

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特 許 公 報(B2)

(11) 特許番号

特許第5049592号  
(P5049592)

(45) 発行日 平成24年10月17日(2012.10.17)

(24) 登録日 平成24年7月27日(2012.7.27)

(51) Int.Cl.

F I

B 2 2 D 11/06 (2006.01)  
 B 2 2 D 11/00 (2006.01)  
 C 2 2 C 38/00 (2006.01)  
 C 2 2 C 38/58 (2006.01)

B 2 2 D 11/06 3 3 0 B  
 B 2 2 D 11/00 A  
 B 2 2 D 11/00 G  
 C 2 2 C 38/00 3 0 1 Z  
 C 2 2 C 38/58

請求項の数 2 (全 15 頁)

(21) 出願番号 特願2006-529461 (P2006-529461)  
 (86) (22) 出願日 平成16年10月8日(2004.10.8)  
 (65) 公表番号 特表2007-507351 (P2007-507351A)  
 (43) 公表日 平成19年3月29日(2007.3.29)  
 (86) 国際出願番号 PCT/AU2004/001375  
 (87) 国際公開番号 W02005/035169  
 (87) 国際公開日 平成17年4月21日(2005.4.21)  
 審査請求日 平成19年8月3日(2007.8.3)  
 (31) 優先権主張番号 60/510,479  
 (32) 優先日 平成15年10月10日(2003.10.10)  
 (33) 優先権主張国 米国(US)

(73) 特許権者 503093305  
 ニューコア・コーポレーション  
 アメリカ合衆国 28211 ノースカロ  
 ライナ州 シャーロット レックスフォー  
 ド ロード 1915  
 (74) 代理人 110000512  
 特許業務法人山田特許事務所  
 (74) 代理人 100083057  
 弁理士 大塚 誠一  
 (72) 発明者 ラーマ バラフ マハパトラ  
 オーストラリア 2216 ニュー サウ  
 ス ウェールズ ブライトン-レーサンス  
 グランド パレード 5

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 鋼ストリップ製造

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項 1】

間にロール間隙を有する一対の冷却される鋳造ロールを組立て、鋳造ロール端に隣接して端部閉止部を限定し、

遊離窒素含量が  $4.2 \sim 8.5$  ppm、遊離水素含量が  $3.0 \sim 6.9$  ppm であり、窒素の分圧と水素の分圧との合計が  $1.15$  大気圧以下の普通炭素溶鋼を対の鋳造ロール間に導入し、溜めを端部閉止部で限定して鋳造ロール上に鋳造溜めを形成し、

鋳造ロールを相互方向に回転させて溶鋼を凝固させ、鋳造ロールの鋳造表面上に、溶鋼中の含量を反映した窒素レベル及び水素レベルを有する金属殻を形成して薄鋼ストリップの形成に備え、

鋳造ロール間のロール間隙を介して凝固薄鋼ストリップを形成し、ロール間隙から下方に送給される凝固鋼ストリップを製造することからなる鋼ストリップ製造方法。

【請求項 2】

窒素の分圧と水素の分圧との合計が  $1.0$  大気圧以下である請求項 1 の方法。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は鋼ストリップ製造に関する。特に、ロール鋳造装置で板厚  $5$  mm 以下の薄鋼ストリップを連続鋳造することに適用される。

【背景技術】

## 【 0 0 0 2 】

ロール鑄造装置において、熔融金属を少なくとも1つの鑄造ロールの鑄造表面上で冷却して、薄板鑄造ストリップに形成する。双ロール鑄造装置を用いるロール鑄造では、相互方向に回転する一対の冷却される鑄造ロール間に熔融金属を導入し、動いている鑄造表面上に鋼殻を凝固させ、鑄造ロール間のロール間隙でそれらを合体し、ロール間隙から下方に送給される凝固シート品を製造する。本明細書では「ロール間隙」という用語は、鑄造ロール同士が最接近する領域全般を示すのに用いる。いずれの場合も、熔融金属は通常は取鍋から小容器へと注がれ、更にそこから金属供給システムを介して鑄造ロールの鑄造表面のほぼ上方に位置した分配ノズルへと流れる。双ロール鑄造においては、熔融金属が鑄造ロール間に供給されて、ロール間隙付近でロールの鑄造表面に支持されロール間隙長さ方向に沿って延びる熔融金属鑄造溜めを形成する。斯かる鑄造溜めは、通常、鑄造溜め両端を堰止めるよう鑄造ロール端に隣接して摺動係合保持された側部板又は側部堰間に限定される。

10

【特許文献1】アメリカ特許第5,760,336号

【特許文献2】アメリカ特許第5,934,359号

【特許文献3】アメリカ特許第6,059,014号

【特許文献4】国際特許出願PCT/AU99/00641

【特許文献5】アメリカ特許第5,184,668号

【特許文献6】アメリカ特許第5,277,243号

【特許文献7】アメリカ特許第5,488,988号

20

【特許文献8】アメリカ特許第5,934,359号

【特許文献9】アメリカ特許出願第10/436,336号

【特許文献10】国際特許出願PCT/AU93/00593

【非特許文献1】「連続鑄造鑄型における熱除去の制御」、ピー・ザゾヴィスキー(P. Zazowski)及びディ・ソシンスキー(D. Sosinsky)、1990年製鋼会議議事録(1990 Steelmaking Conference Proceedings)、253-259頁

【非特許文献2】「CaO-MgO-SiO<sub>2</sub>スラグにおける水蒸気溶解度の測定及び予測」、ディ・ソシンスキー(D. Sosinsky)、エム・マエダ(M. Maeda)及びエー・マクリーン(A. Mclean)、冶金処理(Metallurgical Transactions)、第16b巻、61-66頁(1985年3月)

## 【 0 0 0 3 】

30

双ロール鑄造装置で薄鋼ストリップ鑄造する場合、鑄造溜めの熔融金属は一般に1500程度またはそれ以上の温度である。従って、鑄造ロールの鑄造表面全体にわたり非常に速い冷却速度を達成する必要がある。鋼ストリップ形成には、鑄造表面上での金属殻の初期凝固時に高い熱流束と広範な核生成が必要である。言及することにより本明細書に組入れる特許文献1は、形成される金属酸化物の大部分が初期凝固温度で液体であり、熔融金属と各鑄造表面との界面にほぼ液体の層を形成するよう、溶鋼の化学的性質を調節することによりどのようにして初期凝固時の熱流束を増加できるのかを記述している。各々言及することにより開示を本明細書に組入れる特許文献2、3及び4に開示されているように、初期凝固時の鋼の核生成は鑄造表面の肌理により影響を受け得る。特に、特許文献4は、鑄造表面の、溝とからなるランダムな肌理が鑄造表面全体にわたって分布した本質的な核生成地を提供することにより初期凝固を高め得ることを開示している。

40

【発明の開示】

【発明が解決しようとする課題】

## 【 0 0 0 4 】

従来から、薄板ストリップ鑄造前の特に取鍋冶金炉(LMF)における溶鋼の化学的性質が注目されている。従来、発明者らは、鋼中の混在酸化物と酸素レベル、並びにそれらが、造られた鋼ストリップの品質についてどう影響するかに注目してきた。発明者らは今回、鋼ストリップの品質及び薄鋼ストリップを製造することも、溶鋼中の水素レベル及び窒素レベルの制御により高められることを見出した。水素レベルと窒素レベルの制御は、従来、スラブ鑄造での研究主題となっているものの、発明者らの知る限り、薄板ストリップ鑄

50

造での注目対象となったことはなかった。例えば、非特許文献 1 及び 2 参照。

【課題を解決するための手段】

【0005】

より明細には、溶鋼中の水素レベルと窒素レベルを制御することにより、固有の組成及び製造品質を有する普通炭素鋼ストリップをロール製造により製造できることを発明者らは見出した。

【0006】

鋼ストリップ製造方法は、

間にロール間隙を有する一対の冷却される製造ロールを組立て、製造ロール端に隣接して端部閉止部を限定し、

遊離窒素含量が  $42 \sim 85 \text{ ppm}$ 、遊離水素含量が  $3.0 \sim 6.9 \text{ ppm}$  であり、窒素の分圧と水素の分圧との合計が  $1.15$  大気圧以下の普通炭素溶鋼を対の製造ロール間に導入し、溜めを端部閉止部で限定して製造ロール上に製造溜めを形成し、

製造ロールを相互方向に回転させて溶鋼を凝固させ、製造ロールの製造表面上に、溶鋼中の含量を反映した窒素レベル及び水素レベルを有する金属殻を形成して薄鋼ストリップの形成に備え、

製造ロール間のロール間隙を介して凝固薄鋼ストリップを形成し、ロール間隙から下方に送給される凝固鋼ストリップを製造するという諸段階で実行し得る。

【0012】

本発明の目的のための普通炭素鋼は、炭素  $0.65\%$  以下、ケイ素  $2.5\%$  以下、クロム  $0.5\%$  以下、マンガン  $2.0\%$  以下、ニッケル  $0.5\%$  以下、モリブデン  $0.25\%$  以下、アルミニウム  $1.0\%$  以下に、電気アーク炉による炭素鋼の製造で通常生じる硫黄、酸素及びリン等その他の元素を含んだものとして定義される。これらの方法では、炭素含量  $0.001 \sim 0.1$  重量%、マンガン含量  $0.01 \sim 2.0$  重量%、ケイ素含量  $0.01 \sim 2.5$  重量%の低炭素鋼を用いることができ、低炭素製造ストリップをそれら方法で製造できる。鋼は、 $0.01$  重量%程度又はそれ以下のアルミニウム含量を有することができる。アルミニウムは、例えば、 $0.008$  重量%以下の少量とすることができる。溶鋼はケイ素/マンガンキルド鋼とすることができる。

【0013】

これらの方法において、鋼の硫黄含量は  $0.01\%$  以下にでき、鋼の硫黄含量が  $0.007$  重量%であってもよい。

【0014】

これらの方法において、遊離窒素は、以下に記述の熱伝導率法との対照で調整される発光分析法で計測できる。遊離水素レベルは、鋼中水素迅速測定システム (Hydrogen Direct Reading Immersed System: "HydriS" (登録商標) ユニット、ヘレウス・エレクトロナイト社製) によって計測できる。

【0015】

許容可能な最大遊離窒素レベル及び許容可能な最大遊離水素レベルは合計圧力が  $1.0$  大気圧を越えないものであってよい。場合によれば高めの圧力を使うことができ、その場合、遊離窒素及び遊離水素のレベルも相応して高くし得る。例えば、以下に説明するように、鉄静水頭 (ferrostatic head)、即ち製造溜めの合計圧は  $1.15$  によく、遊離窒素レベル及び遊離水素レベルも図 3 に示すように高めになる。しかし、本方法のパラメータ用には、本方法が高めの正気圧で実施されて溶融金属中の遊離窒素及び遊離水素の実際のレベルが高めであっても、遊離窒素レベル及び遊離水素レベルは  $1.0$  気圧で計測する。

【発明を実施するための最良の形態】

【0017】

本発明を更に充分に説明するため、今までに行われた実験的作業の結果説明を添付図面に関し記述する。

【0018】

図１及び図２は、本発明に応じて操作される双ロール連続ストリップ鑄造装置を示す。実施例についての以下の記述は、双ロール鑄造装置を用いた鋼ストリップ連続鑄造に関するものであるが、本発明は双ロール鑄造装置の使用に限定されるものではなく、その範囲は他のタイプの連続ストリップ鑄造装置にも及ぶ。

【００１９】

図１は、本発明に応じて鋼ストリップを製造できる実例的な製造ラインの一連の部分を示す。図１及び図２に示した全体に１１で示す双ロール鑄造装置が生み出す鑄造鋼ストリップ１２は、移送路１０内を通り、ガイドテーブル１３を経て、ピンチロール１４Ａからなるピンチロールスタンド１４に至る。ピンチロールスタンド１４を出た直後、ストリップは一对の圧下ロール１６Ａ及びバックアップロール１６Ｂからなる熱間圧延機１６を通過して熱間圧延されて厚みを減じることができる。圧下されたストリップはランアウトテーブル１７に至り、テーブル上で、水噴流１８（又は他の適宜手段）を介し供給される水との接触及び放熱により対流冷却されることができる。いずれにしろ、圧延されたストリップは更に一对のピンチロール２０Ａからなるピンチロールスタンド２０を通り、コイラ１９に至ることができる。ストリップの最終的な冷却は、必要ならば、コイラ上で行われる。

10

【００２０】

図２に示すように、双ロール鑄造装置１１を構成する主機械フレーム２１が、鑄造表面２２Ａを有して間にロール間隙を形成するよう並んで組立てられる、一对の冷却される鑄造ロール２２を支持する。鑄造作業中、普通炭素溶鋼は取鍋（図示せず）からタンディッシュ２３、耐火シュラウド２４を経て分配器２５に、更にはそこから鑄造ロール２２間のロール間隙２７ほぼ上方の金属供給ノズル２６へと供給できる。斯くしてロール間隙２７に送給された溶鋼が、ロール間隙上方の鑄造ロール表面２２Ａに支持される溜め３０を形成し、この溜めはロール端で限定する一对の側部閉止部、側部堰又は側部板２８は一对のスラスト（図示せず）によりロール端に隣接して位置決めでき、スラストを構成する流体圧シリンダユニット（又は他の適宜手段）が側部板ホルダに接続される。溜め３０の上面（一般に「メニスカス」レベルと呼ばれる）は供給ノズルの下端より上にあってよく、その場合、供給ノズル下端がこの溜めに浸漬する。

20

【００２１】

鑄造ロール２２が水冷されるので、ロールの、動いている鑄造表面上に殻が凝固する。次いで、殻は鑄造ロール間のロール間隙２７にて合わされ、凝固ストリップ１２を造るが、合わされる際には殻と殻との間に溶鋼が存在することもある。製造された凝固ストリップ１２はロール間隙から下方に送給される。

30

【００２２】

フレーム２１は、組立てステーションと鑄造ステーションとの間を水平移動可能な鑄造ロール台車を支持する。

【００２３】

鑄造ロール２２は、電動モータ、流体圧モータ若しくは空気モータとトランスミッションとにより駆動される駆動軸（図示せず）を介し相互方向に回転させることができ、ロール２２の鋼製周壁に形成され縦方向に延び周方向に離間された一連の水冷通路には冷却水が供給される。ロールの大きさは典型的には径が約５００mmであり、約２０００mm幅のストリップ品を造るために長さを約２０００mmまでとすることができる。

40

【００２４】

タンディッシュ２５は従来の構成であり、酸化マグネシウム（ $MgO$ ）等の耐火材で造られた広皿状のものである。タンディッシュの一侧は取鍋からの溶融金属を受けようになっており、溢れ口２４と緊急プラグ２５とを備えている。

【００２５】

供給ノズル２６はアルミナグラファイトなどの耐火材で造られた細長体として形成され、下部がテーパ状になっていて、下方にいくに従い内方にすぼまり、鑄造ロール２２間のロール間隙上方に至る。

50

## 【 0 0 2 6 】

ノズル 2 6 は、一連の、水平方向に離間しほぼ上下に延びる流路を有し、ロール幅方向全体にわたって適宜の溶融金属低速放出流を生み出し、ロール間の溶融金属を初期凝固の起きるロール表面上に送給できる。若しくは、ノズルが単一の連続長孔出口を有して、ロール間のロール間隙へと低速カーテン状の溶融金属を直接送るようにしてもよく且つノ又はノズルを溶融金属溜めに浸漬してもよい。

## 【 0 0 2 7 】

溜めは、ロール台車が鋳造ステーションにある時にロールの段付き端に隣接保持される一対の側部閉止板 2 8 によってロール端で閉止される。側部閉止板 2 8 は実例としては窒化ホウ素等の強い耐火材で造られ、ロールの段付き端の曲面に合うスカロップ状側端を有する。側板を取付けできる板ホルダは一対の流体圧シリンダ装置（又は他の適宜手段）の作動により鋳造ステーションで移動可能であり、側板を鋳造ロールの段付き端に係合させることで、鋳造作業中に鋳造ロール上に形成される金属溶融溜めの端閉止部を形成する。

10

## 【 0 0 2 8 】

双ロール鋳造装置は、特許文献 5、6、7 及びノ又は 8、特許文献 9 及び 1 0 等に幾分詳細に示され記述された種類のものでよく、言及することによりそれらの開示をここに組入れる。適宜の構成的な詳細についてもこれらを参照できるが、それらは本発明の一部を構成するものではない。

## 【 0 0 2 9 】

普通炭素鋼の鋳造薄板における遊離窒素レベルと遊離水素レベルの制御結果を、表 1 及び図 3 に示す。図 3 に示すように、遊離窒素レベルが約 8 5 p p m 以下、遊離水素レベルが約 6 . 5 p p m 以下の場合、製造された薄板鋳造ストリップは上等な「冷間圧延」鋼の品質のものだった。遊離窒素レベル又は遊離水素レベルがそれぞれ約 8 5 p p m 以上又は約 6 . 5 p p m 以上のヒート（一回分の溶解）では上等な冷間圧延鋼の品質の薄板鋳造ストリップは製造されなかった。しかしながら、発明者らは、水素レベルが重要なパラメータであって、窒素レベルはより高めの、1 0 0 p p m 乃至 1 2 0 p p m まで上げることが可能なことを見出した。

20

## 【 0 0 3 0 】

図 3 に示した結果は、普通炭素鋼の圧延薄板のものである。表 1 - 1 及び表 1 - 2 は図 3 に示したヒート各々の分析を説明している。図 3 からわかるように、示した左側の曲線は部分窒素と部分水素との合計圧が 1 . 0 大気圧という計算に基づいている。

30

## 【 0 0 3 1 】

【表 1 - 1】

最終LMFの化学的性質								
一連ID	LMF C	LMF Si	LMF Mn	LMF N	LMF S	LMF P	LMF Al	H, ppm
822*	0.0493	0.265	0.6266	0.0075	0.011	0.0112	0.0042	7.3
1019	0.049	0.282	0.6122	0.0055	0.012	0.0113	0.0009	7
1057*	0.0622	0.2818	0.4894	0.008	0.013	0.0102	0.0008	8.3
1060*	0.0541	0.2986	0.5642	0.0081	0.0084	0.0107	0.0012	7.3
1071*	0.0547	0.1939	0.5616	0.0056	0.0076	0.0088	0.0029	5.6
1074*	0.0504	0.2989	0.5531	0.0042	0.0087	0.0149	0.002	6.3
1078*	0.0598	0.3212	0.6165	0.0081	0.0092	0.0155	0.0018	6.5
1079	0.0572	0.3368	0.6122	0.0067	0.0095	0.0117	0.0014	8.9
1080*	0.0582	0.2508	0.5688	0.0087	0.0119	0.011	0.0017	7.3
1082*	0.0606	0.2777	0.5603	0.0084	0.0094	0.0131	0.0016	7.4
1087*	0.0568	0.2794	0.5981	0.0078	0.0067	0.0166	0.0019	8.4
1088*	0.0534	0.3077	0.6044	0.0081	0.0106	0.0155	0.0025	8.3
1091	0.0479	0.2262	0.5565	0.0084	0.0095	0.026	0.0024	9
1095	0.0448	0.2343	0.5963	0.007	0.0086	0.0072	0.0013	8.5
1098*	0.0567	0.3831	0.4559	0.008	0.0119	0.0111	0.0017	7
1099*	0.0532	0.2718	0.5324	0.0071	0.0109	0.0129	0.0015	6.8
1100*	0.0533	0.2685	0.5658	0.0074	0.0088	0.0108	0.0022	7.7
1103*	0.0548	0.2997	0.6137	0.0071	0.0115	0.012	0.0016	7.1
1104*	0.054	0.2799	0.6771	0.0067	0.008	0.0114	0.0024	7.4
1106*	0.047	0.3229	0.6281	0.0058	0.01	0.0104	0.0028	7.6
*は削減した熱流束連を示す								

10

20

【表 1 - 2】

最終LMFの化学的性質								
一連ID	LMF C	LMF Si	LMF Mn	LMF N	LMF S	LMF P	LMF Al	H, ppm
1110*	0.0434	0.3068	0.6848	0.0046	0.006	0.0111	0.0014	4.4
1111	0.0414	0.3002	0.5669	0.005	0.0089	0.0163	0.0019	5.6
1113*	0.0289	0.0798	0.4376	0.0044	0.0053	0.0101	0.0182	4.6
1113	0.0416	0.2212	0.5914	0.0053	0.0067	0.0119	0.0025	6.2
1114*	0.0489	0.3034	0.5943	0.0055	0.0058	0.008	0.0017	3.9
1115*	0.0594	0.3404	0.6565	0.0053	0.0064	0.0129	0.0021	4.7
1116	0.0507	0.3725	0.6806	0.0062	0.0095	0.0123	0.0051	5
1117	0.0437	0.2258	0.563	0.0067	0.008	0.0121	0.0012	5
1118*	0.0629	0.3149	0.633	0.0081	0.0086	0.0143	0.001	7.7
1120*	0.0486	0.2935	0.5384	0.0077	0.0063	0.0074	0.0048	7.7
1121*	0.0492	0.314	0.6371	0.0073	0.0093	0.0163	0.0012	7.9
1122*	0.0525	0.2639	0.5867	0.0085	0.011	0.0141	0.0009	7.5
1123	0.0578	0.3238	0.5966	0.0058	0.0082	0.0124	0.0023	5.2
1125*	0.0682	0.3221	0.5786	0.0063	0.0055	0.0083	0.0005	4.7
1128*	0.0408	0.2456	0.5895	0.005	0.0083	0.0095	0.0016	5.1
1130	0.0378	0.3219	0.627	0.0073	0.0087	0.0172	0.0023	5.1
1133	0.0398	0.2899	0.574	0.0054	0.0084	0.0092	0.0033	5.2
1134	0.0558	0.2612	0.6039	0.0055	0.009	0.0148	0.0038	5.9
1135	0.0567	0.2085	0.6093	0.0052	0.0125	0.0151	0.0015	4.6
1144*	0.0554	0.3702	0.6315	0.0077	0.0098	0.0108	0.0027	6.7
1160*	0.0448	0.3338	0.5496	0.0054	0.0055	0.0078	0.004	4.4
1161	0.057	0.3182	0.6093	0.0054	0.0066	0.0092	0.0015	4.2
1163	0.0499	0.3198	0.6033	0.0053	0.0056	0.0078	0.0026	4.2
1164	0.0352	0.2783	0.59	0.0058	0.0058	0.0076	0.0025	3.6
1167	0.0451	0.3395	0.6026	0.0054	0.0073	0.0086	0.0024	3.5
1168	0.0515	0.2841	0.5897	0.0058	0.0043	0.0059	0.0018	3.9
1170	0.0366	0.2839	0.5958	0.0062	0.0054	0.0077	0.0018	4
1171	0.0454	0.304	0.586	0.007	0.0053	0.0073	0.0031	4.7
1172	0.0372	0.291	0.618	0.005	0.006	0.0087	0.0017	3.5
1173	0.0537	0.3049	0.6171	0.0051	0.0038	0.0086	0.0014	5.2
1180	0.054	0.2706	0.6285	0.0055	0.0069	0.006	0.001	4
1182	0.0543	0.3296	0.6386	0.0062	0.0082	0.0094	0.0013	4.5
1182	0.0511	0.3008	0.6025	0.0049	0.0057	0.0099	0.0015	4.2
1183	0.0549	0.2859	0.6147	0.0069	0.0082	0.0087	0.0003	3.7
1183	0.0492	0.2718	0.6245	0.0063	0.0054	0.0085	0.0007	3.8
1188	0.0511	0.3076	0.6298	0.0073	0.0042	0.0076	0.0048	4.4
1189	0.0562	0.3133	0.646	0.0063	0.0031	0.0083	0.0085	3.2
1189	0.0452	0.3536	0.6902	0.0049	0.0014	0.0079	0.0132	4.1
1193*	0.0556	0.2864	0.6116	0.0059	0.0063	0.0084	0.0017	3.7
1196	0.0103	0.2989	0.6053	0.0052	0.0018	0.0082	0.0171	4
1198	0.0531	0.2643	0.6123	0.007	0.0064	0.0079	0.003	5
1200*	0.0534	0.2627	0.6082	0.0078	0.0107	0.007	0.0018	6.7
1205*	0.0544	0.2696	0.6037	0.0078	0.0097	0.0063	0.0011	6.8
*は削減した熱流束連を示す								

## 【 0 0 3 2 】

表 1 - 1 及び表 1 - 2 での全ヒートの組成は重量%であり、図 3 に示してある。ヒートを所望レベル、即ち、所与の鑄造速度に対する標準熱流束についての範囲から、 $\pm 0.7 \text{ MW/m}^2$  の熱流束指数を求めて計測した。所与の鑄造速度に対する標準熱流束の例は、鑄造速度  $80 \text{ m/分}$  に対し  $15 \text{ MW/m}^2$ 、鑄造速度  $65 \text{ m/分}$  に対し  $13 \text{ MW/m}^2$  である。表 1 - 1 及び表 1 - 2 において \* 印を付けたヒートは、図 3 に示すように  $\pm 0.7 \text{ MW/m}^2$  の許容範囲外の熱流束指数を有した。図 3 の曲線は、遊離窒素と遊離水素の分圧を合計して  $1.0$  大気圧になり許容可能な熱流束指数  $\pm 0.7 \text{ MW/m}^2$  を生み出す、遊離窒素及び遊離水素の許容可能な最大レベルを示す。図 3 に示すように、遊離窒素レベルが約  $85 \text{ ppm}$  以下で、遊離水素レベルが約  $6.5 \text{ ppm}$  以下のヒートは、ヒート 1110 及びヒート 1125 を除き、全て 所望範囲内の熱流束を有した。ヒート 1110 では、遊離酸素レベルが通例低く、ほぼ  $10 \text{ ppm}$  であり、ヒート 1125 では鑄造設備に機械的問題があった。

## 【 0 0 3 3 】

10

20

30

40

50

より最近に、表 2 - 1 ~ 表 2 - 6 に示した組成の、低窒素及び低水素の、追加のヒートを行った。窒素レベルは 4 2 ~ 1 1 8 p p m、水素レベルは 3 . 0 ~ 6 . 9 p p mであった。しかしながら、水素レベル 6 . 9 p p mは図 3 の右側の曲線で示しているように 1 大気圧より多い、即ち約 1 . 1 5 気圧の鉄静水頭（鑄造溜めの合計圧）を持つものである。

【 0 0 3 4 】

【表 2 - 1】

一連 ID	ヒート ID	C	MN	N	S	SI	P	AL	H, ppm
1734	248991	0.0502	0.5653	0.0042	0.0079	0.2615	0.0124	0.0006	4.6
1705	248296	0.048	0.5767	0.0054	0.0087	0.3154	0.017	0.0019	4.6
1701	142523	0.0461	0.5798	0.0053	0.0051	0.2729	0.0112	0.0008	5.1
1696	248237	0.0513	0.5793	0.0055	0.0052	0.2902	0.0112	0.0014	5
1695	248227	0.0559	0.5701	0.0066	0.0039	0.2436	0.0115	0.0006	6
1694	248207	0.0487	0.5763	0.0059	0.0081	0.2643	0.0172	0.0007	4.3
1691	248031	0.0481	0.5851	0.0063	0.0063	0.2605	0.0119	0.0006	4.4
1690	142250	0.0507	0.5928	0.0058	0.007	0.2582	0.0138	0.0009	3.2
1690	142248	0.0554	0.5859	0.0079	0.0057	0.2583	0.017	0.001	4.3
1689	248008	0.0473	0.5747	0.0051	0.0049	0.2631	0.014	0.0011	2.9
1689	248007	0.0538	0.575	0.0056	0.0055	0.2611	0.0127	0.0007	3.6
1688	248005	0.0493	0.5802	0.0053	0.0038	0.2629	0.0127	0.0008	4.6
1687	247994	0.0467	0.5974	0.0055	0.0045	0.2653	0.0129	0.001	3.8
1687	247992	0.0497	0.5791	0.0049	0.0056	0.2541	0.0114	0.0009	3.7
1684	247975	0.0498	0.5839	0.0061	0.0064	0.248	0.012	0.0007	3.7
1684	247973	0.051	0.5716	0.0052	0.0031	0.2743	0.0122	0.0007	4.5
1683	247968	0.0488	0.5782	0.0062	0.0067	0.2774	0.0173	0.0008	3.9
1683	247965	0.0533	0.5753	0.0069	0.0081	0.2744	0.0183	0.0008	5
1681	247954	0.0532	0.5354	0.0058	0.0061	0.2432	0.0152	0.0017	4.1
1680	247934	0.0528	0.5861	0.0051	0.0049	0.2506	0.0106	0.0008	4.4
1679	247927	0.0524	0.5325	0.0063	0.0074	0.2521	0.0139	0.0007	4
1679	247925	0.0496	0.5266	0.0063	0.0065	0.2388	0.0121	0.0007	3.3
1679	247923	0.0549	0.5395	0.0063	0.0044	0.2354	0.0126	0.0007	4.5
1678	247917	0.0562	0.572	0.0052	0.0064	0.27	0.0156	0.0029	2.7
1678	247915	0.0499	0.6139	0.0052	0.0073	0.2789	0.0134	0.0009	3.3
1677	247910	0.0543	0.5721	0.0055	0.0088	0.2444	0.0163	0.0008	3.3
1677	247907	0.0491	0.5727	0.0076	0.008	0.2383	0.0214	0.0004	4.6

10

20



【表 2 - 2】

一連 ID	ヒート ID	C	MN	N	S	SI	P	AL	H, ppm
1676	247898	0.0449	0.535	0.0052	0.0072	0.2589	0.0156	0.0008	3.9
1676	247896	0.0521	0.54	0.0071	0.0051	0.2273	0.0139	0.0005	5.1
1675	247894	0.0474	0.5398	0.006	0.0082	0.2442	0.0173	0.0005	3.3
1675	247892	0.0476	0.5845	0.0062	0.0092	0.2641	0.0215	0.0007	4.1
1674	247886	0.0518	0.6002	0.0061	0.0087	0.2544	0.0178	0.0022	3.3
1674	247884	0.0538	0.5682	0.0062	0.0081	0.2553	0.0164	0.0015	4
1673	142103	0.0471	0.5582	0.007	0.0063	0.2293	0.0207	0.003	4.1
1673	247874	0.0516	0.5262	0.0062	0.0049	0.2469	0.0161	0.0007	5.4
1672	247871	0.0533	0.5458	0.007	0.0057	0.2457	0.0216	0.0009	4.4
1672	247869	0.0478	0.554	0.0063	0.0059	0.2095	0.0242	0.0012	5.2
1671	247859	0.049	0.5848	0.0059	0.0051	0.2666	0.0108	0.0005	5
1670	247848	0.0505	0.5728	0.0064	0.0062	0.2402	0.0207	0.0007	4.7
1667	247817	0.0468	0.5921	0.0052	0.0059	0.268	0.0141	0.0013	3.5
1662	247612	0.0495	0.5773	0.0072	0.0075	0.2548	0.018	0.001	5.6
1657	247525	0.048	0.57	0.0068	0.004	0.257	0.019	0	4.8
1657	247524	0.051	0.58	0.0077	0.004	0.246	0.016	0	5.8
1656	247515	0.0491	0.5768	0.0052	0.0076	0.2457	0.0115	0.0007	3.3
1656	247513	0.0496	0.5965	0.0053	0.0064	0.2916	0.0092	0.0008	4.2
1655	247507	0.0463	0.5777	0.0058	0.0093	0.2608	0.0117	0.0005	4.3
1655	247505	0.0503	0.5691	0.0053	0.0061	0.2403	0.0173	0.0008	6.9
1654	247490	0.0541	0.5753	0.0065	0.0064	0.2533	0.0094	0.001	4.2
1652	247484	0.0496	0.5877	0.0064	0.0064	0.251	0.0139	0.0009	5.3
1651	141683	0.0566	0.6004	0.0058	0.0061	0.2698	0.0094	0.0008	4.7
1650	247461	0.0467	0.5729	0.006	0.0038	0.2663	0.0095	0.001	4.2
1650	141675	0.0519	0.5787	0.006	0.0052	0.2629	0.0098	0.0013	5
1649	141666	0.0546	0.6045	0.0056	0.0065	0.2755	0.0108	0.0009	4.2
1648	247441	0.0502	0.5949	0.0057	0.0049	0.2708	0.0097	0.0008	3.4
1648	247439	0.0493	0.5818	0.0047	0.0079	0.2588	0.012	0.0008	4.2
1647	247430	0.0483	0.5972	0.006	0.0037	0.2643	0.0069	0.0012	4.2
1646	141641	0.0497	0.5954	0.0044	0.0054	0.3043	0.0062	0.0011	3.6
1645	247410	0.0482	0.5731	0.0051	0.008	0.2456	0.0083	0.0007	3.8
1644	247403	0.05	0.6043	0.0065	0.0053	0.2547	0.0073	0.0007	4.2
1643	247399	0.0536	0.5801	0.0061	0.0054	0.2433	0.0075	0.0012	4.9
1642	247392	0.0531	0.5978	0.005	0.0056	0.2651	0.009	0.001	3.5
1642	247390	0.0499	0.5788	0.005	0.0066	0.2669	0.0077	0.0008	3.1
1640	247377	0.0519	0.5601	0.0055	0.0085	0.2511	0.0099	0.0026	3.7
1639	247362	0.0507	0.5192	0.0069	0.0054	0.2132	0.0096	0.0005	3.7
1639	247360	0.0492	0.5146	0.006	0.0058	0.1896	0.0094	0.0004	4.5
1638	247352	0.0492	0.587	0.0065	0.0084	0.2734	0.009	0.0006	3.7
1638	141578	0.0517	0.5727	0.0067	0.0111	0.2632	0.0155	0.0006	4.5
1637	247337	0.0484	0.5415	0.0059	0.0069	0.2201	0.0115	0.0006	4.4
1637	247335	0.0531	0.5491	0.0068	0.0076	0.2374	0.0102	0.0009	4.5
1636	141557	0.0504	0.5592	0.0076	0.0087	0.2491	0.0114	0.0005	4.4
1634	247319	0.049	0.5424	0.0071	0.007	0.2094	0.0111	0.0003	4.6
1633	247310	0.0486	0.59	0.006	0.0089	0.2655	0.0098	0.0002	4.1

10

20

30

【表 2 - 3】

一連 ID	ヒート ID	C	MN	N	S	SI	P	AL	H, ppm
1632	247133	0.0519	0.5795	0.0067	0.005	0.2511	0.0093	0.0006	3.9
1632	247130	0.0461	0.5733	0.0058	0.0043	0.2421	0.0091	0.0004	4
1631	141348	0.0505	0.575	0.0057	0.0047	0.2434	0.0087	0.0007	3.5
1631	141347	0.0463	0.5886	0.0056	0.0065	0.2798	0.0098	0.0006	3.9
1630	341342	0.0521	0.5775	0.0075	0.0077	0.2387	0.0133	0.0005	4.6
1624	141300	0.0456	0.5921	0.005	0.0068	0.2586	0.0086	0.0006	4
1623	141288	0.051	0.5978	0.0055	0.0064	0.2766	0.0107	0.0012	3.5
1621	247048	0.047	0.5613	0.0043	0.0066	0.2423	0.0112	0.0005	3.5
1621	247046	0.0499	0.553	0.0048	0.0062	0.2546	0.0105	0.0006	3.9
1620	247036	0.0531	0.5953	0.0053	0.0087	0.2463	0.0104	0.0008	3.5
1619	141253	0.0506	0.5932	0.005	0.007	0.2589	0.0152	0.0011	3.6
1619	141252	0.0485	0.5782	0.0064	0.0085	0.2363	0.0133	0.001	3.9
1618	247018	0.0532	0.589	0.0057	0.0077	0.2359	0.0104	0.0004	4.3
1617	247011	0.0457	0.5767	0.0051	0.0053	0.2647	0.0105	0.001	3.3
1616	246997	0.0521	0.6192	0.0118	0.0044	0.2344	0.0072	0.0007	3.3
1611	246957	0.0533	0.574	0.0076	0.0078	0.2251	0.0151	0.0004	4.2
1610	246942	0.0469	0.5853	0.0063	0.0085	0.2698	0.011	0.0007	3.3
1610	246940	0.0535	0.5926	0.0063	0.0081	0.2533	0.0093	0.0006	4
1609	141146	0.0529	0.5733	0.0054	0.0073	0.223	0.0101	0.0007	3.4
1609	141141	0.0547	0.5534	0.0069	0.009	0.2169	0.0093	0.0005	4
1608	246915	0.0489	0.5895	0.006	0.007	0.2751	0.0093	0.0008	3.4
1607	141117	0.0537	0.5756	0.007	0.0077	0.2419	0.0122	0.0007	3.4
1606	141097	0.0512	0.5936	0.0057	0.0065	0.2582	0.0115	0.0005	3.6
1605	246877	0.0527	0.6154	0.0078	0.0056	0.2507	0.0092	0.0009	3.5
1605	246879	0.0497	0.5939	0.0055	0.0072	0.2418	0.0124	0.0009	3.1
1604	246862	0.0483	0.6336	0.0053	0.006	0.2694	0.0088	0.001	4.6
1603	246854	0.0522	0.6157	0.0058	0.0069	0.2587	0.0103	0.0011	3.2
1603	246852	0.0536	0.5455	0.005	0.0057	0.2468	0.01	0.0011	3.8
1602	246836	0.0468	0.6049	0.0044	0.0062	0.2748	0.0109	0.001	4.6
1601	246824	0.052	0.5846	0.0044	0.0103	0.2392	0.0126	0.0004	4.8
1598	246806	0.0459	0.5803	0.0041	0.006	0.2684	0.0086	0.0006	4.4
1598	246804	0.0499	0.5795	0.0053	0.0077	0.2609	0.011	0.0005	5.2
1597	141011	0.044	0.5661	0.0061	0.0063	0.2635	0.0125	0.0006	5.3
1596	246777	0.0492	0.5378	0.0072	0.0052	0.2417	0.0115	0.0003	4.5
1595	140990	0.0428	0.5817	0.0053	0.0036	0.2529	0.0131	0.0009	4.3
1595	140988	0.0494	0.5583	0.0072	0.0071	0.2074	0.0107	0.0004	4.6
1594	246759	0.048	0.5355	0.0064	0.009	0.2218	0.0094	0.0005	5.1
1594	140978	0.0479	0.5645	0.0065	0.0068	0.228	0.0157	0.0005	5.6
1593	140976	0.0541	0.5799	0.0066	0.0074	0.2485	0.0143	0.001	4.5
1592	246741	0.047	0.5652	0.0053	0.0055	0.2348	0.0127	0.0009	4.9
1591	246739	0.0549	0.5755	0.0075	0.0041	0.2343	0.016	0.001	4.6
1590	246725	0.0404	0.575	0.0045	0.0079	0.2505	0.0109	0.0002	4
1589	140941	0.0524	0.5793	0.0053	0.0057	0.2414	0.0127	0.0011	4.9
1588	246565	0.0477	0.6328	0.0078	0.0065	0.2361	0.0166	0.0012	4
1587	246559	0.0457	0.5635	0.0055	0.0055	0.2446	0.0218	0.0002	3.8

10

20

30

【表 2 - 4】

一連 ID	ヒート ID	C	MN	N	S	SI	P	AL	H, ppm
1586	246546	0.0573	0.5793	0.0059	0.0094	0.2237	0.0134	0.0003	3.4
1585	246544	0.0601	0.5434	0.007	0.0067	0.2672	0.0198	0.001	3.5
1584	246536	0.0538	0.5664	0.0064	0.0061	0.2087	0.0161	0.0008	3.8
1584	246528	0.0488	0.559	0.0061	0.0051	0.2251	0.0166	0.0009	4.8
1583	246527	0.0519	0.5723	0.0067	0.0082	0.2173	0.0123	0.0007	4
1582	246520	0.0485	0.582	0.0058	0.0108	0.2435	0.0137	0.0008	3.6
1582	246518	0.052	0.5639	0.0068	0.0104	0.2441	0.0121	0.0005	3.8
1579	246481	0.0514	0.5968	0.0063	0.0058	0.2555	0.0135	0.0007	3.3
1577	246459	0.0496	0.5945	0.0055	0.0056	0.2538	0.017	0.0005	3.1
1577	246457	0.0488	0.5943	0.006	0.0044	0.249	0.0156	0.0007	3.4
1576	246445	0.0446	0.549	0.0054	0.0031	0.2429	0.0105	0.0003	3.1
1575	246439	0.0498	0.5975	0.0049	0.0054	0.2644	0.0142	0.0006	3.2
1573	246414	0.0514	0.606	0.0047	0.0081	0.2639	0.0108	0.0005	3.2
1573	246412	0.0475	0.5915	0.0043	0.006	0.2657	0.0144	0.0006	3.8
1572	246393	0.0475	0.5955	0.0061	0.0072	0.2398	0.0113	0.0005	4.3
1570	246382	0.0501	0.5498	0.006	0.0071	0.2495	0.0122	0.0005	4.3
1569	246367	0.0563	0.5763	0.006	0.0064	0.2326	0.0108	0.0006	3.4
1569	246365	0.0501	0.5745	0.006	0.0063	0.229	0.0127	0.0003	3.6
1568	246356	0.0486	0.5478	0.0058	0.0082	0.2374	0.0129	0.0026	3
1568	246354	0.0499	0.5564	0.0062	0.0078	0.2437	0.013	0.0013	3.3
1567	246341	0.0489	0.5659	0.006	0.0083	0.2291	0.0153	0.0002	3.3
1567	140568	0.0469	0.539	0.0061	0.0069	0.2159	0.0137	0.0004	3.5
1566	246331	0.0452	0.5614	0.0051	0.0086	0.2491	0.0129	0	2.7
1566	246329	0.0433	0.5522	0.0054	0.0072	0.2514	0.0124	0.0006	3.4
1565	246318	0.0504	0.5674	0.0047	0.0068	0.241	0.0115	0	3.8
1564	246304	0.0483	0.5708	0.0038	0.0077	0.2519	0.0119	0	3.1
1564	246302	0.0502	0.5742	0.005	0.0073	0.2563	0.0121	0.0002	3.5
1563	140529	0.0537	0.582	0.0066	0.0061	0.2574	0.0131	0	3.6
1561	140516	0.0546	0.5888	0.0048	0.006	0.2504	0.014	0	3.7
1561	246272	0.0495	0.5774	0.0051	0.0051	0.2423	0.0142	0	3.9
1560	140502	0.0497	0.5865	0.005	0.0061	0.2626	0.0122	0.0004	3.2
1560	140500	0.0494	0.5902	0.0051	0.0037	0.2591	0.0154	0.0001	3.9
1558	246242	0.0479	0.6095	0.005	0.005	0.2586	0.0127	0.0006	3.9
1558	246240	0.0472	0.5867	0.0052	0.008	0.245	0.0107	0.0004	4.5
1556	246020	0.0522	0.607	0.0062	0.0077	0.2674	0.0085	0.0006	3.6
1555	140256	0.0554	0.5559	0.0061	0.0059	0.2504	0.0107	0.0003	4.3
1551	245974	0.0539	0.5876	0.0077	0.0064	0.2776	0.0128	0	4
1550	245965	0.0556	0.5781	0.0078	0.0054	0.2545	0.0127	0	3.9
1550	245963	0.0513	0.5759	0.0074	0.0057	0.2686	0.0131	0	4
1549	245948	0.0549	0.5936	0.0075	0.0069	0.2493	0.0118	0.0002	3.6
1548	245938	0.0528	0.6059	0.0064	0.0059	0.273	0.0142	0.0002	3.7
1548	245936	0.0525	0.602	0.0067	0.0051	0.2828	0.0145	0.0001	3.7
1547	245925	0.0516	0.585	0.0069	0.0061	0.2543	0.0163	0.0003	3.4
1547	445923	0.0593	0.5902	0.0087	0.0087	0.244	0.0195	0.0004	3.6
1545	245912	0.0509	0.567	0.0061	0.0076	0.2583	0.0171	0.0004	3.9

10

20

30

【表 2 - 5】

一連 ID	ヒート ID	C	MN	N	S	SI	P	AL	H, ppm
1544	245900	0.0535	0.5995	0.0055	0.0085	0.2546	0.0124	0.0007	3.4
1544	245898	0.0468	0.5968	0.0058	0.0086	0.2499	0.0143	0.001	3.4
1543	140119	0.0492	0.5673	0.0062	0.0081	0.2386	0.0093	0	4.9
1540	245864	0.0518	0.5756	0.0054	0.009	0.2595	0.0163	0.0004	3.6
1540	245863	0.0499	0.569	0.0055	0.0087	0.2646	0.015	0.0002	3.9
1539	245850	0.0544	0.5864	0.005	0.0082	0.2566	0.0125	0.0005	3.7
1538	245837	0.0542	0.5554	0.0057	0.007	0.2291	0.012	0.0002	4
1537	245825	0.0522	0.5892	0.0052	0.0051	0.2694	0.0098	0.0005	2.9
1537	245824	0.0505	0.5761	0.006	0.0065	0.2778	0.0134	0.0004	3.4
1536	140056	0.0512	0.5926	0.0065	0.0087	0.2416	0.0125	0.0002	3.5
1536	245814	0.0578	0.5835	0.0064	0.0098	0.2492	0.0121	0.0002	3.7
1535	140039	0.0492	0.5748	0.0072	0.0088	0.2393	0.012	0.0003	3.8
1535	245797	0.0507	0.5567	0.0075	0.0087	0.2404	0.0113	0.0003	4.1
1534	245789	0.0504	0.5519	0.0047	0.0068	0.2903	0.017	0.0007	2.9
1534	245788	0.0521	0.5839	0.0062	0.0048	0.2573	0.0152	0.0007	3.9
1533	245772	0.0539	0.5858	0.0067	0.0087	0.2602	0.014	0.0004	3.2
1533	245771	0.0557	0.5708	0.0069	0.0085	0.258	0.0143	0.0008	4.1
1532	245769	0.0483	0.5726	0.0055	0.0073	0.2318	0.0143	0.0001	3.6
1532	245767	0.0571	0.5644	0.0052	0.0059	0.2327	0.0137	0	3.8
1530	245559	0.0488	0.562	0.005	0.0043	0.2397	0.0191	0.0005	3.2
1529	245553	0.0541	0.6186	0.0072	0.009	0.2555	0.019	0.0004	3.7
1528	245541	0.0507	0.5565	0.0066	0.0102	0.2477	0.0177	0.0003	3
1528	245539	0.048	0.5393	0.0068	0.0096	0.2412	0.0178	0.0003	4.2
1527	245525	0.0557	0.5628	0.0062	0.0058	0.2499	0.0141	0.0004	3.6
1527	149763	0.0526	0.5941	0.0081	0.0072	0.2513	0.0154	0.0005	4.4
1522	245462	0.0456	0.6022	0.005	0.0068	0.2665	0.0143	0.0006	2.9
1522	245461	0.0501	0.5844	0.0058	0.0077	0.2664	0.0153	0.0003	3.3
1521	149689	0.0478	0.6002	0.0054	0.0089	0.2797	0.0123	0.0005	3.6
1520	245443	0.0478	0.5367	0.0063	0.0064	0.2345	0.0173	0.0004	3.6
1517	245424	0.0541	0.5914	0.0071	0.0062	0.2368	0.0115	0.0003	3.7
1515	149635	0.051	0.6086	0.0064	0.0076	0.2751	0.0119	0.0004	3.5
1515	149634	0.0549	0.6079	0.0065	0.0033	0.2653	0.0116	0.0004	3.5
1514	245403	0.0491	0.5964	0.0071	0.0085	0.2261	0.0097	0.0001	3.5
1514	245400	0.051	0.5616	0.0064	0.0087	0.2517	0.0109	0.0001	3.9
1513	149612	0.0448	0.5826	0.0057	0.0068	0.2585	0.0147	0.0004	3.2
1513	149610	0.0537	0.5647	0.0066	0.0082	0.2466	0.0136	0	3.5
1512	245373	0.051	0.5857	0.0058	0.0086	0.2512	0.0117	0.0005	2.8
1512	245371	0.0507	0.5571	0.0071	0.0075	0.2447	0.0117	0	4
1511	245353	0.0498	0.5823	0.0065	0.0063	0.2387	0.0109	0.0001	3.5
1510	245352	0.0532	0.5931	0.0065	0.0063	0.2623	0.0112	0.0001	3.8
1509	245339	0.0504	0.564	0.0074	0.0089	0.2599	0.0137	0.0003	2.9
1508	245333	0.0561	0.591	0.0071	0.0073	0.2541	0.0119	0.0003	3.6
1507	245308	0.0514	0.5784	0.0053	0.0046	0.2385	0.0118	0.0001	3.6
1506	245295	0.0456	0.5876	0.0053	0.005	0.2488	0.0095	0.0004	3.6
1506	245294	0.0521	0.6418	0.006	0.0063	0.2718	0.0116	0.0005	2.9

10

20

30

【表 2 - 6】

一連 ID	ヒート ID	C	MN	N	S	SI	P	AL	H, ppm
1504	245287	0.0524	0.5863	0.0055	0.0042	0.2609	0.0127	0.0012	3.6
1503	245274	0.044	0.5684	0.0053	0.0068	0.2509	0.0096	0.0002	3.1
1503	149504	0.0485	0.5695	0.0057	0.0066	0.2449	0.0097	0.0002	3.5
1502	245262	0.0512	0.5974	0.004	0.0088	0.269	0.0091	0.0002	2.8
1502	245261	0.0475	0.579	0.0045	0.0068	0.256	0.0107	0.0008	4
1500	245082	0.052	0.5876	0.0062	0.0106	0.2418	0.0107	0.0003	2.7

40

【 0 0 3 5 】

表 2 - 1 ~ 表 2 - 6 で報告したヒートから、大気圧で窒素レベルが 1 2 0 p p m までになり得ること、水素レベルが 1 . 0、2 . 0 又は 3 . 0 ~ 6 . 5 p p m であることがわかる。更にまた、ヒート 1655 の水素レベル 6 . 9 p p m は図 3 に示すように 1 大気圧より多い、即ち約 1 . 1 5 気圧の鉄静水頭（鑄造溜めの合計圧）を持つものである。

【 0 0 3 6 】

50

遊離窒素は、定期的に熱伝導率(thermal conductivity: "TC")法と対照して調整される発光分析法(optical emission spectrometry: "OES")での分析で測定された。アーク励起及びスパーク励起を用いる発光分析法(OES)は、金属サンプルの化学組成を測定する好適な方法である。この方法は、第一次生産者、鋳物工場、ダイキャスト者及び製造を含む金属製造工業で広範に使われている。分析時間が短く、生来正確であるため、アーク/スパークOESシステムは合金処理の制御に最も有効である。これらの分光計は、金属材料の化学組成が必要な、材料の incoming 検査、金属処理、半完成品及び完成品の品質制御等の多くの適用例を含む、製造サイクルの多くの局面で使うことができる。

#### 【0037】

OESを調整するのに用いられる熱伝導率(Thermal Conductivity: TC)法は、金属、耐火材等の広範な無機材料において窒素並びに酸素を計測できる、マイクロプロセッサベースでソフトウェア制御される機器を用いるのが一般的である。TC法は不活性ガス融合原理を用いる。計量され、高純度のグラファイト坩堝中に置かれたサンプルが、流動するヘリウムガス流の下で酸素、窒素及び水素の放出に十分な温度で融合される。あらゆる形でサンプル中に存在する酸素は坩堝からの炭素と結合して一酸化炭素を形成し、サンプル中にある窒素は窒素分子として除去され、水素は水素ガスとして除去される。

#### 【0038】

TC法において、酸素は赤外線吸収(IR)により計測される。サンプルガスは最初にIRモジュールに入り、CO及びCO<sub>2</sub>検出器を通り、CO又はCO<sub>2</sub>として存在する酸素が検出される。これに続いて、サンプルガスは加熱された希土類酸化銅に通されて、COをCO<sub>2</sub>に、水素を水に変換する。次いで、ガスはIRモジュールに再び入り、全酸素計測のために別個のCO<sub>2</sub>検出器に通される。この構成により、低域及び高域の両方で性能及び正確さが最大にされる。

#### 【0039】

TC法において、窒素を計測するのは、COをCO<sub>2</sub>に、水素を水に変換する加熱した希土類酸化銅に、測定すべきサンプルガスを通すことで行う。次いで、CO<sub>2</sub>及び水は除去されてTCセルで検出されるのを防ぐ。次いで、ガス流を窒素検出のためにTCセルに通す。

#### 【0040】

上記のように、遊離水素は、鋼中水素迅速測定システム(Hydrogen Direct Reading Immersed System: "HydriS" (登録商標)ユニット、ヘレウス・エレクトロナイト社製)で計測される。このユニットは以下のアメリカ特許で記述されていると思われる。アメリカ特許第4,998,432号、第5,518,931号及び第5,820,745号。

#### 【0041】

以上で本発明を図面及び明細書において詳細に説明してきたが、それは説明的性格のものであって限定的性格のものではなく、単に例証的实施例を示しただけであって、本発明の要旨の範囲内のあらゆる変更及び修正の保護も求められていると理解すべきである。本発明の追加特徴は、明細書の記述を考慮することにより当業者には明らかであろう。修正は本発明の要旨及び範囲を逸脱することなく行える。

#### 【図面の簡単な説明】

#### 【0042】

【図1】 実例となるストリップ鋳造装置の概略側面図である。

【図2】 図1に示した鋳造装置の一部の拡大断面図である。

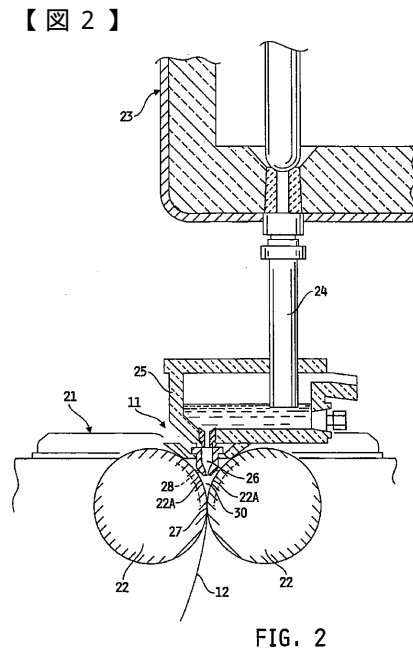
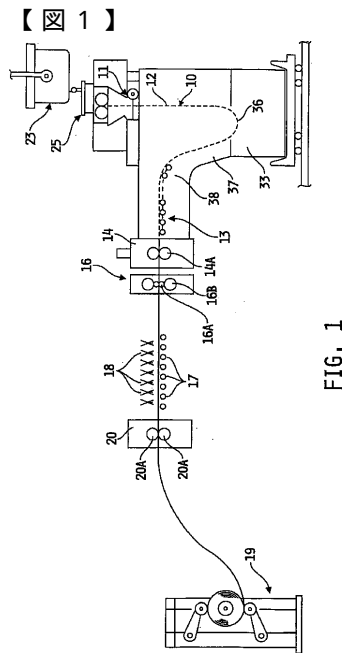
【図3】 鋳造鋼ストリップ用の低炭素鋼における許容可能な窒素レベル及び許容可能な水素レベルを示すグラフである。

10

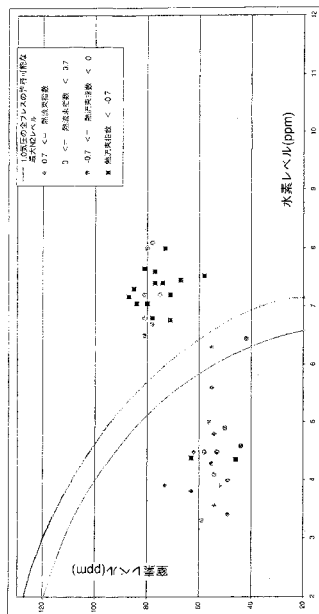
20

30

40



【図 3】



---

フロントページの続き

- (72)発明者 ユージーン ビー プレトリウス  
アメリカ合衆国 2 9 4 6 6 サウスカロライナ州 マウント プレザント チェロキー ローズ  
サークル 1 8 3 1
- (72)発明者 デヴィッド ジェイ ソシンスキ  
アメリカ合衆国 4 6 0 7 5 インディアナ州 ホワइटスタウン イースト 4 0 0 サウス  
4 3 2 1

審査官 川崎 良平

- (56)参考文献 特開2000-042691(JP,A)  
特開2001-321909(JP,A)  
特開平01-083339(JP,A)  
特開2001-220642(JP,A)  
特開2002-348610(JP,A)  
特開平11-179489(JP,A)  
特開平06-047510(JP,A)  
特開平08-290242(JP,A)  
特開2002-105530(JP,A)

(58)調査した分野(Int.Cl., DB名)

B22D 11/00,11/06、11/10,11/16  
C21C 7/10  
C22C 38/00,38/58