

## ⑫特許公報(B2) 昭57-22970

⑤Int.Cl.<sup>3</sup>  
C 21 C 7/10識別記号 庁内整理番号  
7333-4K

②④④公告 昭和57年(1982)5月15日

発明の数 1

(全6頁)

1

2

⑤脱ガス能力、かくはん能力のすぐれた揚動式真空脱ガス方法

①特 願 昭49-65821  
②出 願 昭49(1974)6月10日  
⑤公 開 昭50-157206  
③昭50(1975)12月19日⑦発 明 者 小川晴久  
君津市八重原172⑦発 明 者 内藤俊太  
君津市八重原172⑦出 願 人 新日本製鐵株式會社  
東京都千代田区大手町二丁目6番  
3号

⑦代 理 人 弁理士 谷山輝雄

## ⑦特許請求の範囲

1 真空槽(あるいは取鍋)の昇降周期1を当該揚動式真空脱ガス装置における(真空槽内溶鋼吸上量が最大の時の)溶鋼固有周期+2、-4秒の範囲となるように脱ガス処理を行うことを特徴とする脱ガス能力、かくはん能力のすぐれた揚動式真空脱ガス方法。

## 発明の詳細な説明

本発明は、脱ガス能力、かくはん能力のすぐれた揚動式真空脱ガス方法に関するものである。

従来より、揚動式真空脱ガス(以下DH脱ガスという)装置を用いて極低碳素鋼の溶製がおこなわれて来た。脱ガス後の到達炭素量は、製鋼炉における終点炭素量が低いほど低くなる。しかし、製鋼炉で極端に炭素を下げることは、製鋼炉特に上吹転炉炉材にとつて非常に大きな負担となる。

また、脱ガス後の到達炭素量の限界をさらに減小させれば、極端に低い炭素量を要求される鋼種を低廉に供給することが可能になる。

一方、DH脱ガス処理による脱水素能力が現在以上に向上すれば、水素性欠陥の減少、圧延工程

における脱水素処理の負担軽減等の効果を生む。

同様に、DH脱ガス処理におけるかくはん混合能力が増大すれば、脱ガス処理時間の短縮による処理能力の増加、脱ガス処理中の温度降下が減少することによる製鋼炉への負担軽減等、その波及効果は大きなものがある。

本発明は、これらの問題点を解決したもので、真空槽あるいは取鍋の昇降周期を当該DH脱ガス装置における(真空槽内溶鋼吸上量が最大の時の)溶鋼固有周期+2、-4秒の範囲内に設定して脱ガス処理を行うことを特徴とする脱炭能力、脱水素能力、かくはん能力のすぐれたDH脱ガス処理方法を提供するものである。

以下に、本発明を詳細に説明する。

15 DH脱ガス装置における溶鋼は、固有振動数を持つた減衰自由振動系を形成している。その固有周期(=1/固有振動数)は真空槽の形状によつて異なるが、実測あるいは理論計算により決定できる。

20 実測による場合には、真空槽を上限停止位置から下降させ、下限停止位置で停止させる。(取鍋昇降式の場合は、取鍋を下限から上限まで上昇、停止させる。)これによつて真空槽中には溶鋼が吸上げられるが、真空槽(あるいは取鍋)の停止後も溶鋼吸上量は直ちには一定の値に静止せず、溶鋼の吸上げ排出のくり返しによる振動を形成する。時間と共に減衰するこの振動の周期を固有周期と呼ぶ。

30 溶鋼吸上量の振動は取鍋内溶鋼湯面の上下動として観察され、その周期を測定することにより、当該DH脱ガス装置の固有周期を決定することができる。

新規にDH脱ガス装置を設計する場合には、次の計算式によつて、固有周期を決定できる。通常この固有周期は実用的には8~15秒程度のものが用いられている。

3

$$T = 2\pi \sqrt{\frac{5h + \frac{A_1}{A_0} a}{g(1 + \frac{A_1}{A_2})}}$$

a : 吸上管ノズル部分長さ (m)

A<sub>0</sub>: 吸上管内部断面積 (m<sup>2</sup>)

A<sub>1</sub>: 真空槽内溶鋼表面積 (m<sup>2</sup>)

A<sub>2</sub>: 取鍋内溶鋼表面積 (m<sup>2</sup>)

g : 重力加速度 (= 9.8 m/sec<sup>2</sup>)

h : 取鍋内溶鋼深さ (m)

T : 固有周期 (sec)

実験と理論計算の両面から、真空槽昇降周期が溶鋼固有周期よりも長い場合には、溶鋼吸上量は昇降周期によらずほぼ一定であり、昇降周期が固有周期より短くなると、吸上量が急速に減少することが判明した。

この結果、単位時間吸上量 (= 吸上量 / 昇降周期) は、昇降周期が溶鋼固有周期付近にある時最大になる。昇降周期が固有周期 + 2、- 4 秒の範囲内にあれば、単位時間吸上量は最大時の 80% 以上に保たれる。(第 3 図)

また、単位時間吸上量と脱炭率 (= 処理前 C - 処理後 C) / 処理前 C の関係は第 4 図に示され、単位時間吸上量の増大が脱ガスに有効であることがわかる。ここで、脱ガス中の溶鋼総吸上量は、ほぼ同一である。これは、単位時間吸上量の増大によつて真空槽中の溶鋼の流動、かくはんが激しくなり、脱炭反応が促進するためである。同様の理由から、脱水素能力、脱酸能力の向上もみとめられる。

従来、DH 脱ガス処理において、真空槽 (あるいは取鍋) の昇降は、昇降ストローク 8 の極端に少ない場合は別として、例えば溶鋼固有周期が 10 秒前後の場合でもこれに関係なく周期 15 ~ 30 秒のきわめて長周期でおこなわれていた。

その理由の第一は、昇降における上限、下限の停止時間 6、7 を十分に取つていたため、および昇降速度が遅かつたためである。(第 1 図)

第二に、多くの DH 脱ガス装置においては、高速昇降と停止の間に低速昇降の領域 2、3、4、5 を置いている。

高速 → 低速 → 停止あるいはその逆の指令は、真空槽 (あるいは取鍋) の位置の検出によつて行わ

4

れることが多い。ところが、位置の検出およびそれによる昇降装置の応答においては、応答遅れが避けられない。その結果、昇降の上限における下降低速領域 3、および下限における上昇低速領域 5、2 は設定値に比較して大幅に増大し、場合によっては設定低速領域を零にしても、200 mm にもおよぶ低速領域が発生する。これによつて、たとえ昇降の停止時間 6、7 を廃止し、昇降速度を高速化しても最適昇降周期の得られない場合が起こる。この場合には、昇降制御系の変更により、低速領域を短縮し、あるいは廃止することによつて、最適昇降周期を得ることが可能になる。

一方、実験の結果、昇降周期が同一でも昇降速度が遅く、低速領域が長く、停止時間が短い場合よりも、昇降速度を速く、低速領域を短くして停止時間を長くした場合の方が溶鋼吸上量が增大する。その理由は、真空槽 (あるいは取鍋) の昇降パターン (従属変数: 真空槽あるいは取鍋の位置、独立変数: 時間) をフーリエ級数展開した場合に、零次のフーリエ係数が大きいほど吸上量が增大するためである。この意味からも、昇降の低速領域の縮小には大きな意味がある。

低速領域の幅は、油圧機器への影響等から決定しなければならないが、100 mm 以下におさえなければ、昇降周期短縮、吸上量増大等の効果が顕著に現われない。

これより、昇降周期の増大、低速領域の縮小、および停止時間の短縮によつて昇降周期を溶鋼固有周期 + 2、- 4 秒の範囲内に保ち、かつ昇降パターンのフーリエ級数展開における零次のフーリエ係数が最大となるように停止時間を設定して脱ガス処理を行えば、脱炭率 (= (処理前 C - 処理後 C) / 処理前 C)、脱水素率 (= (処理前 H - 処理後 H) / 処理前 H) が向上し、鋼塊、清浄度も増大する。また、かくはん能力の向上によつて処理時間の短縮がはかられる。

実施例 (イ)

DH 真空脱ガス装置の仕様

溶鋼量 240 ton、真空槽内径 3.5 m、

吸上管内径 700 mm、到達真空度 0.5 mmHg

溶鋼固有周期 11.5 秒

実施例 (ロ)

DH 真空脱ガス装置の仕様

溶鋼量 240 ton、真空槽内径 3.5 m

5

6

吸上管内径 900mm、到達真空度 0.5mmHg  
溶鋼固有周期 8秒

溶鋼量 180ton、真空槽内径 4m  
吸上管内径 600mm、到達真空度 0.5mmHg  
溶鋼固有周期 15秒

実施例 (イ)

DH真空脱ガス装置の仕様

真空槽昇降パターン

	従来法	本発明法 (実施例)		
		(イ)	(ロ)	(ハ)
昇降速度 高速	1.1 m/min	1.3 m/min	1.35 m/min	1.2 m/min
低速	3.5"	5"	7"	4"
上限下降および 下限上昇低速幅 ②, ③	200mm	50mm*	50mm*	50mm*
停止時間 ⑥, ⑦	2秒	0~2秒	0~1秒	0~2秒

\*真空槽停止位置が設定値より流れることを予測した制御方法により実現。

(1)極低炭素鋼の製造

成分系 C ≤ 0.01%, Si ≤ 0.03%,  
Mn 0.20%, P ≤ 0.020%,  
S ≤ 0.010%。

		吹出 C	DH後 C	昇降ストローク	昇降周期
本 発 明 法 ( 実 施 例 )	イ	1.7 × 10 <sup>-2</sup> %	0.3 × 10 <sup>-2</sup> %	900mm	13秒
		3.9	0.6	1040	13.5
		2.8	0.3	750	11
		2.3	0.3	760	12
		2.5	0.4	610	10
	ロ	2.4	0.4	870	9.5
		3.5	0.7	900	10
		2.7	0.4	750	9
		1.9	0.3	850	9.5
		2.8	0.4	950	10
	ハ	4.0	0.6	900	15
		2.3	0.3	650	14
		3.6	0.4	850	15
		2.5	0.3	800	15
		2.0	0.5	1050	16
従 来 法	1.8	0.6	730	17	
	2.8	0.8	940	19	
	4.1	0.6	930	19	
	3.9	0.7	850	18	

## (2)中炭鋼の脱水素能力、脱酸能力の比較

鋼種A C 0.17%、Si 0.30%、Mn 1.50%、P ≤ 0.020%、S ≤ 0.010%。

" B C 0.10%、Si 0.04%、Mn 0.40%、P ≤ 0.030%、S ≤ 0.020%。

" C C ≤ 0.01%、Si ≤ 0.03%、Mn 0.20%、P ≤ 0.020%、S ≤ 0.010%。

鋼種	実施方法	ストロー ク mm	昇降周期 sec	DH処理前		処理後 Oppm	H ppm		
				C × 10 <sup>-2</sup> %	O ppm		処理前	処理後	
A	本 発(実 施例) 法	(1)	700	11	17.5	280	36	6.0	2.0
			950	13	18.2	420	50	4.7	1.4
			630	10	16.3	350	27	5.7	1.8
		(2)	870	9.5	18.4	360	29	5.4	1.9
			900	10	18.0	450	32	4.8	1.3
			750	9	16.8	300	46	6.2	2.2
		(3)	900	15	17.5	260	37	4.3	2.1
			650	14	18.2	320	30	5.9	1.9
			1050	16	17.0	350	52	4.8	1.7
	従来例	820	18	16.7	410	75	4.6	3.2	
		600	16	16.5	270	50	4.8	2.3	
		920	19	17.3	270	60	5.8	2.4	
B	本 発(実 施例) 法	(1)	800	12	9.0	370	42	3.4	1.9
			750	11	10.3	250	33	4.2	1.3
			1020	13	10.7	400	35	4.8	1.5
		(2)	950	10	11.1	300	36	4.1	1.4
			850	9.5	10.6	280	40	4.3	1.8
			750	9	9.3	350	39	3.8	1.8
		(3)	1050	16	10.5	320	42	4.3	1.3
			700	14	9.9	380	38	4.5	1.7
			830	15	9.8	410	33	3.9	1.3
	従来例	760	17	11.2	350	64	4.6	2.9	
		780	18	10.5	300	68	4.2	2.3	
		880	19	9.7	410	55	4.5	2.1	
C	本 発(実 施例) 法	(1)	900	13	1.7	1250	47	4.0	1.8
			760	12	2.3	1030	52	3.2	1.7
			610	10	2.5	980	39	4.3	1.6
		(2)	870	9.5	2.4	1050	48	3.8	1.6
			900	10	3.5	770	55	4.2	2.0
			750	9	2.7	900	41	3.5	1.9
		(3)	900	15	4.0	730	50	4.1	2.1
			650	14	2.3	1100	52	4.5	1.8
			850	15	3.6	850	39	3.6	1.4
	従来例	730	17	1.8	1310	63	4.8	2.3	
		940	19	2.8	1050	58	4.0	2.7	
		930	19	4.1	680	65	3.0	1.8	

(3)かくはん能力の比較

DH脱ガス処理中に、真空槽中に合金鉄(Fe-V)を投入し、取鍋中に混合する速度を比較した。

その結果、完全混合に要する真空槽昇降回数は、従来法、発明法ともほぼ同一であり、昇降周期の5短かい発明法の方が、混合に要する時間が短くなる。

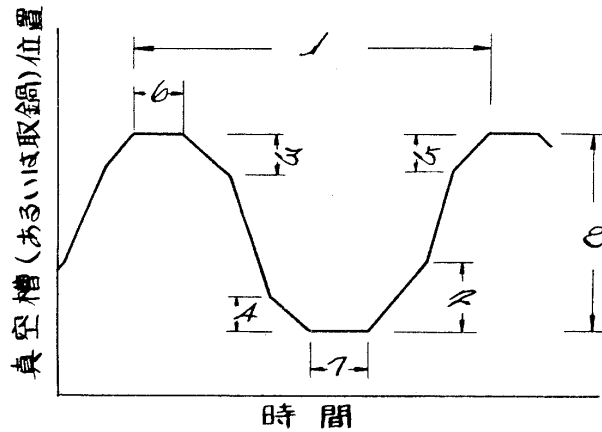
図面の簡単な説明

第1図は真空槽(あるいは取鍋)昇降の簡単な説明図、第2図はDH脱ガス装置の簡単な説明図、10

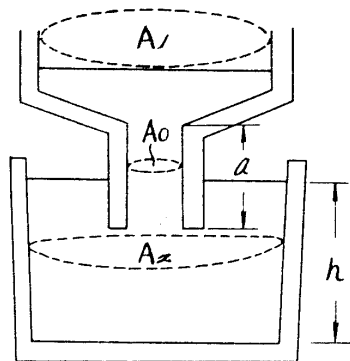
第3図は250 ton DH脱ガス装置における昇降周期と単位時間吸上量の関係である。第4図は単位時間吸上量と脱炭率の関係を、実施例にもとずいてグラフにしたものである。

1:昇降周期、2, 3, 4, 5:高速上昇と停止間の低速領域、6:上限停止時間、7:下限停止時間、8:昇降ストローク、a:吸上管ノズル部分長さ、A<sub>0</sub>:吸上管内部断面積、A<sub>1</sub>:真空槽内容鋼表面積、A<sub>2</sub>:取鍋内容鋼表面積、h:取鍋内容鋼深さ。

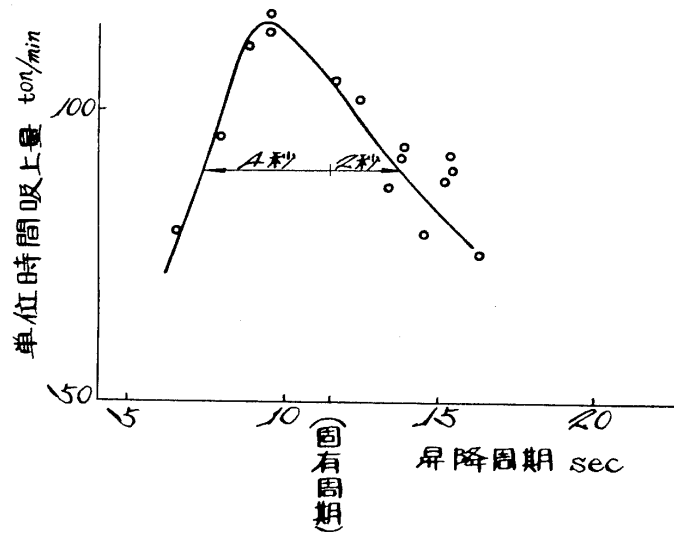
第1図



第2図



第3図



第4図

