

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特許公報(B2)

(11) 特許番号

特許第5577655号
(P5577655)

(45) 発行日 平成26年8月27日(2014.8.27)

(24) 登録日 平成26年7月18日(2014.7.18)

(51) Int.Cl. F 1
B 2 1 B 45/02 (2006.01) B 2 1 B 45/02 3 2 0 T

請求項の数 5 (全 10 頁)

(21) 出願番号	特願2009-204305 (P2009-204305)	(73) 特許権者	000001258
(22) 出願日	平成21年9月4日(2009.9.4)		J F E スチール株式会社
(65) 公開番号	特開2011-51002 (P2011-51002A)		東京都千代田区内幸町二丁目2番3号
(43) 公開日	平成23年3月17日(2011.3.17)	(74) 代理人	100126701
審査請求日	平成24年7月27日(2012.7.27)		弁理士 井上 茂
		(74) 代理人	100130834
			弁理士 森 和弘
		(72) 発明者	福田 啓之
			東京都千代田区内幸町二丁目2番3号 J
			F E スチール株式会社内
		(72) 発明者	中田 直樹
			東京都千代田区内幸町二丁目2番3号 J
			F E スチール株式会社内
		審査官	坂本 薫昭

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 熱延鋼板の冷却設備および冷却方法

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項 1】

熱延鋼板の製造ラインに設置され、仕上圧延後の鋼板の上面および下面に冷却水を供給する熱延鋼板の冷却設備において、

前記仕上圧延後の鋼板の上面に冷却水を供給するヘッダが、鋼板の直上方にあって、冷却水を流量密度 $0.5 \sim 2.0 \text{ m}^3 / \text{m}^2 \cdot \text{min}$ で供給する通常冷却ヘッダと、鋼板幅方向外側の上方にあって、幅方向内側下方に向かって棒状冷却水を流量密度 $2.0 \sim 10.0 \text{ m}^3 / \text{m}^2 \cdot \text{min}$ で供給する強冷却ヘッダとからなり、前記強冷却ヘッダには、複数の円管ノズルが取り付けられており、該円管ノズル群から棒状冷却水を幅方向内側下方に向かって、その着水点が幅方向で等しい間隔で並ぶように噴射することを特徴とする熱延鋼板の冷却設備。

10

【請求項 2】

前記強冷却ヘッダは、鋼板幅方向の両外側に設置されていることを特徴とする請求項 1 に記載の熱延鋼板の冷却設備。

【請求項 3】

各円管ノズルは、棒状冷却水の噴射線が鋼板幅方向の中心線をまたぐように取り付けられていることを特徴とする請求項 2 に記載の熱延鋼板の冷却設備。

【請求項 4】

前記強冷却ヘッダには、内径 $3 \sim 8 \text{ mm}$ の円管ノズルが取り付けられており、該円管ノズルから、流速 $8 \sim 15 \text{ m/s}$ の棒状冷却水を幅方向内側下方に向かって噴射することを

20

特徴とする請求項 1 ~ 3 のいずれかに記載の熱延鋼板の冷却設備。

【請求項 5】

請求項 1 ~ 4 のいずれかに記載の冷却設備を用いて鋼板の冷却を行う熱延鋼板の冷却方法であって、製品の必要とする特性に応じて、前記通常冷却ヘッダから冷却水を流量密度 $0.5 \sim 2.0 \text{ m}^3 / \text{m}^2 \cdot \text{min}$ で鋼板の上面に供給する場合と、前記強冷却ヘッダから棒状冷却水を流量密度 $2.0 \sim 10.0 \text{ m}^3 / \text{m}^2 \cdot \text{min}$ で鋼板の上面に供給する場合とを使い分けることを特徴とする熱延鋼板の冷却方法。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

この発明は、熱間圧延によって製造される鋼板（熱延鋼板）の冷却設備および冷却方法に関するものである。なお、ここで、上記の熱延鋼板は、熱間圧延によって製造される薄鋼板（鋼帯）と厚鋼板（厚板）を総称したものである。

【背景技術】

【0002】

熱間圧延によって鋼板を製造する熱延鋼板製造ラインでは、例えば、図 1 に示すような、加熱炉 11、粗圧延機 12、仕上圧延機 13、冷却設備 14、巻き取り機 15 を備えた薄鋼板の熱間圧延設備において、加熱炉 11 から抽出されたスラブに対して、粗圧延機 12 で粗圧延、仕上圧延機 13 で仕上圧延を行った後、冷却設備 14 で水冷または空冷を行って鋼板の組織を制御している。

【0003】

鋼板を水冷によって比較的低い温度、例えば 500 程度に冷却すると、微細なフェライトやベイナイト組織が得られ、鋼板の強度を確保できるので、スプレー冷却水やラミナー冷却水などによって鋼板を冷却する技術が一般的である。また、近年では、高い冷却速度を得て組織をより微細化し、鋼板の強度を上げる技術の開発が盛んである。

【0004】

例えば、大量の棒状のラミナー冷却水を供給して鋼板を冷却する技術として特許文献 1 や特許文献 2 の技術がある。これらは、一例を図 7 に示すように、この冷却設備 14 Z は、テーブルローラー 20 で搬送される鋼板 10 の上方に設置した上ヘッダ 41（上ノズル 42）から鋼板 10 幅方向斜め下方に向けて鋼板 10 上面に大量の冷却水（棒状冷却水）43 を噴射するものであって、高い冷却速度で均一な冷却ができるとされている。

【先行技術文献】

【特許文献】

【0005】

【特許文献 1】特開 2007 - 090428 号公報

【特許文献 2】特開 2008 - 207200 号公報

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

【0006】

しかし、特許文献 1、2 の技術は、もともと強冷却を行うために、棒状冷却水 43 を鋼板 10 幅方向斜め下方に向けて噴射するものであるため、比較的低い冷却速度を与えようとする、水量密度を、すなわち噴射速度を下げなければならないので、図 8 に示すように、冷却水 43 の噴射線は曲線状となり、鋼板 10 幅方向中央に冷却水 43 が集中して過冷却部分 49 が生じ、幅方向に不均一な冷却となってしまう。したがって、広い範囲の冷却速度を設定することができなかった。

【0007】

例えば、引張強度が 450 MPa 以下の鋼板を製造する場合は、数十 $/ \text{s}$ 程度の冷却速度があればよいので、冷却水を大量に与える必要はなく、水量密度は $1.5 \text{ m}^3 / \text{m}^2 \cdot \text{min}$ 以内とすればよい。このような製品は、工場の生産量の多くの割合を占めるから、特許文献 1、2 に示されたような冷却設備を設置するわけにはいかず、通常の冷却設備

10

20

30

40

50

も必要となる。

【0008】

しかしながら、強冷却用のヘッダと通常の冷却ヘッダを同時に設置することは、設置スペースの問題があってできなかった。

【0009】

例えば、図2に示すような、強冷却用のヘッダ21とノズル22を備えた冷却設備を鋼板10の上方に設置して斜め前下方に冷却水23を噴射する場合、ヘッダ21とヘッダ21の間が狭くなるので、図3に示すような、通常の冷却ヘッダ25とノズル26を備えた冷却設備と一緒に設置することは難しい。強冷却ヘッダ21の間隔をもう少し開けて、その間に通常冷却ヘッダ25を設置しようとするのは、強冷却が間欠的となり、冷却速度が低下するので好ましくない。

10

【0010】

本発明は、上記のような事情に鑑みてなされたものであり、熱延鋼板を冷却するに際して、多様な冷却速度を与えることができる熱延鋼板の冷却設備および冷却方法を提供することを目的としている。

【課題を解決するための手段】

【0011】

上記課題を解決するために、本発明は以下のような特徴を有している。

【0012】

[1] 熱延鋼板の製造ラインに設置され、仕上圧延後の鋼板の上面および下面に冷却水を供給する熱延鋼板の冷却設備において、

20

前記仕上圧延後の鋼板の上面に冷却水を供給するヘッダが、鋼板の直上方にあって、冷却水を流量密度 $0.5 \sim 2.0 \text{ m}^3 / \text{m}^2 \cdot \text{min}$ で供給する通常冷却ヘッダと、鋼板幅方向外側の上方にあって、幅方向内側下方に向かって棒状冷却水を流量密度 $2.0 \sim 10.0 \text{ m}^3 / \text{m}^2 \cdot \text{min}$ で供給する強冷却ヘッダとからなることを特徴とする熱延鋼板の冷却設備。

【0013】

[2] 前記強冷却ヘッダには、内径 $3 \sim 8 \text{ mm}$ の円管ノズルが取り付けられており、該円管ノズルから、流速 $8 \sim 15 \text{ m/s}$ の棒状冷却水を幅方向内側下方に向かって、その着水点が幅方向で等しい間隔で並ぶように噴射することを特徴とする前記[1]に記載の熱延鋼板の冷却設備。

30

【0014】

[3] 前記[1]または[2]に記載の冷却設備を用いて鋼板の冷却を行う熱延鋼板の冷却方法であって、製品の必要とする特性に応じて、前記通常冷却ヘッダから冷却水を流量密度 $0.5 \sim 2.0 \text{ m}^3 / \text{m}^2 \cdot \text{min}$ で鋼板の上面に供給する場合と、前記強冷却ヘッダから棒状冷却水を流量密度 $2.0 \sim 10.0 \text{ m}^3 / \text{m}^2 \cdot \text{min}$ で鋼板の上面に供給する場合とを使い分けることを特徴とする熱延鋼板の冷却方法。

【発明の効果】

【0015】

本発明においては、熱延鋼板を冷却するに際して、多様な冷却速度を与えることができる。その結果、鋼板に高い冷却速度を与えて、組織を微細化し、高張力鋼板を製造することができるし、引張強度が 450 MPa 以下の一般的な鋼板も高い歩留りで製造することができる。

40

【図面の簡単な説明】

【0016】

【図1】薄鋼板の熱間圧延設備を示す図。

【図2】本発明の一実施形態に係る冷却設備を示す側面図（鋼板幅方向外側）。

【図3】本発明の一実施形態に係る冷却設備を示す側面図（鋼板幅方向中央）。

【図4】本発明の一実施形態に係る冷却設備を示す上面図。

【図5】本発明の一実施形態に係る冷却設備で強冷却を行う時の噴射状態（正面図）。

50

【図6】本発明の一実施形態に係る冷却設備で通常冷却を行う時の噴射状態（正面図）。

【図7】従来の強冷却設備で強冷却を行う時の噴射状態（正面図）。

【図8】従来の強冷却設備で通常冷却を行う時の噴射状態（正面図）。

【図9】本発明の一実施形態に係る冷却設備で通常冷却を行った時の温度分布と従来の強冷却設備で通常冷却を行った時の温度分布の比較図。

【発明を実施するための形態】

【0017】

本発明の一実施形態を図面に基づいて説明する。なお、ここでは、熱延鋼板として、薄鋼板（鋼帯）を対象にして述べる。

【0018】

この実施形態において用いる薄鋼板の熱間圧延設備は、図1に示したように、加熱炉11、粗圧延機12、仕上圧延機13、冷却設備（ランアウト冷却設備）14、巻き取り機15を備えており、加熱炉11から抽出された被圧延材（スラブ）に対して、粗圧延機12で粗圧延、仕上圧延機13で仕上圧延を行った後、ランアウト冷却設備14で被圧延材（鋼板）の上面と下面に冷却水を供給して、所定の温度まで冷却することで、鋼板の組織を制御してから、巻き取り機15で巻き取っている。

【0019】

この熱間圧延設備によって製造する製品は、鋼種や寸法など様々なものがあるが、例えば、板厚20.0mmで引張強度の目標が780MPaの高張力・高靱性鋼板や、板厚2.0mmで引張強度の目標が340MPaの高加工性鋼板等である。なお、前記の高張力・高靱性鋼板の仕上圧延終了温度は800であり、巻き取り温度目標は480である。一方、前記の高加工性鋼板の仕上圧延終了温度は850であり、巻き取り温度目標は600である。

【0020】

そして、この実施形態に係る冷却設備14Aは、図2に側面図（鋼板幅方向外側）、図3に側面図（鋼板幅方向中央）、図4に上面図を示すように、鋼板10の上面に冷却水を供給する上ヘッドが、強冷却ヘッド21と通常冷却ヘッド25からなっており、強冷却ヘッド21は、鋼板幅方向外側の上方にあって、幅方向内側下方に向かって棒状冷却水23を流量密度 $2.0 \sim 10.0 \text{ m}^3 / \text{m}^2 \cdot \text{min}$ で供給し、通常冷却ヘッド25は、鋼板10の直上方にあって、冷却水27を流量密度 $0.5 \sim 2.0 \text{ m}^3 / \text{m}^2 \cdot \text{min}$ で供給する。

【0021】

ここで、図4、図5に示すように、強冷却ヘッド21は鋼板幅方向の両外側の上方に設置されており、強冷却ヘッド21に取り付けた各ノズル22からは、鋼板10の上面に向かって棒状冷却水23を互いに平行になるように噴射しているが、その際に、棒状冷却水23の噴射線が鋼板幅方向の中心線をまたぐようにしておけば、鋼板10上に着水後の冷却水23が鋼板10上に滞留せず、円滑に排除されるので、均一な冷却が可能である。

【0022】

また、強冷却ヘッド21に取り付けたノズル22は、内径3～8mmの円管ノズルとして、流速 $8 \sim 15 \text{ m/s}$ の棒状冷却水23を幅方向内側下方に向かって、その着水点が幅方向で等しい間隔で並ぶように噴射することが好ましい。

【0023】

なお、図4、図5では、強冷却ヘッド21を鋼板幅方向の両外側に設置した場合を示しているが、強冷却ヘッド21への給水配管などのスペースがない場合などでは、鋼板幅方向の片方の外側だけに設置してもよい。

【0024】

一方、図3、図6に示すように、通常冷却ヘッド25はテーブルローラー20の直上に設置されており、通常冷却ヘッド25に取り付けた各ノズル26からは、鋼板10の上面に向かって冷却水27が垂直に落下して、鋼板10を冷却するようになっている。なお、通常冷却ヘッド25から供給される冷却水27は、膜状であっても、スプレー冷却のよう

10

20

30

40

50

な噴霧状であってもよい。

【0025】

なお、図2、図3に示すように、鋼板10の下面に対しては、下面ヘッダ31に取り付けた下面ノズル32から冷却水33が供給されるようになっている。

【0026】

そして、この実施形態に係る冷却設備14Aを用いる際には、製品の必要とする特性に応じて、強冷却ヘッダ21から棒状冷却水23を流量密度 $2.0 \sim 10.0 \text{ m}^3 / \text{m}^2 \cdot \text{min}$ で鋼板10の上面に供給する場合と、通常冷却ヘッダ25から冷却水27を流量密度 $0.5 \sim 2.0 \text{ m}^3 / \text{m}^2 \cdot \text{min}$ で鋼板10の上面に供給する場合とを使い分けるようにする。

10

【0027】

このようなこの実施形態に係る冷却設備14Aは、ランアウト冷却設備14の最上流と最下流の両方または片方に設置すればよい。

【0028】

例えば、ランアウトテーブルで鋼板を650程度まで水冷した後、数秒間の空冷によってフェライト変態を進行させ、その後に再び水冷して450程度として、フェライト・ベイナイト2相組織の高加工性の高張力鋼を製造する場合に、この冷却設備14Aを用いるとよい。1回目と2回目の水冷の両方または片方を強冷却ヘッダ21を用いて行うと、通常冷却ヘッダ25のみを用いる場合よりも水冷時間を短縮できて、その分、空冷時間を長くできる。これによって、フェライト変態を促進させることができるので、高品質の製品を高い歩留りで製造することができる。

20

【0029】

さらに、ランアウト冷却設備14の全体長の内の最上流側10%の範囲内かまたは最下流側10%の範囲内に、冷却設備14Aの全体または一部が位置するように設置することが望ましい。

【0030】

すなわち、例えば、全体長が100mのランアウト冷却設備14の内の最上流側に冷却設備14Aを設置する場合は、最上流側10mの範囲内で冷却設備14Aによる冷却開始となるようにするのが好ましく、最上流から冷却設備14Aによる冷却開始となるようにするのが最も好ましい。仕上圧延機13から遠くなると、仕上圧延機13での圧延終了から冷却設備14Aによる冷却開始までの時間が長くなりすぎて、この間に再結晶や回復、オーステナイト粒の成長などが進んで、その後に強冷却を行っても鋼板10の強度アップの効果が得られなくなるおそれがあるからである。

30

【0031】

また、例えば、全体長が100mのランアウト冷却設備14の最下流側に設置する場合は、最下流側10mの範囲で冷却設備14Aによる冷却が終了できるようにするのが好ましい。一般的に、ランアウト冷却設備14の最下流には、巻き取り温度計での温度測定値をフィードバックさせて注水のオンオフを行うフィードバックゾーンを設けるが、フィードバックゾーンに冷却設備14Aを設置して、通常冷却ヘッダ25をそのフィードバック注水用として使ってもよい。あるいは、フィードバックゾーンのすぐ上流側に冷却設備14Aを設置してもよい。

40

【0032】

上記のようにして、この実施形態においては、薄鋼板(鋼帯)10を冷却するに際して、多様な冷却速度を与えることができる。その結果、薄鋼板(鋼帯)10に高い冷却速度を与えて、組織を微細化し、高張力鋼板を製造することができるし、引張強度が450MPa以下の一般的な鋼板も高い歩留りで製造することができる。

【0033】

なお、上記の実施形態では、薄鋼板(鋼帯)を対象にして述べたが、本発明は、厚鋼板(厚板)に対しても同様に適用することができる。

【実施例1】

50

【0034】

本発明の実施例を以下に述べる。

【0035】

この実施例においては、図1に示した熱間圧延設備を用いて、薄鋼板（鋼帯）の製造を行った。すなわち、加熱炉11から抽出された被圧延材（スラブ）に対して、粗圧延機12で粗圧延、仕上圧延機13で仕上圧延を行った後、ランアウト冷却設備14で被圧延材（鋼板）の上面と下面に冷却水を供給して、所定の温度まで冷却することで、鋼板の組織を制御するようにし、巻き取り機15で巻き取った。

【0036】

その際、製造した製品は、板厚20.0mmで引張強度の目標が780MPaの高張力・高靱性鋼板（鋼板Aとよぶ）と、板厚2.0mmで引張強度の目標が340MPaの高加工性鋼板（鋼板Bとよぶ）であった。なお、鋼板Aの仕上圧延終了温度は800であり、巻き取り温度目標は480である。一方、鋼板Bの仕上圧延終了温度は850であり、巻き取り温度目標は600である。

10

【0037】

そして、本発明例として、ランアウト冷却設備14の最上流に、図4等に示した本発明の一実施形態に係る冷却設備14Aを設置した。その冷却設備14Aの長さは25mとした。

【0038】

なお、冷却設備14Aでは、棒状冷却水23の着水点が幅方向で等しい間隔で並ぶようにするとともに、棒状冷却水23の噴射線が鋼板幅方向の中心線をまたぐようにして、鋼板10上に着水後の冷却水23が鋼板10上に滞留せず、円滑に排除されるようにした。

20

【0039】

その上で、本発明例では、鋼板Aを製造する際には、冷却設備14Aの強冷却ヘッド21から棒状冷却水23を鋼板Aの上面に噴射して、鋼板Aを480まで冷却してから、巻き取った。

【0040】

その結果、冷却終了後（巻き取り前）の鋼板Aの温度は、図9中の（a）のように均一な分布となり、温度のばらつきを20以内に抑えることができた。

【0041】

また、本発明例では、鋼板Bを製造する際には、冷却設備14Aの通常冷却ヘッド25から冷却水27を鋼板Bの上面に噴射して、鋼板Bを600まで冷却してから、巻き取った。

30

【0042】

その結果、冷却終了後（巻き取り前）の鋼板Bの温度は、図9中の（a）のように鋼板幅方向に均一な分布となり、温度のばらつきを20以内に抑えることができた。そして、冷却速度は50/sとなり、フェライトが安定して生成したので、伸び特性がよく、加工性の高い鋼板を製造することができた。

【0043】

以上のように、本発明例においては、鋼板A、Bともに幅方向で均一な冷却を行うことができたから、99%以上の高い歩留を確保することができた。

40

【0044】

これに対して、従来例として、ランアウト冷却設備14の最上流に、図7に示した従来の冷却設備14Zを設置した。その冷却設備14Zの長さは25mとした。

【0045】

従来例では、鋼板Aを製造する際には、冷却設備14Zの強冷却ヘッド41から棒状冷却水43を鋼板Aの上面に噴射して、鋼板Aを480まで冷やしてから、巻き取ったので、前述の本発明例と同様に高い歩留で鋼板Aを製造することができた。

【0046】

しかし、従来例では、鋼板Bを製造する際に、冷却設備14Zの強冷却ヘッド41を用

50

いて鋼板 B を冷却すると、冷却速度が高すぎて表層組織の一部がベイナイトになった。その結果、強度が高すぎて、目標とする高加工性を得ることができなかった。

【 0 0 4 7 】

また、従来例において、冷却速度が高ならないように、棒状冷却水 4 3 の噴射速度を下げると、図 8 に示したように、棒状冷却水 4 3 の噴射線が曲線状となり、板幅方向中央に噴射冷却水が集中して、過冷却部分 4 9 ができた。その結果、鋼板 B の幅方向温度分布は、図 9 中の (b) のようになり、温度むらが 7 0 発生した。そして、鋼板 B の板幅中央での強度が高すぎて、歩留は 6 0 % と低かった。

【 0 0 4 8 】

また、冷却設備 1 4 Z は使用せず、その下流側に設置されている通常冷却ヘッドで鋼板 B の冷却を行った場合は、使用できる冷却ゾーン長が短すぎて、鋼板 B を 6 5 0 までしか冷却できず、目標とする巻き取り温度より 5 0 も高かった。そのうえ、仕上圧延後から冷却開始までの時間が長かったから、目標とする強度が得にくく、歩留は 9 0 % にとどまった。さらに、本発明例によって鋼板 B を製造する場合よりもスケールが厚いので、冷延母材として使用する時は、酸洗ロスが多かった。

【 符号の説明 】

【 0 0 4 9 】

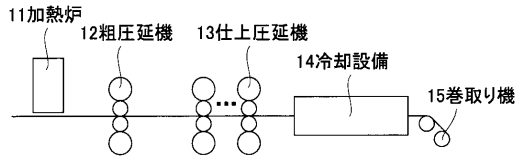
- 1 0 鋼板
- 1 1 加熱炉
- 1 2 粗圧延機
- 1 3 仕上圧延機
- 1 4 冷却設備 (ランアウト冷却設備)
- 1 4 A 冷却設備
- 1 4 Z 冷却設備
- 1 5 巻き取り機
- 2 0 テーブルローラー
- 2 1 上ヘッド (強冷却ヘッド)
- 2 2 上ノズル (円管ノズル)
- 2 3 冷却水 (棒状冷却水)
- 2 5 上ヘッド (通常冷却ヘッド)
- 2 6 上ノズル
- 2 7 冷却水
- 3 1 下ヘッド
- 3 2 下ノズル
- 3 3 冷却水
- 4 1 上ヘッド (強冷却ヘッド)
- 4 2 上ノズル
- 4 3 冷却水 (棒状冷却水)
- 4 9 過冷却部分

10

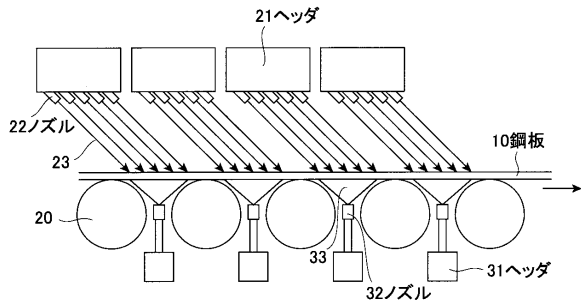
20

30

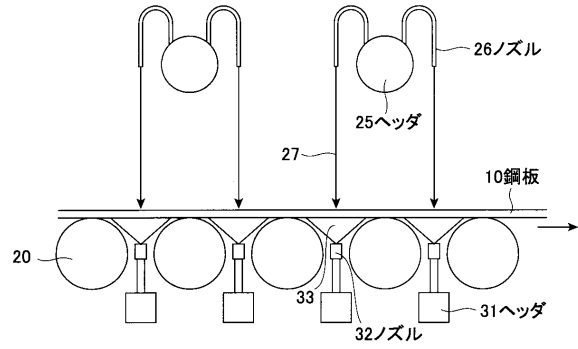
【図1】



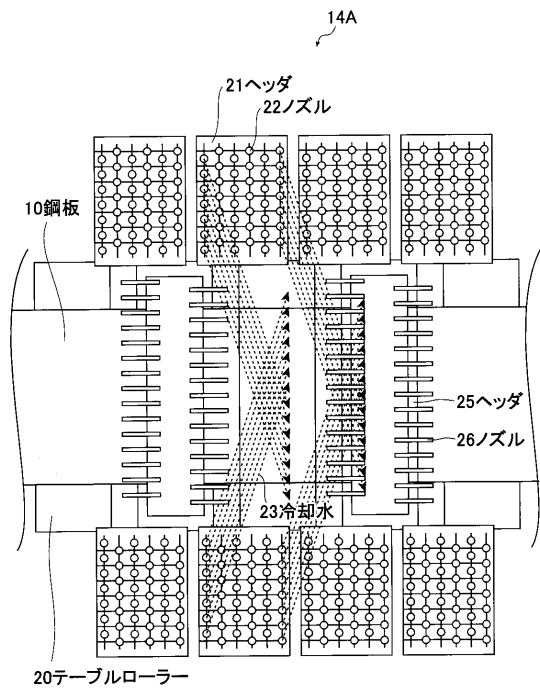
【図2】



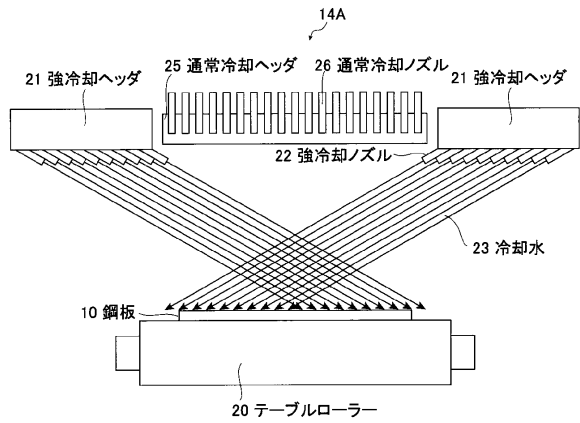
【図3】



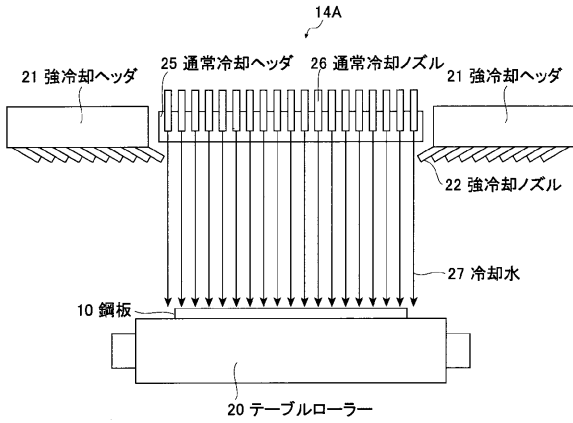
【図4】



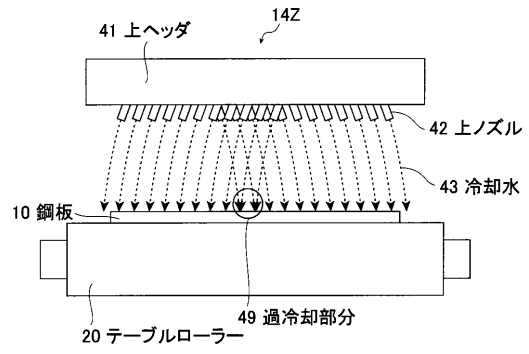
【図5】



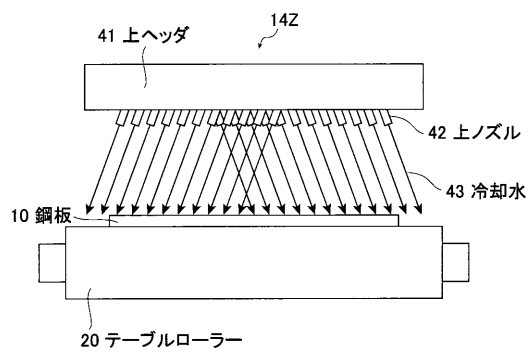
【図6】



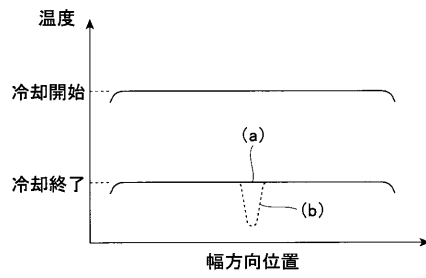
【図8】



【図7】



【図9】



フロントページの続き

- (56)参考文献 特開平05 - 228525 (JP, A)
特開平10 - 314806 (JP, A)
特開2003 - 025009 (JP, A)
特開2007 - 090428 (JP, A)
特開2007 - 203370 (JP, A)
特開2008 - 200708 (JP, A)
特開2008 - 207200 (JP, A)

- (58)調査した分野(Int.Cl., DB名)
B21B 45/02