

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特 許 公 報(B2)

(11) 特許番号

特許第5347485号
(P5347485)

(45) 発行日 平成25年11月20日(2013.11.20)

(24) 登録日 平成25年8月30日(2013.8.30)

(51) Int.Cl.

F I

B 2 2 D 11/16 (2006.01)

B 2 2 D 11/16 1 O 4 T

請求項の数 3 (全 12 頁)

(21) 出願番号	特願2008-324638 (P2008-324638)	(73) 特許権者	000001258
(22) 出願日	平成20年12月19日(2008.12.19)		J F E スチール株式会社
(65) 公開番号	特開2010-142853 (P2010-142853A)		東京都千代田区内幸町二丁目2番3号
(43) 公開日	平成22年7月1日(2010.7.1)	(74) 代理人	100089118
審査請求日	平成23年8月24日(2011.8.24)		弁理士 酒井 宏明
		(72) 発明者	四辻 淳一
			神奈川県川崎市川崎区南渡田町1番1号
			J F E 技研株式会社内
		(72) 発明者	長棟 章生
			神奈川県川崎市川崎区南渡田町1番1号
			J F E 技研株式会社内
		審査官	栗野 正明

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 バルジング検知装置

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項 1】

連続鋳造において引き抜かれている鋳片の短辺の厚さ方向略中央部に向かって高周波の第1電波信号を送信する第1送信アンテナと、前記第1送信アンテナの近傍に配置され、前記第1送信アンテナが送信した前記第1電波信号が前記短辺の厚さ方向略中央部によって反射して発生した第1反射電波信号を受信する第1受信アンテナと、を有し、前記第1送信アンテナおよび前記第1受信アンテナが前記短辺に面するように配置される第1距離計ヘッドと、

前記第1送信アンテナおよび前記第1受信アンテナに接続し、前記第1送信アンテナに前記第1電波信号を供給するとともに、前記第1受信アンテナが受信した前記第1反射電波信号を受け付け、前記第1電波信号の送信と前記第1反射電波信号の受信との時間差および前記第1反射電波信号の強度を用いて、前記第1反射電波信号の強度が最大値となる際の前記第1距離計ヘッドから前記短辺の厚さ方向略中央部までの第1距離を測定し、前記第1距離の変動をもとに、前記鋳片の短辺に発生するバルジングを検知するバルジング検知手段と、

を備えたことを特徴とするバルジング検知装置。

【請求項 2】

前記バルジング検知手段に接続し、前記鋳片の短辺の厚さ方向略端部に向かって高周波の第2電波信号を送信する第2送信アンテナと、前記バルジング検知手段に接続し、前記第2送信アンテナの近傍に配置され、前記第2送信アンテナが送信した第2電波信号が前

10

20

記短辺の厚さ方向略端部によって反射して発生した第2反射電波信号を受信する第2受信アンテナと、を有し、前記第2送信アンテナおよび前記第2受信アンテナが前記短辺に面するように配置される第2距離計ヘッドをさらに備え、

前記パルジング検知手段は、前記第2送信アンテナに前記第2電波信号を供給するとともに、前記第2受信アンテナが受信した前記第2反射電波信号を受け付け、前記第2電波信号の送信と前記第2反射電波信号の受信との時間差および前記第2反射電波信号の強度を用いて、前記第2反射電波信号の強度が最大となる際の前記第2距離計ヘッドから前記鋳片の短辺の厚さ方向略端部までの第2距離を測定し、前記第2距離の変動と、前記測定した第1距離の変動とをともに、前記鋳片の短辺に発生するパルジングを検知することを特徴とする請求項1に記載のパルジング検知装置。

10

【請求項3】

前記第1電波信号または前記第2電波信号は、マイクロ波、ミリ波、テラヘルツ波のいずれか一つであることを特徴とする請求項1または2に記載のパルジング検知装置。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は、連続鋳造において引き抜かれている鋳片におけるパルジングの発生およびその量を検知するためのパルジング検知装置に関するものである。

【背景技術】

【0002】

連続鋳造中に鋳片の凝固層が破れて未凝固の溶鋼が漏れ出すブレイクアウトは、発生すると大きな損害となる。特にこのブレイクアウトが、鋳型から出た後の工程で発生すると、ロール等の周辺機器に重大な損害をもたらす。

20

【0003】

このような鋳型外で発生するブレイクアウトは、鋳片の凝固層の厚みの不足から発生するが、ブレイクアウト直前には、パルジング量が大きくなることが知られている。パルジングとは、鋳片内部の未凝固溶鋼の圧力により、外部からの支えのないロール間の位置において、凝固層が外側に膨らむ現象である。この現象は、溶鋼流動により凝固層に熱供給が行われて凝固層が再溶解し、これによって凝固層が薄くなるために起こると考えられている。そして、凝固層が薄くなる確率は、鋳片の長辺側よりも短辺側において高く、それゆえパルジングも鋳片の短辺側において特に顕著に発生する。そこで、従来より、鋳片短辺のパルジングの発生およびその量を検知して、ブレイクアウトを未然に防ぐ技術が開示されている。

30

【0004】

従来のパルジング検知技術としては、光学式、超音波式、接触式等がある。たとえば光学式としては、特許文献1のようにパルジング部分を挟むように投光器、受光器を設けてその投影からパルジング量を計測する方法や、特許文献2のようにレーザ距離計を使用して計測する方法がある。また、超音波式としては、特許文献3のように水柱方式の超音波距離計を使用して計測する方法がある。また、接触式としては、特許文献4のように接触子によって計測する方法がある。

40

【0005】

【特許文献1】特開昭58-176510号公報

【特許文献2】特開2007-319929号公報

【特許文献3】特開昭60-6260号公報

【特許文献4】特開2006-130549号公報

【発明の開示】

【発明が解決しようとする課題】

【0006】

ところが、パルジングが発生する位置は鋳型直下の冷却帯付近であるため、一般的に水蒸気や水流、スケールや粉塵が多く、また1000以上の高温であるという厳しい環境

50

である。したがって、たとえば光学式を用いる際には、機器に含まれる電気回路、特に半導体を用いた回路等には厳しい環境であり、長期に検知を行なうことは困難であり、検知も不安定となる。一方、超音波式を用いる場合には、超音波の伝搬媒質として水柱を鋳片の表面まで形成するが、水柱中のノイズを減らすために鋳片までの距離を短くしなくてはならない。また、鋳造中に鋳片の幅替えを行なう際には、鋳片の短辺の位置も変化するため、その追従も高精度に行う必要があり、エンジニアリング的に困難である。また、上記のような高温であるため、蒸発の影響を避けるために相当量の水を使用しなければならない。また、接触式においては、接触子の耐久性が問題になるとともに、接触により凝固層が刺激され、場合によってはブレイクアウトを助長することにもなりかねないという問題がある。また、上記の従来技術はどれも、万が一ブレイクアウトが発生した際には、センサ等の主要部品が破損する可能性があり、その損害は大きいという問題がある。

10

【0007】

本発明は、上記に鑑みてなされたものであって、簡易かつ安定してバルジングを検知することができるバルジング検知装置を提供することを目的とする。

【課題を解決するための手段】

【0008】

上述した課題を解決し、目的を達成するために、本発明に係るバルジング検知装置は、連続鋳造において引き抜かれている鋳片の短辺に面して配置され、前記鋳片の短辺の厚さ方向略中央部に向かって高周波の第1電波信号を送信する第1送信アンテナと、前記第1送信アンテナの近傍に配置され、前記第1送信アンテナが送信した前記第1電波信号が前記短辺の厚さ方向略中央部によって反射して発生した第1反射電波信号を受信する第1受信アンテナと、前記第1送信アンテナおよび前記第1受信アンテナに接続し、前記第1送信アンテナに前記第1電波信号を供給するとともに、前記第1受信アンテナが受信した前記第1反射電波信号を受け付け、前記第1電波信号と前記第1反射電波信号とを用いて測定した前記短辺の厚さ方向略中央部までの第1距離の変動をもとに、前記鋳片の短辺に発生するバルジングを検知するバルジング検知手段と、を備えたことを特徴とする。

20

なお、高周波の電波とは、周波数がおおよそ3GHz～3THzの範囲の電磁波を意味するものとする。

【0009】

また、本発明に係るバルジング検知装置は、上記の発明において、前記バルジング検知手段に接続し、前記鋳片の短辺に面して配置され、前記鋳片の短辺の厚さ方向略端部に向かって高周波の第2電波信号を送信する第2送信アンテナと、前記バルジング検知手段に接続し、前記第2送信アンテナの近傍に配置され、前記第2送信アンテナが送信した第2電波信号が前記短辺の厚さ方向略端部によって反射して発生した第2反射電波信号を受信する第2受信アンテナと、をさらに備え、前記バルジング検知手段は、前記第2送信アンテナに前記第2電波信号を供給するとともに、前記第2受信アンテナが受信した前記第2反射電波信号を受け付け、前記第2電波信号と前記第2反射電波信号とを用いて測定した前記鋳片の短辺の厚さ方向略端部までの第2距離の変動と、前記測定した第1距離の変動とをもとに、前記鋳片の短辺に発生するバルジングを検知することを特徴とする。

30

【0010】

また、本発明に係るバルジング検知装置は、上記の発明において、前記第1電波信号または前記第2電波信号は、マイクロ波、ミリ波、テラヘルツ波のいずれか一つであることを特徴とする。

40

【発明の効果】

【0011】

本発明によれば、簡易な装置構成により、熱、水、粉塵の影響が少なく、鋳片から遠く離れた距離から非接触でバルジングを検知できるので、簡易かつ安定してバルジングを検知することができるという効果を奏する。

【発明を実施するための最良の形態】

【0012】

50

以下に、図面を参照して本発明に係るバルジング検知装置の実施の形態を詳細に説明する。なお、この実施の形態によりこの発明が限定されるものではない。

【0013】

(実施の形態1)

図1は、本発明の実施1の形態に係るバルジング検知装置10の概略構成、およびこのバルジング検知装置10を適用すべき鋳片Sと連続鋳造機100とを模式的に示した図である。なお、この鋳片Sは連続鋳造工程において、連続鋳造機100のガイドロール102に支持されながら鋳型101から矢印Arの方向へ引き抜かれている。また、鋳型101の直下には冷却帯Aがあり、この冷却帯Aにおいて鋳片Sの凝固層の成長が制御される。また、符号Wは、連続鋳造機100の外壁である。

10

【0014】

本発明者らは、悪環境下においても、バルジングを安定して測定可能とする技術として、電波を用いた距離計を利用し、近年においては、高周波対応の部品が開発され、かつ、送受信アンテナも小型化でき、空間的にも設置可能であることに着眼して、本発明に想到した。

【0015】

このバルジング検知装置10は、周波数が30GHz~300GHzのミリ波を用いたものであり、図1に示すように、距離計ヘッド11、12と、バルジング検知手段としてのミリ波距離計13と、ミリ波用の導波管14a、14b、15a、15bと、エア吹き込み機構およびエア吹き付け機構としてのエア供給機構16と、エア搬送管17a~17fとを備えている。

20

【0016】

距離計ヘッド11、12は、冷却帯Aの下方に配置されている。また、距離計ヘッド11は、鋳片Sの一方の短辺に面して配置され、距離計ヘッド12は、鋳片Sの他方の短辺に面して配置されている。また、ミリ波距離計13は、連続鋳造機100の外部に設置されている。また、導波管14a、14bは、距離計ヘッド11とミリ波距離計13とを接続し、導波管15a、15bは、距離計ヘッド12とミリ波距離計13とを接続している。また、エア供給機構16は、たとえばエアポンプで構成されており、エア搬送管17a~17fと接続している。このうち、エア搬送管17a~17dは、導波管14a、14b、15a、15bに接続している。また、エア搬送管17e、17fは、距離計ヘッド11、12の周辺にまで延設している。

30

【0017】

図2は、距離計ヘッド11の詳細構成、配置、およびその動作を説明する説明図である。なお、図2において、符号Dは鋳片Sの引き抜き方向を示しており、鋳片Sは、紙面の表側から裏側に向かって引き抜かれている。図2に示すように、この距離計ヘッド11は、断面が矩形のホーンアンテナを用いた送信アンテナ11aと、送信アンテナ11aの近傍に配置された受信アンテナ11bを有しており、鋳片Sの短辺Saに面して、短辺Saから所定の距離だけ離隔した状態で配置されている。また、導波管14aは送信アンテナ11aに接続し、導波管14bは受信アンテナ11bに接続している。なお、短辺Saの長さはたとえば200~300mm程度である。

40

【0018】

一方、距離計ヘッド12も、距離計ヘッド11と同様に、断面が矩形のホーンアンテナを用いた送信アンテナ、受信アンテナを有しており、鋳片Sにおける短辺Saの反対側の短辺に面して、この短辺から所定の距離だけ離隔した状態で配置されている。また、導波管15a、15bは、距離計ヘッド12の送信アンテナ、受信アンテナにそれぞれ接続している。なお、距離計ヘッド11、12とそれぞれが面している短辺との間の離隔距離は、たとえば約200mmであるが、連続鋳造機100内の他の機器と干渉しないようにすれば特に限定されない。

【0019】

つぎに、図2、3を用いてバルジング検知装置10の動作を説明する。まず、ミリ波距

50

離計 13 は、導波管 14 a を通して送信アンテナ 11 a に所定の信号パターンを有するミリ波信号 W1 を供給する。このミリ波信号 W1 としては、たとえば単一パルス状のものを用いる。つぎに、送信アンテナ 11 a は、鍍片 S の短辺 S a の厚さ方向の略中央部 C (中央部 50 mm ~ 100 mm の範囲) に向かってミリ波信号 W1 を送信する。なお、ミリ波信号 W1 の短辺 S a 上でのスポットサイズはたとえば 20 mm ~ 30 mm とする。

【0020】

すると、ミリ波信号 W1 が中央部 C によって反射して反射ミリ波信号 RW1 が発生する。受信アンテナ 11 b は、この反射ミリ波信号 RW1 を受信する。導波管 14 b は、受信アンテナ 11 b が受信した反射ミリ波信号 RW1 をミリ波距離計 13 へと導波する。ミリ波距離計 13 は、反射ミリ波信号 RW1 を受け付け、送信アンテナ 11 a がミリ波信号 W1 を送信した時刻と、受信アンテナ 11 b が反射ミリ波信号 RW1 を受信した時刻との時間差にもとづき、距離計ヘッド 11 と鍍片 S の短辺 S a との距離を測定する。たとえば、上記時間差とミリ波信号 W1 の速度との積を 2 で除算して上記距離とする。

【0021】

つぎに、図 3 は、鍍片 S の短辺 S a にバルジング B が発生した状態を模式的に示した図である。図 3 に示すように、バルジング B が発生した場合は、距離計ヘッド 11 と鍍片 S の短辺 S a の中央部 C との距離は、図 2 のようにバルジング B が無い場合よりも短くなるように変動する。このときも図 2 の場合と同様に、ミリ波距離計 13 は、ミリ波信号 W1 の送信時刻と反射ミリ波信号 RW1 の受信時刻との時間差から距離を測定する。ミリ波距離計 13 は、測定した距離の変動から、短辺 S a におけるバルジング B の発生とその量を検知することができる。なお、バルジング量は、バルジング B が無い場合 (例えば、設計上の位置や、距離測定値の最大値など) の短辺 S a を基準としたバルジング B の高さで定義する。すなわち、バルジング B が有る場合と無い場合とでの測定した距離の差分がバルジング量に対応する。距離測定は片側の短辺だけでも良いが、鍍片の蛇行の影響を受ける。その場合は両側から測定して、その間の距離 (幅サイズ) の変化を用いて、測定してもよい。

【0022】

同様に、ミリ波距離計 13 は、導波管 15 a、15 b を介して距離計ヘッド 12 との間で所定のミリ波信号の供給と反射ミリ波信号の受け付けとを行い、距離計ヘッド 12 と、鍍片 S の短辺 S a とは反対側の短辺との距離を測定し、この測定した距離の変動をもとに、この反対側の短辺におけるバルジングの発生とその量を検知することができる。

【0023】

図 4 は、単一パルス状のミリ波信号を用い、距離計ヘッド 11 と鍍片 S の短辺 S a との距離を約 203 mm とした場合の測定距離の一例を模式的に示した図である。図 4 において、横軸は測定した距離、縦軸は反射ミリ波信号の強度を示している。なお、ここで、横軸の距離は、ミリ波信号 W1 の送信時刻と反射ミリ波信号 RW1 の受信時刻との時間差にミリ波信号 W1 の速度を積算し、これを 2 で除算して算出している。図 4 に示すように、反射ミリ波信号 RW2 の強度の最大値は、距離計ヘッド 11 と鍍片 S の短辺 S a との距離に対応し、線 L1 が示す約 203 mm の位置に現われている。したがって、ミリ波距離計 13 は、この強度の最大値の位置をもとに、距離の変動を測定し、バルジングを検知することができる。

【0024】

このバルジング検知装置 10 においては、送信アンテナ 11 a でミリ波信号 W1 を送信し、鍍片 S の短辺 S a の中央部 C からの反射ミリ波信号 RW1 を受信アンテナ 11 b で受信し、このミリ波信号 W1 と反射ミリ波信号 RW1 とを用いてバルジング B を検知するので、熱、水、粉塵の影響が少なく、非接触で鍍片 S の遠方からバルジング B の検知を行うことができる。また、送信または受信アンテナ 11 a、11 b、あるいは導波管 14 a、14 b は、簡易な構成で実現できる。また、これらの送信または受信アンテナ 11 a、11 b、あるいは導波管 14 a、14 b は、金属製のものを用いることができるので、耐熱性を確保することができ、安定した検知を実現する。さらに、これらをたとえばステンレ

10

20

30

40

50

ス製のものとすれば、さらに耐腐食性を確保することができ、さらに安定した検知を実現できる。また、導波管 14 a、14 b を用いることによってミリ波信号 W 1 を鋳片 S の輻射熱を受けない位置まで導波することができるので、ノイズの少ない安定した検知が可能となる。

【0025】

また、ミリ波距離計 13 を連続鋳造機 100 の外部に設置しているので、鋳片 S の近くには送信または受信アンテナ 11 a、11 b や導波管 14 a、14 b など金属製のパーツのみが設置されることとなる。その結果、このバルジング検知装置 10 は、仮にブレークアウトが発生した場合でも、簡易な構成のアンテナと導波管との交換で再使用でき、メンテナンス性に優れている。

10

【0026】

また、このバルジング検知装置 10 は、エア供給機構 16 がエア搬送管 17 a ~ 17 d を介して導波管 14 a、14 b、15 a、15 b にエアを吹き込むように構成されているので、導波管 14 a、14 b、15 a、15 b 自体の冷却と、各導波管内部への水蒸気、粉塵の侵入防止が実現されており、長期にわたってさらに安定したバルジングの検知が可能となる。

【0027】

また、冷却帯 A より大量の水が落下し、水の流れがミリ波信号 W 1 の進行方向に対して垂直な膜状になった場合などは、ミリ波信号 W 1 が水の膜で遮断され、または反射してしまうおそれがある。しかしながら、このバルジング検知装置 10 は、エア供給機構 16 が、エア搬送管 17 e、17 f を介して距離計ヘッド 11、12 の送受信アンテナの周辺にエアを吹き付けて、水の膜が形成されないようにしているので、さらに安定したバルジングの検知が可能となる。

20

【0028】

なお、この実施の形態 1 に係るバルジング検知装置 10 においては、ミリ波距離計 13 を連続鋳造機 100 の外部に設置しているが、連続鋳造機 100 の内部の鋳片 S から隔離した位置に設置してもよい。

【0029】

また、ミリ波信号 W 1 としては、単一パルス状のものに限られず、周期的信号や擬似ランダム信号で変調したもの等を用いることができる。特に、擬似ランダム信号で変調したミリ波信号を用いれば、信号処理により距離分解能を向上させることができる。

30

【0030】

(実施の形態 2)

つぎに、本発明の実施の形態 2 について説明する。本実施の形態 2 は、実施の形態 1 に係るバルジング検知装置 10 において、さらに送信および受信アンテナを備え、ここから鋳片 S の各短辺の厚さ方向略端部までの距離の変動を測定するものである。

【0031】

図 5 は、本実施の形態 2 に係るバルジング検知装置 20 の要部構成を模式的に示した図である。なお、図 5 において、符号 D は図 2 と同様に鋳片 S の引き抜き方向を示している。図 5 に示すように、このバルジング検知装置 20 は、バルジング検知装置 10 の構成に加えて、距離計ヘッド 11 と同様に断面が矩形のホーンアンテナを用いた送信アンテナ 21 a、受信アンテナ 21 b を有した距離計ヘッド 21 を備えている。この距離計ヘッド 21 も、鋳片 S の短辺 S a に面して、距離計ヘッド 11 と同じ距離だけ短辺 S a から隔離した状態で配置されている。また、導波管 14 a、導波管 14 b の途中にはそれぞれ切替スイッチ 27 a、27 b が設けられており、導波管 24 a は送信アンテナ 21 a と切替スイッチ 27 a とに接続し、導波管 24 b は受信アンテナ 21 b と切替スイッチ 27 b とに接続している。なお、切替スイッチ 27 a、27 b は、このように連続鋳造機 100 の内部に設けてもよいし、連続鋳造機 100 の外部やミリ波距離計 13 の内部に設けてもよい。

40

【0032】

一方、このバルジング検知装置 20 は、距離計ヘッド 12 の側にも、距離計ヘッド 21

50

、導波管 2 4 a、導波管 2 4 b、切替スイッチ 2 7 a、2 7 b と同様の構成要素を備えている。

【 0 0 3 3 】

つぎに、このバルジング検知装置 2 0 の動作について説明する。まず、バルジング検知装置 1 0 と同様に、ミリ波距離計 1 3 は、ミリ波信号 W 1 を出力する。その一方、ミリ波距離計 1 3 は、導波管 1 4 a を通して、ミリ波信号 W 1 と同一または異なる所定の信号パターンを有するミリ波信号 W 2 も供給する。ここで、切替スイッチ 2 7 a は所定の切替タイミングにより適宜に切り替わり、ミリ波信号 W 2 は送信アンテナ 2 1 a に供給される。つぎに、送信アンテナ 1 1 a は、鋳片 S の短辺 S a の厚さ方向の略中央部 C に向かってミリ波信号 W 1 を送信する。その一方で、送信アンテナ 2 1 a は、鋳片 S の短辺 S a の厚さ方向の略端部 E (端から ~ 5 0 m m の範囲) に向かってミリ波信号 W 2 を送信する。

10

【 0 0 3 4 】

すると、受信アンテナ 1 1 b が、ミリ波信号 W 1 が中央部 C によって反射して発生した反射ミリ波信号 R W 1 を受信する。その一方で、受信アンテナ 2 1 b が、ミリ波信号 W 2 が端部 E によって反射して発生した反射ミリ波信号 R W 2 を受信する。導波管 1 4 b は、受信アンテナ 1 1 b が受信した反射ミリ波信号 R W 1 をミリ波距離計 1 3 へと導波する。その一方で、導波管 2 4 b は、切替スイッチ 2 7 a、導波管 1 4 b を介して、受信アンテナ 2 1 b が受信した反射ミリ波信号 R W 2 をミリ波距離計 1 3 へと導波する。ミリ波距離計 1 3 は、反射ミリ波信号 R W 1、R W 2 を受け付ける。そして、ミリ波距離計 1 3 は、送信アンテナ 1 1 a の送信時刻と、受信アンテナ 1 1 b の受信時刻との時間差にもとづき、距離計ヘッド 1 1 と鋳片 S の短辺 S a の中央部 C との距離を測定する。また、一方で、ミリ波距離計 1 3 は、送信アンテナ 2 1 a の送信時刻と、受信アンテナ 2 1 b の受信時刻との時間差にもとづき、距離計ヘッド 2 1 と鋳片 S の短辺 S a の端部 E との距離を測定する。

20

【 0 0 3 5 】

ここで、バルジングは、鋳片 S の短辺 S a の中央部 C を中心として現われる。一方、バルジングが発生しても、それによっても端部 E の位置はほとんど変動しない。したがって、ミリ波距離計 1 3 は、距離計ヘッド 2 1 と端部 E との距離を基準距離として、距離計ヘッド 1 1 と中央部 C との距離と基準距離との差分により、バルジングを検知する。

【 0 0 3 6 】

30

図 6、7 は、鋳片 S にバルジング量がそれぞれ 1 m m、1 0 m m のバルジング B 1、B 2 が発生した状態における各距離計ヘッド 1 1、2 1 により測定した距離を示した図である。なお、図 6、7 において、線 L 2、L 3 が距離計ヘッド 2 1 による測定距離を示し、線 L 4、L 5 が距離計ヘッド 1 1 による測定距離を示している。また、線 L 6 ~ L 9 は、反射ミリ波信号の強度が最大値となる位置を示し、各距離計ヘッド 1 1、2 1 と鋳片 S の短辺 S a との距離を示している。図 6 においては、距離計ヘッド 1 1 と短辺 S a との距離が 2 0 2 m m であり、距離計ヘッド 2 1 と短辺 S a との距離が 2 0 3 m m であり、その差分は 1 m m である。一方、図 7 においては、距離計ヘッド 1 1 と短辺 S a との距離が 1 9 3 m m であり、距離計ヘッド 2 1 と短辺 S a との距離が 2 0 3 m m であり、その差分は 1 0 m m である。すなわち、図 6、7 において、バルジング量は、各距離計ヘッド 1 1、2 1 と短辺 S a との距離の差分となって現われている。

40

【 0 0 3 7 】

このように、このバルジング検知装置 2 0 は、距離計ヘッド 1 1 と中央部 C との距離と、距離計ヘッド 2 1 と端部 E との距離との差分によりバルジングを検知する。したがって、鋳片 S が蛇行するなどして、短辺 S a の位置が変動したとしても、正確にバルジングを検知できる。

【 0 0 3 8 】

なお、このバルジング検知装置 2 0 では、距離計ヘッド 1 1 と距離計ヘッド 2 1 とを同じ距離だけ短辺 S a から離隔した状態で配置しているが、異なる距離としてもよい。

【 0 0 3 9 】

50

また、このバルジング検知装置 20 は、粉塵や水などによって距離の測定結果にノイズが生じた場合でも、より正確にバルジングを検知できるものとなる。これを以下に説明する。

【0040】

図 8 は、バルジング検知装置 20 の各距離計ヘッド 11、21 による測定距離の経時変化を示した図である。なお、ここでは、距離計ヘッド 11 と距離計ヘッド 21 とを、短辺 Sa から異なる距離だけ離隔した状態で配置している。また、図 8 において、時間区間 T1 では距離計ヘッド 11、21 の周囲に水が少ない状態であり、時間区間 T2 では冷却帯 A から大量の水が落下してきた状態である。また、線 L10、L11 はそれぞれ距離計ヘッド 11、21 により測定した距離を示している。図 8 に示すように、線 L10、L11 に示したいずれの測定距離も、時間区間 T1 では安定しているものの、時間区間 T2 においては水の影響によりノイズが発生している。しかしながら、距離計ヘッド 11、21 の周囲環境はほとんど同じであるため、その測定距離に発生するノイズもほとんど同じ形状の経時変動を有している。したがって、このバルジング検知装置 20 においては、バルジングの検知のために距離計ヘッド 11、21 による測定距離の差分をとる際に、各測定距離に発生しているノイズが相殺される。したがって、このバルジング検知装置 20 は、水の影響を受けず、より正確にバルジングを検知できる。また、粉塵によりノイズが発生する場合も同様である。

【0041】

また、実施の形態 1、2 に係るバルジング検知装置 10、20 によりバルジングが検知された場合や、バルジング量が所定の閾値、たとえば 30 mm を超えた場合には、ミリ波距離計 13 がアラームを発生するようにしてもよい。作業者は、このアラームを感知して、鑄造速度を遅くしたり、溶鋼流動の制御パターンを変えて鑄型 101 の下方の熔融流動を抑制したりすることによって、その後のバルジングの発生を防止することができる。

【0042】

なお、上記実施の形態 1、2 では、ミリ波を用いたが、周波数が 300 GHz ~ 3 THz のテラヘルツ波や、3 GHz ~ 30 GHz のマイクロ波を用いてもよい。用いる電波の種類は、たとえば所望の距離分解能や許容設置スペースを基準として最適なものを選択する。なお、距離分解能は、周波数が高いほど良くなり、すなわちマイクロ波、ミリ波、テラヘルツ波の順番で良くなり、導波管などのパーツ寸法は、周波数が高いほど小さくなり、すなわちマイクロ波、ミリ波、テラヘルツ波の順番で小さくなる。また、上記実施の形態 1、2 では、各送信または受信アンテナとして断面が矩形のホーンアンテナを用いたが、断面が円形のホーンアンテナやパラボラアンテナを用いてもよい。

【0043】

また、上記実施の形態 2 では、切替スイッチ 27a、27b を用い、各距離計ヘッド 11、21 に対してひとつのミリ波距離計 13 を用いてバルジングを検知しているが、各距離計ヘッド 11、21 に対して別個のミリ波距離計を備えるようにしてもよい。

【0044】

また、上記実施の形態 2 では、鑄片 S の短辺 Sa の一方の端部 E の距離を測定しているが、さらにもう一方の端部の距離を測定してもよい。このように、鑄片 S の短辺 Sa の両端部の距離を測定し、一方の端部の距離を適宜選択して基準の距離としたり、両方の端部を結んだ直線の中点近辺を基準の距離としたりすれば、より正確なバルジングの検知を行うことができる。

【図面の簡単な説明】

【0045】

【図 1】実施 1 の形態に係るバルジング検知装置の概略構成、およびこのバルジング検知装置を適用すべき鑄片と連続鑄造機とを模式的に示した図である。

【図 2】距離計ヘッドの詳細構成、配置、およびその動作を説明する説明図である。

【図 3】鑄片の短辺にバルジングが発生した状態を模式的に示した図である。

【図 4】単一パルス状のミリ波信号を用い、距離計ヘッドと鑄片の短辺との距離を約 20

10

20

30

40

50

3 mmとした場合の測定距離の一例を模式的に示した図である。

【図5】実施の形態2に係るバルジング検知装置の要部構成を模式的に示した図である。

【図6】鋳片にバルジング量が1 mmのバルジングが発生した状態における各距離計ヘッドによる測定距離を示した図である。

【図7】鋳片にバルジング量が10 mmのバルジングが発生した状態における各距離計ヘッドによる測定距離を示した図である。

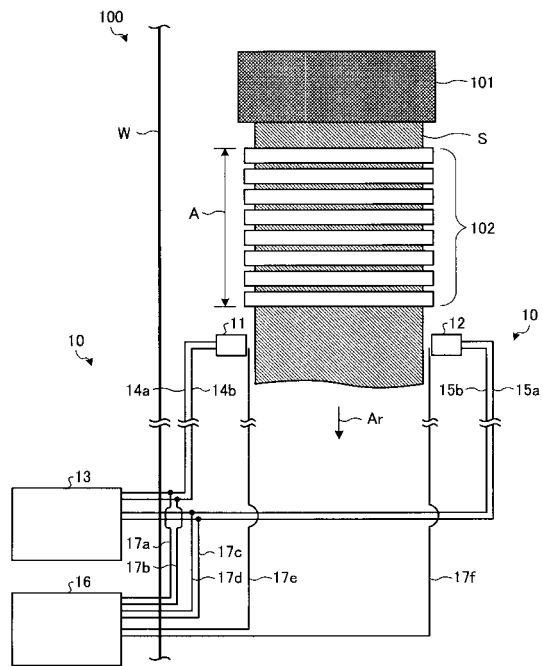
【図8】バルジング検知装置の各距離計ヘッドによる測定距離の経時変化を示した図である。

【符号の説明】

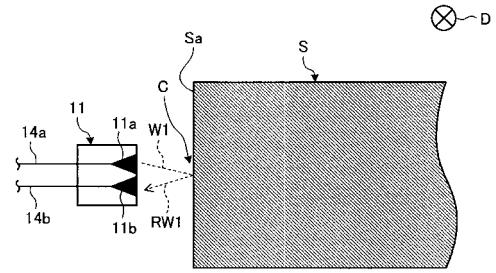
【0046】

10、20	バルジング検知装置	10
11、12、21	距離計ヘッド	
11a、21a	送信アンテナ	
11b、21b	受信アンテナ	
13	ミリ波距離計	
14a、14b、15a、15b、24a、24b	導波管	
16	エア供給機構	
17a～17f	エア搬送管	
27a、27b	切替スイッチ	
100	連続鋳造機	20
101	鋳型	
102	ガイドロール	
A	冷却帯	
Ar	矢印	
B、B1、B2	バルジング	
C	中央部	
D	引き抜き方向	
E	端部	
L1～L11	線	
RW1、RW2	反射ミリ波信号	30
S	鋳片	
Sa	短辺	
T1、T2	時間区間	
W	外壁	
W1、W2	ミリ波信号	

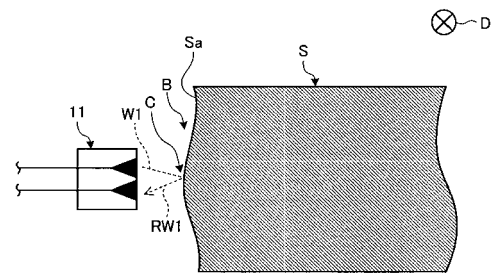
【図 1】



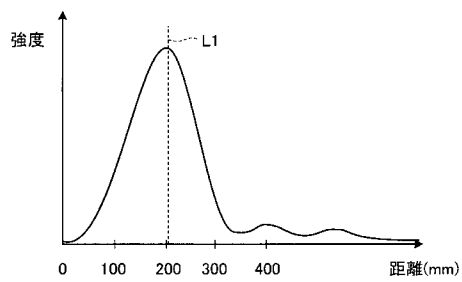
【図 2】



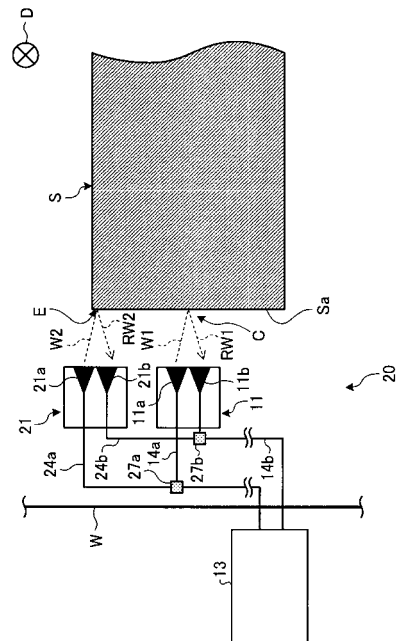
【図 3】



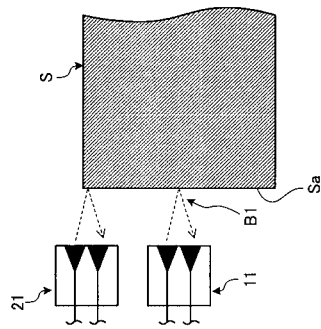
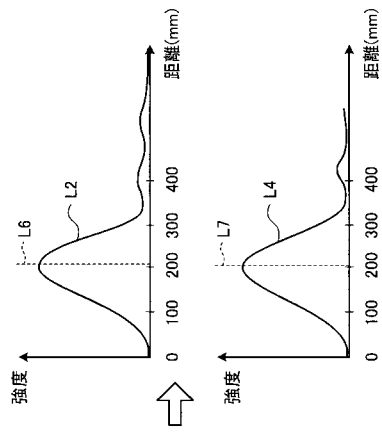
【図 4】



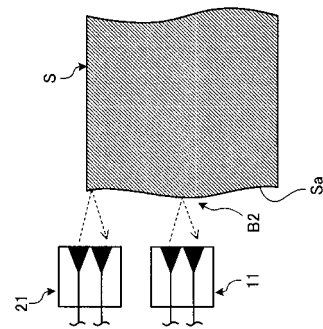
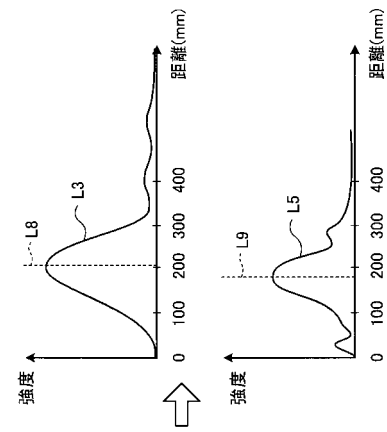
【図 5】



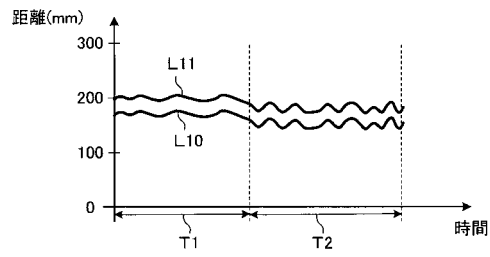
【図 6】



【図 7】



【図 8】



フロントページの続き

- (56)参考文献 特開昭54-163728(JP,A)
特開昭57-171554(JP,A)
実開昭56-080856(JP,U)
特開昭51-130640(JP,A)
特開2000-326055(JP,A)
特開昭60-006260(JP,A)
特開2006-343203(JP,A)

- (58)調査した分野(Int.Cl., DB名)
B22D 11/16