

(12) 特許協力条約に基づいて公開された国際出願

(19) 世界知的所有権機関
国際事務局

(43) 国際公開日
2016年8月11日(11.08.2016)



(10) 国際公開番号

WO 2016/125727 A1

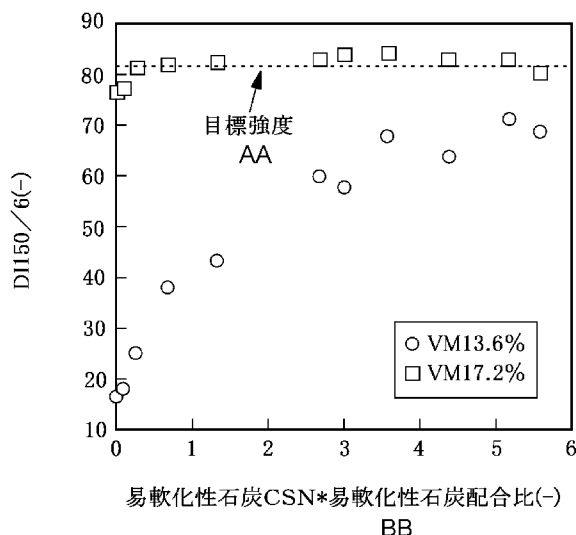
- (51) 国際特許分類:
C10B 53/08 (2006.01)
- (21) 国際出願番号: PCT/JP2016/052875
- (22) 国際出願日: 2016年2月1日(01.02.2016)
- (25) 国際出願の言語: 日本語
- (26) 国際公開の言語: 日本語
- (30) 優先権データ:
特願 2015-021695 2015年2月6日(06.02.2015) JP
- (71) 出願人: J F E スチール株式会社 (JFE STEEL CORPORATION) [JP/JP]; 〒1000011 東京都千代田区内幸町二丁目2番3号 Tokyo (JP).
- (72) 発明者: 藤本 英和 (FUJIMOTO Hidekazu); 〒1000011 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 知的財産部内 Tokyo (JP). 庵屋敷 孝思 (ANYASHIKI Takashi); 〒1000011 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 知的財産部内 Tokyo (JP). 塩沢 亨 (SHIOZAWA Toru); 〒1000011 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 知的財産部内 Tokyo (JP).
- (74) 代理人: 特許業務法人銀座マロニエ特許事務所 (GINZA MARONIE P.C.); 〒1040061 東京都中央区銀座2丁目8番9号木挽館銀座ビル Tokyo (JP).
- (81) 指定国 (表示のない限り、全ての種類の国内保護が可能): AE, AG, AL, AM, AO, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BH, BN, BR, BW, BY, BZ, CA, CH, CL, CN, CO, CR, CU, CZ, DE, DK, DM, DO, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, GT, HN, HR, HU, ID, IL, IN, IR, IS, JP, KE, KG, KN, KP, KR, KZ, LA, LC, LK, LR, LS, LU, LY, MA, MD, ME, MG, MK, MN, MW, MX, MY, MZ, NA, NG, NI, NO, NZ, OM, PA, PE, PG, PH, PL, PT, QA, RO, RS, RU, RW, SA, SC, SD, SE, SG, SK, SL, SM, ST, SV, SY, TH, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA, UG, US, UZ, VC, VN, ZA, ZM, ZW.
- (84) 指定国 (表示のない限り、全ての種類の広域保護が可能): ARIPO (BW, GH, GM, KE, LR, LS, MW, MZ, NA, RW, SD, SL, ST, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), ユーラシア (AM, AZ, BY, KG, KZ, RU, TJ, TM), ヨーロッパ (AL, AT, BE, BG, CH, CY, CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR, GB, GR, HR, HU, IE, IS, IT, LT, LU, LV, MC, MK, MT, NL, NO, PL, PT, RO, RS, SE, SI, SK, SM, TR), OAPI (BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GQ, GW, KM, ML, MR, NE, SN, TD, TG).

添付公開書類:

— 国際調査報告 (条約第21条(3))

(54) Title: FERROCOKE MANUFACTURING METHOD

(54) 発明の名称: フェロコークスの製造方法



AA Target strength

BB Easily softening coal CSN * easily softening coal blend ratio (-)

blend ratio in the total coal of the easily softening coal is in the range of 5.0 or less.

(57) 要約:

(57) Abstract: [Problem] To propose an effective ferrocoke manufacturing method for manufacturing high strength ferrocoke without causing fusion between moldings. [Solution] In a method for manufacturing ferrocoke by molding a mixture of coal and iron ore and dry-distilling, a difficult-to-soften coal with a button index (CSN) of 2.0 or less is used for the coal. In a favorable example, the coal is a blended coal of a difficult-to-soften coal and an easily softening coal, wherein the difficult-to-soften coal is a coal with a button index (CSN) of 1.0 and a volatile matter content of at least 17% and the easily softening coal is a coal for which the product of multiplying the CSN and the blend ratio in the total coal of the easily softening coal is in the range of 0.3-5.2. In another favorable example, the coal is a blended coal of a difficult-to-soften coal and an easily softening coal, wherein the difficult-to-soften coal is a coal with a button index (CSN) of 1.5-2.0 and the easily softening coal is a coal for which the product of multiplying the CSN and the

[続葉有]

WO 2016/125727 A1



【課題】成型物どうしの融着を招くことなく高強度のフェロークスを製造する有効なフェロークス製造方法を提案する。【解決手段】石炭と鉄鉱石との混合物を成型し乾留してフェロークスを製造する方法において、石炭として、ボタン指数（CSN）が2.0以下の難軟化性石炭を使用する。また、好適例として、石炭を難軟化性石炭と易軟化性石炭との配合炭とし、かつ難軟化性石炭はボタン指数（CSN）が1.0でありかつ揮発分が17%以上の石炭であり、易軟化性石炭は易軟化性石炭のCSNと全石炭中の配合比を乗じた値が0.3～5.2の範囲の石炭とする。さらに、好適例として、石炭を難軟化性石炭と易軟化性石炭との配合炭とし、難軟化性石炭はボタン指数（CSN）が1.5～2.0の石炭であり、かつ易軟化性石炭は易軟化性石炭のCSNと全石炭中の配合比を乗じた値が5.0以下の範囲の石炭とする。

明 細 書

発明の名称：フェロコークスの製造方法

技術分野

[0001] 本発明は、石炭と鉄鉱石との混合物を乾留することによって得られるフェロコークスの製造方法に関する。

背景技術

[0002] 近年、高炉の操業は、地球環境への配慮から炉内での還元反応の向上を図ることが強く求められており、その一環として、石炭と鉄鉱石との混合物を成型し乾留して得られるフェロコークスの使用が注目されている。

[0003] かかるフェロコークスは、一般には石炭乾留中に軟化熔融性を示す易軟化性石炭（粘結炭、強粘結炭）や成型物どうしの融着を抑制する難軟化性石炭（非微粘結炭、非粘結炭）を用いて製造される。上記難軟化性石炭とは、J I S M 8 8 0 1 に記述されているギーセラープラストメーターによる測定で最高流動度が2 d d p m未満のものである。また、フェロコークスは、反応性に優れることは重要であるが、高炉内で容易に粉化してしまうと高炉内での通気性の悪化を招くため、ある程度の強度が必要とされている。一般的には、石炭と鉄鉱石の配合比率を、7：3程度とすることが多く、鉄鉱石の比率がそれ以下となるとフェロコークスの反応性が低下する傾向があり、一方それ以上としても反応性の向上が小さくまたフェロコークス強度が大幅に低下する傾向がある。強度に関しては、例えば、独立行政法人新エネルギー・産業技術総合開発機構で2006年度から実施された「革新的製鉄プロセスに関する研究」では、目標とするフェロコークスのドラム強度（150回転6mm指数）が82以上と定義されている。

[0004] 従来、このようなフェロコークスの一例として、特許文献1は、揮発分18mass%以下の半無煙炭および／または無煙炭を配合し、フェロコークスの融着抑止と強度維持のための粒度調製法について開示している。また、特許文献2には、難軟化性石炭（特許文献2において非粘結炭、粘結性のな

い石炭と記述)の配合に当たり、鉄鉱石中のFeとOとの比率に基づき、非粘結炭の配合比率を定めることが開示されている。さらに、特許文献3には、鉄源として砂鉄を使用し、砂鉄の配合率に応じて非粘結炭の配合比率を決定することが開示されている。これらの文献に開示されたフェロコークスは、いずれも、粘結性のない石炭を最高流動度の値が0 d d p mの物質、例えば、非粘結炭や褐炭、無煙炭、石油コークス類、石炭などを原料としている。

[0005] このように、従来のフェロコークスは、主として粘結性のない石炭など(最高流動度の値が0 d d p mの物質、例えば、非粘結炭、褐炭、無煙炭、石油コークス類、石炭)を原料としている。しかし、最高流動度(以下、「MF」と略記する)の値が0 d d p mの石炭の中には、J I S M 8801に記載のボタン指数(以下、「CSN」と略記する)評価では、僅かに膨張する石炭も存在しており、MFが0 d d p mの石炭の中にもフェロコークス強度をより向上させる石炭が存在しているのではないかと考えられる。なお上記のCSNは、供試料を専用のるつぼに入れて820℃で急速加熱し、再固化後のコークスケーキの形状を標準輪郭図と比較して当て嵌め、1、1.5、2・・・、9などの離散値の指数で示したものである。その値が小さいほど粘結性に乏しいとされる。

[0006] 前記ボタン指数(CSN)に関しては、フェロコークスではなく成型コークスの製造に関する従来技術として、例えば、特許文献4に開示された技術がある。この文献の実施例では、CSNが0.5の劣質炭を配合した例が開示されている。また、特許文献5や6では、CSNが0～1の非粘結炭や微粘結炭を配合した例が開示されている。そして、特許文献7では、CSNが0～1の非粘結炭や微粘結炭およびCSNが1.5の微粘結炭を配合した例が開示されているが、CSNが1.5の微粘結炭を配合したケースでは成型コークス強度は低い。

[0007] 一般に、成型コークスは原料の全てがカーボン原料で構成されているが、石炭と性質の異なる鉄鉱石を含有するフェロコークスの場合は、鉄鉱石には

フェロコークスとして焼成された際に強度を付与する機能がないため、カーボン原料としてMFが0 d d p mより大きくかつCSNが0以上の石炭の使用が、好ましいと考えられる。しかし、フェロコークスの原料配合に関しては、従来、特許文献2や3のように、配合比率に関する記載はあるものの、その性状（MF、CSN）まで検討したものは見当たらないのが実情である。

先行技術文献

特許文献

- [0008] 特許文献1：特許第5017969号明細書
特許文献2：特許第4892929号明細書
特許文献3：特許第4892930号明細書
特許文献4：特公昭57-80481号公報
特許文献5：特公昭62-45914号公報
特許文献6：特公昭59-8313号公報
特許文献7：特公昭52-20481号公報

発明の概要

発明が解決しようとする課題

- [0009] フェロコークスは、一般に、石炭の如きカーボン原料と鉄源である鉄鉱石との混合原料の成型物を専用の豎型炉で乾留して製造される。そして、このフェロコークスに対しては、高反応性で高強度のものが求められる。フェロコークスの高反応性化を図るためには、鉄鉱石あるいは炭素含有率の低い易軟化性石炭の配合を増すことが考えられるが、鉄鉱石の増配合はフェロコークスの強度の低下を招きやすいため、炭素含有率の低い易軟化性石炭を使用することの方が強度の低下も小さくなりより好ましいと考えられる。一方、炭素含有率の低い易軟化性石炭は、揮発分が高いためにフェロコークスの気孔率が上昇するおそれがあり、炭素含有率の高い石炭に比較して強度低下を招く虞が高いという問題がある。

[0010] その問題解決のためには、豎型乾留炉内での成型物どうしの融着を抑制することを目的として配合される難軟化性石炭についても、フェロコークス強度を改善するような石炭を使用する必要がある。一般に、成型物どうしの融着は、膨張し易い石炭もしくは収縮量の小さい石炭を多く配合した場合に発生し易いことが知られている。従って、フェロコークスの高強度化には、ある程度は膨張すると共に収縮量の小さい石炭を選択使用する必要がある、易軟化性石炭の選択と同様に難軟化性石炭の選択は重要である。

[0011] 本発明の目的は、成型物どうしの融着を招くことなく高強度のフェロコークスを製造するために有効な方法を提案することにある。

課題を解決するための手段

[0012] 前述した従来技術が抱えている課題について鋭意検討を重ねた結果、発明者らは、フェロコークス製造用原料である石炭として難軟化性石炭のボタン指数を好適な範囲にすれば、成型物どうしの融着を招くことなくフェロコークスの強度を高めることができることを突き止めて、本発明を開発した。さらに、難軟化性石炭の性状に応じて、易軟化性石炭の性状と配合量を適正にすることでも同様の結果を得ることができることを見出し、より広い範囲での原料選択を可能にすることができるようになった。

[0013] 即ち、本発明は、石炭と鉄鉱石との混合物を成型し乾留してフェロコークスを製造する方法において、前記石炭として、ボタン指数（CSN）が2.0以下の難軟化性石炭を使用することを特徴とするフェロコークスの製造方法にある。

[0014] また、本発明のフェロコークスの製造方法は：

（1）前記石炭として、ボタン指数（CSN）が1.5～2.0の難軟化性石炭を使用すること；

（2）前記石炭を難軟化性石炭と易軟化性石炭との配合炭とし、かつ該難軟化性石炭はボタン指数（CSN）が1.0でありかつ揮発分が17%以上の石炭であり、該易軟化性石炭は該易軟化性石炭のCSNと全石炭中の配合比を乗じた値が0.3～5.2の範囲にあること；

(3) 前記易軟化性石炭の全石炭中の配合比が0.8以下であること；および

(4) 前記石炭を難軟化性石炭と易軟化性石炭との配合炭とし、該難軟化性石炭はボタン指数(CSN)が1.5～2.0の石炭であり、かつ該易軟化性石炭は該易軟化性石炭のCSNと全石炭中の配合比を乗じた値が5.0以下の範囲にあること；

がより好ましい解決手段となるものと考えられる。

発明の効果

[0015] 前述のように構成することで、本発明によれば、難軟化性石炭のみを使用しても必要とされる強度のフェロコークスを製造することができ、また、難軟化性石炭の性状に応じて易軟化性石炭を選択することで、より広い範囲での石炭の選択が可能となり、易軟化性石炭として炭素含有率が低い価格の安い石炭を使用しても、高い強度のフェロコークスの製造が可能になる。また、本発明を適用して、炭素含有率の低い石炭を用いることができれば、より高反応性なフェロコークスを得ることができ、高炉の低還元材比操業に大きく寄与する。

図面の簡単な説明

[0016] [図1]ボタン指数(CSN)：1.0の難軟化性石炭を用いた場合の乾留後強度に及ぼす易軟化性石炭CSNと易軟化性石炭配合比との関係を示すグラフである。

[図2]ボタン指数(CSN)：1.5、2.0の難軟化性石炭を用いた場合の乾留後強度に及ぼす易軟化性石炭CSNと易軟化性石炭配合比との関係を示すグラフである。

[図3]融着したフェロコークスの外観写真を示す図である。

[図4]融着率に及ぼす難軟化性石炭のCSNの影響を示す図である。

[図5]豎型乾留炉の概略図である。

[図6]豎型乾留炉内のヒートパターンを示すグラフである。

[図7]フェロコークス強度の経時変化を示すグラフである。

発明を実施するための形態

- [0017] 本発明は、たとえ劣質な石炭を使用したとしても、強度の低下を招くようなことなく、高強度で高反応性のフェロコークスを製造する方法である。即ち、この方法は、石炭と鉄鉱石との混合物を成型したのち乾留してフェロコークスを製造する際に、難軟化性石炭として、ボタン指数（CSN）が2.0以下の性状を示す石炭を用いることに特徴がある。本発明において難軟化性石炭のボタン指数（CSN）を2.0以下に限定したのは、CSN値が2.0を超える石炭の場合、該難軟化性石炭と鉄鉱石（難軟化性石炭と鉄鉱石の混合重量に対する鉄鉱石の重量割合：30mass%の場合）その成型物を乾留すると、成型物どうしの融着が不可避に発生し、難軟化性石炭添加による融着抑止の効果が得られないからである。
- [0018] また、難軟化性石炭のボタン指数（CSN）の下限については特に限定しないが、難軟化性石炭のボタン指数（CSN）が1.0の場合、後述する実施例から明らかなように、難軟化性石炭の揮発分によっては目標強度を達成できない場合があるので、難軟化性石炭のボタン指数（CSN）を1.5～2.0とすることが好ましい。
- [0019] さらに、石炭を難軟化性石炭と易軟化性石炭との配合炭とし、難軟化性石炭はボタン指数（CSN）が1.5～2.0の石炭とした、本発明の例において、易軟化性石炭は該易軟化性石炭のCSNと全石炭中の配合比を乗じた値が5.0以下の範囲にあることが好適である。さらにまた、石炭を難軟化性石炭と易軟化性石炭との配合炭とし、かつ該難軟化性石炭はボタン指数（CSN）が1.0の石炭とした、本発明の例において、難軟化性石炭の揮発分が17%以上の石炭であり、該易軟化性石炭は該易軟化性石炭のCSNと全石炭中の配合比を乗じた値が0.3～5.2の範囲にあることが好適である。なお、揮発分はJIS M 8812に従い測定し、無灰無水ベースで表示している。

実施例

- [0020] 以下、実施例により、難軟化性石炭および易軟化性石炭との配合炭を使用

した、上記好適例について説明する。

[0021] この実験は、下記の手順に従って行った。難軟化性石炭および易軟化性石炭の各 C S N（C S N の変化に伴い炭素含有率や M F は変化している）を変えて製造した成型物の乾留後強度（フェロコックス強度）の評価を行った。難軟化性石炭および易軟化性石炭は、それぞれ複数銘柄の石炭を所定の C S N や炭素含有率となるように配合した。使用した石炭の品位については、表 1 に易軟化性石炭の品位を示し、表 2 に難軟化性石炭の品位を示した。鉄鉱石は全鉄含有率 57 mass % のものを使用した。石炭、鉄鉱石の粉砕粒度はともに全量 3 mm 以下である。また、表 2 中最高流動度 M F は、ギーセラープラストメーターにより測定した。M F の低い範囲は感度が低い。このため、本件の難軟化性炭の M F 測定では、それぞれ測定を 5 回行い、その平均値を M F 値として求めた。

[0022] [表1]

銘柄	C S N (－)	M F (d d p m)	灰分 (%)
A	2. 5	3 0	2 1. 5
B	3. 0	4	9. 7
C	3. 5	2	1 8. 1
D	4. 5	3 3	8. 8
E	5. 0	2 9	8. 0
F	5. 5	8 2	7. 8
G	6. 0	8 1	8. 9
H	6. 5	8 5	7. 3
I	7. 0	2	8. 8

[0023]

[表2]

銘柄	MF (d d p m)	C S N (-)	VM (%)	灰分 (%)
J	0. 0 0	1. 0	1 2. 5	1 2. 7
K	0. 0 0	1. 0	1 4. 6	1 0. 8
L	0. 6 0	1. 0	1 7. 2	1 0. 9
M	0. 4 0	1. 0	1 7. 2	1 1. 3
N	1. 0 0	1. 5	1 7. 4	9. 9
O	0. 8 0	1. 5	2 7. 5	2 2. 5
P	1. 4 0	2. 0	2 2. 2	1 0. 4
Q	1. 6 0	2. 0	2 3. 6	1 5. 2
R	1. 6 0	2. 5	2 5. 5	1 1. 1
S	1. 8 0	2. 5	2 6. 5	1 4. 5
T	1. 8 0	3. 0	2 6. 5	9. 7
U	1. 8 0	3. 0	2 5. 5	1 0. 7

[0024] なお、前記の成型処理は以下の方法で実施した。即ち、石炭、鉄鉱石、バインダーの配合率がそれぞれ全原料重量に対し65.8mass%、28.2mass%、6mass%となるように混合した。石炭については、易軟化性石炭と難軟化性石炭との2種配合である。混合原料は、高速ミキサーにて140～160℃で約2分間混練し、その混練した原料をダブルロール型成型機にてブリケットとした。ロールのサイズは、直径650mm×幅104mmとし、周速0.2m/s、線圧4t/cmで成型した。成型物のサイズは30mm×25mm×18mm(6cc)で形状は卵型である。

[0025] 次に、前述のようにして得られた成型物は、以下のラボスケールでの乾留手法に従い乾留した。即ち、縦横300mm、高さ400mmの乾留缶に成型物を3kg充填し、炉壁温度1000℃で6時間保持した後、窒素中で冷却した。そして、室温まで冷却した乾留物を採取し、強度測定および融着率の評価を行った。強度の評価は、ドラム強度(DI¹⁵⁰)にて行った。なお、このDI¹⁵⁰は、JIS K2151の回転強度試験法により15rpm

、 150回転の条件で粒径6mm以上のコークスの質量割合を測定した値である。目標強度は82以上とした。融着率は、乾留物全重量に対する融着物の重量百分率にて評価した。

[0026] <実施例1：配合炭における難軟化性石炭のCSNおよび揮発分と易軟化性石炭の性状との好適例について>

前記実験の結果について、易軟化性石炭のCSNと石炭全重量に対する易軟化性石炭重量の割合を乗じた値に対するフェロコークス強度をプロットしたグラフを図1に示す。難軟化性石炭にはCSNが1.0の石炭で揮発分13.6%および17.2%を用いた。上掲の表2には難軟化性石炭の銘柄J、KにCSN1.0の石炭が2種類記載されているが、揮発分13.6%の場合は銘柄J、Kを、また、揮発分17.2%の場合は銘柄L、Mをそれぞれ50mass%ずつの配合とした。

[0027] 表3に、図1のグラフのデータとして、前記難軟化性石炭に配合した易軟化性石炭の配合条件、易軟化性石炭のCSNと石炭全重量に対する易軟化性石炭重量の割合を乗じた値、および難軟化性石炭のCSNが1.0の石炭と組み合わせた配合炭から得たフェロコークスの強度を示す。いずれの易軟化性石炭を用いても難軟化性石炭のCSNが1.0で揮発分13.6%の場合は、特許文献に示されている実施例とは異なり、乾留後強度が目標強度を大幅に下回ることがわかった。フェロコークスは、炭素成分と全く相溶性のない鉄鉱石を含有するものであるため、ほとんど軟化溶解せず膨張性を示さない難軟化性石炭を配合すると、該フェロコークス強度が大幅に低下し易いと考えられる。

[0028] 図1において横軸の値が0の場合のプロットは、難軟化性石炭のみの配合結果を示すが、揮発分13.6%の場合は、強度が大幅に低下している。一方、揮発分17.2%の場合は、そのみの配合において強度が目標近くであることがわかる。易軟化性石炭の配合比が0.1～0.8の場合において、易軟化性石炭のCSNと易軟化性石炭重量の配合比を乗じた値が0.3～5.2において目標強度を上回ることがわかった。揮発分17.2%の場合

もCSNが1.0で膨張性が低いと考えられるが、強粘結炭より少し炭化が進んだ状態の石炭のため、揮発分13.6%に比較して加熱に伴う炭素構造の緩和が起こりやすい。このため、本試験のように（実機のシャフト炉においても急速加熱条件）急速加熱の乾留条件では、僅かに軟化したと推察され、目標強度を上回る範囲が認められた。なお、易軟化性石炭のCSNと易軟化性石炭重量の配合比を乗じた値に最適範囲が存在するのは、値が小さいと石炭の膨張が小さく粒子間接着が低下により、また、値が大きいと乾留物の膨れに伴う気孔率の増加により乾留後強度が低下するからと考えられる。

[0029] [表3]

易軟化性石炭配合条件				DI150/6(-)	
使用銘柄	CSN	配合比	CSN*配合比	VM13.6%	VM17.2%
-	-	0	0	16.0	76.0
A	2.5	0.05	0.13	18.0	77.0
B	3.0	0.1	0.30	25.1	82.0
C	3.5	0.2	0.70	38.0	82.0
D	4.5	0.3	1.35	43.2	82.6
D	4.5	0.6	2.70	60.0	83.2
E	5.0	0.6	3.00	58.0	84.0
F	5.5	0.8	4.40	64.0	83.5
G	6.0	0.6	3.60	68.0	84.5
H	6.5	0.8	5.20	71.0	83.0
I	7.0	0.8	5.60	69.0	80.0

[0030] <実施例2：配合炭における難軟化性石炭のCSNと易軟化性石炭の性状との好適例について>

次に、難軟化性石炭のCSNが1.5および2.0の石炭について検討した。即ち、表2に示すとおり、CSN1.5の石炭N、OおよびCSN2.0の石炭P、Qをそれぞれ50mass%ずつ配合したものについて検討した。その検討結果について、表4に、前記難軟化性石炭に配合した易軟化性石炭の配合条件、易軟化性石炭のCSNと石炭全重量に対する易軟化性石炭

重量の割合を乗じた値、および難軟化性石炭のCSNが1.5および2.0の石炭と組み合わせた配合炭から得たフェロコークスの強度を示す。そして、この表4の結果に基づき、易軟化性石炭のCSNと石炭全重量に対する易軟化性石炭重量の割合を乗じた値に対するフェロコークス強度をプロットしたグラフを図2に示す。

[0031] [表4]

易軟化性石炭配合条件				DI150/6(-)	
使用銘柄	CSN	配合比	CSN*配合比	難軟化性石炭 CSN:1.5	難軟化性石炭 CSN:2.0
-	-	0	0	82.0	82.0
A	2.5	0.1	0.25	82.1	82.4
A	2.5	0.2	0.50	82.1	82.0
B	3.0	0.2	0.60	82.3	83.3
C	3.5	0.8	2.80	84.1	84.3
D	4.5	0.4	1.80	83.8	83.0
D	4.5	0.8	3.60	85.6	85.0
E	5.0	0.4	2.00	82.4	82.0
E	5.0	0.8	4.00	84.5	85.5
F	5.5	0.6	3.30	84.5	85.8
F	5.5	0.8	4.40	84.6	84.1
G	6.0	0.6	3.60	84.0	84.1
G	6.0	0.8	4.80	83.3	82.2
H	6.5	0.2	1.30	82.5	83.0
H	6.5	0.8	5.20	81.7	81.8
I	7.0	0.4	2.80	84.6	84.0
I	7.0	0.6	4.20	83.1	84.0

[0032] 表4および図2に示す結果から、易軟化性石炭の配合比が0.8以下の場合において、易軟化性石炭のCSNと易軟化性石炭重量の配合比を乗じた値のどの範囲でも、図1に示す難軟化性石炭のCSNが1.0の場合よりも高い強度が得られることがわかった。また、易軟化性石炭のCSNと易軟化性石炭重量の配合比を乗じた値が5.0以下の範囲で目標強度以上となること

もわかった。なお、易軟化性石炭のCSNと易軟化性石炭重量の配合比を乗じた値に最適範囲が存在するのは、値が大きいと乾留物の膨れに伴う気孔率の増加により乾留後強度が低下するからと考えられる。

[0033] <実施例3：配合炭における難軟化性石炭のCSNの好適例について>

難軟化性石炭のCSNが2.5の場合については、乾留物の融着のおそれが発生する。図3に融着した例の写真を示す。表5および図4は、難軟化性石炭のCSNが2.0と2.5の2種類について、易軟化性石炭のCSNと易軟化性石炭重量の配合比を乗じた値に対するラボスケールで乾留したときの融着試験の結果を示したものである。表2には難軟化性石炭のP、QとしてCSN：2.5の石炭が2種類記載されているが、この試験ではこれらをそれぞれ50mass%ずつ配合した。図4に示す結果から、難軟化性石炭のCSNが2.0の場合は融着率は10%以下となっていることがわかる。一方、難軟化性石炭のCSNが2.5の場合は、融着率が概ね20%以上となっていることがわかる。なお、ここで、「融着率」とは、製造したフェロコークス質量のうち図4に示すように融着したフェロコークスの質量割合のことをいう。

[0034]

[表5]

易軟化性石炭配合条件				融着率 (%)	
使用銘柄	CSN	配合比	CSN*配合比	難軟化性石炭 CSN:2.0	難軟化性石炭 CSN:2.5
A	2.5	0.2	0.5	3.0	12.0
A	2.5	0.6	1.5	3.0	14.0
B	3.0	0.8	2.4	6.1	15.8
D	4.5	0.8	3.6	7.1	20.5
E	5.0	0.8	4.0	8.2	22.0
F	5.5	0.2	1.1	5.3	15.0
F	5.5	0.6	3.3	4.0	19.0
G	6.0	0.2	1.2	6.1	17.0
G	6.0	0.8	4.8	7.0	20.0
H	6.5	0.8	5.2	8.7	25.0
I	7.0	0.4	2.8	5.0	16.0
I	7.0	0.8	5.6	8.8	33.0

[0035] 前記の乾留試験は、成型物が固定された状態（固定層）で乾留したものである。この点、連続製造の場合は、豎型炉のように炉の上部から成型物を投入しながら炉下部より乾留物を連続的に排出する連続式となる。一般に固定層による乾留の方が連続式より融着しやすいと考えられる。次に、発明者らは、固定層による乾留と連続式乾留について融着率の違いを評価するために、連続式豎型乾留ベンチプラントにて炉内融着に伴う排出不良が起きた成型物をラボスケールの乾留炉で試験した。この乾留試験において10%以上の融着率を示す成型物は、連続式乾留炉で炉内融着に伴う排出不良が発生した。図4の点線は、連続式乾留炉で排出不良となる融着率の下限値を示す。難軟化性石炭のCSNが2.5の場合、連続式乾留では融着の恐れが大きいことがわかり、難軟化性石炭のCSNの上限は2.0と判明した。

[0036] <実施例4：その他の好適例について>

この実施例では、石炭、鉄鉱石、バインダーの配合率がそれぞれ全原料重量に対し65.8mass%、28.2mass%、6mass%となるよ

うに混合した。易軟化性石炭として表 1 の A 炭を難軟化性石炭として表 2 の O 炭を用いた。易軟化性石炭と難軟化性石炭の配合比は $1/9$ および $7/3$ とした。すなわち、易軟化性石炭の C S N と石炭全重量に対する易軟化性石炭重量の割合を乗じた値は、 $1/9$ のケースでは、A 炭の C S N 2.5 に易軟化性石炭の配合比 0.1 を乗じると 0.25 が得られる。また、 $7/3$ のケースでは、A 炭の C S N 2.5 に易軟化性石炭の配合比 0.7 を乗じると 1.75 が得られる。

[0037] 乾留試験には図 5 に示す 0.3 t / d 型乾留炉を用いた。寸法は径 0.25 m X 高さ 3 m の SUS 製で発生ガスの冷却設備を備えた連続向流式炉である。炉頂より炉下部冷却帯に向かって反応管中心に約 10 ~ 20 cm 間隔で熱電対を設置し、所定のヒートパターンとなるように加熱条件を決定した。本実施例では上段電気炉 700℃、下段電気炉 850℃に設定し、さらに炉下より 850℃の高温ガスを流量 60 L / 分で流通させた。図 6 に下段電気炉および高温ガスの温度を 850℃に設定した場合のヒートパターンを示す。反応管中心の最高到達温度は、852℃であり、その温度における保持時間は約 60 分である。二重弁を通してグリーンブリケットを炉頂より炉内へ投入し、炉下部からは乾留されたフェロコークスが連続的に排出される。30 分間隔で排出されたフェロコークスを採取し、強度測定を実施した。結果を図 7 に示す。

[0038] 図 7 の結果から、以下のことがわかる。まず、フェロコークス排出から 2 時間までは、成型物の乾留温度が十分でない条件の乾留物が排出されたため、フェロコークス強度はいずれも低強度だった。しかし、いずれのフェロコークスも排出開始から 2 時間以上で定常となり、易軟化性石炭の C S N * 配合比が 1.75 のケースでは、排出開始から 2 時間以上で目標強度を安定的に保持した。一方、易軟化性石炭の C S N * 配合比が 0.25 のケースでは、目標強度を下回った状態で一定値となった。

[0039] 以上のことから、強度の高いフェロコークスを製造するための難軟化性石炭および易軟化性石炭の好適な条件は、以下のとおりであることがわかった

。

[0040] まず、強度の高いフェロコークスを製造するためには、石炭として、易軟化性石炭と難軟化性石炭とを配合した配合炭を用いることを前提として、そのうちの難軟化性石炭については、ボタン指数（CSN）が1.0の場合は揮発分が17.0%以上もしくはボタン指数（CSN）が1.5～2.0の石炭を用いること、および、易軟化性石炭は該易軟化性石炭のCSNと全石炭中の配合比を乗じた値を0.3～5.2の範囲にすることが肝要である。

[0041] また、強度の高いフェロコークスを製造するためには、石炭として、易軟化性石炭と難軟化性石炭とを配合した配合炭を用いることを前提として、そのうちの難軟化性石炭については、ボタン指数（CSN）が1.5～2.0の石炭を用いること、および、易軟化性石炭は該易軟化性石炭のCSNと全石炭中の配合比を乗じた値を5.0以下の範囲にすることが肝要である。

産業上の利用可能性

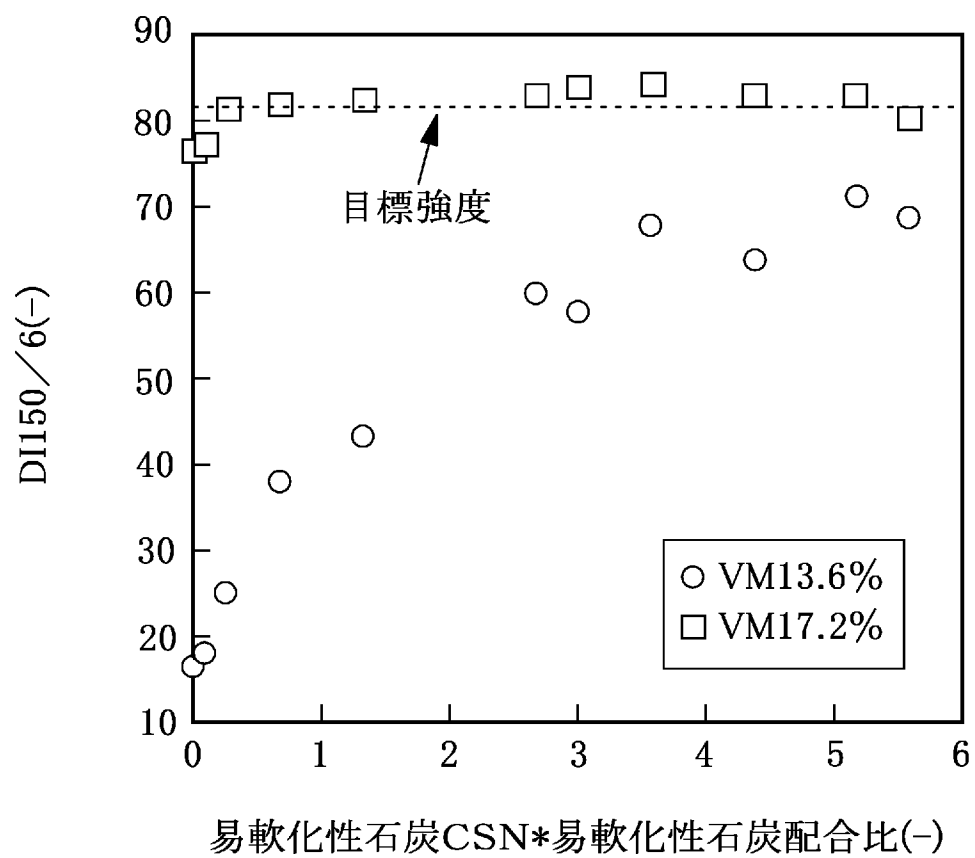
[0042] 本発明のフェロコークスの製造方法によれば、強度が高く安価で高反応性のフェロコークスを製造することができ、得られたフェロコークスを石炭原料として用いることで、高炉での低還元材比操業を可能とすることができる

。

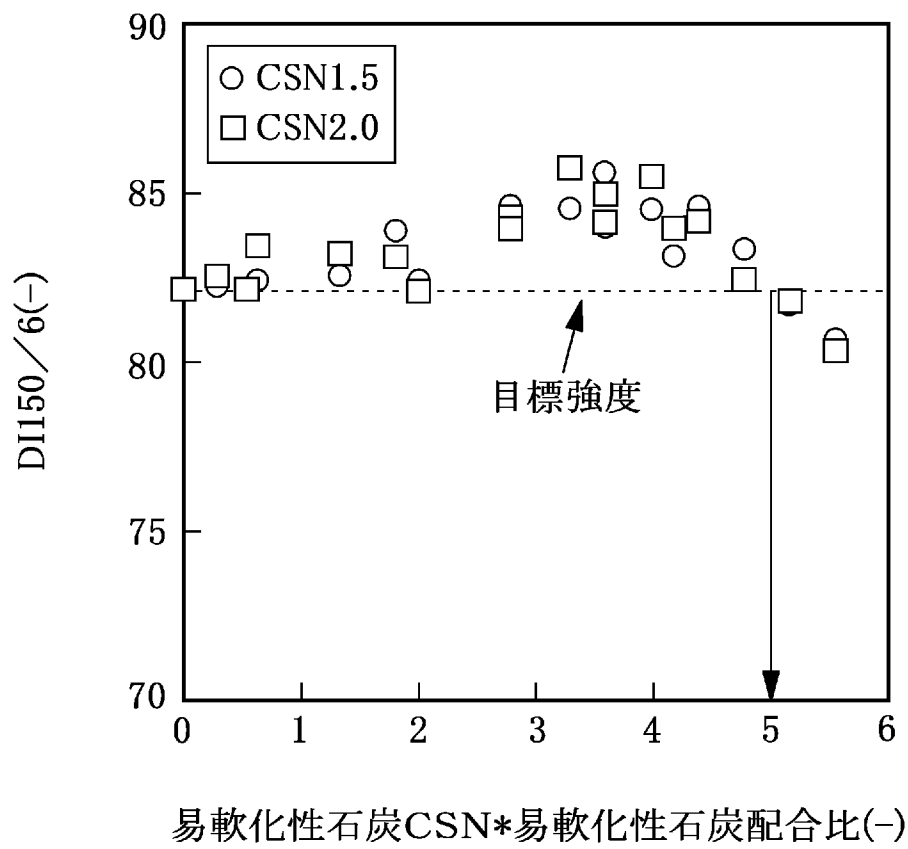
請求の範囲

- [請求項1] 石炭と鉄鉱石との混合物を成型し乾留してフェロコークスを製造する方法において、
- 前記石炭として、ボタン指数（CSN）が2.0以下の難軟化性石炭を使用することを特徴とするフェロコークスの製造方法。
- [請求項2] 前記石炭として、ボタン指数（CSN）が1.5～2.0の難軟化性石炭を使用することを特徴とする請求項1に記載のフェロコークスの製造方法。
- [請求項3] 前記石炭を難軟化性石炭と易軟化性石炭との配合炭とし、かつ該難軟化性石炭はボタン指数（CSN）が1.0でありかつ揮発分が17%以上の石炭であり、該易軟化性石炭は該易軟化性石炭のCSNと全石炭中の配合比を乗じた値が0.3～5.2の範囲にあることを特徴とする請求項1に記載のフェロコークスの製造方法。
- [請求項4] 前記易軟化性石炭の全石炭中の配合比が0.8以下であることを特徴とする請求項3に記載のフェロコークスの製造方法。
- [請求項5] 前記石炭を難軟化性石炭と易軟化性石炭との配合炭とし、該難軟化性石炭はボタン指数（CSN）が1.5～2.0の石炭であり、かつ該易軟化性石炭は該易軟化性石炭のCSNと全石炭中の配合比を乗じた値が5.0以下の範囲にあることを特徴とする請求項1に記載のフェロコークスの製造方法。

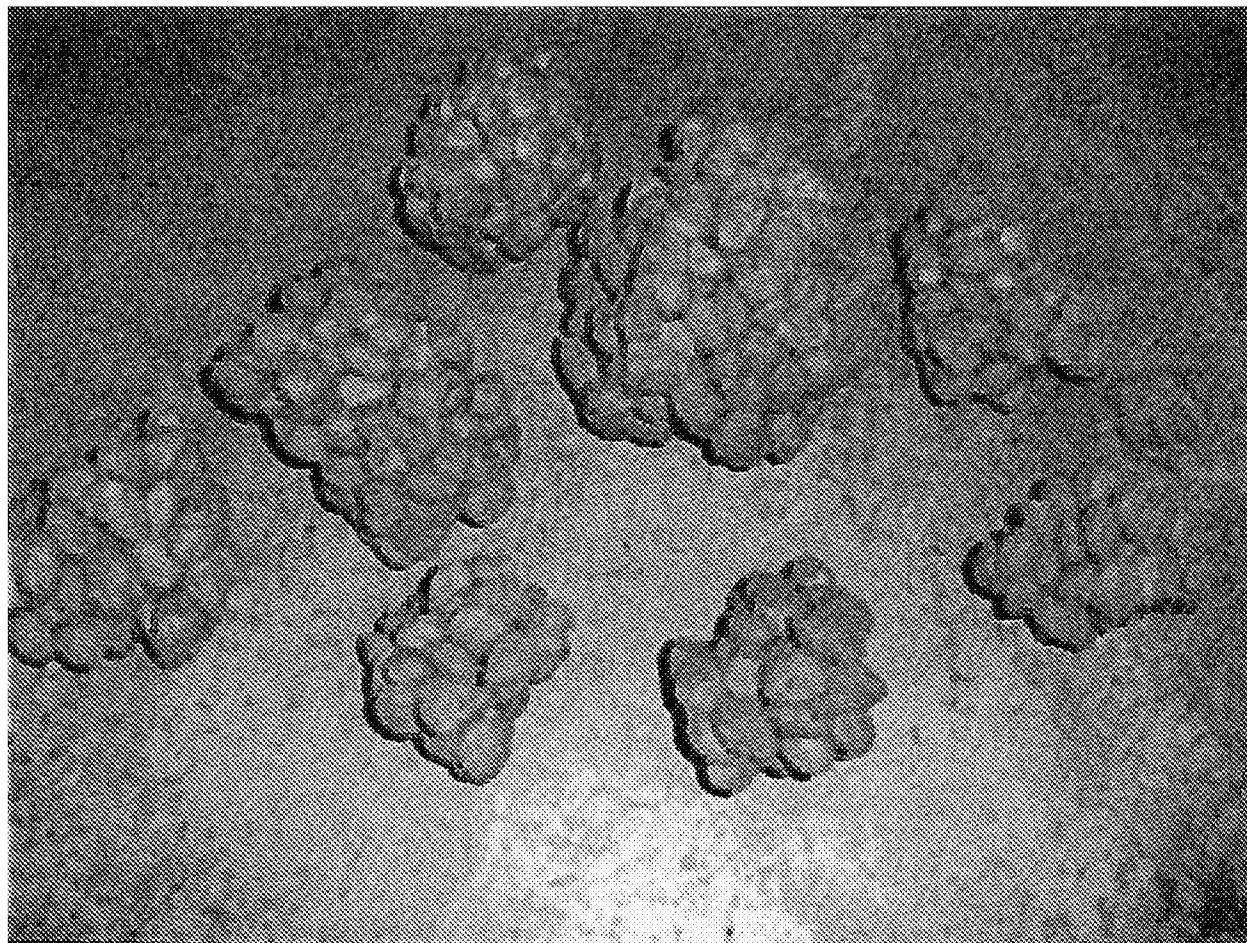
[図1]



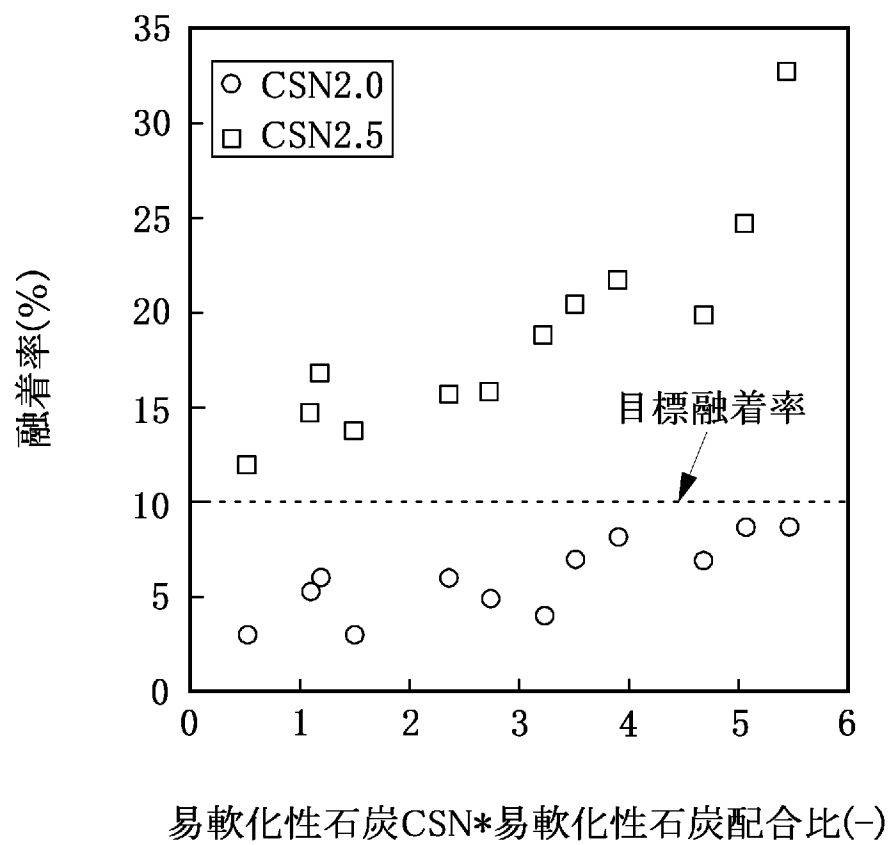
[図2]



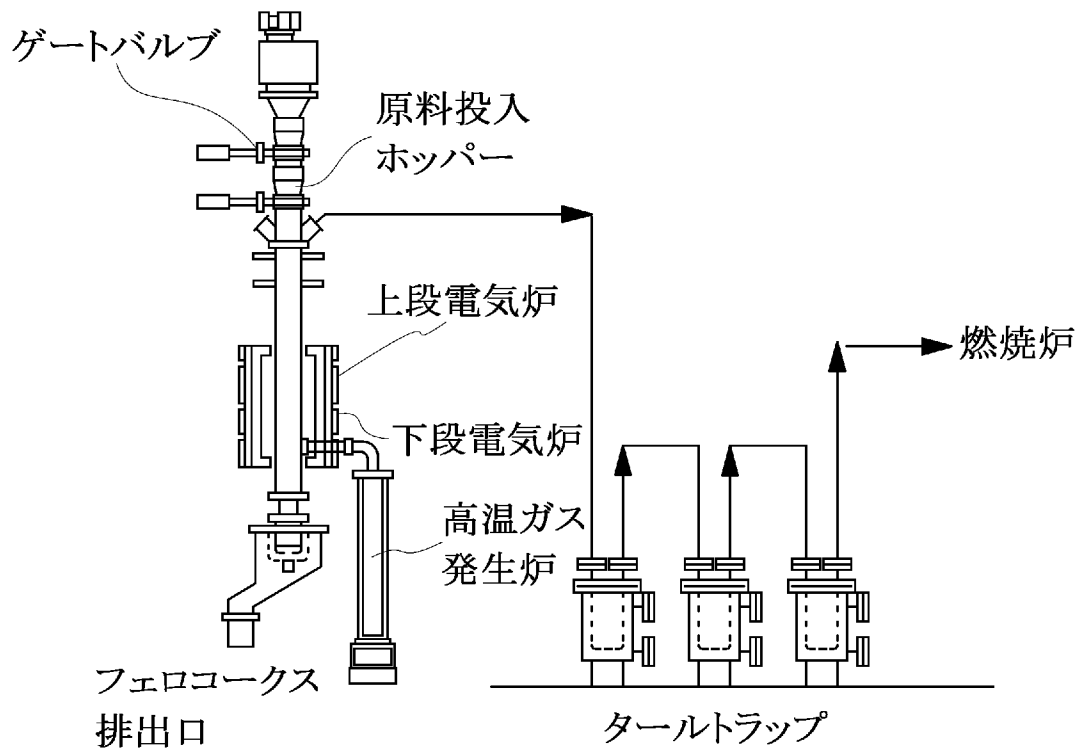
[図3]



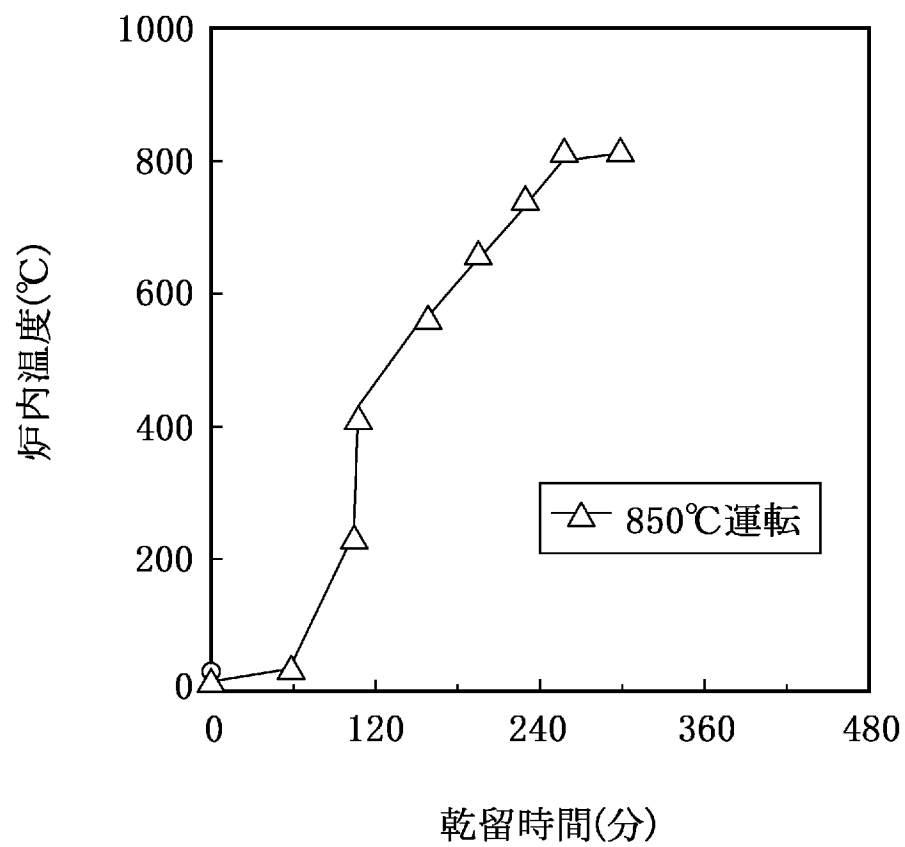
[図4]



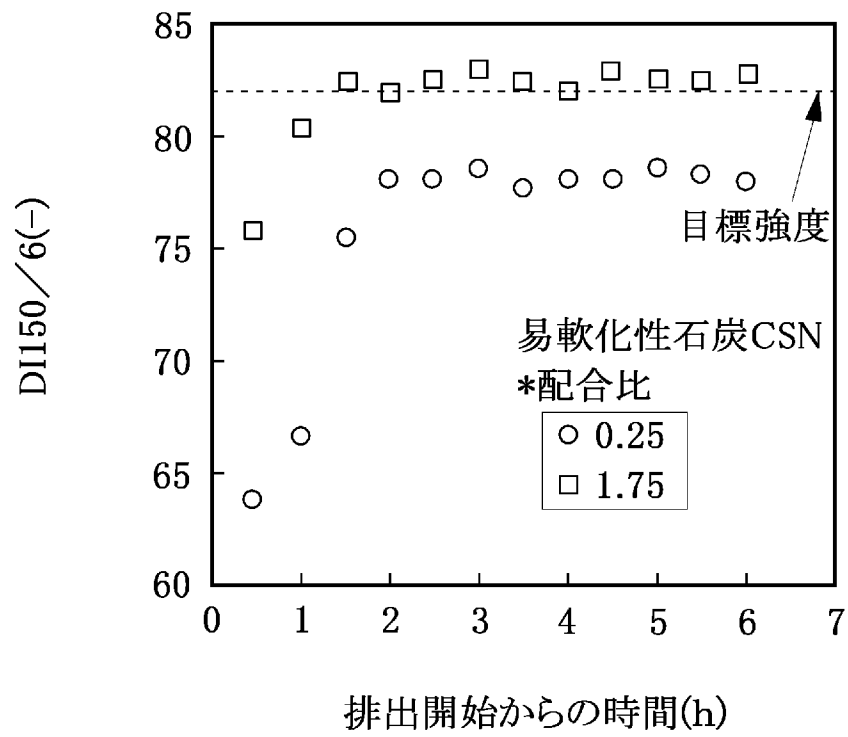
[図5]



[図6]



[図7]



INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2016/052875

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

C10B53/08(2006.01) i

According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC

B. FIELDS SEARCHED

Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)

C10B53/08

Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched

Jitsuyo Shinan Koho	1922-1996	Jitsuyo Shinan Toroku Koho	1996-2016
Kokai Jitsuyo Shinan Koho	1971-2016	Toroku Jitsuyo Shinan Koho	1994-2016

Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practicable, search terms used)

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
X	JP 2008-56791 A (JFE Steel Corp.), 13 March 2008 (13.03.2008), examples (Family: none)	1-2, 5
X	JP 2004-217914 A (JFE Steel Corp.), 05 August 2004 (05.08.2004), examples (Family: none)	1-2
X	JP 2011-37963 A (JFE Steel Corp.), 24 February 2011 (24.02.2011), examples (Family: none)	1-2

☒ Further documents are listed in the continuation of Box C.

☐ See patent family annex.

* Special categories of cited documents:

"A" document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance

"E" earlier application or patent but published on or after the international filing date

"L" document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified)

"O" document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means

"P" document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed

"T" later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention

"X" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone

"Y" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art

"&" document member of the same patent family

Date of the actual completion of the international search
01 March 2016 (01.03.16)

Date of mailing of the international search report
15 March 2016 (15.03.16)

Name and mailing address of the ISA/
Japan Patent Office
3-4-3, Kasumigaseki, Chiyoda-ku,
Tokyo 100-8915, Japan

Authorized officer

Telephone No.

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2016/052875

C (Continuation). DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
A	JP 2007-126505 A (JFE Steel Corp.), 24 May 2007 (24.05.2007), (Family: none)	1-5
A	JP 63-137989 A (Sumitomo Metal Industries, Ltd.), 09 June 1988 (09.06.1988), (Family: none)	1-5

A. 発明の属する分野の分類（国際特許分類（IPC））

Int.Cl. C10B53/08(2006.01)i

B. 調査を行った分野

調査を行った最小限資料（国際特許分類（IPC））

Int.Cl. C10B53/08

最小限資料以外の資料で調査を行った分野に含まれるもの

日本国実用新案公報	1922-1996年
日本国公開実用新案公報	1971-2016年
日本国実用新案登録公報	1996-2016年
日本国登録実用新案公報	1994-2016年

国際調査で使用した電子データベース（データベースの名称、調査に使用した用語）

C. 関連すると認められる文献

引用文献の カテゴリー*	引用文献名 及び一部の箇所が関連するときは、その関連する箇所の表示	関連する 請求項の番号
X	JP 2008-56791 A（J F E スチール株式会社）2008.03.13, 実施例（ファミリーなし）	1-2, 5
X	JP 2004-217914 A（J F E スチール株式会社）2004.08.05, 実施例（ファミリーなし）	1-2
X	JP 2011-37963 A（J F E スチール株式会社）2011.02.24, 実施例（ファミリーなし）	1-2

☒ C欄の続きにも文献が列挙されている。

☐ パテントファミリーに関する別紙を参照。

* 引用文献のカテゴリー

「A」特に関連のある文献ではなく、一般的技術水準を示すもの
「E」国際出願日前の出願または特許であるが、国際出願日以後に公表されたもの
「L」優先権主張に疑義を提起する文献又は他の文献の発行日若しくは他の特別な理由を確立するために引用する文献（理由を付す）
「O」口頭による開示、使用、展示等に言及する文献
「P」国際出願日前で、かつ優先権の主張の基礎となる出願

の日の後に公表された文献

「T」国際出願日又は優先日後に公表された文献であって出願と矛盾するものではなく、発明の原理又は理論の理解のために引用するもの
「X」特に関連のある文献であって、当該文献のみで発明の新規性又は進歩性がないと考えられるもの
「Y」特に関連のある文献であって、当該文献と他の1以上の文献との、当業者にとって自明である組合せによって進歩性がないと考えられるもの
「&」同一パテントファミリー文献

国際調査を完了した日

01.03.2016

国際調査報告の発送日

15.03.2016

国際調査機関の名称及びあて先

日本国特許庁（ISA/J P）

郵便番号100-8915

東京都千代田区霞が関三丁目4番3号

特許庁審査官（権限のある職員）

森 健一

4 V

9263

電話番号 03-3581-1101 内線 3483

C (続き) . 関連すると認められる文献		
引用文献の カテゴリー*	引用文献名 及び一部の箇所が関連するときは、その関連する箇所の表示	関連する 請求項の番号
A	JP 2007-126505 A (J F E スチール株式会社) 2007. 05. 24 (ファミリーなし)	1 - 5
A	JP 63-137989 A (住友金属工業株式会社) 1988. 06. 09 (ファミリーなし)	1 - 5