



(19)
Bundesrepublik Deutschland
Deutsches Patent- und Markenamt

(10) **DE 602 24 211 T2 2008.12.04**

(12) **Übersetzung der europäischen Patentschrift**

(97) **EP 1 428 589 B1**

(21) Deutsches Aktenzeichen: **602 24 211.8**

(86) PCT-Aktenzeichen: **PCT/JP02/09252**

(96) Europäisches Aktenzeichen: **02 767 944.8**

(87) PCT-Veröffentlichungs-Nr.: **WO 2003/026813**

(86) PCT-Anmeldetag: **11.09.2002**

(87) Veröffentlichungstag
der PCT-Anmeldung: **03.04.2003**

(97) Erstveröffentlichung durch das EPA: **16.06.2004**

(97) Veröffentlichungstag
der Patenterteilung beim EPA: **19.12.2007**

(47) Veröffentlichungstag im Patentblatt: **04.12.2008**

(51) Int Cl.⁸: **B21B 45/02 (2006.01)**
C21D 9/46 (2006.01)

(30) Unionspriorität:
2001290004 21.09.2001 JP

(73) Patentinhaber:
JFE Steel Corp., Tokio/Tokyo, JP

(74) Vertreter:
HOFFMANN & EITL, 81925 München

(84) Benannte Vertragsstaaten:
DE, FR, GB, IT

(72) Erfinder:
TSUYAMA, Seishi, Chiyoda-ku, Tokyo 100-0011, JP; Fujibayashi, Akio, Chiyoda-ku, Tokyo 100-0011, JP; Tagane, Akira, Chiyoda-ku, Tokyo 100-0011, JP; Takahashi, Isao, Chiyoda-ku, Tokyo 100-0011, JP; Omata, Kazuo, Chiyoda-ku, Tokyo 100-0011, JP

(54) Bezeichnung: **VERFAHREN UND VORRICHTUNG ZUR KÜHLUNG VON STAHLPLATTEN**

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).

Die Übersetzung ist gemäß Artikel II § 3 Abs. 1 IntPatÜG 1991 vom Patentinhaber eingereicht worden. Sie wurde vom Deutschen Patent- und Markenamt inhaltlich nicht geprüft.

Beschreibung

Technisches Gebiet

[0001] Die vorliegende Erfindung betrifft ein Verfahren zum Abkühlen eines Stahlblechs, insbesondere ein Verfahren zur gleichmäßigen Abkühlung eines Stahlblechs auf einer Produktionslinie nach dem Warmwalzen, sowie eine Vorrichtung hierfür.

[0002] Die JP-A-11347629 offenbart eine Richt- und Abkühlvorrichtung für eine Hochtemperatur-Stahlplatte, umfassend die Merkmale des Oberbegriffs des Anspruchs 6 sowie ein Abkühl- und Richtverfahren, umfassend die Merkmale des Oberbegriffs des Anspruchs 1.

Stand der Technik

[0003] Beim Ausführen einer Online-Abkühlung eines warmgewalzten Stahlblechs (Stahlplatte) ist es schwierig, die oberen und unteren Oberflächen des Stahlblechs mit der gleichen Abkühl-Kapazität gleichmäßig abzukühlen. Insbesondere wird das Kühlwasser auf der unteren Oberfläche nach dem Auftreffen des Kühlwassers auf das Stahlblech unverzüglich durch die Schwerkraft von dem Stahlblech wegbewegt. Dementsprechend kann keine Abkühlung über die Abkühlung nur mit auftreffendem Wasserstrahl erreicht werden, so dass die Abkühl-Kapazität für die untere Oberfläche niedriger als sie für die obere Oberfläche des Stahlblechs ist. Aus diesem Grund wurde in konventioneller Weise die Gleichmäßigkeit der Abkühlung durch Veränderung des Volumens des Kühlwassers, das auf die oberen und unteren Oberflächen des Stahlblechs aufgebracht wird, erreicht. Abhängig von der Temperatur, der Dicke und ähnlichen Faktoren des Stahlblechs und der Temperatur des Kühlwassers ist jedoch das optimale Volumen des Kühlwassers auf der oberen und unteren Oberfläche unterschiedlich. Dies erschwert es, eine gleichmäßige Abkühlung zu erreichen, wodurch das Auftreten einer Abkühl-Ungleichmäßigkeit erleichtert wird. Dementsprechend kann das Stahlblech nach der Abkühlung Probleme in Bezug auf Deformationen, Restspannungen und Ungleichmäßigkeiten in den Eigenschaften aufweisen, was infolgedessen zu Betriebsschwierigkeiten und Störungen im Produktionsergebnis führt.

[0004] Um diese Probleme zu lösen, wurden bereits verschiedene Abkühlvorrichtungen vorgeschlagen, so wie etwa solche zur Erhöhung der Abkühl-Kapazität für die untere Oberfläche des Stahlblechs und solche für eine gleichmäßige Abkühlung der oberen und unteren Oberflächen des Stahlblechs.

[0005] Das geprüfte japanische Patent mit der Veröffentlichungsnummer 63-4604 offenbart eine Abkühlvorrichtung, wie sie in [Fig. 1](#) gezeigt ist.

[0006] Diese Abkühlvorrichtung weist einen Wassertank **2**, der mit einem vorab festgelegten Abstand zur unteren Oberflächenseite eines Stahlblechs **1** vorgesehen ist; eine rundröhrenförmige Abkühl-düse **3**, die vertikal zu einem Bodenabschnitt des Wassertanks **2** fixiert ist; sowie eine Leitung **4**, die vertikal in einem oberen Abschnitt der Abkühl-düse **3** installiert ist und einen Querschnitt aufweist, der im Wesentlichen ähnlich dem Querschnitt der Abkühl-düse **3** ist und größer als der Querschnitt der Abkühl-düse **3**. Ein oberer Abschnitt der Abkühl-düse **3** sowie ein Bodenabschnitt der Leitung **4** sind unterhalb der Wasseroberfläche positioniert und ein oberer Abschnitt der Leitung **4** liegt oberhalb der Wasseroberfläche frei.

[0007] Die Abkühl-düse **3** mit der Leitung **4** wird Strömungsdüse mit induziertem laminarem Strom (für die Wasserkühlung) **6** genannt. Diese Veröffentlichung beschreibt, dass die untere Oberfläche des Stahlblechs **1** stabil und gleichmäßig durch die Düse abgekühlt werden kann, und dass die Abkühlkapazität über einen breiten Bereich gesteuert werden kann.

[0008] Die ungeprüfte Japanische Patentanmeldung mit der Veröffentlichungsnummer 10-166023 offenbart eine Abkühlvorrichtung, wie sie in [Fig. 2](#) gezeigt ist.

[0009] Diese Abkühlvorrichtung weist Abkühl-düsen **3A**, die auf einer oberen Oberflächenseite eines Stahlblechs **1** installiert sind, sowie Abkühl-düsen **3B**, die auf einer unteren Oberflächenseite eines Stahlblechs **1** zwischen den individuellen Reihen von Transferrollen **7** installiert sind, auf. Die Anzahl der Abkühl-düsen **3B** auf der unteren Oberflächenseite ist größer als die Anzahl der Abkühl-düsen **3A** auf der oberen Oberflächenseite. Zusätzlich sind die Abkühl-düsen **3A** und **3B** zwischen den individuellen Reihen von Transferrollen **7** so angeordnet, dass die Abkühlung synchron für die oberen und unteren Oberflächen des Stahlblechs **1** beginnt. Diese Veröffentlichung beschreibt, dass die Anordnung die Abkühlkapazitäten für die oberen und unteren Oberflächen des Stahlblechs **1** ausgleicht. Diese Veröffentlichung beschreibt des Weiteren, dass dann, wenn

die Düsen mit induziertem laminarem Strom des oben beschriebenen Typs für die Abkühl Düsen **3B** auf der unteren Oberflächenseite des Stahlblechs verwendet werden, eine noch gleichmäßigere Abkühlung für die oberen und unteren Oberflächen erreicht werden kann, das Auftreten von Verzug verhindert wird und zusätzlich eine Nichtgleichmäßigkeit in den Eigenschaften reduziert wird.

[0010] Probleme verbleiben jedoch auch in dem Fall, dass die in der geprüften japanischen Patentanmeldung mit der Veröffentlichungsnummer 63-4604 oder der ungeprüften japanischen Patentanmeldung mit der Veröffentlichungsnummer 10-166023 beschriebenen Abkühlvorrichtungen verwendet werden. In diesem Fall fällt im oberen Abschnitt des Stahlblechs die Temperatur nach dem Warmwalzen signifikant ab und zusätzlich hierzu kann leicht eine Überabkühlung aufgrund des turbulenten Stroms des Abkühlwassers auftreten, was infolgedessen eine Bombierung des Stahlblechs bewirkt. Insbesondere dann, wenn die in der geprüften japanischen Patentveröffentlichung Nr. 63-4604 beschriebenen Düsen mit induziertem laminarem Strom verwendet werden, ist, da das Abkühlwasser, das einmal in den Wassertank nach der Abkühlung des Stahlblechs zurückgeführt wurde, zur Abkühlung des zentralen Abschnitts des Stahlblechs verwendet wird, die Temperatur des Wassers hoch. Dies bewirkt eine signifikante Überabkühlung des oberen Abschnitts des Stahlblechs, wodurch das Auftreten einer Bombierung noch erleichtert wird.

[0011] Die geprüfte japanische Patentanmeldung mit der Veröffentlichungsnummer 5-61005 offenbart ein Verfahren, das vorgeschlagen wurde, um eine derartige Überabkühlung im oberen Abschnitt des Stahlblechs zu verhindern. Gemäß diesem Verfahren wird eine Abschirmplatte, die in Bezug auf das Stahlblech nach unten beweglich ist, installiert, und Kühlwasser, das von der unteren Oberflächenseite abgezogen wird, wird daran gehindert, zur oberen Oberfläche des Stahlblechs zu gelangen.

[0012] Gemäß diesem Verfahren wird jedoch aufgrund der Abschirmplatte der obere Abschnitt des Stahlblechs nicht zu jedem Zeitpunkt abgekühlt, so dass eine gleichmäßige Abkühlung in Längsrichtung des Stahlblechs nicht durchgeführt werden kann.

[0013] Die JP-A-60043435 beschreibt ein Verfahren sowie eine Vorrichtung zum Abkühlen eines warmgewalzten Stahlblechs.

Offenbarung der Erfindung

[0014] Ein Ziel der vorliegenden Erfindung ist es, ein Verfahren zur gleichmäßigen Abkühlung eines Stahlblechs zur Verfügung zu stellen und daher zu verhindern, dass ein vorderer Abschnitt des Stahlblechs überabgekühlt wird, wenn eine Online-Abkühlung des Stahlblechs nach dem Warmwalzen durchgeführt wird, sowie eine Vorrichtung hierfür.

[0015] Dieses Ziel wird durch ein Verfahren zum Abkühlen eines Stahlblechs erreicht, welches die Merkmale des Anspruchs 1 umfasst. Es ist insbesondere effektiv, wenn das Abkühlverfahren wiederholt eine Vielzahl von Malen ausgeführt wird.

[0016] Das oben beschriebene Verfahren kann unter Verwendung einer Abkühlvorrichtung, die die Merkmale des Anspruchs 6 umfasst, ausgeführt werden.

Kurze Beschreibung der Zeichnungen

[0017] [Fig. 1](#) ist eine Ansicht, die schematisch eine Vorrichtung zur Abkühlung eines Stahlblechs, wie sie in der geprüften japanischen Patentanmeldung mit der Veröffentlichungsnummer 63-4604 beschrieben wurde, zeigt.

[0018] [Fig. 2](#) ist eine Ansicht, die eine Vorrichtung zur Abkühlung eines Stahlblechs zeigt, wie sie in der japanischen ungeprüften Patentanmeldung mit der Veröffentlichungsnummer 10-166023 beschrieben ist.

[0019] [Fig. 3](#) ist eine Ansicht, die schematisch ein Beispiel eines Verfahrens zur Abkühlung eines Stahlblechs gemäß der vorliegenden Erfindung zeigt.

[0020] [Fig. 4](#) ist eine Ansicht, die schematisch ein Vergleichsbeispiel eines Verfahrens zur Abkühlung eines Stahlblechs zeigt.

[0021] [Fig. 5](#) ist eine Ansicht, die schematisch ein anderes Vergleichsbeispiel eines Verfahrens zur Abkühl-

lung eines Stahlblechs zeigt.

[0022] [Fig. 6](#) ist eine Ansicht, die die Temperaturprofile der oberen und unteren Oberflächen eines Stahlblechs in Längsrichtung des Stahlblechs direkt nach der Abkühlung ausgeführt gemäß einem konventionellen Verfahren zeigt.

[0023] [Fig. 7](#) ist eine Ansicht, die die Beziehung zwischen der Temperaturdifferenz zwischen der oberen und unteren Oberfläche eines Stahlblechs sowie des Maßes an Verzug auf der oberen und unteren Oberfläche des Stahlblechs zeigt.

[0024] [Fig. 8](#) ist eine Ansicht, die schematisch eine Form des Stahlblechs nach der gemäß einem konventionellen Verfahren durchgeführten Abkühlung zeigt.

[0025] [Fig. 9](#) ist eine Ansicht, die ein Beispiel für die in der Abkühlvorrichtung gemäß der vorliegenden Verwendung verwendeten Düsen mit induziertem laminarem Strom zeigt.

[0026] [Fig. 10](#) ist eine Querschnittsansicht entlang der Line A-A aus [Fig. 9](#).

Ausführungsformen zur Ausführung der Erfindung

[0027] Das erste Merkmal des Abkühlverfahrens gemäß der vorliegenden Erfindung ist die gleichmäßige Abkühlung eines Stahlblechs durch die Gleichstellung der Abkühl-Kapazitäten für die oberen und unteren Oberflächen des Stahlblechs, wobei Kühlwasser von einer Schlitzdüse injiziert wird, die auf der oberen Oberflächenseite des Stahlblechs vorgesehen ist, und eine Vielzahl von Düsen mit induziertem laminarem Strom, die auf der unteren Oberflächenseite des Stahlblechs vorgesehen sind, so dass Strahlen von Kühlwasser in einer solchen Weise aufeinander auftreffen, dass sie einen Wasserpool ausbilden, und dann das Stahlblech in den Wasserpool hinein hindurchtritt.

[0028] Das vorliegende Verfahren vermeidet ein Phänomen, wie es in einem konventionellen Verfahren beobachtet wird, dass das Kühlwasser von den Kühldüsen auf die oberen und unteren Oberflächen des Stahlblechs injiziert wird, wobei die Wasservolumen-Dichte hierdurch in solchen Abschnitten erhöht wird, wo das Kühlwasser in Kontakt mit dem Stahlblech gebracht wird, und diese Abschnitte verglichen mit umfänglichen Abschnitten überkühlt werden, wodurch eine Abkühl-Ungleichmäßigkeit bewirkt wird.

[0029] [Fig. 3](#) zeigt schematisch ein Beispiel eines Verfahrens zur Abkühlung eines Stahlblechs gemäß der vorliegenden Erfindung.

[0030] Das Stahlblech wird in einem Wasserpool abgekühlt, welcher durch eine Schlitzdüse ausgebildet wird, die auf der oberen Oberflächenseite des Stahlblechs zur Verfügung gestellt wird, und einer Vielzahl von Düsen mit induziertem laminarem Strom, die auf der unteren Oberflächenseite des Stahlblechs zur Verfügung gestellt sind. Hierdurch kann das Stahlblech und das Kühlwasser in sicherem Kontakt miteinander gebracht werden und die Abkühl-Kapazitäten für die untere Oberfläche des Stahlblechs kann erhöht werden. Infolgedessen kann eine gleichmäßige Abkühlung verwirklicht werden.

[0031] Im Vergleich hierzu zeigt [Fig. 4](#) ein Beispiel unter Verwendung von Sprühdüsen sowohl auf der oberen als auch auf der unteren Oberflächenseite und [Fig. 5](#) zeigt ein Beispiel unter Verwendung von Schlitzdüsen an sowohl den oberen und unteren Oberflächenseiten des Stahlblechs.

[0032] Verglichen mit [Fig. 3](#) wird kein Wasserpool in irgendeinem Beispiel, wie es in [Fig. 4](#) und [Fig. 5](#) gezeigt wird, ausgebildet, und einige Regionen auf der unteren Oberflächenseite dort, wo das Stahlblech und das Kühlwasser nicht lokal in Kontakt gebracht werden, werden ausgebildet, so dass eine Abkühl-Ungleichmäßigkeit bewirkt wird.

[0033] Das zweite Merkmal des Abkühlverfahrens gemäß der vorliegenden Erfindung liegt darin, dass verhindert wird, dass der vordere Abschnitt des Stahlblechs übermäßig abgekühlt wird, das Volumen von Kühlwasser, das von jeder Düse mit induziertem laminarem Strom injiziert wird, wird dann reduziert, wenn der vordere Abschnitt des Stahlblechs über die Düsen mit induziertem laminarem Strom auf der Eintrittsseite der Abkühllinie verläuft.

[0034] Wie in [Fig. 6](#) gezeigt, erhöht sich die Temperaturdifferenz zwischen der oberen und unteren Oberflä-

che des Stahlblechs direkt nach der Durchführung der Abkühlung gemäß einem konventionellen Verfahren so, dass sie im vorderen Abschnitt des Stahlblechs am höchsten wird.

[0035] Wie in [Fig. 7](#) gezeigt wird dann, wenn die Temperaturdifferenz zwischen der oberen und unteren Oberfläche des Stahlblechs hierdurch erhöht wird, das Maß an Verzug des Stahlblechs erhöht. Dies bewirkt eine nach oben gerichtete Bombierung im oberen Abschnitt des Stahlblechs, wodurch die Temperaturdifferenz zwischen der oberen und unteren Oberfläche erhöht wird. Wenn eine derartige Bombierung im vorderen Abschnitt auftritt, muss der vordere Abschnitt des Stahlblechs in einem nachfolgenden Prozess unter Verwendung eines Kalt-Gleichrichters („cold levelers“) oder einer Press-Maschine gerichtet werden, was infolgedessen zu einer Erhöhung der Herstellungskosten führt.

[0036] Wie oben bereits beschrieben kann zur Verhinderung einer derartigen Bombierung im vorderen Abschnitt dann, wenn der vordere Abschnitt des Stahlblechs zumindest über die Düsen mit induziertem laminarem Strom verläuft, die an der Eintrittsseite der Abkühllinie platziert sind, das Volumen des von jeder der Düsen mit induziertem laminarem Strom injiziertem Kühlwasser, vorzugsweise so reduziert werden, dass verhindert wird, dass der obere Abschnitt des Stahlblechs übermäßig abgekühlt wird.

[0037] [Fig. 9](#) zeigt schematisch ein Beispiel der in der Vorrichtung zur Abkühlung eines Stahlblechs gemäß der vorliegenden Erfindung verwendeten Düsen mit induziertem laminarem Strom. [Fig. 10](#) ist eine Querschnittsansicht entlang der Linie A-A aus [Fig. 9](#).

[0038] In [Fig. 9](#) werden die Düsen **6** mit induziertem laminarem Strom gezeigt, die in einer Abkühlzone platziert sind, die einer Reihe von Transferrollen **7** zugewiesen ist. In einer tatsächlichen Linie ist eine Vielzahl derartiger Kühlzonen vorgesehen, wobei eine Vielzahl von Düsen **6** mit induziertem laminarem Strom entlang der Breitenrichtung und der Transferrichtung des Stahlblechs **1** platziert sind.

[0039] Wie in [Fig. 10](#) gezeigt, ist eine Abschirmplatte **8** über den Düsen **6A** mit induziertem laminarem Strom an der Eintrittsseite der tatsächlichen Abkühllinie vorgesehen, die horizontal mittels eines Bewegungselements **9** in einer Richtung senkrecht zur Transferrichtung des Stahlblechs beweglich ist und eine Vielzahl von Öffnung **8A** mit vorab festgelegten Abstand aufweist. Wenn der vordere Abschnitt des Stahlblechs über die Düsen **6A** mit induziertem laminarem Strom verläuft, wird die Abschirmplatte **8** horizontal bewegt und als Ergebnis hiervon wird ein Teil des von den Düsen **6A** induziertem laminarem Strom auf die untere Oberfläche des Stahlblechs **1** injiziertem Kühlwasser blockiert. Hierdurch wird verhindert, dass der obere Abschnitt des Stahlblechs übermäßig abgekühlt wird.

[0040] Wenn das Kühlwasser vollständig durch Verwendung der Abschirmplatte **8** blockiert wird, kann ein Verzug im Stahlblech aufgrund des Unterschieds in den ersten Kontaktpositionen mit Kühlwasser zwischen der oberen und unteren Oberfläche des Stahlblechs in Transferrichtung auftreten. Aus diesem Grund wird bevorzugt, dass die Hälfte einer Öffnung jeder Düse **6A** mit induziertem laminarem Strom verschlossen wird, um das Volumen des Kühlwassers auf die Hälfte des normalen Volumens des Kühlwassers zu reduzieren.

[0041] Gewöhnlicherweise ist die Abschirmplatte **8** dort positioniert, wo die Öffnung der Düsen **6A** mit induziertem laminarem Strom vollständig geöffnet sind. Wenn der vordere Abschnitt des Stahlblechs jedoch von (nicht gezeigten) Sensoren detektiert wird, welche zwischen den Reihen von Transferrollen **7** platziert sind, bewegt sich die Abschirmplatte **8** horizontal, um die Hälfte der Öffnungen jeder der Düsen **6A** mit induziertem laminarem Strom zu verschließen. Nachdem der vordere Abschnitt des Stahlblechs über die Düsen **6A** mit induziertem laminarem Strom verlaufen ist, wird die Abschirmplatte **8** horizontal bewegt, um die Öffnungen der Düsen **6A** mit individuellem induziertem laminarem Strom vollständig zu öffnen. Hierdurch werden die Abkühl-Kapazitäten für die oberen und unteren Oberflächen des Stahlblechs ausgeglichen.

[0042] Die Düsen **6** mit induziertem laminarem Strom, die durch die Abschirmplatte **8** verschlossen werden sollen, sind nicht immer auf eine Linie von Düsen an der Eintrittsseite der Abkühllinie beschränkt, sondern können ebenso eine Vielzahl von Linien von Düsen vorgesehen sein.

[0043] Durch Wiederholungen des oben beschriebenen Betriebs in den nachfolgend angeordneten Abkühlzonen kann verhindert werden, dass der vordere Abschnitt des Stahlblechs im Wesentlichen vollständig übermäßig abgekühlt wird. Diese Operation wird nur durchgeführt werden, bis eine gleichmäßige Temperaturverteilung auf der oberen und unteren Oberfläche des Stahlblechs erreicht ist; das bedeutet, dass die Operationen nicht in sämtlichen Abkühlzonen durchgeführt werden.

[0044] Wenn das Stahlblech durch Wiederholungen der oben beschriebenen Operationen in einer Vielzahl von Abkühlzonen abgekühlt wird und wenn die Stahlplatte in zumindest zwei der Abkühlzonen mit Luft abgekühlt wird, kann eine Wasserkühlung und eine Luftkühlung abwechselnd ausgeführt werden, was ermöglicht, die Eigenschaften des Stahlblechs über einen breiteren Bereich zu steuern.

[0045] Die Bereitstellung eines Strömungs-Regulierungsventils in jeder der Abkühlzonen ermöglicht eine feinere Abkühlsteuerung des Stahlblechs. In dem Fall, dass die Wasserkühlung und Luftkühlung abwechselnd durchgeführt werden, kann das Strömungs-Regulierungsventil durch ein An-/Aus-Ventil ersetzt werden.

[0046] Wenn der vordere Abschnitt des Stahlblechs in jeder der Abkühlzonen verläuft und wenn nicht nur das Volumen des von den Düsen mit induziertem laminarem Strom injizierten Kühlwasser, sondern auch das Volumen des Kühlwassers, was von einer Schlitzdüse injiziert werden soll, reduziert werden, kann ein Temperaturabfall im oberen Abschnitt des Stahlblechs verhindert werden.

[0047] In der vorliegenden Erfindung ist es effektiv, ein Richtmittel an der Eintrittsseite der Abkühlzone anzuordnen, wodurch das Stahlblech gerichtet und anschließend abgekühlt wird. Dies ermöglicht eine gleichmäßige Abkühlung und Verhinderung von Verzug während der Abkühlung. Das Richtelement wird verwendet, die heißen Stahlbleche mit einer Dicke von 50 mm oder weniger zu richten, so dass sie eine Art sein können, die einen einfachen Aufbau verglichen mit einer üblichen Heißrichtmaschine aufweisen.

Beispiel

[0048] Unter Verwendung der individuellen Abkühlverfahren, wie sie in den [Fig. 3](#) bis [Fig. 5](#) gezeigt sind, wurden Stahlbleche, die jeweils eine Dicke von 20 mm, eine Breite von 4 000 mm sowie eine Länge von 12 bis 36 m aufwiesen, individuell bei einer Transfargeschwindigkeit von 45 Meilen/Stunde transferiert und gleichzeitig von 800°C bis 500°C auf Raumtemperatur abgekühlt. Zu diesem Zeitpunkt war eine Abschirmplatte an der unteren Oberflächenseite des Stahlblechs vorgesehen und die Injizierung von Kühlwasser auf den oberen Abschnitt des Stahlblechs wurde hierdurch gesteuert. Dann wurde eine Heißrichtung durchgeführt, das Maß an Verzug im oberen Abschnitt des Stahlblechs wurde bei Raumtemperatur gemessen und die Abkühl-Gleichmäßigkeit wurde bewertet.

[0049] Das Ergebnis ist in Tabelle 1 gezeigt.

[0050] In den Fällen der Beispiele 1 bis 3, die unter Verwendung des in [Fig. 3](#) gezeigten Verfahrens mit einer Abschirmplatte abgekühlt wurden, zeigten sämtliche Beispiele ein sehr geringes Maß an Verzug in beiden Richtungen und im vorderen Abschnitt unabhängig von der Länge des Stahlblechs und der Abkühlendtemperatur. Somit war eine Richtung nicht im nachfolgenden Prozess erforderlich.

[0051] Obwohl das in [Fig. 3](#) gezeigte Verfahren verwendet wurde, zeigte jedoch das Vergleichsbeispiel 1, bei dem der vordere Abschnitt des Stahlblechs nicht abgeschirmt wurde, ein großes Maß an Verzug im vorderen Abschnitt. In den Fällen des Vergleichsbeispiels 2 bis 5, bei dem das Verfahren, das in den [Fig. 4](#) und [Fig. 5](#) gezeigt ist, angewendet wurde, zeigten sämtliche Beispiele ein großes Maß an Verzug in Breitenrichtung und im vorderen Abschnitt. Dementsprechend war eine Richtung im nachfolgenden Prozess für diese Vergleichsbeispiele erforderlich.

Tabelle 1

Test	Verfahren	Abschirmbedingungen	Länge des Stahlblechs (m)	Abkühltemperatur (°C)	Breitenverzug (mm)	Vorderabschnittsverzug (mm)
Beispiel 1	Fig. 3	nur vorderer Abschnitt	12	500	3	2
Beispiel 2	Fig. 3	nur vorderer Abschnitt	36	500		2
Beispiel 3	Fig. 3	nur vorderer Abschnitt	36	Raumtemperatur	4	3
Vergleichsbeispiel 1	Fig. 3	Keine	12	500	5	45
Vergleichsbeispiel 2	Fig. 4	nur vorderer Abschnitt	12	500	60	20
Vergleichsbeispiel 3	Fig. 4	Keine	12	500	80	50
Vergleichsbeispiel 4	Fig. 5	nur vorderer	12	500	50	45
Vergleichsbeispiel 5	Fig. 5	keine	12	500	65	50

Patentansprüche

1. Verfahren zum Abkühlen eines Stahlblechs (1) in einer Abkühlanlage mit einer Vielzahl von Kühlzonen, umfassend die folgenden Schritte:

Ausbilden eines Wasserpools mit Strahlen aus Kühlwasser, das so aufgespritzt wird, dass die Strahlen aufeinander auftreffen unter Verwendung einer Schlitzdüse (3A) sowie einer Vielzahl von Düsen mit induziertem Laminarstrom (6, 6A), wobei die Schlitzdüse an einer Position auf der Seite der oberen Oberfläche des Stahlblechs vorgesehen ist und die Düsen mit induziertem laminarem Strom (6, 6A) in einer Position an einer Seite der unteren Oberfläche des Stahlblechs (1) entlang einer Transferrichtung und in einer Richtung senkrecht zur Transferrichtung vorgesehen sind; und

Hineinführen des Stahlblechs (1) in den Wasserpool,

dadurch gekennzeichnet, dass

in zumindest einer Kühlzone, die einer Reihe von Transferwalzen (7) zugeordnet ist, wenn ein vorderer Abschnitt des Stahlblechs (1) über diejenigen Düsen für den induzierten laminaren Strom (6, 6A) verläuft, die zumindest an der Eintrittsseite der Abkühlanlage in einer Transferrichtung des Stahlblechs (1) platziert sind, durch die Blockierung eines Teils einer Öffnung der Düsen für den induzierten laminaren Strom (6, 6A) mit einer Abschirmplatte (8), die eine Vielzahl von trapezförmigen Öffnungen (8A) aufweist, ein Volumen des von jeder der Düsen für den induzierten laminaren Strom (6, 6A) zu injizierenden Kühlwassers reduziert wird.

2. Verfahren zum Abkühlen eines Stahlblechs, wobei das Verfahren gemäß Anspruch 1 für eine Vielzahl von Malen wiederholt wird.

3. Verfahren gemäß Anspruch 2, des Weiteren umfassend den Schritt der Luftkühlung des Stahlblechs zumindest zweimal, während das Verfahren gemäß Anspruch 1 eine Vielzahl von Malen wiederholt wird.

4. Verfahren gemäß Anspruch 2, wobei dann, wenn der obere Abschnitt des Stahlblechs zumindest über diejenigen Düsen für den induzierten laminaren Strom verläuft, die an der Eintrittsseite der Abkühlanlage platziert sind, auch das Volumen des Kühlwassers, das von der Schlitzdüse injiziert werden soll, reduziert wird.

5. Verfahren gemäß Anspruch 2, des Weiteren umfassend den Schritt der Gleichrichtung des Stahlblechs.

6. Vorrichtung zum Abkühlen eines Stahlblechs (1), umfassend:
eine Schlitzdüse (3A), die in einer Position an der Seite der oberen Oberfläche des Stahlblechs (1) vorgesehen ist; und

eine Vielzahl von Düsen für den induzierten laminaren Strom (**6, 6A**), die in einer Position an der Seite der unteren Oberfläche des Stahlblechs (**1**) entlang einer Transferrichtung und einer Richtung senkrecht zur Transferrichtung vorgesehen sind;

wobei eine Vielzahl von Abkühlzonen in einer Abkühlanlage zum Abkühlen des Stahlblechs (**1**) durch die Ausbildung eines Wasserpools mit von der Schlitzdüse und den Düsen für den induzierten laminaren Strom (**6, 6A**) aufgespritztem Kühlwasser vorgesehen sind; gekennzeichnet durch:

Sensoren zur Detektion des vorderen Abschnitts des Stahlblechs (**1**);

ein Kühlwasser-Steuerungselement, das in derjenigen Abkühlzone vorgesehen ist, die an der Eintrittsseite der Kühllinie in Transferrichtung des Stahlblechs (**1**) aus der Vielzahl von Kühlzonen bereitgestellt wird, um das Volumen des Kühlwassers zu steuern, das auf die Seite der unteren Oberfläche des vorderen Abschnitts des Stahlblechs (**1**) von jeder der Düsen für den induzierten laminaren Strom (**6, 6A**) aufgespritzt werden soll, die zumindest an der Eintrittsseite der Abkühlanlage in einer Transferrichtung des Stahlblechs (**1**) platziert sind, wobei die Steuerung durch Blockierung eines Teils einer Öffnung der Düsen für den induzierten laminaren Strom (**6, 6A**) mit einer Abschirmplatte (**8**) ausgeführt wird, die eine Vielzahl von trapezförmigen Öffnungen (**8A**) aufweist, wodurch das Volumen des Kühlwassers reduziert wird.

7. Vorrichtung gemäß Anspruch 6, wobei das Kühlwasser-Steuerungselement eine Abschirmplatte ist.

8. Vorrichtung gemäß Anspruch 6, des Weiteren umfassend ein Strömungs-Regulierungsventil, das für jede der Abkühlzonen vorgesehen ist, um das Volumen des Kühlwassers, das von der Schlitzdüse und jeder der Düsen für den induzierten laminaren Strom aufgespritzt werden soll, zu regulieren.

9. Vorrichtung gemäß Anspruch 6, des Weiteren umfassend ein Richtungselement, das an der Eintrittsseite der Kühlzone vorgesehen ist.

Es folgen 4 Blatt Zeichnungen

FIG. 1

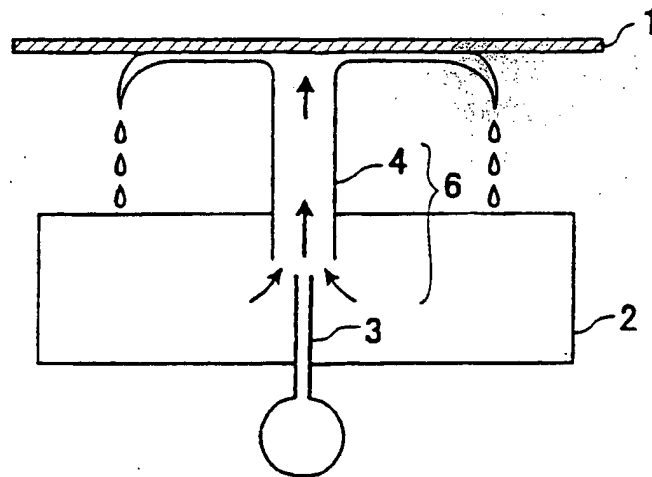


FIG. 2

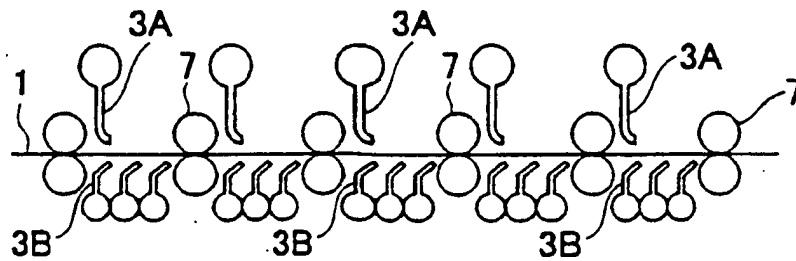


FIG. 3

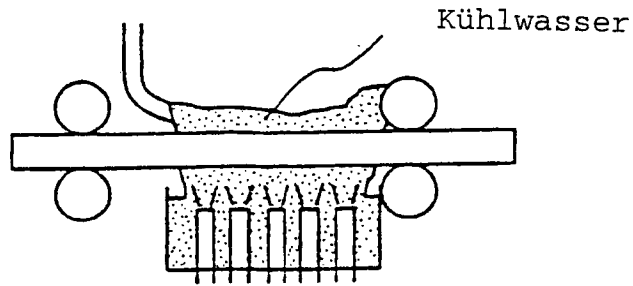


FIG. 4

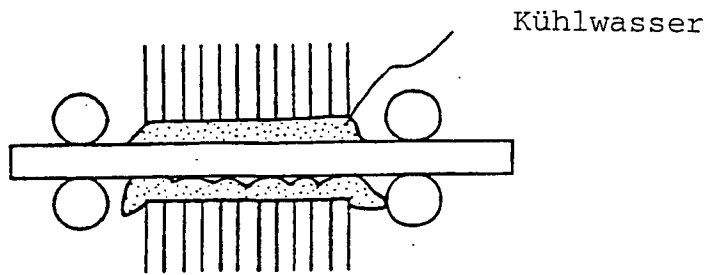


FIG. 5

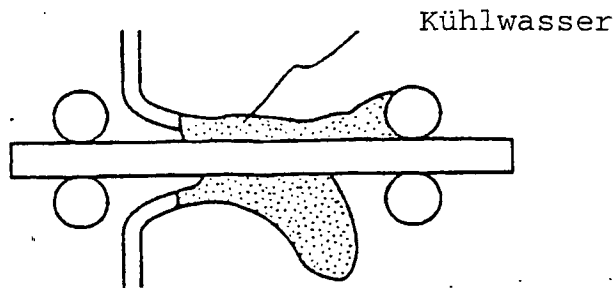


FIG. 6

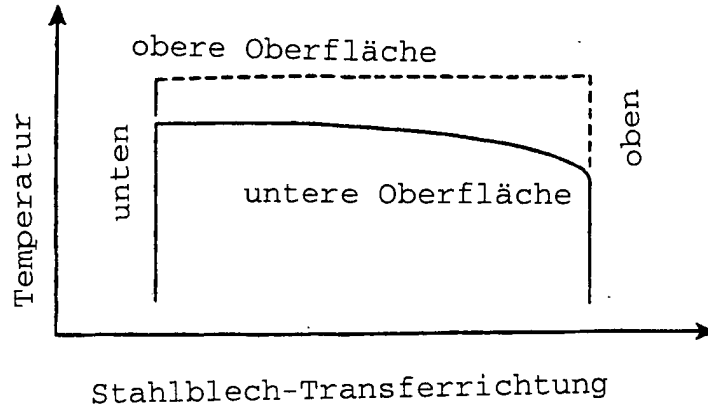
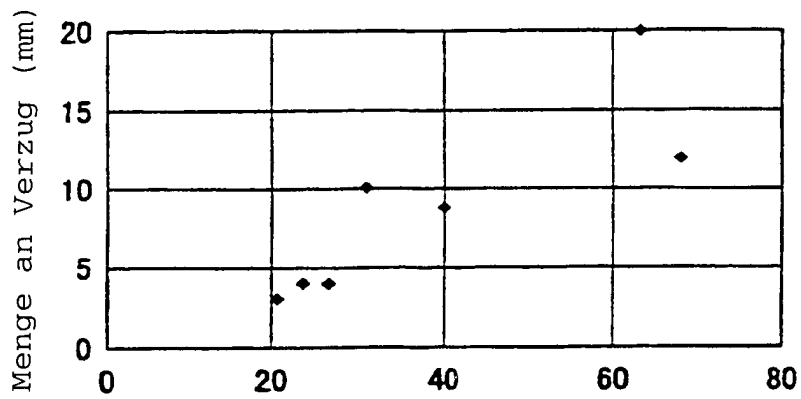


FIG. 7



Temperaturdifferenz zwischen den oberen und unteren Oberflächen des Stahlblechs (°C)

FIG. 8

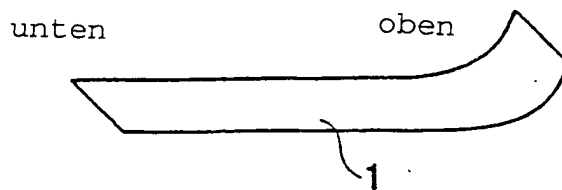


FIG. 9

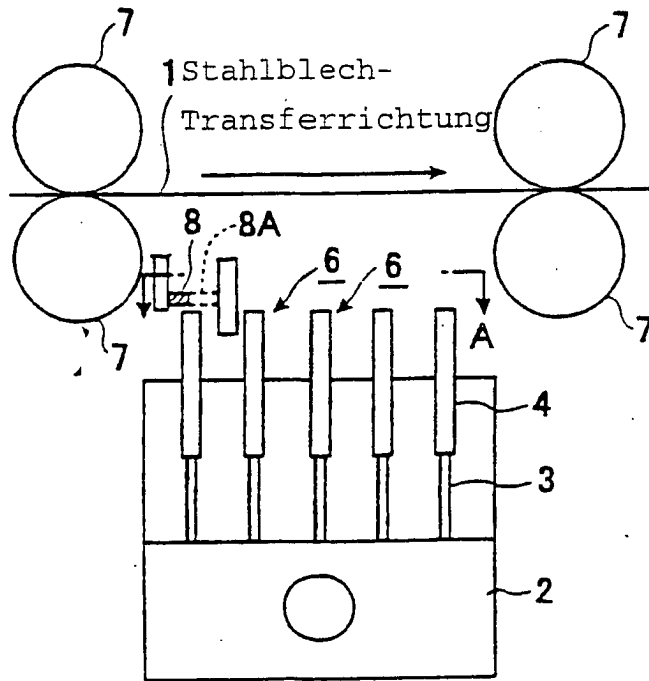


FIG. 10

