

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特許公報(B2)

(11) 特許番号

特許第3650802号  
(P3650802)

(45) 発行日 平成17年5月25日(2005.5.25)

(24) 登録日 平成17年3月4日(2005.3.4)

(51) Int. Cl.<sup>7</sup>

C23C 2/20

F1

C23C 2/20

請求項の数 2 (全 8 頁)

(21) 出願番号	特願2002-65725 (P2002-65725)	(73) 特許権者	505025162 湯 晋一 福岡県宗像市田野2177の7
(22) 出願日	平成14年3月11日(2002.3.11)	(73) 特許権者	505025173 梅景 俊彦 福岡県北九州市戸畑区沢見一丁目7番38号
(65) 公開番号	特開2003-268523 (P2003-268523A)	(74) 代理人	100058479 弁理士 鈴江 武彦
(43) 公開日	平成15年9月25日(2003.9.25)	(74) 代理人	100091351 弁理士 河野 哲
審査請求日	平成15年3月5日(2003.3.5)	(74) 代理人	100088683 弁理士 中村 誠
		(74) 代理人	100108855 弁理士 蔵田 昌俊

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 ガスワイピングノズル

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項1】

ワイピングガスが噴出されるスリットを有するガスワイピングノズルであって、スリット開口部に、スリット長手方向に沿って一定ピッチで配置された複数の噴流遮蔽用構造体を有することを特徴とするガスワイピングノズル。

【請求項2】

前記構造体のスリット長手方向の長さがスリット幅以下であり、(構造体間の間隔/構造体のスリット長手方向の長さ)の比が30以下であることを特徴とする請求項1記載のガスワイピングノズル。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】

本発明は、連続的にめっき浴から引き上げられる鋼帯に気体を噴き付けて、余剰な熔融金属を払拭してめっき付着量を制御するためのガスワイピングノズルに関する。

【0002】

【従来の技術】

鋼帯に連続的に熔融めっきを施す際の熔融金属の付着量を制御する方法として一般的に、鋼帯表面にスリットノズルから気体を噴き付けて余剰な熔融金属を払拭するガスワイピング法が行なわれている。しかしこの方法では、めっき表面に凹凸の付着量ムラ(以下、さざ波と称す)が発生し、鋼帯表面の美観を損なうばかりでなく、塗装ムラの原因ともなっ

ている。

#### 【0003】

図5に、従来のガスワイピングノズルおよび噴出されたガスの模様を示す概略図を示す。図5(a)に示すように、ワイピングガスは、ガスワイピングノズル1の均圧室2を通過した後、幅がほぼ一定に保たれたスリット3からスリット長手方向に沿ってほぼ均一な流速で噴出される。そして図5(b)に示すように、スリット3から噴出されたガスと周辺流体との粘性作用により、当初の噴出流速が維持される領域(ポテンシャルコア領域)が徐々に消滅した後、速度は徐々に減衰して速度分布が相似に保たれる発達領域へと移行していく。そして、スリット3から噴出されたガスと周囲流体との速度差により、噴流境界域において、スリット長手方向に回転軸を持つせん断渦(横渦)20が発生する。この渦20は、スリット長手方向に揺らぎ、スリット長手方向に均一に保持されない。そのため、ガスと鋼帯との衝突圧が、スリット長手方向すなわち鋼帯幅方向に沿って変化し、また時間的に変化する。その結果、鋼帯表面にさざ波が発生するものと考えられる。

10

#### 【0004】

このせん断渦20は、スリット出口から離れて下流側に行くにつれて、また噴出流速が増加するにつれて大きくなる。従って、さざ波を抑制するためには、ノズル1と鋼帯との距離を小さくして、出来るだけポテンシャルコア領域であるいはポテンシャル領域に近いところでワイピングを行ない、およびノズルまたはノズル圧力を低くして噴流流速を小さくする必要がある。また、一旦発生したさざ波をレベリング促進により平坦化させる方法も考えられる。

20

#### 【0005】

特開平5-239611号公報には、アルミニウムを3から7wt%の範囲で含有する熔融金属めっきにおいて、ノズルと鋼帯との間隔をある値以下にする(近接化する)ことが記載されている。

#### 【0006】

特開平1-230758号公報、特開平10-24599号公報には、噴流の広がり角を抑制してポテンシャルコア領域を長くする方法が記載されている。これらの文献には、主噴流を噴射する主ノズルの上下面に、副噴流を噴射する副ノズルを設けたことを特徴とするガスワイピングノズルが開示されている。

#### 【0007】

またレベリング促進により平坦化させる方法も、文献に記載されている。たとえば、特開平1-177350号公報、特開平3-158450号公報には、非酸化性ガスをワイピングガスとして使用して熔融金属の表面酸化を抑制する方法が記載されている。特に、特開平3-158450号公報には、加熱したガスを利用する方法が記載されている。また特開平6-272010号公報には、鋼板を加熱してめっき金属を再熔融状態にする方法が開示されている。

30

#### 【0008】

熔融金属浴から鋼帯によって持ち上げられる熔融金属量は、鋼帯の通板速度が増加すると多くなる。近年は、通板の高速化とともに薄目付化の傾向にあり、所定の付着量を実現するためには、従来以上にワイピング力が高められる方向にある。言い換えれば、さざ波が発生し易くなるような条件でのワイピングが必要となっている。

40

#### 【0009】

前述のように種々のさざ波抑制方法が提案されているが、以下に示すような問題がある。例えば、ノズルと鋼帯とを近接化するためには、鋼帯幅方向の反り変形(C反り)を抑制しなければならない。C反り抑制方法としてはロール押込みによる方法が一般的である。しかしロール配置やロール径との関係で、どの鋼帯サイズや鋼種に対しても平坦にすることが困難であり、また近接化にも限界がある。

#### 【0010】

副ノズルを用いる方法では、主ノズルと副ノズルとを分ける仕切り板を取り付ける必要があるため、構造が複雑で製作が困難となる。また噴出流量が多くなるため、熔融金属が飛

50

散し易くなるという問題もある。さらにコンパクトなノズルにするためには仕切り板を薄くしなければならないが、主噴流と副噴流との間の圧力が異なると、薄い仕切り板が変形する。その結果、ノズル長手方向（鋼帯幅方向）に沿って主ノズルのスリット幅が変化するため、付着量が長手方向において均一にならないという問題がある。

#### 【0011】

レベリング促進により平坦化させる方法においても、種々の問題がある。例えば、非酸化性ガスを利用する方法では、運転費がかかる以外に周辺の作業環境（酸素欠乏）に対する対策が必要となる。加熱ガスを用いる方法では、設備費や運転費がかかるだけでなく、熱によるノズルの歪や変形と言った問題も発生する。鋼板を加熱してめっき金属を再溶解状態にする方法では、例えば垂鉛めっきの場合、溶融状態まで加熱すると、合金化が進行して所定の特性が得られない可能性があるため、高精度の温度制御が必要となる。このように従来技術では、さざ波を効果的かつ安価に抑制する方法が確立されていなかった。

10

#### 【0012】

##### 【発明が解決しようとする課題】

本発明の目的は、さざ波を効果的かつ安価に抑制することが可能なガスワイピングノズルを提供することである。

#### 【0013】

##### 【課題を解決するための手段】

本発明によれば、ワイピングガスが噴出されるスリットを有するガスワイピングノズルであって、スリット開口部に、スリット長手方向に沿って一定ピッチで配置された複数の噴流遮蔽用構造体を有することを特徴とするガスワイピングノズルが提供される。

20

#### 【0014】

本発明においては、構造体のスリット長手方向の長さがスリット幅以下であり、（構造体間の間隔/構造体のスリット長手方向長さ）の比が30以下であることが好ましい。

#### 【0015】

##### 【発明の実施の形態】

図1に、本発明に係るガスワイピングノズルの概略図を示す。

本発明のガスワイピングノズル1は、ワイピングガスが噴出されるスリット開口部3（スリット幅B）に、噴流を遮るための噴流遮蔽用構造体10が、スリット長手方向に沿って一定ピッチPで配置されていることを特徴としている。さざ波防止に向けて、鋼板でのワイピングガスの衝突圧力の変動を小さくするためには、スリット長さ方向に回転軸を持つせん断渦の揺らぎを抑制する必要がある。噴流遮蔽用構造体10を設置することで、せん断渦は細かく分断されて短い安定した渦となる。その結果、鋼帯にガスが衝突したときの衝突圧の変動が抑えられて、めっき表面の凹凸の付着量ムラであるさざ波を抑制することができる。このように本発明においては、スリット開口部3に構造体10を設置するだけで、さざ波が効果的に、そして安価に抑制される。

30

#### 【0016】

構造体10は、たとえば柱状物体であり、スリット長手方向の長さはDであり、スリット幅Bと同じ長さの高さを有する。構造体10の高さ方向に垂直な断面形状は、特に限定されないが、たとえば図2に示すような（a）円形、（b）楕円形、（c）長方形、（d）正方形、（e）三角形である。なお図2に示すように、構造体10のスリット長手方向の長さDとは、ガス流動の方向に垂直な最大長さであり、実質的に噴流を遮る構造体10の長さである。

40

#### 【0017】

本発明においては、構造体10のスリット長手方向の長さDはスリット3の幅B以下であることが好ましい。それは以下の理由による。スリット3から噴出されるワイピングガスの流速は、構造体10の場所では当然零である。しかし下流に行くに従って、スリット長手方向の速度分布は緩和されてほぼ均一な流速分布となる。構造体10のスリット長手方向の長さDが大きくなるほど、スリット先端からかなり離れた位置でないと均一な流速分

50

布を得ることは難しい。そのため、構造体10のスリット長手方向の長さDが大きすぎる場合には、流速分布が均一となる下流位置に鋼帯が来るようにノズル1を設置しても、このような下流位置ではせん断渦も大きくなってしまふ。その結果、鋼帯へのガスの衝突圧の変動が大きくなり、構造体10を設置した効果が認められなくなる。

**【0018】**

発明者による種々の検討の結果、構造体10のスリット長手方向の長さDがスリット3の幅B以下の場合に、構造体10を配置した顕著な効果が認められることが判明した。

**【0019】**

また本発明においては、(構造体10間の間隔/構造体10のスリット長手方向の長さD)の比が30以下であることが好ましい。それは以下の理由による。せん断渦の揺らぎを抑制するためには、せん断渦の長さを出来るだけ短くして、せん断渦を安定に存在させることが好ましい。発明者による種々の検討の結果、構造体10の設置間隔が、(ガスが噴出されるスリット長手方向の長さ/構造体のスリット長手方向長さD)が30以下となる場合において、構造体10を設置した顕著な効果が認められることが判明した。ここで、(ガスが噴出されるスリット長手方向の長さ)とは、構造体10間の間隔(隙間距離)のことであり、言い換えれば(構造体10のピッチ間隔P - 構造体10のスリット長手方向の長さD)である。

10

**【0020】**

また本発明においては、図3に示したように、スリット開口部3に配置する構造体10は、スリット出口に配置しても良いし(図3(a))、スリット出口近傍内部に配置しても良い(図3(b))。スリット出口に配置するとは、構造体10の表面(側面)12とスリット出口面(ノズル先端面)14とが一致するように配置することである。また構造体10をスリット出口内部に配置するとは、構造体10の表面12がスリット出口面14よりも内部に位置するように配置することである。

20

**【0021】****【実施例】****(実施例1)**

LES(ラージエディシミュレーション)法を用いた数値解析によって、ガスワイピングノズル1のスリット開口部3に設けた噴流遮蔽用構造体10の効果を確認した。具体的には、鋼板上でのガスの衝突圧の時間変化を求めた。

30

解析に用いた条件は以下の通りである。スリット幅Bは1mm、スリット長さ25mm、ガス吐出噴流流速200m/s、ノズル1と鋼板との間隔10mm、鋼板通板速度1.5m/sである。また構造体10は、スリット長手方向長さDが0.33mmの図2(c)に示すような長方形であり、1.67mmピッチで、構造体表面12とスリット出口面14とが一致するように配置した。

**【0022】****(実施例2)**

構造体表面12をスリット出口面14より1mm内側に入れて配置した以外は、実施例1と同様の条件で数値解析を行なった。

**【0023】****(比較例1)**

構造体10を配置しなかった以外は、実施例1と同様の条件で数値解析を行なった。

40

**【0024】**

以上の実施例1~2、および比較例1の計算結果を、図4(a)~(c)に示す。図の横軸は鋼板の幅方向(スリット長手方向)の長さZ(mm)、縦軸は鋼板の縦方向(通板方向)の長さY(mm)である。

図4の結果より、噴流遮蔽用構造体10を配置した実施例1、2と構造体10を配置しなかった比較例1とを比べると、明らかに実施例1、2の方がガス衝突圧の変動が小さくなっている。こうして構造体10を設ける本発明の効果が確認された。

**【0025】**

50

(実施例 3 ~ 9)

鋼板への溶融亜鉛めっきを、噴流遮蔽構造体 10 を有するガスワイピングノズル 1 を用いてガスを噴き付けながら行なった。

動作条件は以下の通りである。スリット幅 B は 1.0 mm、スリット長さ 300 mm、ガス吐出噴流流速 180 m/s、ライン（鋼板通板）速度 1 m/s、目標付着量 80 g/m<sup>2</sup>であった。またワイピングガスを遮る構造体 10 の断面は、図 2 (a) に示す円形であった。

【0026】

以上の条件の下で、構造体 10 のスリット長手方向長さ D、ピッチ間隔 P、ノズルと鋼板との距離 X を種々変更した。下表 1 に各実施例での D、P、X を載せる。

【0027】

【表 1】

		構造体長さ D (mm)	(P-D)/D	X/B	めっき後さざな み山谷平均高さ ( $\mu\text{m}$ )	評価
実施例	3	0.5	4	10	0.2	○
	4	0.5	19	10	1.0	○
	5	0.5	29	10	1.4	○
	6	1	4	10	1.5	○
	7	1	19	10	1.2	○
	8	0.5	39	10	2	△
	9	1.5	4	20	1.9	△
比較例	2	0	—	10	3.5	×

【0028】

上表 1 に示すように、実施例 3 ~ 7 では、構造体長さ D スリット幅 B とし、かつ (ピッチ P - 構造体長さ D) / 構造体長さ D = 30、すなわち (構造体間の間隔 / 構造体長さ D) = 30 とした。また実施例 8 では、(P - D) / D > 30 とした。実施例 9 では、D > B となるようにした。

【0029】

以上の条件でめっきした後に、粗さ計測によって付着量ムラを測定した。また伸張率 1% で調質圧延を施した後の表面外観の観察から、さざ波発生の評価 (○ : さざ波が目立たない、△ : さざ波が若干認められる、× : さざ波がはっきりと認められる) を行なった。

【0030】

(比較例 2)

噴流遮蔽構造体 10 を有さないガスワイピングノズル 1 を用いた以外は、実施例 3 と同様の条件で溶融亜鉛めっきを行ない、めっき後に粗さ計測・表面観察を行なった。

【0031】

以上の実施例 3 ~ 9、および比較例 2 における付着量ムラ計測と表面観察との結果を上表 1 に示す。

【0032】

上表 1 から明らかなように、ガスワイピングノズル 1 に噴流遮蔽構造体 10 を設けた実施例 3 ~ 9 の方が、構造体 10 を設けない比較例 2 よりも、明らかに表面粗さが小さく表面外観も良好であった。すなわち構造体 10 を設けることによって、従来さざ波が発生していたようなノズル 1 と鋼板との距離であっても良好な外観が得られることが明らかとなった。これは実施例 1 および 2 で行なった数値解析の結果を支持するものであり、構造体 10 を設ける本発明の効果が改めて確認された。

【0033】

10

20

30

40

50

また実施例 3 ~ 7 と実施例 8 とを比べると、実施例 3 ~ 7 のように (ピッチ P - 構造体長さ D) / 構造体長さ D = 3.0 である方が、表面粗さ、外観がより良好であった。これは実施例 8 では、(P - D) すなわち構造体 10 間の間隔が大きすぎるために、構造体 10 を設けてせん断渦を分断して渦を安定化する効果が薄れたためであると考えられる。この結果から、実施例 3 ~ 7 のように (P - D) / D = 3.0 が望ましいことが分かる。

【0034】

また実施例 3 ~ 7 と実施例 9 とを比べると、実施例 3 ~ 7 のように構造体長さ D = スリット幅 B である方が、表面粗さ、外観がより良好であった。これは実施例 9 では、構造体長さ D が大きすぎて鋼板幅方向に沿って噴流が均一化するのに時間を要したために、せん断渦に起因する衝突圧の変動以外に、噴流を構造体 10 で分断したことによる不均一化の弊害が現われたためであると考えられる。この結果から、実施例 3 ~ 7 のように D = B が望ましいことが分かる。

10

【0035】

【発明の効果】

以上詳述したように、本発明によれば、さざ波が効果的に抑制された良好な外観を安価なノズル改造で達成することができ、更なる高速操業への展開も可能となる。

【図面の簡単な説明】

【図 1】本発明のガスワイピングノズルの一例を示す概略図。

【図 2】本発明の噴流を遮る構造体の一例を示す概略断面図。

【図 3】本発明の噴流を遮る構造体の設置位置の一例を示す概略断面図。

20

【図 4】本発明の実施例において数値解析により得られた鋼板衝突圧の時間変化の一例を示す画像出力。

【図 5】従来のガスワイピングノズルを示す図。

【符号の説明】

1 ... ガスワイピングノズル

2 ... 均圧室

3 ... スリット

10 ... 噴流遮蔽用構造体

12 ... 表面

14 ... スリット出口面

30

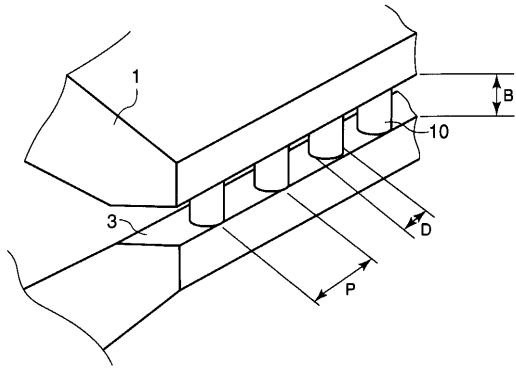
20 ... せん断渦

B ... スリット幅

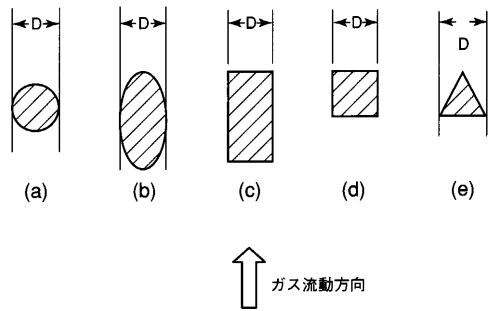
D ... 構造体のスリット長手方向長さ

P ... 構造体のピッチ間隔

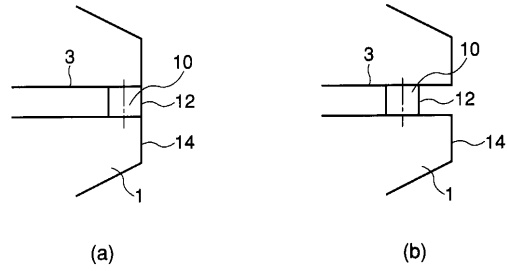
【 図 1 】



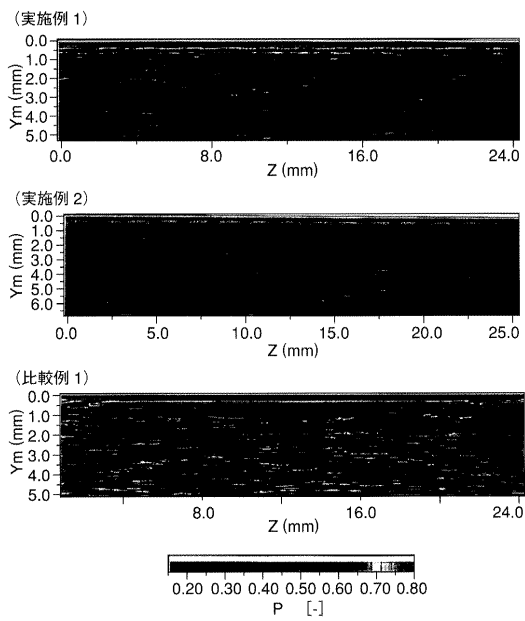
【 図 2 】



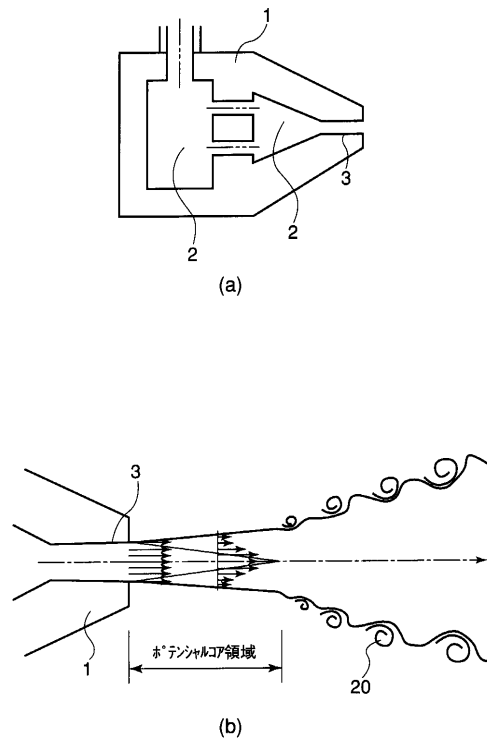
【 図 3 】



【 図 4 】



【 図 5 】



## フロントページの続き

- (74)代理人 100075672  
弁理士 峰 隆司
- (74)代理人 100109830  
弁理士 福原 淑弘
- (74)代理人 100084618  
弁理士 村松 貞男
- (74)代理人 100092196  
弁理士 橋本 良郎
- (73)特許権者 000001258  
J F E スチール株式会社  
東京都千代田区内幸町二丁目 2 番 3 号
- (74)代理人 100058479  
弁理士 鈴江 武彦
- (74)代理人 100091351  
弁理士 河野 哲
- (74)代理人 100088683  
弁理士 中村 誠
- (74)代理人 100108855  
弁理士 蔵田 昌俊
- (74)代理人 100075672  
弁理士 峰 隆司
- (74)代理人 100109830  
弁理士 福原 淑弘
- (74)代理人 100095441  
弁理士 白根 俊郎
- (74)代理人 100084618  
弁理士 村松 貞男
- (74)代理人 100092196  
弁理士 橋本 良郎
- (72)発明者 湯 晋一  
福岡県宗像郡玄海町田野 2 1 7 7 の 7
- (72)発明者 梅景 俊彦  
福岡県北九州市戸畑区沢見一丁目 7 番 3 8 号
- (72)発明者 石岡 宗浩  
東京都千代田区丸の内一丁目 1 番 2 号 日本鋼管株式会社内

審査官 小柳 健悟

(56)参考文献 特開昭 6 2 - 1 3 3 0 5 7 ( J P , A )

(58)調査した分野(Int.Cl.<sup>7</sup>, D B 名)  
C23C 2/00- 2/40