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

(11) EP 0 875 304 B1

(12) # EUROPÄISCHE PATENTSCHRIFT

(45) Veröffentlichungstag und Bekanntmachung des Hinweises auf die Patenterteilung:
10.12.2003 Patentblatt 2003/50

(51) Int Cl.[7]: **B21B 45/02**

(21) Anmeldenummer: **98107703.5**

(22) Anmeldetag: **28.04.1998**

(54) **Verfahren und Kühlaggregat zum Kühlen von walzwarmem Walzgut, insbesondere von Warmbreitband**

Method and cooling aggregate for cooling rolling stock at rolling-temperature, especially hot wide strip

Procédé et agrégat de refroidissement pour refroidir des produits de laminage chauds, notamment des bandes larges laminées à chaud

(84) Benannte Vertragsstaaten:
AT BE CH DE DK ES FI FR GB GR IT LI LU NL SE

(30) Priorität: **02.05.1997 DE 19718530**

(43) Veröffentlichungstag der Anmeldung:
04.11.1998 Patentblatt 1998/45

(73) Patentinhaber: **SMS Demag AG**
40237 Düsseldorf (DE)

(72) Erfinder:
- **Meyer, Meinert, Dipl.-Ing.**
  40699 Erkrath (DE)
- **Plociennik, Uwe, Dipl.-Ing.**
  40882 Ratingen (DE)

(74) Vertreter: **Valentin, Ekkehard, Dipl.-Ing. et al**
Patentanwälte Hemmerich, Valentin, Gihske, Grosse,
Hammerstrasse 2
57072 Siegen (DE)

(56) Entgegenhaltungen:
EP-A- 0 266 302
WO-A-89/07993
DE-A- 2 543 750
DE-A- 4 009 228

- **PATENT ABSTRACTS OF JAPAN vol. 012, no. 340 (M-740), 13. September 1988 (1988-09-13) & JP 63 101017 A (KAWASAKI STEEL CORP), 6. Mai 1988 (1988-05-06)**

Anmerkung: Innerhalb von neun Monaten nach der Bekanntmachung des Hinweises auf die Erteilung des europäischen Patents kann jedermann beim Europäischen Patentamt gegen das erteilte europäische Patent Einspruch einlegen. Der Einspruch ist schriftlich einzureichen und zu begründen. Er gilt erst als eingelegt, wenn die Einspruchsgebühr entrichtet worden ist. (Art. 99(1) Europäisches Patentübereinkommen).

EP 0 875 304 B1

Beschreibung

[0001] Die Erfindung betrifft ein Verfahren zum Kühlen von walzwarmen Walzgut, insbesondere zum beidseitigen Kühlen von Warmbreitband, bei dem eine Zwangskonvektion beim Wärmeaustausch zwischen Walzgut und Kühlmediurn mit Hilfe einer Druckwasserströmung in einem Druckraum und Konvektionsraum vorgenommen und das Walzgut durch gezieltes Steuern der Intensität der Zwangskonvektion gekühlt wird, wobei diese durch relative Abstimmung voneinander unabhängig einstellbarer Parameter, wie Verweilzeit des Walzgutes beim Durchlauf durch den Druckraum und den anschließenden Konvektionsraum sowie Menge, Druck und Strömungsgeschwindigkeit des Kühlmediums gesteuert und von diesem Wärme aus dem Walzgut bis zu einem Sicherheitsabstand zum Siedepunkt zwecks Vermeidung einer instabilen Filmverdampfung aufgenommen wird. Die Erfindung betrifft auch eine Vorrichtung zur Durchführung des Verfahrens.

[0002] Die Erkenntnisse beim Kühlen von walzwarmem Walzgut beruhen auf langjährigen praktischen Erfahrungen. Diese zeigen, dass bspw. beim Draht und Stabstahl in Wasserkühlstrecken wesentlich höhere Kühlintensitäten erzielt werden, als in Wasserkühlstrekken von Warmbreitbandstraßen. In Kühtstrecken von Draht und Stabstahl betragen die Wärmeübergangszahlen ca. 20.000 bis 40.000 W/m^{2}K, während in einer Laminarkühlstrecke hinter dem Fertiggerüst für Warmbreitband Wärmeübergangszahlen von ca. 800 bis 1500 W/m^{2}K, also eine um ca. 10- bis 15fach niedrigere Kühlintensität erzielt werden. Dies hat zur Folge, dass für die gleiche Temperaturabsenkung bei Warmbreitband im Verhältnis zu Draht und Stabstahl eine wesentlich längere Kühlstrecke benötigt wird.

[0003] Durch neue Technologien beim ferritischen Walzen von Warmbreitband muss zwischen den letzten Gerüsten intensiv gekühlt werden, um niedrige Endwalztemperaturen bei nicht zu großen Gerüstabständen zu erhalten. Beim Walzen von dünnen Abmessungen, bei welchen der Warmbandhaspel zur Vermeidung von unruhig laufendem Band näher am Fertiggerüst angeordnet werden muss, werden gleichfalls Wasserkühlstrecken mit höherer Kühlintensität erforderlich.

[0004] Die DE 39 27 276 A1 offenbart ein Verfahren zum Härten von Stahl mit Hilfe flüssiger Kühlmedien. Daraus geht hervor, dass mit den bisher bekannten Verfahren zum Härten von Stahl mit Hilfe von flüssigen Kühlmedien auch bei Stäben mit geringen Stabdurchmessem eine nur geringe, auf die Randzone bezogene Einhärtungstiefe erreicht wird. Demgegenüber wird mit dem Verfahren gemäß DE 39 29 276 A1 nicht nur eine erhebliche Steigerung der Einhärtungstiefe, sondern auch ein vollständiges Durchhärten insbesondere von stabförmigen Walzprodukten bis zu 70 mm Durchmesser in besonders einfacher Weise dadurch ermöglicht, dass das Walzprodukt aus Stahl unmittelbar nach dem Walzprozess einer mit Kühlmedien versehenen Kühlstrecke zugeführt und darin hohen Strömungsgeschwindigkeiten ausgesetzt wird, wobei zweckmäßigerweise die Strömungsgeschwindigkeiten in der Kühlstrecke so hoch sind, dass Wärmeübergangszahlen größer oder gleich 50.000 W/m^{2}K erzeugt werden und das Walzgut darin so lange gekühlt wird, bis die Durchschnittstemperatur des Walzgutquerschnittes unterhalb der MS-Temperatur liegt, so dass nach Verlassen der Kühlstrecke durch den Temperaturausgleich über den Querschnitt der im Kern noch vorliegende Austenit in Zwischenstufengefüge Bainit umgewandelt wird, während gleichzeitig in der martensitischen Randzone durch Wiederansteigen der Temperatur bis auf maximal MS-Temperatur ein großer Teil der sich überlagernden Wärme- und Umwandlungsspannungen abgebaut wird.

[0005] Die DE 36 33 423 C2 beschreibt ein Wärmeaustauschteil für ein Druckkühlrohr zum Abkühlen von Band- oder Flachmaterial aus der Walzhitze, wobei Kühlwasser am Kühlrohreinlauf eingespeist und am Kühlrohrauslauf wieder vom Walzgut entfemt wird. Das Dokument offenbart, dass derartige Druckkühlrohre z. B. an kontinuierlich arbeitenden Walzstraßen mit hohen Watzgeschwindigkeiten eingesetzt werden können. Unter Flach- bzw. Bandmaterial werden Walzprofile mit einem rechteckigen oder annähernd rechteckigen Querschnitt verstanden, deren Breite mindestens der doppelten Höhe des Walzprofiles entspricht. In diesem Dokument ist zum Stand der Technik u.a. die DE-OS 25 43 750 mit einer Vorrichtung zum Kühlen von Profilstählen und Flachmaterial durch Anordnung von Sprühdüsen erwähnt, womit nur relativ geringe Kühlintensitäten erreichbar sind, und häufige Verstopfung dieser Düsen zu unregelmäßigen Kühlungen Ober die Länge und Breite des Flachmaterials mit der Folge von Verwerfungen des Materials und Störungen im Walzbetrieb führen. Bei der in diesem Dokument weiter zum Stand der Technik erwähnten DE-AS 22 35 063 wird quer zur Walzrichtung eine Schlitzdüse mit verstellbarem Innenkeil vorgesehen, womit unter Vermeidung von Verstopfungen die Kühlwassermenge und damit die Kühlintensität gesteuert werden kann. Der Vorschlag gemäß DE 36 33 423 C2 besteht nun darin, dass das Wärmeaustauschteil aus einem Rohr mit Rechteckquerschnitt besteht, das mit verschleißfesten Führungselementen ausgekleidet ist, wobei die den Breitseiten des Walzgutes gegenüberliegenden Innenflächen der Führungselemente über die Länge des Wärmeaustauschteils eine veränderliche lichte Höhe aufweisen, während die den Schmalseiten des Walzgutes gegenüberliegenden Innenflächen der Führungselemente über die Länge des Wärmeaustauschteils eine konstante lichte Weite aufweisen.

[0006] Die EP 0 266 302 B1 offenbart ein Verfahren zum Abkühlen walzwarmen Walzguts, mit/ohne Direktpatentieren, bei dem Druckwasser innerhalb eines Druckraumes zwischen Staurändern auf die walzwarme Walzgutoberfläche gedrückt wird. Das Kühlaggregat wird mit einer Menge Druckwasser beaufschlagt, die vorzugsweise mit der dem Walzgut zu entziehenden

Menge Wärme im Gleichgewicht steht, um mit dem Wärmeentzug durch das Erwärmen von Druckwasser im Druckraum eines Konvektionskühlteiles sowie durch Wärmeentzug durch die an ein Druckwasser-Dampf-Gemisch abgegebene Verdampfungswärme, vorzugsweise bis an den Siedepunkt des Druckwassers, die gewünschte Abkühltemperatur des Walzgutes zu erreichen und dabei die Abkühlung in Druckwasser sowie in einem Druckwasser-Dampf-Gemisch zu steuern. Dementsprechend besteht das Kühlaggregat aus dem Druckraum eines Konvektionskühlteiles, dem sogenannten Konvektions-Druckraum zwischen Staurändem, in dem walzwarmen Walzgut, vornehmlich durch Konvektion, von einströmendem und auf die walzwarme Walzgutoberfläche gedrücktem Druckwasser Wärme, vorzugsweise bis an den Siedepunkt des Druckwassers, entzogen wird. Das Kühlaggregat besteht darüber hinaus aus dem Druckraum eines Verdampfungskühlteils, dem sogenannten Verdampfungs-Druckraum zwischen den Staurändem, in welchem dem Walzgut vornehmlich durch Verdampfungswärme, vom durchströmenden und auf die Walzgutoberfläche gedrückten Druckwasser-Dampf-Gemisch weitere Wärme entzogen wird.

[0007] Die EP 0 287 503 B1 betrifft ein Verfahren und ein Dnrckkühlaggregat zum Kühlen eines durchlaufenden Produktes und enthält Merkmale, durch welche die Vorschläge nach EP 0 266 302 B1 weitergebildet werden, und zwar mit den verfahrenstechnischen Merkmalen, dass der Wärmeentzug im Konvektionskühlteil und im Verdampfungskühlteil des Druckraumes im Druckkühlaggregat außer mit der vorgegebenen einströmenden Kühldruckwassermenge und der geregelt einströmenden Führungsdruckwassermenge in den Konvektionskühlteil, mit einer zusätzlichen, geregelt einströmenden Führungsdruckwassermenge in den Verdampfungskühlteil und weiter mit einer, im Bereich des hohen Dampfanteils in den den Verdampfungskühlteil durchströmenden Heißwasser-Dampf-Gemisch, dosiert einströmenden Kondensationswasser-Mengenanteil, geführt wird. Die Vorrichtung wird dahingehend beschrieben, dass außer der Kühl- und Führungs-Druckwassereinströmung in den Konvektionskühlteil im Verdampfungskühlteil weitere Führungs-Druckwassereinströmungen und weitere Kondensations-Druckwasser-Einströmungen angeordnet sind.

[0008] Das Dokument EP-B-0 266 302 offenbart ein Verfahren zum Kühlen von Warmbreitband, bei dem eine Zwangskonvektion beim Wärmeaustausch zwischen Walzgut und Kühlmedium mit Hilfe einer Druckwasserströmung in einem Druckraum und Konvektionsraum vorgenommen und das Walzgut durch gezieltes Steuem der Intensität der Zwangskonvektion gekühlt wird, wobei die Intensität der Zwangskonvektion durch relative Abstimmung voneinander unabhängig einstellbarer Parameter wie Verweilzeit des Walzgutes beim Durchlauf durch den Druckraum und den anschließenden Konvektionsraum sowie Menge, Druck und Strömungsgeschwindigkeit des Kühlmediums gesteuert und von diesem Wärme aus dem Walzgut aufgenommen wird.

[0009] Gegenüber diesem Stand der Technik liegt der vorliegenden Erfindung die Aufgabe zugrunde, ein signifikant vereinfachtes Verfahren zum Kühlen von walzwarmem Walzgut und eine entsprechende Vorrichtung anzugeben, um bei weitgehend reduzierter Kühlstrekkenlänge bei Flachmaterial, insbesondere bei Warmbreitband mit dünnen Abmessungen, durch hohe Intensität der Kühlung bessere Kühlergebnisse zu erzielen.

[0010] Zur Lösung dieser Aufgabe wird bei einem Verfahren entsprechend dem Gattungsbegriff zu Anspruch 1 eine technische Lehre mit den kennzeichnenden Merkmalen von Anspruch 1 vorgeschlagen.

[0011] Hierfür sieht die Erfindung vor, dass zur Steuerung der Verweilzeit des Walzgutes im Druckraum bei vorgegebener Walzgeschwindigkeit die Länge der im Druckraum ausgebildeten Kühlstrecke in Walzrichtung veränderbar eingestellt wird. Dabei kann das Kühlmedium im Druckraum in Walzrichtung oder quer dazu geführt werden. Zur Vermeidung einer instabilen Filmverdampfung wird ein Sicherheitsabstand zum Siedepunkt des Kühlmediums eingehalten (bspw. $\Delta T > 25\ ^\circ C$).

[0012] Weiterhin ist mit der Erfindung vorgesehen, dass die Menge des pro Zeiteinheit in den Druckraum einströmenden Kühlmediums durch einen querschnittsveränderlichen Düsenspalt eingestellt wird, der zugleich die Geschwindigkeit und Richtung des einströmenden Kühlmediums bestimmt. Zusätzlich kann die Menge durch Variation des Zulaufdruckes verändert werden.

[0013] Dabei weist die Zwangskonvektion durch Strömungskühlung gemäß Erfindung einen an sich bekannten Druck- und Konvektionsraum auf, der jedoch zwischen einem verstellbaren Düsenspalt und einem an den Konvektionsraum anschließenden Diffusor zur Entnahme des Kühlmediums ausgebildet ist. Dabei können gezielt die voneinander unabhängig einstellbaren Parameter so aufeinander abgestimmt sein, dass dem Kühlmedium Wärme bis an die Grenze des Siedepunktes entzogen wird, ohne dass jedoch eine Verdampfung eintritt. Anschließend kann das Kühlmedium nach Aufnahme von Wärme aus dem Walzgut im Bereich der Druckerhöhung aus dem Diffusor durch die vorhandenen Öffnungen abgezogen werden.

[0014] Ferner ist vorgesehen, dass das Kühlmedium vor dem endständigen Diffusor einen Konvektionsbereich mit erhöhter Geschwindigkeit und erniedrigtem Strömungsdruck durchströmt, der zugleich die Länge des Druckraumes begrenzt und bevorzugt in axialer Richtung veränderlich eingestellt wird. Durch eine entsprechende Längeneinstellung des Druckraumes kann der Punkt schnell durchlaufen werden, bei dem die instabile Filmverdampfung beginnt und der sogenannte Leidenfrostpunkt erreicht wird. Bei Verengung des Strömungsquerschnitts und damit Erhöhung der Strömungsgeschwindigkeit wird dann im Konvektionsraum ein höherer Wärmeübergang durch erhöhte Zwangskonvektion erreicht. Danach wird das Kühlmedium nach

Aufnahme von Wärme aus dem Walzgut im Bereich der Druckerhöhung aus dem Diffusor abgezogen und abgeführt.

[0015] Weiterhin kann mit Vorteil von der Maßnahme Gebrauch gemacht sein, dass der Strömungsquerschnitt des Druckraumes durch Ändern des Abstandes zwischen der Oberfläche des Walzgutes und zumindest einer Wandung des Druckraumes eingestellt wird.

[0016] In erfindungswesentlicher Ausgestaltung kann weiterhin mit der Erfindung vorgesehen sein, dass der Druckraum quer zur Strömungsrichtung des Kühlmediums unter Verwendung paralleler Führungselemente in einzelne, nebeneinanderliegende Kanäle unterteilt wird. Dies ergibt eine bisher nicht oder nur mit großem Aufwand erreichbare Möglichkeit, durch unterschiedliche Beaufschlagung der einzelnen Strömungskanäle die Kühlung über die Bandbreite bspw. zwecks Planheitsbeeinflussung und insbesondere die Randkühlung bzw. -unterkühlung zu steuern und gleichzeitig damit den Verbrauch an Kühlmedium zu minimieren. Dabei kann im vorliegenden Falle jeder Kühlkanal bezüglich Beaufschlagung mit Druck und Menge des Kühlmediums einzeln gesteuert werden. Die Einstellung der Kühltemperatur erfolgt über eine Verstellung des Düsenspaltes und zusätzlich mit dem Kühlmedium-Druck.

[0017] Zusätzlich kann auch noch von der Maßnahme Gebrauch gemacht werden, dass der Strömungsquerschnitt im Druckraum in den darin vorhandenen Kanälen in Strömungsrichtung bereichsweise keilförmig eingestellt wird. Dadurch kann die Strömungsgeschwindigkeit und damit auch die Kühlwirkung örtlich gezielt variiert werden.

[0018] Um einen Effekt der Streifenbildung beim Kühlen der Walzgutoberfläche zu vermeiden, ist mit Vorteil eine entweder schräge oder gewundene Anordnung der zwischen den Führungselementen ausgebildeten Kanäle von erheblichem Vorteil.

[0019] Ein weiterer Vorteil dieser Erfindung ist, dass zwischen Flächen des Walzgutes und Wänden des Druckraumes spaltförmige Strömungsbereiche gebildet und durch diese Kühlmedium mit hohem Druck gepreßt werden, derart, dass das Walzgut zwischen vom Kühlmedium ausgebildeten Flüssigkeitsfilmen geführt wird.

[0020] Eine Vorrichtung zum Kühlen von walzwarmem Walzgut, insbesondere von Warmbreitband mit einem zum Wärmeaustausch zwischen Walzgut und Kühlmedium bevorzugt durch Zwangskonvektion ausgebildeten Druck- und Konvektionsraum mit Mitteln zur Ausbildung einer Druckmedium-Strömung sowie zum Steuern der Intensität der Zwangskonvektion, wobei der Druckraum an der Eintrittsseite des Walzgutes eine Einströmung für das Kühlmedium in Form eines mengen- und druckeinstellbaren Düsenspaltes und einen endständigen Diffusor mit Mitteln zum Abziehen des Kühlmediums aufweist und in Walzrichtung vor dem Diffusor ein den Druckraum begrenzendes Stauelement angeordnet ist, das den Beginn des Konvektionsraumes darstellt, ist dadurch gekennzeichnet, dass das Stauelement unter Veränderung der Länge des Druckraumes sowie Konvektionsraumes in Walzrichtung längsverstellbar ausgebildet ist und dass der Düsenspalt als Stellglied einen Keil aufweist.

[0021] Weitere Ausgestaltungen der Vorrichtung sind entsprechend den Unteransprüchen vorgesehen.

[0022] Eine Ausgestaltung der Vorrichtung nach der Erfindung sieht vor, dass der Diffusor im Bereich erhöhten Kühlmediumdruckes Auslässe zum Abziehen erwärmten Kühlmediums besitzt. In erfindungswesentlicher Ausgestaltung kann weiterhin die Vorrichtung über oder unter und über sowie unter dem Walzgut unter Bildung eines kastenförmigen Kanals mit Anschlüssen für Kühlmedium angeordnet sein und aus ebenen Platten bestehen, in die auf den zum Walzgut zeigenden Seiten Strömungskanäle eingearbeitet oder mittels aufgesetzter Leisten ausgebildet sind. Und schließlich sieht eine erfindungswesentliche Ausgestaltung vor, dass der Vorrichtung ein Abstreiforgan mit Düsenspalt bspw. in Form einer Schnecke nachgeordnet ist, welche Kühlmedium auffängt.

[0023] Weitere Einzelheiten, Merkmale und Vorteile der Erfindung ergeben sich aus der nachstehenden Erläuterung einiger Ausführungsbeispiele, wobei ein Warmbreitband in einem Druck-Konvektionsraum durch gezieltes Steuern der Intensität der Zwangskonvektion auf die gewünschte Temperatur abgekühlt wird. Dabei sollte zur Vermeidung der instabilen Filmverdampfung ein Sicherheitsabstand zum Siedepunkt des Kühlmediums eingehalten werden. Es zeigen

Figur 1 eine Kühlvorrichtung in Seitenansicht und im Längsschnitt,

Figur 2 die Vorrichtung im Querschnitt entlang einer Schnittebene II-II in Fig. 1,

Figur 2a verschiedene Strömungskanäle der Kühlvorrichtung in schematischer Darstellung.

Figur 3 eine bekannte Vorrichtung zum Kühlen von Flachprodukten mit Hilfe einer Zwangskonvektion, quer zur Walzrichtung, im Schnitt einer Ebene III-III in Fig. 4,

Figur 4 die bekannte Vorrichtung gemäß Fig. 3 in Draufsicht.

[0024] Die Vorrichtung zum Kühlen von walzwarmem Walzgut 1, insbesondere von Warmbreitband mit einem zum Wärmeaustausch zwischen Walzgut 1 und Kühlmedium bevorzugt zum Anheben der Leidenfrosttemperatur ausgebildeten Druckraum 10 sowie dem anschließenden drucklosen Konvektionsraum 13 mit Mitteln zur Ausbildung einer Druckmedium-Strömung sowie zum Steuern der Intensität der Zwangskonvektion ist so ausgebildet, dass der Druckraum 10 an der Eintrittsseite des Walzgutes 1 eine Einströmung 32 für das

Kühlmedium in Form eines mengen- und druckeinstellbaren Düsenspaltes 11 und einen endständigen Diffusor 12 mit Mitteln 16 zum Abziehen des Kühlmediums aufweist. Weiterhin ist in Walzrichtung vor dem Diffusor 12 ein den Druckraum 10 begrenzendes Stauelement 33 angeordnet, das den Beginn des Konvektionsraumes 13 bildet.

[0025] Durch das Zusammenwirken des verstellbaren Düsenspaltes 11 mit dem in der Länge einstellbaren Druckraum 10 und dem anschließenden drucklosen Konvektionsraum 13 und dem abschließenden Diffusor 12 sowie mit Entnahme 16 des Kühlmediums kann durch Abstimmung von Verweilzeit des Walzgutes 1 beim Durchlauf durch den Druckraum 10 und Konvektionsraum 13, (z.B. durch Veränderung der Kühlstreckenlänge) sowie Menge, Druck und Strömungsgeschwindigkeit des Kühlmediums die Intensität der Zwangskonvektion reproduzierbar gesteuert werden und dem Kühlmedium Wärme aus dem Walzgut bevorzugt mit einem genügenden Abstand zur Grenze des Siedepunktes zur Vermeidung der instabilen Filmverdampfung übertragen werden. Der Wärmetransport ist somit exakt einstellbar. Zur Steuerung der Verweilzeit des Walzgutes 1 im Druckraum 10 bei vorgegebener Walzgeschwindigkeit kann die axiale Länge der im Druckraum 10 ausgebildeten Kühlstrecke veränderbar eingestellt werden, bspw. durch ein längeneinstelibares Stauelement 33, das gleichzeitig den Beginn des Konvektionsraumes 13 darstellt.

[0026] Die Kühlvorrichtung, die in Fig. 1 nur einmal oberhalb des Warmbreitbandes 1 gezeigt ist, kann mit Vorteil spiegelsymmetrisch auch von der Unterseite des Walzgutes 1 in identischer Weise angeordnet sein.

[0027] Der Düsenspalt 11 weist als Stellglied einen Keil 34 auf. Durch dessen Einstellung entsprechend dem Pfeil 38 kann Menge und/oder Druck des durch die Einströmung 32 geförderten Kühlmediums eingestellt werden. Dabei werden die bekannten Nachteile von zu Verstopfungen neigenden Sprühdüsen vollständig vermieden.

[0028] Wie Fig. 2 zeigt, besteht die Kühlvorrichtung aus einer ebenen Platte 23, die auf der zum Walzgut 1 zeigenden Seite Strömungskanäle 22 besitzt. Die Größe und Anzahl dieser Kanäle 22 variiert entsprechend der Walzgutbreite. Entsprechend der Darstellung sind die Strömungskanäle 22 zwischen rechteckigen Bandführungsschienen 21 mit ebener Fläche zum Walzgut 1 angeordnet. Damit kann bei einer Kühlung zwischen diesen Kanälen 22 und dem Walzgut 1 gleichzeitig eine Führung des Walzgutes 1 erfolgen.

[0029] Um den Effekt der Streifenbildung beim Kühlen zu vermeiden, kann vorteilhaft eine schräge oder gewundene Anordnung der Kanäle 22 in Längsrichtung vorgesehen sein. (Fig. 2a)

[0030] Eine weitere vorteilhafte Gestaltung sieht die Verstellbarkeit der Strömungskanäle in Längsrichtung in der Höhe vor, wobei auch diese keilförmig sein kann. Dadurch kann die Strömungsgeschwindigkeit und in deren Folge auch die Kühlwirkung gezielt variiert bzw. eingestellt werden.

[0031] Die gezeigte und beschriebene Kühlvorrichtung kann oberhalb oder auch unterhalb bzw. zu beiden Seiten des Walzgutes 1 und bei kurzer Führung bspw. zwischen zwei Walzgerüsten eingesetzt werden.

[0032] Fig. 1 zeigt weiterhin noch die Anordnung eines Abstreiforgans 36 für Kühlmedium und dessen Abzug entsprechend dem Pfeil 39. Dieses Abstreiforgan 36 besitzt einen Auffangraum bevorzugt in Form einer Schnecke, die überschüssiges Kühlmedium sicher auffängt.

[0033] Eine Gestaltung der Kühlvorrichtung mit Führung des Kühlmediums quer zur Walzrichtung, bei der es sich nicht um Ausführungsbeispiele der Erfindung sondern um den Stand der Technik handelt, der das Verständnis der Technik erleichtert, zeigen die Figuren 3 und 4. Die Vorrichtung besteht aus einer Anzahl von Wasserkästen 35, die über bzw. unter dem Flachprodukt 1 angeordnet sind. Sie besitzen Einströmungen 32 für unter hohem Druck einzuführendes Kühlmedium und weisen pilzförmige bzw. keilförmige Austritts-Regelorgane 34 auf. Sie bilden an ihrer Peripherie ebenfalls kreisförmige bzw. in einer anderen Variante gerade Düsenspalte 11, aus denen das Kühlmedium unter hohem Druck in die Konvektions-Druckräume 10 austritt.

[0034] Wenn auch die Austritte des Kühlmediums in Fig. 4 mit zu beiden Seiten gerichteten Pfeilen angedeutet ist, so darf doch nicht übersehen werden, dass das Kühlmedium aus den kreisförmigen Düsenspalten 11 radial nach allen Richtungen austritt. Lediglich der Übersicht halber wurde dies durch die geraden Pfeile symbolisch angedeutet.

[0035] Damit auch unterhalb der keilförmigen Austritts-Regelorgane 34 eine Kühlung stattfindet, sind die Schäfte mit kurzen zentralen Bohrungen versehen und besitzen quer dazu eine Eintrittsbohrung, so dass Druckwasser aus den Bohrungen unterhalb der Keile 34 austritt und in den Druckräumen 10 unter Zwangskonvektion eine Kühlwirkung ausübt.

[0036] Wichtig ist dabei, wie dies aus den Fig. 3 und 4 deutlich hervorgeht, zwischen den oberen und den unteren Wasserkästen 35 ein seitlicher Versatz vorgesehen, um eine Überkühlung des Walzgutes 1 in der Mitte der Vorrichtung zu vermeiden.

[0037] Weiterhin ist darauf hinzuweisen, dass beim Anschluß zweier Wasserkästen 35 jeweils der sich ergebende Spalt in Walzrichtung durch ein entsprechend auszubildendes Anschlußorgan 37 überbrückt ist. Damit wird vermieden, dass Kühlmedium auf kürzestem Wege zwischen jeweils zwei Wasserkästen nach oben oder unten ohne volle Nutzung seiner Wärmeaufnahmekapazität entweichen und damit eine ungleichförmige Kühlung des Walzgutes verursachen kann.

[0038] Das im Wasserkasten unter Druck stehende Kühlmedium strömt durch einstellbare Düsenspalte 11 je nach Einstellung der rotationssymmetrischen Keile 34 bzw. des geraden Keiles 38 in den jeweils aus dem

Flachprodukt 1 und der Kastenwand gebildeten Kanal 10 mit hoher Geschwindigkeit quer zur Walzrichtung und nimmt dabei durch Zwangskonvektion je nach Einstellung der Kühlparameter eine große Wärmemenge auf. Damit sich zwischen dem Walzprodukt 1 und der Kastenwand ein hoher Druck ausbilden kann, sind im Bereich der Walzgutenden an den gegen das Walzgut 1 gerichteten Wänden der Wasserkästen 35 angedeutete ggf. verstellbare Labyrinthdichtungen 40 angebracht.

Patentansprüche

1. Verfahren zum Kühlen von walzwarmem Walzgut (1), insbesondere zum beidseitigen Kühlen von Warmbreitband, bei dem eine Zwangskonvektion beim Wärmeaustausch zwischen Walzgut (1) und Kühlmedium mit Hilfe einer Druckwasserströmung in einem Druckraum (10) Konvektionsraum (13) vorgenommen und das Walzgut (1) durch gezieltes Steuern der Intensität der Zwangskonvektion gekühlt wird, wobei diese durch relative Abstimmung voneinander unabhängig einstellbarer Parameter wie Verweilzeit des Walzgutes (1) beim Durchlauf durch den Druckraum (10) und den anschließenden Konvektionsraum (13) sowie Menge, Druck und Strömungsgeschwindigkeit des Kühlmediums gesteuert und von diesem Wärme aus dem Walzgut (1) bis zu einem Sicherheitsabstand zum Siedepunkt zwecks Vermeidung einer instabilen Filmverdampfung aufgenommen wird,
   dadurch gekennzeichnet,
   dass zur Steuerung der Verweilzeit des Walzgutes (1) im Druckraum (10) bei vorgegebener Walzgeschwindigkeit die Länge der im Druckraum (10) ausgebildeten Kühlstrecke in Walzrichtung veränderbar eingestellt wird, und
   dass zur Steuerung der Verweilzeit des Walzgutes (1) im Konvektionsraum (13) bei vorgegebener Walzgeschwindigkeit die Länge der im Konvektionsraum (13) ausgebildeten Kühlstrecke in Walzrichtung veränderbar eingestellt wird.

2. Verfahren nach Anspruch 1,
   dadurch gekennzeichnet,
   dass das Kühlmedium im Druck- bzw. Konvektionsraum (10 bzw. 13) in Walzrichtung oder quer dazu geführt wird.

3. Verfahren nach Anspruch 1 oder 2,
   dadurch gekennzeichnet,
   dass die Menge des pro Zeiteinheit in den Druckraum (10) einströmenden Kühlmediums durch einen querschnittsveränderbaren Düsenspalt (11) eingestellt wird, der zugleich die Geschwindigkeit und Richtung des einströmenden Kühlmediums bestimmt.

4. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 3,
   dadurch gekennzeichnet,
   dass im Bereich des Druckraumes (10) der Entstehung von Dampf oder Dampf-Wasser-Gemisch durch ein Stauelement (33) unter Druckerhöhung des Kühlmediums entgegengewirkt, und
   dass das Kühlmedium nach Aufnahme von Wärme aus dem Walzgut (1) im Bereich der Druckerhöhung über einen Diffusor (12) abgezogen wird.

5. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 4,
   dadurch gekennzeichnet,
   dass das Kühlmedium vor dem endständigen Diffusor (12) einen Konvektionsraum (13) mit erhöhter Geschwindigkeit und erniedrigtem Druck durchströmt, der zugleich die Länge des Druckraumes (10) begrenzt und in Walzrichtung veränderlich eingestellt wird, wobei der Strömungsquerschnitt des Druckraumes (10) durch Ändern des Abstandes zwischen der Oberfläche des Walzgutes (1) und zumindest einer Wandung (20) des Druckraumes (10) eingestellt wird.

6. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 5,
   dadurch gekennzeichnet,
   dass der Druckraum (10) quer zur Strömungsrichtung des Kühlmediums unter Verwendung paralleler Führungselemente (21) in nebeneinander liegende Kanäle (22) unterteilt wird, und
   dass der Strömungsquerschnitt im Druckraum (10) bzw. in den darin vorhandenen Kanälen (22) in Strömungsrichtung bereichsweise keilförmig eingestellt wird.

7. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 6,
   dadurch gekennzeichnet,
   dass zwischen Flächen des Walzgutes (1) und Wänden des Druckraumes (10) spaltförmige Strömungsbereiche gebildet werden, und durch diese Kühlmedium mit hohem Druck gepresst wird, derart, dass Walzgut zwischen vom Kühlmedium ausgebildeten Flüssigkeitsfilmen geführt wird.

8. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 7,
   dadurch gekennzeichnet,
   dass durch unterschiedliche Beaufschlagung einzelner Kanäle (22) die Kühlung über die Bandbreite, insbesondere zur Planheitsbeeinflussung sowie die Randkühlung bzw. -unterkühlung gesteuert und zugleich der Verbrauch an Kühlmedium auf ein Minimum eingestellt wird.

9. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche,
   gekennzeichnet durch
   dessen Anwendung beim Auswalzen von Dünnbrammen nach einem Endloswalzkonzept.

10. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche,
gekennzeichnet durch
dessen Anwendung als Zwischengerüstkühlung, wobei die Walzguttemperatur so gesteuert wird, dass ein ferritisches Walzen ermöglicht wird.

11. Vorrichtung zum Kühlen von walzwarmem Walzgut (1), insbesondere zum beidseitigen Kühlen von Warmbreitband, mit einem zum Wärmeaustausch zwischen Walzgut (1) und Kühlmedium für Zwangskonvektion ausgebildeten Druckraum (10) und Konvektionsraum (13) mit Mitteln zur Ausbildung einer Kühlmedium-Strömung sowie zum Steuern der Intensität der Zwangskonvektion, wobei der Druckraum (10) an der Eintrittsseite des Walzgutes (1) eine Einströmung (32) für Kühlmedium in Form eines mengen- und druckeinstellbaren Düsenspaltes (11) und einen endständigen Diffusor (12) mit Mitteln (16) zum Abziehen des Kühlmediums aufweist, und dass in Walzrichtung vor dem Diffusor (12) ein den Druckraum (10) begrenzendes Stauelement (33) angeordnet ist, das den Beginn des Konvektionsraumes (13) darstellt,
dadurch gekennzeichnet,
dass das Stauelement (33) unter Veränderung der Länge des Druckraumes (10) und des Konvektionsraumes (13) in Walzrichtung längsverstellbar ausgebildet ist, und dass der Düsenspalt (11) als Stellglied einen Keil (34) aufweist.

12. Vorrichtung nach Anspruch 11,
dadurch gekennzeichnet,
dass der Diffusor (12) im Bereich erhöhten Kühlmediumdruckes Auslässe (16) zum Abziehen erwärmten Kühlmediums besitzt.

13. Vorrichtung nach Anspruch 11 oder 12,
dadurch gekennzeichnet,
dass sie über oder unter und bevorzugt über und unter dem Walzgut (1) unter Bildung eines kastenförmigen Kanals (35) mit Anschlüssen für Kühlmedium ausgebildet ist und aus ebenen Platten (23) besteht, in die auf den dem Walzgut (1) zugewandten Seiten Strömungskanäle (22) eingearbeitet oder mittels aufgesetzter Leisten ausgebildet sind.

14. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 11 bis 13,
dadurch gekennzeichnet,
dass ihr ein Abstreiforgan (36) mit Düsenspalt, bspw. in Form einer Schnecke, nachgeordnet ist, die Kühlmedium auffängt.

15. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 11 bis 14,
dadurch gekennzeichnet,
dass der Diffusor (12) endständig ein weiteres Stauelement (40) aufweist.

16. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 11 bis 15,
dadurch gekennzeichnet,
dass die Kühlvorrichtung und/oder deren Stauelemente (23, 40) und/oder deren Strömungskanäle (22) bzw. deren Strömungsleisten in Richtung der Walzgutoberfläche (1) einstellbar sind.

17. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 11 bis 16,
dadurch gekennzeichnet,
dass die zwischen den Führungselementen (21) ausgebildeten Strömungskanäle (22) entweder eine schräge oder auch gewundene Anordnung aufweisen.

Claims

1. Method of cooling rolled stock (1) hot from rolling, particularly for cooling hot wide strip at both sides, in which a forced convection with heat exchange between rolled stock (1) and coolant is carried out with the help of a pressurised water flow in a pressure space (10) and convection space (13) and the rolled stock (1) is cooled by selectively controlling the intensity of the forced convection, wherein this is controlled by relative matching of parameters which are settable independently of one another, such as dwell time of the rolled stock (1) during transit through the pressure space (10) and the adjoining convection space (13) as well as quantity, pressure and flow speed of the coolant, and heat is taken up from the rolled stock (1) by the coolant as far as a safety distance from the boiling point so as to avoid an unstable film evaporation, **characterised in that** for control of the dwell time of the rolled stock (1) in the pressure space (10) at a given rolling speed the length of the cooling path formed in in the pressure space (10) is variably set in rolling direction and for control of the dwell time of the rolled stock (1) in the convection space (13) at a given rolling speed the length of the cooling path formed in the convection space (13) is variably set in rolling direction.

2. Method according to claim 1, **characterised in that** the coolant in the pressure or convection space (10 or 13) is conducted in the rolling direction or transversely thereto.

3. Method according to claim 1 or 2, **characterised in that** the quantity of coolant flowing into the pressure space (10) unit of time is set by a nozzle gap (11) which is variable in cross-section and which at the same time determines the speed and direction of the inflowing coolant.

4. Method according to one of claims 1 to 3, **characterised in that** a baffle element (33) in the region

of the pressure space (10) counteracts, through pressure increase in the coolant, the creation of steam or steam/water mixture and that the coolant after take up of heat from the rolled stock (1) is drawn off in the region of the pressure increase by way of a diffuser (12).

5. Method according to one of claims 1 to 4, **characterised in that** the coolant before the diffuser (12) at the end flows through a convection space (13) at increased speed and reduced pressure, which at the same time limits the length of the pressure space (10) and is variably set in rolling direction, wherein the flow cross-section of the pressure space (10) is set by changing the spacing between the surface of the rolled stock (1) and at least one wall (20) of the pressure space (10).

6. Method according to one of claims 1 to 5, **characterised in that** the pressure space (10) is subdivided transversely to the flow direction of the coolant into adjacently disposed channels (22) with use of parallel guide elements (21) and that the flow cross-section in the pressure space (10) or in the channels (22) present therein is regionally set to be wedge-shaped in flow direction.

7. Method according to one of claims 1 to 6, **characterised in that** gap-shaped flow regions are formed between surfaces of the rolled stock (1) and walls of the pressure space (10) and coolant is forced through these at high pressure in such a manner that rolled stock is conducted between liquid films formed by coolant.

8. Method according to one of claims 1 to 7, **characterised in that** the cooling over the strip width, particularly for influencing of planarity, as well as edge cooling and edge subcooling are controlled by different action of individual channels (22) and at the same time the consumption of coolant is set to a minimum.

9. Method according to one of the preceding claims, **characterised by** use thereof for the rolling out of thin slabs according to an endless rolling concept.

10. Method according to one of the preceding claims, **characterised by** use thereof as intermediate stand cooling, wherein the rolled stock temperature is so controlled that a ferritic rolling is made possible.

11. Device for cooling rolled stock (1) hot from rolling, particularly for cooling hot wide strip at both sides, with a pressure space (10) and convection space (13), which are constructed for heat exchange between the rolled stock (1) and coolant for forced convection, with means for forming a coolant flow as well as for controlling the intensity of the forced convection, wherein the pressure space (10) has at the inlet side of the rolled stock (1) an inflow port (32) for coolant in the form of a quantity-settable and pressure-settable nozzle gap (11) and a diffuser (12) at the end with means (16) for drawing off the coolant, and that a baffle element (33) bounding the pressure space (10) is arranged in front of the diffuser (12) in rolling direction and represents the beginning of the convection space (13), **characterised in that** the baffle element (33) is constructed to be adjustable in length with change in the length of the pressure space (10) and the convection space (13) in rolling direction and that the nozzle gap (11) has a wedge (34) as setting element.

12. Device according to claim 11, **characterised in that** the diffuser (12) has in the region of increased coolant pressure outlets (16) for drawing off heated coolant.

13. Device according to claim 11 or 12, **characterised in that** it is constructed with connections for coolant above or below and preferably above and below the rolled stock (1) while forming a box-shaped channel (35) and consists of flat plates (23), into which flow channels (22) are worked on the sides facing the rolled stock (1) or are formed by means of strips which are placed on.

14. Device according to one of claims 11 to 13, **characterised in that** a stripper element (36) with a nozzle gap, for example in the form of a helix, is arranged downstream thereof and catches coolant.

15. Device according to one of claims 11 to 14, **characterised in that** the diffuser (12) at the end has a further baffle element (40).

16. Device according to one of claims 11 to 15, **characterised in that** the cooling device and/or the baffle elements (23, 40) thereof and/or the flow channels (22) thereof or the flow strips thereof are adjustable in the direction of the rolled stock surface (1).

17. Device according to one of claims 11 to 16, **characterised in that** the flow channels (22) formed between the guide elements (21) have either an oblique arrangement or also twisted arrangement.

Revendications

1. Procédé pour refroidir des produits laminés (1) chauds, en particulier pour refroidir les deux côtés d'une bande large laminée à chaud, dans lequel on

réalise une convexion forcée lors de l'échange de chaleur entre le produit laminé (1) et un agent de refroidissement à l'aide d'un flux d'eau sous pression dans une chambre de pression (10) et une chambre de convexion (13) et le produit laminé (1) est refroidi par une commande ciblée de l'intensité de la convexion forcée, celle-ci étant commandée par le réglage relatif de paramètres réglables indépendamment les uns des autres, tels que le temps de séjour du produit laminé (1) lors de son passage dans la chambre de pression (10) et la chambre de convexion (13) consécutive ainsi que la quantité, la pression et la vitesse d'écoulement de l'agent de refroidissement et ce dernier absorbant de la chaleur du produit laminé (1) jusqu'à une certaine distance de sécurité par rapport au point d'ébullition en vue d'éviter une évaporation instable d'un film, **caractérisé en ce que** pour commander le temps de séjour du produit laminé (1) dans la chambre de pression (10) à une vitesse de laminage prédéfinie, la longueur de la zone de refroidissement réalisée dans la chambre de pression (10) est réglée de manière variable dans le sens de laminage et **en ce que** pour la commande du temps de séjour du produit laminé (1) dans la chambre de convexion (13) à une vitesse de laminage prédéfinie, la longueur de la zone de refroidissement réalisée dans la chambre de convexion (13) est réglée de manière variable dans le sens de laminage.

2. Procédé selon la revendication 1, **caractérisé en ce que** l'agent de refroidissement dans la chambre de pression ou de convexion (10 ou 13) est guidé dans le sens de laminage ou transversalement par rapport à celui-ci.

3. Procédé selon la revendication 1 ou 2, **caractérisé en ce que** la quantité d'agent de refroidissement qui entre par unité de temps dans la chambre de pression (10) est réglée par une fente (11) d'injection dont la section peut être modifiée, qui détermine simultanément la vitesse et le sens de l'agent de refroidissement qui entre.

4. Procédé selon l'une quelconque des revendications 1 à 3, **caractérisé en ce que** dans la zone de la chambre de pression (10), la formation de vapeur ou d'un mélange de vapeur-eau est empêchée par un élément de retenue (33) avec augmentation de la pression de l'agent de refroidissement et **en ce que** l'agent de refroidissement est éliminé via un diffuseur (12) après avoir absorbé de la chaleur du produit laminé (1) dans la zone de l'augmentation de la pression.

5. Procédé selon l'une quelconque des revendications 1 à 4, **caractérisé en ce que** l'agent de refroidissement s'écoule à travers une chambre de convexion (13) située en amont du diffuseur (12) qui se trouve en position d'extrémité, à une vitesse élevée et une pression basse, qui délimite simultanément la longueur de la chambre de pression (10) et qui est réglée de manière variable dans le sens de laminage, la section d'écoulement de la chambre de pression (10) étant réglée par une modification de la distance entre la surface du produit laminé (1) et au moins une paroi (20) de la chambre de pression (10).

6. Procédé selon l'une quelconque des revendications 1 à 5, **caractérisé en ce que** la chambre de pression (10) est divisée en canaux (22) adjacents transversalement par rapport au sens d'écoulement de l'agent de refroidissement en utilisant des éléments de guidage (21) parallèles et **en ce que** la section d'écoulement dans le chambre de pression (10) ou dans les canaux (22) situées dans celle-ci est réglée par zones, dans le sens d'écoulement, en forme de clavette.

7. Procédé selon l'une quelconque des revendications 1 à 6, **caractérisé en ce que** des zones d'écoulement en forme de fente sont formées entre les surfaces du produit laminé (1) et les parois de la chambre de pression (10) et que l'agent de refroidissement est comprimé à haute pression par celles-ci, de telle manière que le produit laminé est guidé entre des films de liquide formés par l'agent de refroidissement.

8. Procédé selon l'une quelconque des revendications 1 à 7, **caractérisé en ce que**, par une alimentation différente des canaux (22), le refroidissement est commandé sur la largeur de la bande, en particulier pour influencer la planéité ainsi que le refroidissement et le sous-refroidissement des bords et que la consommation en agent de refroidissement est simultanément réglée à un minimum.

9. Procédé selon l'une quelconque des revendications précédentes, **caractérisé par** son utilisation lors du laminage de brames minces selon un concept de laminage sans fin.

10. Procédé selon l'une quelconque des revendications précédentes, **caractérisé par** son utilisation en tant que refroidissement de cage intermédiaire, la température du produit laminé étant commandée de telle manière qu'un laminage ferritique est possible.

11. Dispositif pour le refroidissement d'un produit laminé (1) chaud, en particulier pour refroidir les deux côtés d'une large bande laminée chaude, avec une chambre de pression (10) et une chambre de convexion (13) formées pour une convexion forcée pour l'échange de chaleur entre le produit laminé (1) et l'agent de refroidissement avec des moyens

pour réaliser un écoulement d'agent de refroidissement ainsi que pour la commande de l'intensité de la convexion forcée, la chambre de pression (10) présentant du côté entrée du produit laminé (1) une alimentation (32) pour l'agent de refroidissement sous forme d'une fente d'injection (11) réglable en quantité et en pression et un diffuseur (12) en position d'extrémité avec des moyens (16) pour évacuer l'agent de refroidissement et un élément de retenue (33) est disposé en amont du diffuseur (12) dans le sens de laminage, délimitant la chambre de pression (10), qui représente le début de la chambre de convexion (13), **caractérisé en ce que** l'élément de retenue (33) est réalisé de manière réglable en longueur avec une modification de la longueur de la chambre de pression (10) et de la chambre de convexion (13) et **en ce que** la fente d'injection (11) présente une clavette (34) comme élément de réglage.

12. Dispositif selon la revendication 11, **caractérisé en ce que** le diffuseur (12) présente des évacuations (16) dans la zone de la pression élevée de l'agent de refroidissement pour l'évacuation de l'agent de refroidissement chauffé.

13. Dispositif selon la revendication 11 ou 12, **caractérisé en ce qu'**il est réalisé avec des raccords pour l'agent de refroidissement au-dessus ou au-dessous et de préférence au-dessus et au-dessous du produit laminé (1) en formant un canal (35) en forme de caisson et constitué de plaques (23) planes dans lesquelles sont usinés, dans les côtés tournés vers le produit laminé (1), des canaux d'écoulement (22) ou ceux-ci sont réalisés au moyen de cadres qui y sont placés.

14. Dispositif selon l'une quelconque des revendications 11 à 13, **caractérisé en ce qu'**il est suivi d'un organe de raclage (36) avec une fente d'injection, par exemple sous forme d'une spirale, qui récupère l'agent de refroidissement.

15. Dispositif selon l'une quelconque des revendications 11 à 14, **caractérisé en ce que** le diffuseur (12) présente en son extrémité un autre élément de retenue (40).

16. Dispositif selon l'une quelconque des revendications 11 à 15, **caractérisé en ce que** le dispositif de refroidissement et/ou ses éléments de retenue (23, 40) et/ou ses canaux d'écoulement (22) ou ses cadres d'écoulement sont réglables dans le sens vers la surface du produit laminé (1).

17. Dispositif selon l'une quelconque des revendications 11 à 16, **caractérisé en ce que** les canaux d'écoulement (22) formés entre les éléments de guidage (21) présentent une disposition en biais ou même sinueuse.

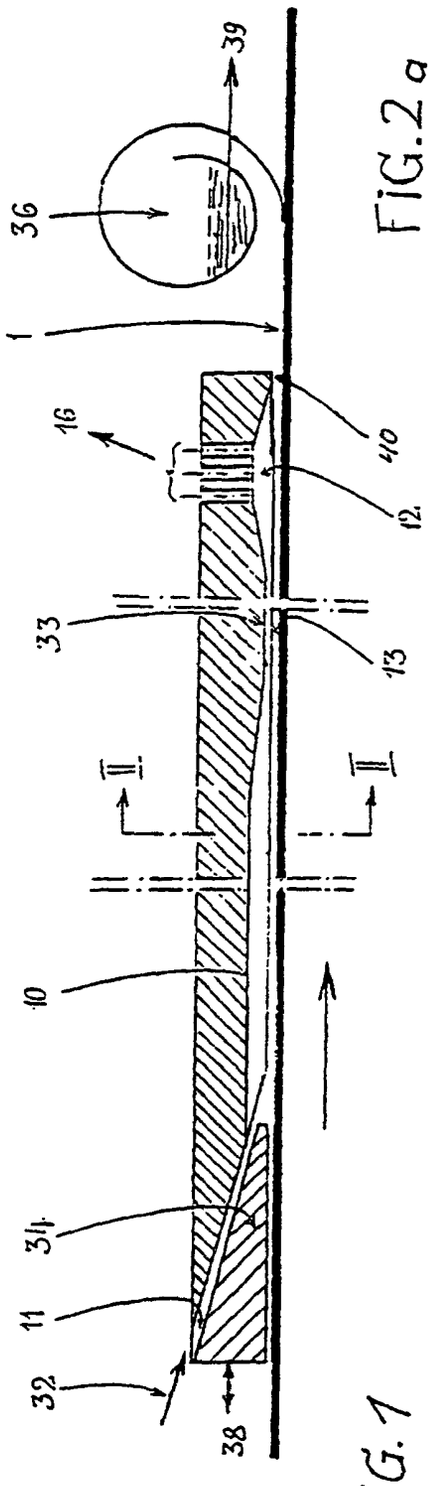


FIG. 1

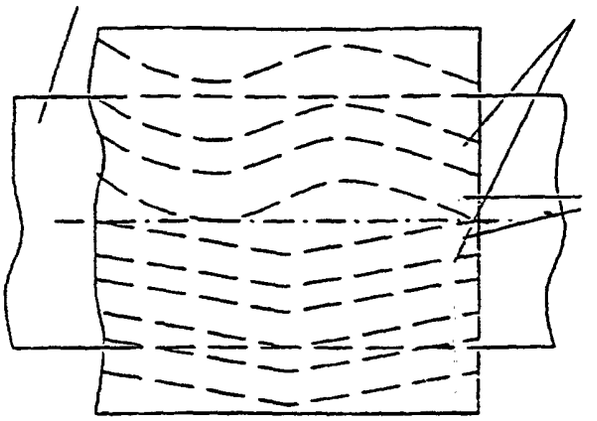


FIG. 2a

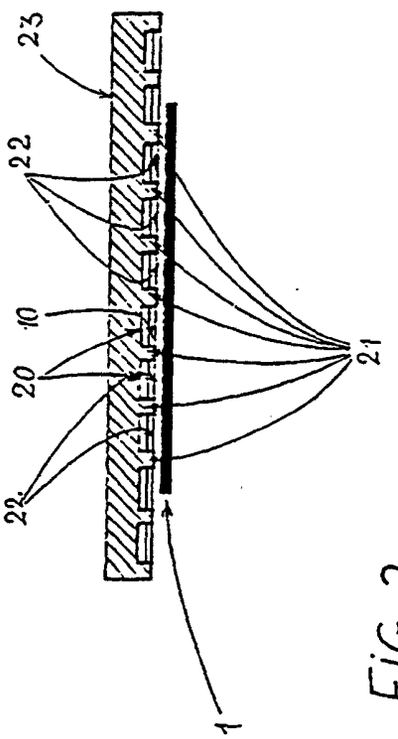


FIG. 2

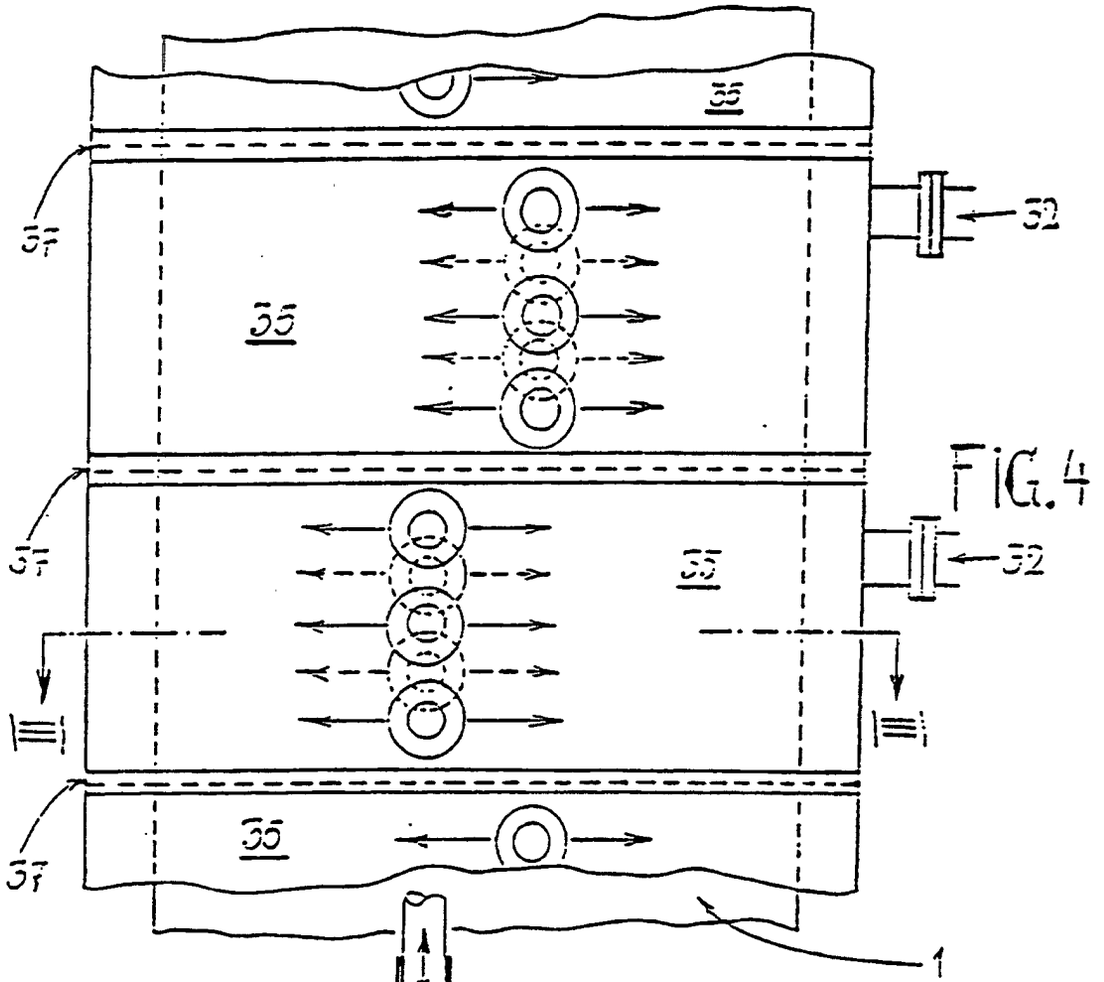


FIG. 4

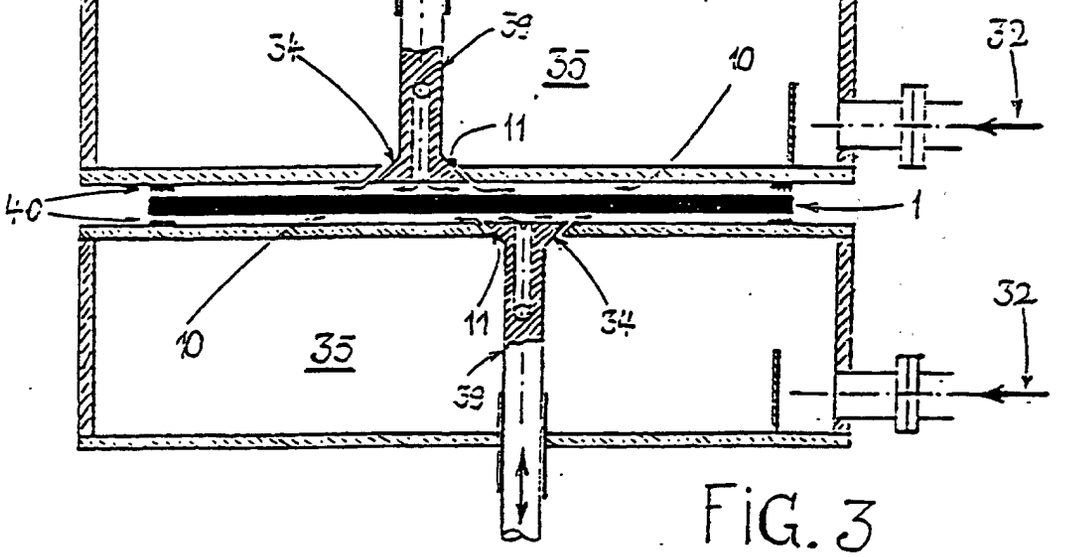


FIG. 3