das Richtgut (4) registriert, anzeigt, speichert und dem Prozeßrechner Richtwalzen (12) als Eingabegröße zur Entscheidungsfindung über die weitere Einordnung des Richtgutes (4) in den technologischen Prozeß zur Verfügung stellt.
2. Verfahren nach Anspruch 1, **gekennzeichnet dadurch**, daß das Prüfen der Richtqualität gleichzeitig zum Richten und kontinuierlich während des Durchlaufes des Bleches oder Blechbandes (4) durch die Prüfzone erfolgt und die Bezugsebene zur Prüfung der Richtqualität durch die obere Tangentialebene der Transportrollen (7) des der Richtmaschine zugeordneten Rollenganges (7) gebildet wird.
3. Einrichtung zur Prüfung der Richtqualität, **gekennzeichnet dadurch**, daß sie aus einem rotierenden Lasersender (1) und einem sich mit diesem synchron bewegenden photoelektrisch ausgeführten sowie mit einer Winkelmeßeinrichtung (3) gekoppelten Empfänger (2), angepaßter Signalaufbereitungs- (9) und Signalverstärkungstechnik (10) sowie einem Steuerrechner (11) besteht.
4. Einrichtung zur Durchführung des Verfahrens nach Anspruch 3, **gekennzeichnet dadurch**, daß entsprechend der Spezifik der zu richtenden Bleche oder Blechbänder (4) und der konstruktiven Ausführung des Rollenganges (7) eine elektromagnetische Schwingungsdämpfungs- und Lagesicherungseinrichtung (13) installiert ist und die Kraftwirkung der Elektromagnete in Abhängigkeit von der Materialstärke des Richtgutes (4) geregelt wird.
5. Einrichtung nach Anspruch 3, **gekennzeichnet dadurch**, daß das Sender-Empfänger-System zwischen zwei Transportrollen so positioniert wird, daß zuverlässige Aussagen über die Richtqualität getroffen werden sowie die Rotationsachse des Sender-Empfänger-Systems (1):(2) und der Laserstrahl (14) parallel zur Bezugsebene (5) und rechtwinklig zur Transportrichtung des Richtgutes (4) auf dem Rollengang (7) verlaufen und der Rotationsdurchmesser des Lasersenders (1) und des ihm entsprechenden Empfängers (2) bzw. der Abstand der Rotationsachse des Sender-Empfänger-Systems (1):(2) zur Bezugsebene (5) so gewählt wird, daß alle zu richtenden Materialstärken einschließlich örtlich begrenzt auftretender Unebenheiten geprüft werden können.
6. Einrichtung nach Anspruch 3, **gekennzeichnet dadurch**, daß das Sender-Empfänger-System (1), (2) mit einer konstanten Umfangsgeschwindigkeit rotiert, die gegenüber der Transportgeschwindigkeit des Bleches oder Blechbandes (4) ausreichend groß ist.

Hierzu 2 Seiten Zeichnungen

Anwendungsgebiet der Erfindung

Die Erfindung betrifft ein Verfahren und eine Einrichtung zum Prüfen der Richtqualität beim Richten von Blechen und Blechbändern auf Rollenrichtmaschinen zur Automatisierung des Richtprozesses. Der Anwendungsbereich des Verfahrens und der Einrichtung umfaßt die Walzwerkindustrie sowie den Maschinen- und Anlagenbau, insbesondere aber Bereiche des Stahlbaus, in denen Bleche und Blechbänder der Weiterverarbeitung in einer entsprechend tolerierten Richtqualität zugeführt werden müssen.

Charakteristik der bekannten technischen Lösungen

Während noch heute in der Praxis vielfach der Ebenheitszustand visuell durch eine erfahrene Arbeitskraft eingeschätzt wird, existieren bereits eine Reihe technischer Lösungen.
(AS 2256736 DE; PS 513245 SU; PS 4.158.258 US; WP 118325 DD; PS 1.130.588 GB). Dennoch wirft das Messen der Ebenheit größerer Oberflächen von Blechen oder Blechbändern, wie sie in der Walzwerkindustrie, im Anlagenbau, im Stahlbau und

speziell im Schiffbau vorkommen, Probleme auf, die dazu geführt haben, daß diese Lösungen keine breite Anwendung in der Industrie fanden.

Nach AS 2256736 DE wird ein optischer Abtaststrahl periodisch über die zu prüfende Oberfläche bewegt und die reflektierte und gestreute Strahlung wird einer lichtelektrischen Detektoreinrichtung zugeführt. Ähnliche Lösungen, die mit Laser- oder anderen Lichtstrahlen arbeiten, sehen vor, daß über entsprechende rotierende, oszillierende oder anderweitig bewegte Umlenkeinheiten das Licht senkrecht oder in einem bestimmten Winkel auf die zu analysierende Oberfläche gebracht und die reflektierte Strahlung analysiert wird. Dabei erfolgt eine punkt- oder flächenhafte Abtastung der Oberfläche. Solche Verfahren sind an gleichmäßig gut reflektierende Prüfoberflächen gebunden und lassen sich schlecht in den technologischen Prozeß einordnen.

Die Lösung PS 513245 SU stellt eine opto-mechanische Prüfeinrichtung dar, bei der die Bewegung eines Wagens oder Meßfühlers über geeignete Elemente durch einen Lichtstrahl verfolgt wird und somit die Prüfoberfläche linienweise oder punktwise untersucht wird und dabei Nachteile einer berührungsbehafteten Messung in Kauf genommen werden.

Elektrische oder elektromechanische Methoden der Ebenheitsprüfung fundieren im wesentlichen auf kapazitiven, induktiven oder Magnetfeld messenden Verfahren, wobei berührungslos oder berührungsbehaftet (PS 4.158.258 US) durch Meßfühler punkt- oder linienweise bzw. mit sehr großem Aufwand flächenhaft das Prüfobjekt senkrecht zu seiner Oberfläche abgetastet wird. Solche Lösungen erfordern für große Flächen hauptsächlich zur Schaffung ausreichend großer Bezugsebenen einen hohen Aufwand und stellen zum Teil an das Richtgutmaterial hinsichtlich magnetischer Eigenschaften zusätzliche Anforderungen.

Die Lösung PS 1.130.588 GB arbeitet nach rein mechanischem Funktionsprinzip berührungsbehaftet, läßt sich schlecht in den Fertigungsprozeß integrieren und ermöglicht ohne zusätzliche Signalwandler keine rechentechnische Verarbeitung der Prüfergebnisse.

Das pneumatische Prüfen von Oberflächenverformungen bzw. -verwertungen liegt der Lösung WP 118325 DD zugrunde. Neben der hohen Meßgenauigkeit durch Wiedergabe des Oberflächenprofils mittels Druckmessung bestehen weitere Nachteile in der Beschränkung auf relativ kleine Prüfoberflächen und der Unmöglichkeit, den Ebenheitszustand gleichzeitig zum Richtprozeß zu prüfen.

Ziel der Erfindung

Das Ziel der Erfindung besteht darin, kontinuierlich ohne zusätzlichen Arbeitsgang gleichzeitig zum Richtprozeß mittels einer platzsparenden und fest installierten Einrichtung verschleißfrei und berührungslos die Einhaltung von Grenzwerten der Richtqualität zu prüfen und bei nahezu ebenen Blechen oder Blechbändern örtlich begrenzt auftretende Unebenheiten (wie z. B. eine Schweißnahtüberhöhung) zu erkennen und damit die Arbeitsproduktivität des gesamten Richtprozesses zu erhöhen und eine Arbeitskraft zur visuellen Begutachtung des Zustandes der Richtqualität freizusetzen.

Darlegung des Wesens der Erfindung

Die Aufgabe der Erfindung besteht darin, daß ein Verfahren einschließlich der dazu benötigten Einrichtung entwickelt wird, welches ein kontinuierliches Prüfen der Richtqualität und bei nahezu ebenen Blechen oder Blechbändern ein Erkennen von örtlich begrenzt auftretenden Unebenheiten (wie z. B. eine Schweißnahtüberhöhung) ermöglicht und damit Voraussetzung zur Automatisierung des Richtprozesses ist. Bezugsbasis für das Prüfverfahren sind die im voraus erfaßte Dicke der Bleche und Blechbänder und die jeweils geltenden Grenzwerte für die Richtqualität. Die Bezugsebene wird durch die obere Tangentialebene der Transportrollen des der Richtmaschine zugeordneten Rollenganges verkörpert.

Das erfindungsgemäße Verfahren besteht darin, daß während der Bewegung eines Bleches oder Blechbandes auf dem der Richtmaschine zugeordneten Rollengang mittels einer unmittelbar hinter der Richtmaschine in einem geeigneten Abstand zur Richtzone befindlichen Prüfeinrichtung die Richtqualität bzw. örtlich begrenzt auftretende Unebenheiten bei nahezu ebenem Richtgut mittels photoelektrischer Impulse erfaßt, diese Impulse über eine dem Verfahren angepaßte Signalaufbereitungs- und Signalverstärkungstechnik in Winkelgrößen aufbereitet, verstärkt und einem Steuerrechner zugeführt, der auf der Grundlage der vorher eingegebenen Materialstärke des Richtgutes und ihr entsprechenden Grenzwerte der Richtqualität zulässige Winkelmaße errechnet, einen Soll-Ist-Vergleich durchführt und Überschreitungen dieser Grenzwerte registriert, anzeigt, speichert und dem Prozeßrechner Richtwalzen als Eingabegröße zum Entscheid über die weitere Einordnung des Richtgutes in den technologischen Prozeß zur Verfügung stellt. Das erfindungsgemäße Verfahren nutzt die Tatsache, daß die Lage von Unebenheiten bezüglich der Breite und Länge des Bleches oder Blechbandes bei der Prüfung auf Einhaltung von Grenzwerten der Richtqualität keine Rolle spielt.

Die erfindungsgemäße Einrichtung zur Durchführung des Verfahrens besteht aus einem rotierenden optischen Sender-Empfänger-System, einem Winkelmeßsystem, dazugehöriger Signalaufbereitungs- und Signalverstärkungstechnik, einem Steuerrechner einschließlich peripherer Geräte und einer hinsichtlich der konstruktiven Ausführung des Rollenganges und der Spezifik der zu richtenden Bleche oder Blechbänder angepaßten Schwingungsdämpfungs- und Lagesicherungseinrichtung zur Sicherung eines für das Prüfverfahren ausreichenden schwingungsarmen Ablaufens des Richtgutes auf dem Rollengang im näheren Bereich der Prüfeinrichtung und zur Vermeidung von Lagefehlern hinsichtlich der Bezugsebene. Das mit zur Bezugsebene und zur Rotationsachse der Transportrollen des Rollenganges parallelem Laserlicht arbeitende und unmittelbar hinter der Richtmaschine in einem das Prüfverfahren nicht beeinflussenden Abstand installierte rotierende Sender-Empfänger-System ist zwischen zwei Transportrollen so positioniert, daß durch die Lageänderung des Richtgutes in eine zur Bezugsebene senkrechte Richtung aufgrund des Abrollens auf den Transportrollen keine falschen Aussagen über die Richtqualität getroffen werden.

Der mit dem Lasersender synchron bei einer gegenüber der Transportgeschwindigkeit des Bleches oder Blechbandes ausreichend großen und konstanten Umfangsgeschwindigkeit rotierende photoelektrisch oder anderweitig ausgeführte Empfänger ist mit einer Winkelmeßeinrichtung gekoppelt, die ihrerseits im Zusammenwirken mit der zugehörigen Signalaufbereitung und Signalverstärkungstechnik dem Steuerrechner die von der jeweiligen Materialstärke und der Richtqualität des Bleches oder Blechbandes die photoelektrischen Impulse als Winkelgröße zur Verfügung stellt. Dabei werden

der Rotationsdurchmesser des Lasersenders und des ihm entsprechenden Empfängers bzw. die Lage der Rotationsachse des Sender-Empfänger-Systems oberhalb der Bezugsebene so gewählt, daß alle zu richtenden Materialstärken nach dem erfindungsgemäßen Verfahren geprüft werden können.

Die Vorteile des Verfahrens bestehen darin, daß mittels einer platzsparenden, fest installierten Einrichtung, die im wesentlichen aus einem einzigen optischen Sender-Empfänger-System besteht und sich relativ leicht in vorhandenen Anlagen integrieren läßt, verschleißfrei und berührungslos im laufenden Richtprozeß ohne zusätzlichen Prüfarbeitgang und bei gleichzeitiger Freisetzung einer Arbeitskraft von der visuellen Einschätzung der Richtqualität die Einhaltung von Grenzwerten der Richtqualität geprüft und bei nahezu ebenen Blechen örtlich begrenzt auftretende Unebenheiten erkannt sowie die Signale registriert, angezeigt, gespeichert und dem Prozeßrechner Richtwalzen zugeführt werden können.

Ausführungsbeispiel

Die Figur 1 zeigt den prinzipiellen Aufbau der erfindungsgemäßen Einrichtung im Ausführungsbeispiel zum Prüfen der Richtqualität von ferromagnetischen Blechen und Blechbändern.

Danach besteht die Einrichtung aus einem rotierenden Lasersender 1 und einem sich mit diesem synchron bewegenden photoelektrischen Empfänger 2, deren Antriebe durch eine den Synchronlauf gewährleistende und mit dem Steuerrechner 11 verbundene Vorrichtung gekoppelt sind. Die Rotationsachse des Sender-Empfänger-Systems 1, 2 bzw. der Laserstrahl 14 verlaufen parallel zur Bezugsebene 5, die durch die obere Tangentialebene der Transportrollen 7 des der Richtmaschine zugeordneten Rollenganges 7 gebildet wird, und rechtwinklig zur Transportrichtung des Richtgutes 4. Der Abstand der Rotationsachse des Sender-Empfänger-Systems 1, 2 zur Bezugsebene 5 und der Rotationsdurchmesser des Lasersenders 1 und des ihm entsprechenden Empfängers 2 werden so gewählt, daß alle zu richtenden Materialstärken nach dem erfindungsgemäßen Verfahren geprüft werden können. Die konstante Umfangsgeschwindigkeit von Lasersender und Empfänger soll gegenüber der Transportgeschwindigkeit des Bleches oder Blechbandes 4 ausreichend groß sein, um den jeweiligen Zustand der Richtqualität hinreichend genau zu ermitteln. Mit dem Empfänger 2 mechanisch gekoppelt ist eine Winkelmeßeinrichtung 3. Mittels dem photoelektrisch ausgeführten Empfänger 2 und der der Winkelmeßeinrichtung 3 angepaßten Signalaufbereitungs- 9 und der Signalverstärkungstechnik 10 werden einem Steuerrechner 11 verarbeitbare Signale zur Verfügung gestellt.

Zur Durchführung des erfindungsgemäßen Verfahrens ist der Steuerrechner 11 mit dem Prozeßrechner Richtwalzen 12 verbunden, über den alle benötigten Eingangswerte bereitgestellt werden. Nach Figur 2 wird das rotierende Sender-Empfänger-System 1, 2 aufgrund der Lageänderung des Richtgutes 4 beim Abrollen auf den Transportrollen 7 in eine zur Bezugsebene 5 senkrechte Richtung zwischen zwei Transportrollen derart installiert, daß zuverlässige Aussagen über die Richtqualität getroffen werden. Zur Sicherung eines für das Prüfverfahren ausreichenden schwingungsarmen Ablaufens des Richtgutes 4 auf dem Rollengang 7 im näheren Bereich der Prüfeinrichtung und zur Vermeidung von Lagefehlern hinsichtlich der Bezugsebene 5 wird eine elektromagnetische Schwingungsdämpfungs- und Lagesicherungseinrichtung 13 entsprechend der Spezifik der zu richtenden Bleche oder Blechbänder 4 und der konstruktiven Ausführung des Rollenganges 7 vorgesehen. Die Kraftwirkung der Elektromagnete wird in Abhängigkeit von der Materialstärke des Richtgutes 4 geregelt.

Die Anwendung der dargestellten Prüfeinrichtung erfolgt in der Weise, daß während der Bewegung eines Bleches oder Blechbandes 4 auf dem der Richtmaschine zugeordneten Rollengang 7 die Richtqualität über das konstant rotierende Sender-Empfänger-System 1, 2 erfaßt wird. Dabei nimmt der photoelektrische Empfänger 2 entsprechend der Materialstärke, des Zustandes der Richtqualität und vorhandener örtlich begrenzter Unebenheiten entsprechend Figur 3 und 4 in den Punkten der Kreisbahn des Empfängers P_1 bis P_4 optische Signale auf und wandelt sie in elektrische Impulse, die ihrerseits mit Hilfe des Winkelmeßsystems 3 auf Winkeldifferenzmaße bezogen werden. Diverse Signalaufbereitungstechnik 9 und Signalverstärkungstechnik 10 liefert dem Steuerrechner 11 die Winkelgrößen in rechentechnisch verarbeitbarer Form zur Durchführung eines Soll-Ist-Vergleiches auf der Grundlage errechneter zulässiger Winkelmaße, die im Steuerrechner in Abhängigkeit von der Materialstärke des Richtgutes 4 und von in Toleranzkatalogen festgelegten Richtqualitätsgrenzwerten errechnet werden. Nach Figur 3 werden alle Bleche und Blechbänder 4 als eben eingestuft, bei deren vollständigen Durchlauf durch die Prüfeinrichtung ständig die Beziehung $\varphi_{1,2} \geq \varphi_{zul}$ nach Figur 3 erfüllt wurde, d. h. die Punkte P_1 und P_2 liegen unterhalb der Linie des Grenzwertes der Richtqualität δ . Gemäß Figur 4 werden dabei Überschreitungen der Richtqualitätsgrenzwerte durch örtlich auftretende Unebenheiten (wie z. B. Schweißnahtüberhöhungen) an der Richtgutoberseite (Fall A) und Richtgutunterseite (Fall B) bei nahezu ebenen Blechen oder Blechbändern 4 durch Registrierung von Winkeldifferenzmaßen, die nicht der Materialdicke entsprechen, von den Überschreitungen aufgrund des Gesamtzustandes der Richtqualität unterschieden. Das Ergebnis des während des Richtgutdurchlaufes durch die Prüfeinrichtung ständig durchgeführten Soll-Ist-Vergleiches im Steuerrechner 11 wird registriert, angezeigt, gespeichert und dem Prozeßrechner 12 zur Entscheidungsfindung über die weitere Eingliederung des Richtgutes 4 in den technologischen Prozeß zur Verfügung gestellt.

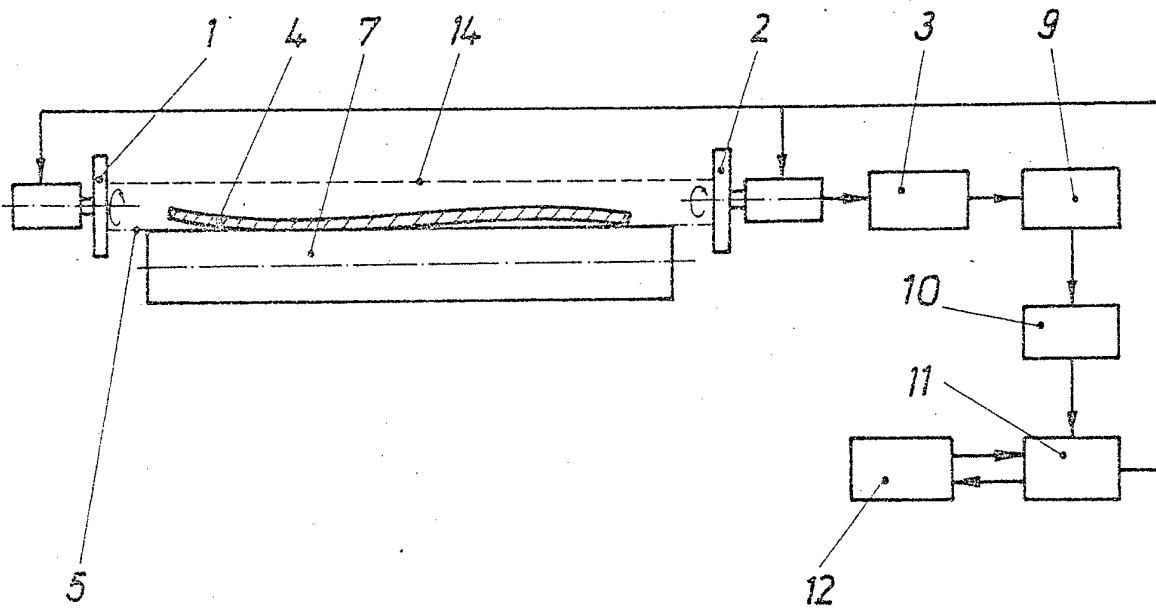


Fig. 1

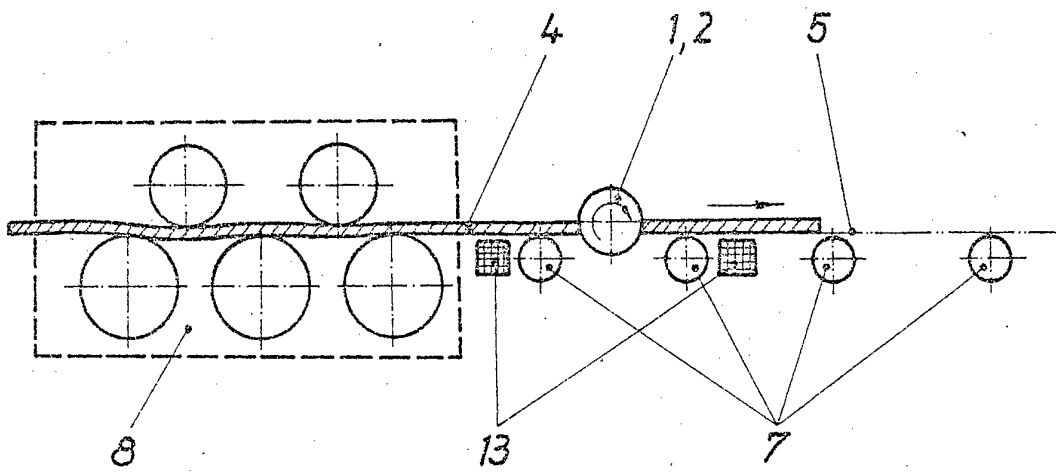


Fig. 2

