

(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2月18日(18.02.2016)



(10) 国際公開番号

WO 2016/024423 A1

- (51) 国際特許分類:
C10L 10/06 (2006.01) C10L 9/08 (2006.01)
C10L 5/10 (2006.01)
- (21) 国際出願番号: PCT/JP2015/063425
- (22) 国際出願日: 2015年5月11日(11.05.2015)
- (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 2014-163421 2014年8月11日(11.08.2014) JP
特願 2014-250131 2014年12月10日(10.12.2014) JP
- (71) 出願人: 三菱重工業株式会社 (MITSUBISHI HEAVY INDUSTRIES, LTD.) [JP/JP]; 〒1088215 東京都港区港南二丁目16番5号 Tokyo (JP).
- (72) 発明者: 中川 慶一 (NAKAGAWA, Keiichi); 〒1088215 東京都港区港南二丁目16番5号 三菱重工業株式会社内 Tokyo (JP). 大本 節男 (OMOTO, Setsuo); 〒1088215 東京都港区港南二丁目16番5号 三菱重工業株式会社内 Tokyo (JP). 坂口 雅一 (SAKAGUCHI, Masakazu); 〒

1088215 東京都港区港南二丁目16番5号 三菱重工業株式会社内 Tokyo (JP).

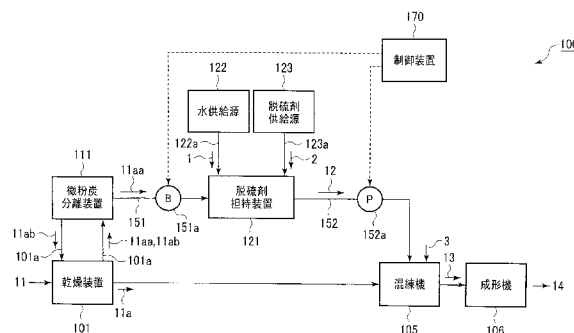
- (74) 代理人: 光石 俊郎, 外 (MITSUISHI, Toshiro et al.); 〒1070052 東京都港区赤坂四丁目9番6号 タク・赤坂ビル4階 光石法律特許事務所 Tokyo (JP).
- (81) 指定国 (表示のない限り、全ての種類の国内保護が可能): AE, AG, AL, AM, AO, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BH, BN, BR, BW, BY, BZ, CA, CH, CL, CN, CO, CR, CU, CZ, DE, DK, DM, DO, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, GT, HN, HR, HU, ID, IL, IN, IR, IS, 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,

[続葉有]

(54) Title: MODIFIED COAL PRODUCTION EQUIPMENT AND METHOD

(54) 発明の名称: 改質石炭製造設備および方法

[図1]



- 101 Drying device
105 Mixer
106 Former
111 Powdered coal separation device
121 Desulfurizing agent-carrying device
122 Water supply source
123 Desulfurizing agent supply source
170 Control device

(57) Abstract: There is demand for generating extremely fine particles of a desulfurizing agent easily and at low cost. This modified coal production equipment is provided with: a treatment means (11) for treating raw coal, a desulfurizing agent-carrying device (121) which mixes and stirs together water, a desulfurizing agent, and a portion of the raw coal treated by the treatment means to prepare a slurry (12) which contains desulfurizing agent-carrying coal, i.e. the raw coal carrying the desulfurizing agent, a mixer (105) which mixes the remainder of the raw coal treated by the treatment means with the slurry and a binder (3), and a former (106) which obtains modified coal (14) by forming briquettes from the mixture (13) obtained from the mixer, wherein the treatment means comprises a drying device (101) which dries the raw coal by means of a circulating drying gas (11ab), a gas circulating line (101a) in which the drying gas circulates, and a powdered coal separating device (111) which is provided in the gas circulation line to separate powdered coal (11aa) entrained in the drying gas.

(57) 要約: 脱硫剤の超微粒子を低コストで簡単に発生できるようにすることが望まれている。原料石炭(11)を処理する処理手段と、処理手段で処理された原料石炭の一部と水および脱硫剤とを混合攪拌して、脱硫剤が原料石炭に担持してなる脱硫剤担持炭を含むスラリー(12)を作製する脱硫剤担持装置(121)と、処理手段で処理された原料石炭の残部とスラリーとバ

インダ(3)とを混練する混練機(105)と、混練機で得られた混練物(13)をブリケット状に成形して改質石炭(14)を得る成形機(106)とを備え、処理手段は、循環する乾燥ガス(11ab)により原料石炭を乾燥する乾燥装置(101)と、乾燥ガスを循環するガス循環ライン(101a)と、ガス循環ラインに設けられ、乾燥ガスに伴伴される微粉炭(11aa)を分離する微粉炭分離装置(111)とを有するようにした。

WO 2016/024423 A1



ES, FI, FR, GB, GR, HR, HU, IE, IS, IT, LT, LU, LV, 添付公開書類:

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).

— 国際調査報告 (条約第 21 条(3))

明 細 書

発明の名称：改質石炭製造設備および方法

技術分野

[0001] 本発明は、改質石炭製造設備および方法に関する。

背景技術

[0002] 石炭を燃料として使用するボイラなどの設備においては、石炭の燃焼により硫黄酸化物（ SO_x ）を含む排ガスが生じ、当該排ガス中から硫黄酸化物を除去するようにしている。

[0003] 例えば、下記特許文献1は、酸化カルシウム（ CaO ）や炭酸カルシウム（ CaCO_3 ）や水酸化カルシウム（ $\text{Ca}(\text{OH})_2$ ）などのカルシウム化合物をレーザ照射加熱又はプラズマ加熱することにより、酸化カルシウム（ CaO ）の超微粒子（ $1 \sim 100 \text{ nm}$ ）を発生させて、当該超微粒子を炉内又は煙道内に吹き込んで排ガス中の硫黄酸化物と反応させることで、排ガス中から硫黄酸化物を除去する方法を提案している。

先行技術文献

特許文献

[0004] 特許文献1：特開平5－269341号公報

特許文献2：特開平7－4610号公報

発明の概要

発明が解決しようとする課題

[0005] しかしながら、上記特許文献1で提案されている方法においては、レーザーアブレーション装置や高周波誘導プラズマ発生装置やアークプラズマ発生装置などをボイラ設備に設置しなければならないため、大容量のボイラに適用しようとすると、設備コストが非常に高くなってしまい、実用的なものではなかった。

[0006] このため、脱硫剤の超微粒子を低コストで簡単に発生できるようにすることが強く望まれている。

課題を解決するための手段

- [0007] 上述した課題を解決する第1の発明に係る改質石炭製造設備は、褐炭又は亜瀝青炭からなる原料石炭を処理する処理手段と、前記処理手段で処理された前記原料石炭の一部と水および脱硫剤とを混合攪拌して、当該脱硫剤が前記原料石炭に担持してなる脱硫剤担持炭を含むスラリを作製するスラリ作製手段と、前記処理手段で処理された前記原料石炭の残部と前記スラリとバインダとを混練する混練手段と、前記混練手段で得られた混練物をブリケット状に成形して改質石炭を得る成形手段とを備え、前記処理手段は、前記原料石炭を乾燥ガスにより乾燥する乾燥手段と、前記乾燥ガスを循環させる循環手段と、前記循環手段に設けられ、前記乾燥ガスに同伴される微粉炭を分離する第一微粉炭分離手段とを有することを特徴とする。
- [0008] 上述した課題を解決する第2の発明に係る改質石炭製造設備は、前述した第1の発明に係る改質石炭製造設備であって、前記処理手段は、前記乾燥手段で乾燥された前記原料石炭を乾留する乾留手段と、前記乾留手段で乾留された前記原料石炭を冷却する冷却手段と、前記冷却手段で冷却された前記原料石炭を不活性化処理する不活性化処理手段とを有し、前記乾留手段または前記冷却手段または前記不活性化処理手段の少なくとも何れか一つにて生成したガスに同伴される微粉炭を分離する第二微粉炭分離手段と、前記第二微粉炭分離手段で分離された前記微粉炭を前記スラリ作製手段へ搬送する搬送手段とを備えることを特徴とする。
- [0009] 上述した課題を解決する第3の発明に係る改質石炭製造設備は、前述した第1または第2の発明に係る改質石炭製造設備であって、前記乾燥手段は、前記原料石炭を水蒸気により間接加熱する機器であり、前記水蒸気が前記原料石炭を間接加熱して生じたドレン水を前記スラリ作製手段へ送給するドレン手段と、前記ドレン手段に設けられ、前記ドレン水の前記スラリ作製手段への送給量を調整する送給量調整手段と、を備えることを特徴とする。
- [0010] 上述した課題を解決する第4の発明に係る改質石炭製造設備は、前述した第1から第3の何れか一つの発明に係る改質石炭製造設備であって、前記成

形手段で得られた前記改質石炭と、前記原料石炭とは異なる種類の石炭とを混合する混合手段を備えることを特徴とする。

[0011] 上述した課題を解決する第5の発明に係る改質石炭製造設備は、前述した第1の発明に係る改質石炭製造設備であって、前記処理手段は、前記原料石炭を粉砕する粉砕手段を有することを特徴とする。

[0012] 上述した課題を解決する第6の発明に係る改質石炭製造設備は、前述した第5の発明に係る改質石炭製造設備であって、前記処理手段は、前記乾燥手段および前記粉砕手段で前記原料石炭が処理されてなる微粉炭のうち比重の大きい微粉炭を落下排出する落下排出手段と、前記落下排出手段により排出された比重の大きい前記微粉炭を、灰分濃度が低い微粉炭と、灰分濃度が高い微粉炭とに分離する灰分分離手段を有することを特徴とする。

[0013] 上述した課題を解決する第7の発明に係る改質石炭製造設備は、前述した第6の発明に係る改質石炭製造設備であって、前記第一微粉炭分離手段により分離された前記微粉炭を前記スラリ作製手段と前記混練手段とに分離して送給する微粉炭分離送給手段を有することを特徴とする。

[0014] 上述した課題を解決する第8の発明に係る改質石炭製造設備は、前述した第6の発明に係る改質石炭製造設備であって、前記第一微粉炭分離手段により分離された前記微粉炭を前記混練手段に送給する微粉炭送給手段と、前記灰分分離手段により分離された、灰分濃度が低い前記微粉炭を前記スラリ作製手段に送給する灰分分離微粉炭送給手段とを有することを特徴とする。

[0015] 上述した課題を解決する第9の発明に係る改質石炭製造設備は、前述した第6から第8の何れか一つの発明に係る改質石炭製造設備であって、前記循環手段で生成した凝縮水を分離して前記スラリ作製手段へ送給する凝縮水分離手段を有することを特徴とする。

[0016] 上述した課題を解決する第10の発明に係る改質石炭製造設備は、前述した第1から第4の何れか一つの発明に係る改質石炭製造設備であって、前記処理手段は、前記第一微粉炭分離手段で分離された前記微粉炭を、灰分濃度が低い微粉炭と、灰分濃度が高い微粉炭とに分離する灰分分離手段を有する

ことを特徴とする。

[0017] 上述した課題を解決する第11の発明に係る改質石炭製造設備は、前述した第6から第10の何れか一つの発明に係る改質石炭製造設備であって、前記灰分分離手段は、磁気により分離する磁気分離手段、または比重差により分離する比重分離手段であることを特徴とする。

[0018] 上述した課題を解決する第12の発明に係る改質石炭製造設備は、前述した第1から第11の何れか一つの発明に係る改質石炭製造設備であって、前記脱硫剤は、カルシウムまたはマグネシウムまたはその化合物であることを特徴とする。

[0019] 上述した課題を解決する第13の発明に係る改質石炭製造方法は、褐炭又は亜瀝青炭からなる原料石炭を処理する処理工程と、前記処理工程で処理された前記原料石炭の一部と水および脱硫剤とを混合攪拌して、当該脱硫剤が前記原料石炭に担持してなる脱硫剤担持炭を含むスラリを作製するスラリ作製工程と、前記処理工程で処理された前記原料石炭の残部と前記スラリとバインダとを混練する混練工程と、前記混練工程で得られた混練物をブリケット状に成形して改質石炭を得る成形工程とを備え、前記処理工程は、前記原料石炭を乾燥ガスにより乾燥する乾燥工程と、前記乾燥ガスを循環させる循環工程と、前記循環工程にて、前記乾燥ガスに同伴される微粉炭を分離する第一微粉炭分離工程とを有することを特徴とする。

[0020] 上述した課題を解決する第14の発明に係る改質石炭製造方法は、前述した第13の発明に係る改質石炭製造方法であって、前記処理工程は、前記乾燥工程で乾燥された前記原料石炭を乾留する乾留工程と、前記乾留工程で乾留された前記原料石炭を冷却する冷却工程と、前記冷却工程で冷却された前記原料石炭を不活性化処理する不活性化処理工程とを有し、前記乾留工程または前記冷却工程または前記不活性化処理工程の少なくとも何れか一つにて生成したガスに同伴される微粉炭を分離する第二微粉炭分離工程と、前記第二微粉炭分離工程で分離された前記微粉炭を前記スラリ作製工程へ搬送する搬送工程とを備えることを特徴とする。

- [0021] 上述した課題を解決する第１５の発明に係る改質石炭製造方法は、前述した第１３または第１４の発明に係る改質石炭製造方法であって、前記乾燥工程は、前記原料石炭を水蒸気により間接加熱する機器を用いて行い、前記水蒸気が前記原料石炭を間接加熱して生じたドレン水を前記スラリ作製工程へ送給するドレン工程と、前記ドレン工程にて、前記ドレン水の前記スラリ作製工程への送給量を調整する送給量調整工程と、を備えることを特徴とする。
- [0022] 上述した課題を解決する第１６の発明に係る改質石炭製造方法は、前述した第１３から第１５の何れか一つの発明に係る改質石炭製造方法であって、前記成形工程で得られた前記改質石炭と、前記原料石炭とは異なる種類の石炭とを混合する混合工程を備えることを特徴とする。
- [0023] 上述した課題を解決する第１７の発明に係る改質石炭製造方法は、前述した第１３の発明に係る改質石炭製造方法であって、前記処理工程は、前記原料石炭を粉砕する粉砕工程を有することを特徴とする。
- [0024] 上述した課題を解決する第１８の発明に係る改質石炭製造方法は、前述した第１７の発明に係る改質石炭製造方法であって、前記処理工程は、前記乾燥工程および前記粉砕工程で前記原料石炭が処理されてなる微粉炭のうち比重の大きい微粉炭を落下排出する落下排出工程と、前記落下排出工程により排出された比重の大きい前記微粉炭を、灰分濃度が低い微粉炭と、灰分濃度が高い微粉炭とに分離する灰分分離工程を有することを特徴とする。
- [0025] 上述した課題を解決する第１９の発明に係る改質石炭製造方法は、前述した第１８の発明に係る改質石炭製造方法であって、前記第一微粉炭分離工程で分離された前記微粉炭を前記スラリ作製工程と前記混練工程とに分離して送給する微粉炭分離送給工程を有することを特徴とする。
- [0026] 上述した課題を解決する第２０の発明に係る改質石炭製造方法は、前述した第１８の発明に係る改質石炭製造方法であって、前記第一微粉炭分離工程で分離された前記微粉炭を前記混練工程に送給する微粉炭送給工程と、前記灰分分離工程で分離された、灰分濃度が低い前記微粉炭を前記スラリ作製工

程に送給する灰分分離微粉炭送給工程とを有することを特徴とする。

[0027] 上述した課題を解決する第 21 の発明に係る改質石炭製造方法は、前述した第 18 から第 20 の何れか一つの発明に係る改質石炭製造方法であって、前記循環工程で生成した凝縮水を分離して前記スラリー作製工程へ送給する凝縮水分離工程を有することを特徴とする。

[0028] 上述した課題を解決する第 22 の発明に係る改質石炭製造方法は、前述した第 13 から第 16 の何れか一つの発明に係る改質石炭製造方法であって、前記処理工程は、前記第一微粉炭分離工程で分離された前記微粉炭を、灰分濃度が低い微粉炭と、灰分濃度が高い微粉炭とに分離する灰分分離工程を有することを特徴とする。

[0029] 上述した課題を解決する第 23 の発明に係る改質石炭製造方法は、前述した第 18 から第 22 の何れか一つの発明に係る改質石炭製造方法であって、前記灰分分離工程は、磁気により分離する磁気分離工程、または比重差により分離する比重分離工程であることを特徴とする。

[0030] 上述した課題を解決する第 24 の発明に係る改質石炭製造方法は、前述した第 13 から第 23 の何れか一つの発明に係る改質石炭製造方法であって、前記脱硫剤として、カルシウムまたはマグネシウムまたはその化合物を用いることを特徴とする。

[0031] 上述した課題を解決する第 25 の発明に係る改質石炭製造方法は、前述した第 13 から第 24 の何れか一つの発明に係る改質石炭製造方法であって、前記微粉炭と前記脱硫剤および前記水とを混合攪拌する時間は、0.5～8 時間であることを特徴とする。

[0032] 上述した課題を解決する第 26 の発明に係る改質石炭製造方法は、前述した第 13 から第 25 の何れか一つの発明に係る改質石炭製造方法であって、前記スラリーの固形分濃度は、20 wt %～40 wt %であることを特徴とする。

[0033] 上述した課題を解決する第 27 の発明に係る改質石炭製造方法は、前述した第 13 から第 26 の何れか一つの発明に係る改質石炭製造方法であって、

前記脱硫剤担持炭における前記脱硫剤の担持濃度は、前記微粉炭との重量比で2 w t %～8 w t %であることを特徴とする。

[0034] 上述した課題を解決する第28の発明に係る改質石炭製造方法は、前述した第13から第27の何れか一つの発明に係る改質石炭製造方法であって、前記脱硫剤担持炭における前記原料石炭中の灰分は、2 w t %（ドライベース）以下であることを特徴とする。

発明の効果

[0035] 本発明によれば、高温燃焼されて排ガスとなると、高温燃焼に伴って、脱硫剤の酸化物を超微粒子（粒径：数～数十nm）の状態で存在させることができる当該脱硫剤が担持された脱硫剤担持炭を含む改質石炭を簡単に製造することができる。前記脱硫剤担持炭の原料として原料石炭の処理により発生する微粉炭を有効利用することから、改質石炭の製造歩留まりが向上し、低コスト化を図ることができる。

図面の簡単な説明

[0036] [図1]本発明の第一の実施形態に係る改質石炭製造設備の概略構成図である。
[図2]本発明の第二の実施形態に係る改質石炭製造設備の概略構成図である。
[図3]本発明の第三の実施形態に係る改質石炭製造設備の概略構成図である。
[図4]本発明の第四の実施形態に係る改質石炭製造設備の概略構成図である。
[図5]本発明の第五の実施形態に係る改質石炭製造設備の概略構成図である。
[図6]本発明の第六の実施形態に係る改質石炭製造設備の概略構成図である。
[図7]本発明の第七の実施形態に係る改質石炭製造設備の概略構成図である。
[図8]本発明に係る改質石炭製造方法により製造された改質石炭を用いた場合と従来の石炭および炭酸カルシウム（粉末）を用いた場合の脱硫性能の結果を示すグラフである。

発明を実施するための形態

[0037] 本発明に係る改質石炭製造設備および方法の実施形態を図面に基づいて説明するが、本発明は、図面に基づいて説明する以下の実施形態のみに限定されるものではない。

[0038] [第一の実施形態]

本発明の第一の実施形態に係る改質石炭製造設備および方法を図1に基づいて説明する。

[0039] 本実施形態に係る改質石炭製造設備は、褐炭または亜瀝青炭からなる原料石炭を加熱乾燥したときに生じる微粉炭に当該原料石炭中の硫黄（S）のモル量に対して等モル以上の脱硫剤が担持された変性炭（脱硫剤担持炭）と、前記原料石炭を加熱乾燥した乾燥石炭とからなる改質石炭を製造する設備である。なお、原料石炭の組成分析値である全硫黄含有量（wt%）は、特殊なデータではなく、原料石炭の品質として最も基本的に使われるデータであって、原料石炭の産出時や使用時などで実施される、例えば日本工業規格M8813（2004）に規定される元素分析により得られるデータである。

[0040] このような本実施形態に係る改質石炭製造設備100は、図1に示すように、乾燥装置（乾燥手段）101、微粉炭分離装置（第一微粉炭分離手段）111、脱硫剤担持装置（スラリー作製手段）121、混練機（混練手段）105、成形機（成形手段）106、制御装置170などを備える。

[0041] 乾燥装置101は、受入口から供給された原料石炭11を窒素ガスなどの不活性ガス雰囲気（酸素濃度1%以下）中にて加熱乾燥（110～200℃）し水分を除去して水分含有率がほぼ0%の乾燥石炭11aを生成する。このとき、乾燥ガス11abも生成する。乾燥装置101として、例えば、ロータリ式のキルンなどを用いることができる。乾燥装置101の送出口は混練機105の受入口と連絡しており、乾燥装置101で生成した乾燥石炭11aを混練機105に移載可能になっている。乾燥装置101は、基端側が乾燥装置101の前記送出口側と接続し、先端側が乾燥装置101の前記受入口側と接続するガス循環ライン（循環手段）101aを備えており、乾燥ガス11abが流通可能になっている。なお、乾燥石炭11aのうち微粉炭（粒径：300μm以下）11aaは、乾燥ガス11abに同伴されて乾燥ガス11abと共にガス循環ライン101aを流通する。

[0042] 微粉炭分離装置 111 は、ガス循環ライン 101a に設けられる。微粉炭分離装置 111 は、乾燥ガス 11ab から当該乾燥ガス 11ab に同伴される微粉炭 11aa（粒径：300 μ m 以下）を分離する。微粉炭分離装置 111 の送出口は、微粉炭搬送ライン 151 を介して脱硫剤担持装置 121 の受入口と接続している。微粉炭搬送ライン 151 にはブロア 151a などが設けられる。微粉炭分離装置 111 として、例えば、サイクロンやバグフィルタなどを用いることが好ましい。サイクロンを用いる場合には、微粉炭 11aa がサイクロンにより乾燥ガス 11ab から分離され、微粉炭搬送ライン 151 およびブロア 151a により脱硫剤担持装置 121 の受入口へ気流搬送される。バグフィルタを用いる場合には、振動装置をさらに設置し、微粉炭 11aa がバグフィルタにより捕捉され、振動装置によりバグフィルタに振動が付与されることで、当該バグフィルタから落とされ、微粉炭搬送ライン 151 およびブロア 151a により脱硫剤担持装置 121 の受入口へ気流搬送される。なお、ブロア 151a による気流搬送の代わりに、微粉炭 11aa を微粉炭分離装置 111 から脱硫剤担持装置 121 に落下送出するようにすることも可能である。

[0043] なお、ガス循環ライン 101a には、乾燥ガス 11ab の温度を調整するための熱交換器（図示せず）およびブロア（図示せず）が設けられ、乾燥ガス 11ab の酸素濃度を調整するための不活性ガス供給源（図示せず）が接続される。これにより、温度および酸素濃度が調整された乾燥ガス 11ab は、乾燥装置 101 の前記受入口側へ送給されることになる。

[0044] 脱硫剤担持装置 121 は、例えば、処理槽（図示せず）、攪拌翼（図示せず）などを備える。脱硫剤担持装置 121 は、水供給ライン 122a および脱硫剤供給ライン 123a を介して水供給源 122 および脱硫剤供給源 123 と接続しており、脱硫剤担持装置 121 の前記処理槽内に、水 1 および脱硫剤 2 を供給可能になっている。脱硫剤担持装置 121 の前記受入口に気流搬送された前記微粉炭 11aa は、脱硫剤担持装置 121 の前記処理槽内に入れられる。前記処理槽内に入れられた前記微粉炭 11aa と、当該処理槽

内に供給された水 1 および脱硫剤 2 とは、脱硫剤担持装置 1 2 1 の前記攪拌翼で混合攪拌されて、脱硫剤 2 から金属イオンが水中に溶出し前記微粉炭 1 1 a a と接触することにより、当該微粉炭 1 1 a a に存在する水酸基（ $-OH$ ）やカルボキシル基（ $-COOH$ ）の水素イオンと前記金属イオンとがイオン交換して当該微粉炭 1 1 a a に金属を上述した量で担持した金属担持炭である変性炭（脱硫剤担持炭）が含まれるスラリー 1 2 となる。脱硫剤担持装置 1 2 1 による微粉炭 1 1 a a への金属の担持方式として、バッチ方式および流通方式の何れの方式でも利用することができる。バッチ方式の場合には、前記処理槽を 2 槽以上用意することにより連続運転が可能となる。流通方式の場合には、スクリーコンベアなどを用いることにより連続運転が可能となる。脱硫剤担持装置 1 2 1 の送出口は、スラリー送給ライン 1 5 2 を介して混練機 1 0 5 の前記受入口と接続している。スラリー送給ライン 1 5 2 には、ポンプ 1 5 2 a などが設けられる。これにより、脱硫剤担持装置 1 2 1 で生成したスラリー 1 2 は、スラリー送給ライン 1 5 2 およびポンプ 1 5 2 a により混練機 1 0 5 の前記受入口に送給される。

[0045] 混練機 1 0 5 は、乾燥装置 1 0 1 から移載された乾燥石炭 1 1 a と、スラリー送給ライン 1 5 2 およびポンプ 1 5 2 a により脱硫剤担持装置 1 2 1 から送給されたスラリー 1 2 と、バインダ供給源（図示せず）から供給されたバインダ 3 とを混練することにより混練物 1 3 を生成する。混練機 1 0 5 の送出口は成形機 1 0 6 の受入口と連絡しており、混練機 1 0 5 で生成した混練物 1 3 を成形機 1 0 6 に移載可能になっている。なお、前記バインダ 3 として、例えば、アスファルトやコンスターチを用いることができる。

[0046] 成形機 1 0 6 は、混練物 1 3 を圧縮成型してブリケット状の改質石炭 1 4 を生成する。

[0047] 制御装置 1 7 0 は、水供給ライン 1 2 2 a に設けられるポンプ（図示せず）およびバルブ（図示せず）、脱硫剤供給ライン 1 2 3 a に設けられるバルブ（図示せず）、プロア 1 5 1 a、ポンプ 1 5 2 a など、改質石炭製造設備 1 0 0 の各種機器を制御可能になっている。

- [0048] 次に、上述した改質石炭製造設備１００の中心となる作動を説明する。
- [0049] 原料石炭１１が乾燥装置１０１に供給されると、乾燥装置１０１は、原料石炭１１を不活性ガス雰囲気（酸素濃度１％以下）中にて加熱乾燥（１１０～２００℃）する（処理工程（乾燥工程））。これにより、乾燥石炭１１ａが生成すると共に、乾燥ガス１１ａｂが生成する。乾燥石炭１１ａは、当該乾燥装置１０１の前記送出口から混練機１０５の前記受入口に移載される。乾燥石炭１１ａのうちの微粉炭（粒径：３００μｍ以下）１１ａａは、乾燥ガス１１ａｂに同伴されており、乾燥ガス１１ａｂと一緒に前記乾燥装置１０１の前記送出口側からガス循環ライン１０１ａを流通する（循環工程）。
- [0050] ガス循環ライン１０１ａを流通する乾燥ガス１１ａｂおよび微粉炭１１ａａは、微粉炭分離装置１１１の受入口に送給される。微粉炭分離装置１１１は、乾燥ガス１１ａｂから微粉炭（粒径：３００μｍ以下）１１ａａを分離する（分離工程）。微粉炭１１ａａを分離した乾燥ガス１１ａｂは、ガス循環ライン１０１ａに設けられた前記熱交換器および前記不活性ガス供給源により温度および酸素濃度が調整され、ガス循環ライン１０１ａをさらに流通して乾燥装置１０１の受入口側へ送給される。
- [0051] 微粉炭分離装置１１１で乾燥ガス１１ａｂから分離された微粉炭１１ａａは、微粉炭搬送ライン１５１およびブローア１５１ａにより脱硫剤担持装置１２１の受入口へ気流搬送される。
- [0052] 脱硫剤担持装置１２１の受入口へ気流搬送された前記微粉炭１１ａａは、当該脱硫剤担持装置１２１の前記処理槽に入れられる。脱硫剤担持装置１２１の前記処理槽には、水供給源１２２および水供給ライン１２２ａを介して水１が供給されると共に、脱硫剤供給源１２３および脱硫剤供給ライン１２３ａを介して脱硫剤２が供給される。
- [0053] 前記微粉炭１１ａａおよび前記水１および前記脱硫剤２は、前記処理槽内にて前記攪拌翼により混合攪拌される。これにより、脱硫剤（金属）２が担持された微粉炭を含むスラリー１２を生成する（スラリー作製工程）。スラリー１２は、スラリー送給ライン１５２およびポンプ１５２ａにより混練機１０５へ

送給される。

[0054] 混練機 105 は、前記乾燥石炭 11a と、前記スラリ 12 と、前記バインダ供給源から供給されたバインダ 3 とを混練して混練物 13 を生成する（混練工程）。混練物 13 は、成形機 106 に移載される。

[0055] 成形機 106 は、混練物 13 を圧縮成形してブリケット状の改質石炭 14 を生成する（成形工程）。

[0056] したがって、本実施形態によれば、原料石炭 11 を乾燥装置 101 により加熱乾燥して生じる乾燥石炭 11a のうち乾燥ガス 11ab に同伴される微粉炭 11aa を微粉炭分離装置 111 により分離し脱硫剤担持装置 121 に気流搬送し、脱硫剤担持装置 121 にて脱硫剤 2 の金属が担持した微粉炭 11aa を含むスラリ 12 を作製し、乾燥石炭 11a とスラリ 12 とバインダ 3 とを混練機 105 により混練して混練物 13 を生成し、混練物 13 を成形機 106 に移載し圧縮成型することによりブリケット状の改質石炭 14 を製造することができる。改質石炭 14 は、高温燃焼（温度：1500～1700℃）されて排ガスとなると、改質石炭 14 中の金属がイオンとなり、数個のイオンが凝集し、酸素と反応して、金属酸化物のナノ粒子（超微粒子：数～数十 nm）となることから、数 μ m の粉碎した酸化物（酸化カルシウム）と比べ、比表面積が大きく、反応性が良く、脱硫効率が高いものである。よって、高温燃焼時に発生する硫黄酸化物（ SO_x ）と前記金属酸化物とが容易に反応して、炉内脱硫を行うことができる。原料石炭 11 を改質するプロセスで発生する微粉炭 11aa を有効利用して改質石炭 14 を製造することから、改質石炭 14 の製造歩留まりが向上し、低コスト化を図ることができる。

[0057] なお、スラリ 12 の固形分濃度は、20wt%～40wt%であることが好ましい。これは、スラリ 12 の固形分濃度が 20wt% より低いと、混練機 105 による混練で混練物 13 から水が出てきて十分な強度を得られず、単位重量当たりの発熱量が低下して燃料としての価値が低下してしまうからであり、スラリ 12 の固形分濃度が 40wt% より高いと、スラリ 12 の流

動性が低下しスラリ送給ライン 1 5 2 を閉塞する可能性を高めてしまうからである。

[0058] 脱硫剤担持装置 1 2 1 にて、前記微粉炭 1 1 a a および前記水 1 および前記脱硫剤 2 を混合攪拌する時間、すなわち、前記脱硫剤 2 の金属の前記微粉炭 1 1 a a への担持時間は、0. 5 ～ 8 時間であることが好ましく、2 ～ 5 時間であるとより好ましい。これは、前記担持時間が 0. 5 時間よりも短いと、原料石炭 1 1 中の硫黄 (S) のモル量に対して等モル以上の金属を微粉炭 1 1 a a に担持することができない可能性があるからであり、前記担持時間が 8 時間よりも長いと、原料石炭 1 1 中の硫黄 (S) のモル量に対して等モル以上の金属が微粉炭 1 1 a a に担持しており作業時間が過剰であり製造コスト増を招いてしまうからである。

[0059] 前記スラリ 1 2 中の金属担持炭における金属担持濃度は、微粉炭 1 1 a a (ドライベース) との重量比で 2 w t % ～ 8 w t % であることが好ましい。これは、前記金属担持濃度が 2 w t % より低いと乾燥石炭 1 1 a およびバインダ 3 と混練するスラリ 1 2 の量、すなわち、微粉炭 1 1 a a の量が多くなり製造コスト増を招いてしまうからであり、前記金属担持濃度が 8 w t % より多いと、飽和に近いことから、担持時間が長くなり製造コスト増を招いてしまうからである。

[0060] 混練物 1 3 中の前記金属担持炭の割合は、全石炭 (乾燥石炭 1 1 a、スラリ 1 2 中の金属担持炭を構成する微粉炭 1 1 a a) との重量比で 1 w t % ～ 5 w t % であることが好ましい。これは、混練物 1 3 中の前記金属担持炭の割合が 1 w t % より低いと、金属担持炭を含有することで高温燃焼時に金属のナノ粒子を生成し効率良く脱硫するという効果を低くする可能性があるからであり、5 w t % より高いと、スラリ 1 2 の量、すなわち、水の含有量が多くなり、単位重量当たりの発熱量を低下させる可能性があるからである。

[0061] さらに、混練物 1 3 の水分含有率は、全体で 1 5 w t % 未満であることが好ましく、1 0 w t % 未満であるとより好ましい。これは、前記混練物 1 3 の水分含有率が 1 5 w t % より高いと、成形機 1 0 6 で混練物 1 3 を成形し

たときに水を押し出すことから圧縮しにくく、単位重量当たりの発熱量を低下させてしまう可能性があるからである。

[0062] 前記脱硫剤 2 として、例えば、カルシウムやマグネシウムなどのアルカリ土類金属またはその化合物を用いることが好ましい。

[0063] 前記カルシウム源として、酸化カルシウム (CaO) や炭酸カルシウム (CaCO_3) や水酸化カルシウム (Ca(OH)_2) などのカルシウム化合物を用いることが好ましい。

[0064] 前記マグネシウム源として、酸化マグネシウム (MgO) や炭酸マグネシウム (MgCO_3) や水酸化マグネシウム (Mg(OH)_2) などのマグネシウム化合物を用いること好ましい。

[0065] 前記脱硫剤 2 が担持される前記微粉炭 11a a 中の灰分、すなわち、前記スラリ 12 中の灰分は、2 wt % (ドライベース) 以下であることが好ましい。これは、前記微粉炭 11a a 中の灰分が 2 wt % (ドライベース) よりも多い場合、得られた改質石炭を高温燃焼 (温度: $1500 \sim 1700^\circ\text{C}$) したときに、前記灰分が融けて生成するフライアッシュ (粒径: $10 \mu\text{m} \sim 20 \mu\text{m}$) などの石炭灰が前記改質石炭中の金属を取り込み、金属酸化物のナノ粒子による脱硫効率を高める効果が得られにくくなるからである。

[0066] [第二の実施形態]

本発明の第二の実施形態に係る改質石炭製造設備および方法を図 2 に基づいて説明する。

本実施形態は、上述した第一の実施形態に係る改質石炭製造設備に、乾留器、冷却器、不活性化処理装置を追加すると共に、乾留器による乾留で生じた微粉炭を分離する第二微粉炭分離装置などを追加した設備となっており、これ以外は概ね第一の実施形態と同様になっている。

[0067] 本実施形態に係る改質石炭製造設備 200 は、図 2 に示すように、上述した第一の実施形態に係る改質石炭製造設備 100 と同じ機器を具備すると共に、乾留器 (乾留手段) 102、冷却器 (冷却手段) 103、不活性化処理装置 (不活性化処理手段) 104、第二微粉炭分離装置 (第二微粉炭分離手

段) 212、制御装置270などをさらに具備する。乾留器102、冷却器103、不活性化処理装置104は、乾燥装置101と混練機105との間に配置される。

[0068] 本実施形態に係る改質石炭製造設備200においては、乾燥装置101の送出口は、乾留器102の受入口と連絡している。乾留器102は、乾燥装置101から移載された乾燥石炭11aを窒素ガスなどの不活性ガス雰囲気（酸素濃度1%以下）中にて加熱乾留（300～500℃前後）することにより、水銀などを含めた揮発成分を除去した乾留石炭11bを生成する。乾留器102として、ロータリ式のキルンなどを用いることが好ましい。乾留器102の送出口は冷却器103の受入口と連絡しており、乾留器102で生成した乾留石炭11bを冷却器103に移載可能になっている。なお、乾留器102内で生成したガスは、冷却器103へ流通可能になっている。乾留石炭11bのうちの微粉炭は、前記ガスに同伴され当該ガスと共に冷却器103に流通可能になっている。

[0069] 冷却器103は、乾留器102から移載された乾留石炭11bを不活性化雰囲気（酸素濃度1%以下）中で冷却（50～150℃）して冷却炭11cを生成する。冷却器103の送出口は不活性化処理装置104の受入口と連絡しており、冷却器103で生成した冷却炭11cを不活性化処理装置104に移載可能になっている。なお、冷却器103内のガスは、不活性化処理装置104へ流通可能になっており、前記乾留器102で生成した前記ガスに同伴された前記微粉炭も当該冷却器103内の前記ガスと共に不活性化処理装置104に流通可能になっている。

[0070] 不活性化処理装置104は、冷却器103から移載された冷却炭11cにおける活性化している表面を不活性化雰囲気（酸素濃度1%以下）中で不活性化処理して表面不活性石炭11dを生成する。このとき、ガス11dbも生成する。不活性化処理装置104の送出口は、混練機105の受入口と連絡しており、不活性化処理装置104で生成した表面不活性石炭11dを混練機105に移載可能になっている。不活性化処理装置105は、基端側が

不活性化処理装置 104 の前記送出口側と接続し、先端側が不活性化処理装置 104 の前記受入口側と接続するガス循環ライン（ガス循環手段）104a を備えており、不活性化処理装置 104 で生成したガス 11db が流通可能になっている。表面不活性石炭 11d のうち微粉炭と冷却器 103 内のガスに同伴して不活性化処理装置 104 内に流通された微粉炭で構成される不活性化処理装置 104 内の微粉炭（粒径：300 μ m 以下）11da は、ガス 11db に同伴されてガス 11db と共にガス循環ライン 104a を流通する。

[0071] 第二微粉炭分離装置 212 は、ガス循環ライン 104a に設けられる。第二微粉炭分離装置 212 は、乾留器 102 で生成したガスを含むガス 11db から当該ガス 11db に同伴される微粉炭 11da（粒径：300 μ m 以下）を分離する。第二微粉炭分離装置 212 の送出口は、微粉炭搬送ライン 253 を介して脱硫剤担持装置 121 の前記受入口と接続している。微粉炭搬送ライン 253 にはブロア 253a などが設けられる。第二微粉炭分離装置 212 として、上述した微粉炭分離装置 111 と同様、例えば、サイクロンやバグフィルタなどを用いることができる。ガス 11db に同伴された微粉炭 11da は、第二微粉炭分離装置 212 によりガス 11db から分離され、搬送手段である微粉炭搬送ライン 253 およびブロア 253a により脱硫剤担持装置 121 の受入口へ気流搬送される。なお、ブロア 253a による気流搬送の代わりに、微粉炭 11da を第二微粉炭分離装置 212 から脱硫剤担持装置 121 に落下送出するようにすることも可能である。

[0072] なお、上述したガス循環ライン 104a には、流通するガス 11db の温度を調整するための熱交換器（図示せず）およびブロア（図示せず）が設けられ、ガス 11db の酸素濃度を調整するための不活性ガス供給源（図示せず）が接続される。これにより、温度および酸素濃度が調整されたガス 11db は、不活性化処理装置 104 の前記受入口側へ送給されることになる。

[0073] 脱硫剤担持装置 121 の受入口に気流搬送された前記微粉炭 11da も、脱硫剤担持装置 121 の前記処理槽内に入れられる。前記処理槽内に入れら

れた前記微粉炭 11aa, 11da と、当該処理槽内に供給された水 1 および脱硫剤 2 とは、前記脱硫剤担持装置 121 の攪拌翼で混合攪拌されて、脱硫剤 2 から金属イオンが水中に溶出し前記微粉炭 11aa, 11da と接触することにより、当該微粉炭 11aa, 11da に存在する水酸基 ($-OH$) やカルボキシル基 ($-COOH$) の水素イオンと前記金属イオンとがイオン交換して当該微粉炭 11aa, 11da に金属を上述した量で担持した金属担持炭である変性炭 (脱硫剤担持炭) が含まれるスラリー 22 となる。脱硫剤担持装置 121 で生成したスラリー 22 は、スラリー送給ライン 152 およびポンプ 152a により混練機 105 の前記受入口に送給される。

[0074] 混練機 105 は、不活性化処理装置 104 から移載された表面不活性石炭 11d と、スラリー送給ライン 152 およびポンプ 152a により脱硫剤担持装置 121 から送給されたスラリー 22 と、バインダ供給源 (図示せず) から供給されたバインダ 3 とを混練することにより混練物 23 を生成する。

[0075] 制御装置 270 は、改質石炭製造設備 100 が具備する各種機器の他に、ブローア 235a など改質石炭製造設備 200 が具備する各種機器を制御可能になっている。

[0076] 次に、上述した改質石炭製造設備 200 の中心となる作動を説明する。

[0077] 原料石炭 11 が乾燥装置 101 に供給されて生成した乾燥石炭 11a は、当該乾燥装置 101 の前記送出口から乾留器 102 の前記受入口に移載される。前記乾留器 102 の前記受入口に移載された乾燥石炭 11a は、不活性ガス雰囲気 (酸素濃度 1% 以下) 中にて加熱乾留 (300~500℃ 前後) されて乾留石炭 11b となり (処理工程 (乾留工程))、当該乾留器 102 の前記送出口から冷却器 103 の前記受入口に移載される。前記冷却器 103 の前記受入口に移載された乾留石炭 11b は、冷却されて冷却炭 11c (50~150℃) となり (処理工程 (冷却工程))、当該冷却器 103 の前記送出口から不活性化処理装置 104 の前記受入口に移載される。前記不活性化処理装置 104 の前記受入口に移載された冷却炭 11c は、表面が不活性化処理されて表面不活性石炭 11d となり (処理工程 (不活性化処理工程))

))、当該不活性化処理装置104の前記送出口から混練機105の前記受入口に移載される。乾留器102にて乾燥石炭11aを加熱乾留したときに生成したガスは、冷却器103を介して不活性化処理装置104に流通しており、乾留石炭11bおよび冷却炭11cおよび表面不活性石炭11dの微粉炭11daは、不活性化処理装置104内で生成したガス11dbに同伴される。ガス11dbは、微粉炭11daと一緒に不活性化処理装置104の前記送出口側からガス循環ライン104aを流通する。

[0078] ガス循環ライン104aを流通するガス11dbおよび微粉炭11daは、第二微粉炭分離装置212の受入口に送給される。第二微粉炭分離装置212は、ガス11dbから微粉炭（粒径：300 μ m以下）11daを分離する（第二微粉炭分離工程）。微粉炭11daを分離したガス11dbは、ガス循環ライン104aに設けられた前記熱交換器および前記不活性ガス供給源により温度および酸素濃度が調整され、ガス循環ライン104aをさらに流通して不活性化処理装置104の受入口側へ送給される。

[0079] 第二微粉炭分離装置212でガス11dbから分離された微粉炭11daは、微粉炭搬送ライン253およびポンプ253aにより脱硫剤担持装置121の受入口へ気流搬送される（搬送工程）。

[0080] 脱硫剤担持装置121の受入口へ気流搬送された前記微粉炭11aa, 11daは、当該脱硫剤担持装置121の前記処理槽に入れられる。脱硫剤担持装置121の前記処理槽には、水供給源122および水供給ライン122aを介して水1が供給されると共に、脱硫剤供給源123および脱硫剤供給ライン123aを介して脱硫剤2が供給される。

[0081] 前記微粉炭11aa, 11daおよび前記水1および前記脱硫剤2は、前記処理槽内にて前記攪拌翼により混合攪拌される。これにより、脱硫剤（金属）2が担持された微粉炭を含むスラリー22が作製される（スラリー作製工程）。スラリー22は、スラリー送給ライン152およびポンプ152aにより混練機105へ送給される。

[0082] 混練機105は、前記表面不活性石炭11dと、前記スラリー22と、前記

バインダ供給源から供給されたバインダ3とを混練して混練物23を生成する（混練工程）。混練物23は、成形機106に移載される。

[0083] 成形機106は、混練物23を圧縮成形してブリケット状の改質石炭24を生成する（成形工程）。

[0084] したがって、本実施形態によれば、原料石炭11を乾燥装置101により加熱乾燥して生じる乾燥石炭11aのうち乾燥ガス11abに同伴される微粉炭11aaを微粉炭分離装置111により分離し脱硫剤担持装置121に気流搬送すると共に、乾燥石炭11aを乾留器102により加熱乾留して生じる乾留石炭11b、乾留石炭11bを冷却器103により冷却して生じる冷却炭11c、および冷却炭11cを不活性化処理装置104により不活性化処理して生じる表面不活性石炭11dのうちガス11dbに同伴される微粉炭11daを第二微粉炭分離装置212により分離し脱硫剤担持装置121に気流搬送し、脱硫剤担持装置121にて脱硫剤2の金属が担持した微粉炭11aa, 11daを含むスラリー22を作製し、表面不活性石炭11dとスラリー22とバインダ3とを混練機105により混練して混練物23を生成し、混練物23を成形機106に移載し圧縮成型することによりブリケット状の改質石炭24を製造することができる。改質石炭24は、高温燃焼（温度：1500～1700℃）されて排ガスとなると、改質石炭24中の金属がイオンとなり、数個のイオンが凝集し、酸素と反応して、金属酸化物のナノ粒子（超微粒子：数～数十nm）となることから、数μmの粉碎した酸化物（酸化カルシウム）と比べ、比表面積が大きく、反応性が良く、脱硫効率が高いものである。よって、高温燃焼時に発生する硫黄酸化物（SO_x）と前記金属酸化物とが容易に反応して、炉内脱硫を行うことができる。原料石炭11を改質するプロセスで発生する微粉炭11aa, 11daを有効利用して改質石炭24を製造することから、改質石炭24の製造歩留まりが向上し、低コスト化を図ることができる。

[0085] なお、本実施形態においても、上述の第一の実施形態と同様の理由により、スラリー22の固形分濃度を20wt%～40wt%とすることが好ましい

。脱硫剤担持装置 1 2 1 における前記微粉炭 1 1 a a, 1 1 d a および前記水 1 および前記脱硫剤 2 を混合攪拌する時間（前記脱硫剤の金属の前記微粉炭 1 1 a a, 1 1 d a への担持時間）を 0. 5 ～ 8 時間とすることが好ましい。スラリー 2 2 中の金属担持炭における金属担持濃度を微粉炭 1 1 a a, 1 1 d a（ドライベース）との重量比で 2 w t % ～ 8 w t % とすることが好ましい。混練物 2 3 中の前記金属担持炭の割合を全石炭（表面不活性石炭 1 1 d、スラリー 2 2 中の金属担持炭を構成する微粉炭 1 1 a a, 1 1 d a）との重量比で 1 w t % ～ 5 w t % とすることが好ましい。混練物 2 3 の水分含有率は全体で 1 5 w t % 未満であることが好ましく、1 0 w t % 未満であることより好ましい。前記微粉炭 1 1 a a, 1 1 d a 中の灰分、すなわち、前記スラリー 2 2 中の灰分は、2 w t %（ドライベース）以下であることが好ましい。

[0086] [第三の実施形態]

本発明の第三の実施形態に係る改質石炭製造設備および方法を図 3 に基づいて説明する。

本実施形態は、上述した第一の実施形態に係る改質石炭製造設備が具備する乾燥装置を水蒸気により間接的に加熱する機器に特定し、当該第一の実施形態に係る改質石炭製造設備に、水蒸気供給源、水蒸気供給ライン、ドレン管などを追加した設備となっており、これ以外は概ね第一の実施形態と同様になっている。

[0087] 本実施形態に係る改質石炭製造設備 3 0 0 は、図 3 に示すように、上述した第一の実施形態に係る改質石炭製造設備 1 0 0 が具備する乾燥装置 1 0 1 の代わりに、水蒸気 6 1 により間接的に原料石炭 1 1 を加熱乾燥する乾燥装置 3 0 1 を備える。改質石炭製造設備 3 0 0 は、水蒸気供給源 3 3 1、水蒸気供給ライン 3 3 1 a、ドレン管 3 3 2、制御装置 3 7 0 などをさらに具備する。

[0088] 乾燥装置 3 0 1 は、回転可能な内筒 3 0 1 A と、内筒 3 0 1 A の外側を覆う外筒 3 0 1 B とガス循環ライン（循環手段） 3 0 1 a とを備える。外筒 3

01 Bは、水蒸気供給ライン331 aを介して水蒸気供給源331と接続している。外筒301 Bには、先端側が脱硫剤担持装置121の前記処理槽と連絡するドレン管332の基端側が接続している。内筒301 Aの一端側（基端側）に供給された原料石炭11は、内筒301 Aの回転に伴って攪拌されながら、当該内筒301 Aの他端側（先端側）へ移動していくことになる。このとき、前記内筒301 A内の原料石炭11は、外筒301 B内に供給された水蒸気61により間接的に加熱されており、当該内筒301 Aの他端側にて、水分含有量がほぼ0%の乾燥石炭11 aとなる。

[0089] 乾燥装置301は、上述した改質石炭製造設備100が具備する乾燥装置101と同様、基端側が乾燥装置301の前記送出口側と接続し、先端側が乾燥装置301の前記受入口側と接続するガス循環ライン301 aを備えており、乾燥装置301で生成した乾燥ガス11 a bが流通可能になっている。なお、乾燥石炭11 aのうち微粉炭（粒径：300 μ m以下）11 a aは、乾燥ガス11 a bに同伴されて乾燥ガス11 a bと共にガス循環ライン301 aを流通する。

[0090] なお、ガス循環ライン301 aには、乾燥ガス11 a bの温度を調整するための熱交換器（図示せず）およびブローア（図示せず）が設けられ、乾燥ガス11 a bの酸素濃度を調整するための不活性ガス供給源（図示せず）が接続される。これにより、温度および酸素濃度が調整された乾燥ガス11 a bは、乾燥装置301の前記受入口側へ送給されることになる。

[0091] 制御装置370は、改質石炭製造設備100が具備する各種機器の他に、バルブ332 aなど改質石炭製造設備300が具備する各種機器を制御可能になっている。なお、ドレン管332およびバルブ332 aなどがドレン手段を構成し、バルブ332 aなどが送給量調整手段を構成している。

[0092] 次に、上述した改質石炭製造設備300の中心となる作動を説明する。

[0093] 乾燥装置301は、当該乾燥装置301の内筒301 Aに原料石炭11が供給されると、蒸気供給源331および水蒸気供給ライン331 aを介して乾燥装置301の外筒301 B内に供給された水蒸気61により、不活性ガ

ス雰囲気（酸素濃度１％以下）中にて原料石炭１１を加熱乾燥（１１０～２００℃前後）して（処理工程（乾燥工程））、乾燥石炭１１ａを生成すると共に、乾燥ガス１１ａｂを生成する。乾燥石炭１１ａのうちの微粉炭（粒径：３００μｍ以下）１１ａａは、乾燥ガス１１ａｂに同伴されており、乾燥ガス１１ａｂと一緒に前記乾燥装置３０１の前記送出口側からガス循環ライン３０１ａを流通する（循環工程）。

[0094] 乾燥ガス１１ａｂに同伴された微粉炭１１ａａ（粒径：３００μｍ以下）は、微粉炭分離装置１１１により乾燥ガス１１ａｂから分離され（第一微粉炭分離工程）、微粉炭搬送ライン１５１およびブロー１５１ａにより脱硫剤担持装置１２１の受入口へ気流搬送されて、当該脱硫剤担持装置１２１の前記処理槽に入れられる。なお、微粉炭１１ａａを分離した乾燥ガス１１ａｂは、ガス循環ライン３０１ａに設けられた前記熱交換器および前記不活性ガス供給源により温度および酸素濃度が調整され、ガス循環ライン３０１ａをさらに流通して乾燥装置３０１の受入口側へ送給される。

[0095] 前記脱硫剤担持装置１２１の前記処理槽には、脱硫剤供給源１２３および脱硫剤供給ライン１２３ａを介して脱硫剤２が供給されると共に、ドレン管３３２およびバルブ３３２ａにより、水蒸気６１が内筒３０１Ａを加熱し冷却して生じたドレン水（９０～１００℃）６１ａが供給される（ドレン工程）。なお、このとき、バルブ３３２ａなどにより前記脱硫剤担持装置１２１の前記処理槽へのドレン水６１ａの送給量が調整される（送給量調整工程）。

[0096] 前記微粉炭１１ａａおよび前記ドレン水６１ａおよび前記脱硫剤２は、前記処理槽内にて前記攪拌翼により混合攪拌されて、脱硫剤（金属）２が担持された微粉炭を含むスラリ３２となる（スラリ作製工程）。スラリ３２は、スラリ送給ライン１５２およびポンプ１５２ａにより混練機１０５へ送給される。

[0097] 混練機１０５は、前記乾燥石炭１１ａと、前記スラリ３２と、前記バインダ供給源から供給されたバインダ３とを混練して混練物３３を生成する（混

練工程)。混練物 33 は、成形機 106 に移載される。

[0098] 成形機 106 は、混練物 33 を圧縮成形してブリケット状の改質石炭 34 を生成する（成形工程）。

[0099] したがって、本実施形態によれば、乾燥装置 301 が水蒸気 61 により原料石炭 11 を間接的に加熱乾燥する機器であって、前記原料石炭 11 の間接的な加熱により水蒸気 61 が冷却されて生じたドレン水 61a を脱硫剤担持装置 121 へ送給するドレン管 332 を具備することにより、脱硫剤担持装置 121 にて、通常の水（常温）と比べて温度の高いドレン水 61a を利用でき、通常の水を利用する場合と比べて、微粉炭 11aa への脱硫剤の担持速度が速く、通常の水（常温）を用いた場合よりも、スラリ 32 中の金属担持炭が速く生成することから、前記処理槽を小型化することができる。さらに、通常の水（水）は季節などで温度が変動しこれに応じて担持速度がばらつくが、ドレン水 61a は季節などで温度が変化せず安定していることから、微粉炭への金属の担持速度が安定し、均質な金属担持炭を含むスラリ 32 を生成することができる。そのため、改質石炭 34 を高温燃焼したときの脱硫率を安定化させることができる。

[0100] [第四の実施形態]

本発明の第四の実施形態に係る改質石炭製造設備および方法を図 4 に基づいて説明する。

本実施形態は、上述した第一の実施形態に係る改質石炭製造設備に、改質石炭送給ライン、原料石炭（異炭種）供給ライン、混合機などを追加した設備となっており、これ以外は概ね第一の実施形態と同様になっている。

[0101] 本実施形態に係る改質石炭製造設備 400 は、図 4 に示すように、上述した第一の実施形態に係る改質石炭製造設備 100 と同じ機器を具備すると共に、改質石炭送給ライン 454、原料石炭供給ライン 455、混合機（混合手段）461、制御装置 470などをさらに具備する。

[0102] 改質石炭送給ライン 454 は、基端側が成形機 106 の送出口と連絡して設けられる。改質石炭送給ライン 454 の先端側は、混合機 461 の受入口

と連絡している。

[0103] 原料石炭供給ライン４５５は、先端側が混合機４６１の受入口と連絡して設けられる。

[0104] 混合機４６１は、改質石炭送給ライン４５４により供給された改質石炭１４と、原料石炭供給ライン４５５により供給された原料石炭４１とを混合して混合石炭４５を生成する。

[0105] 原料石炭４１としては、例えば、原料石炭１１（炭種Ａ）と異なる炭種Ｂであって、当該原料石炭１１と比べて、イオン交換法により脱硫剤（金属）２を担持しにくい石炭を用いることが可能である。

[0106] 制御装置４７０は、改質石炭製造設備１００が具備する各種機器の他に、混合機４６１など改質石炭製造設備４００が具備する各種機器を制御可能になっている。

[0107] 次に、上述した改質石炭製造設備４００の中心となる作動を説明する。

[0108] 原料石炭１１（炭種Ａ）が乾燥装置１０１に供給されると、上述した改質石炭製造設備１００と同様、乾燥装置１０１、微粉炭分離装置１１１、脱硫剤担持装置１２１、混練機１０５、成形機１０６などにより改質石炭１４が製造され、改質石炭１４が改質石炭送給ライン４５４により混合機４６１に送給される。

[0109] 原料石炭４１（炭種Ｂ）は、原料石炭供給ライン４５５により混合機４６１に供給される。

[0110] 混合機４６１は、改質石炭送給ライン４５４により送給された改質石炭１４と原料石炭供給ライン４５５により供給された原料石炭４１とを混合して混合石炭４５を生成する（混合工程）。

[0111] したがって、本実施形態によれば、改質石炭送給ライン４５４と原料石炭供給ライン４５５と混合機４６１とを具備し、改質石炭送給ライン４５４により供給された改質石炭１４と、原料石炭供給ライン４５５により供給された原料石炭４１とを混合機４６１により混合して混合石炭４５を製造することができることから、脱硫剤２を担持しにくい石炭を原料石炭４１として利

用でき、脱硫剤2を担持しやすい原料石炭11のみから改質石炭14を製造する場合と比べて、より多様な炭種の石炭を有効に利用することができる。

[0112] なお、混合機461にて、改質石炭14と原料石炭41との混合割合は、混練物13中の前記金属担持炭の割合を全石炭（乾燥石炭11a、スラリ12中の金属担持炭を構成する微粉炭11aa、原料石炭41）との重量比で1wt%～5wt%とすることが好ましい。前記微粉炭11aa中の灰分、すなわち、前記スラリ12中の灰分は、上述の第一の実施形態と同様の理由により、2wt%（ドライベース）以下であることが好ましい。

[0113] [第五の実施形態]

本発明の第五の実施形態に係る改質石炭製造設備および方法を図5に基づいて説明する。

本実施形態は、上述した第一の実施形態に係る改質石炭製造設備が具備する乾燥装置を粉砕機付きの装置に変更し、灰分分離装置および分離装置などを追加した設備となっており、これ以外は概ね第一の実施形態と同様になっている。

[0114] 本実施形態に係る改質石炭製造設備500は、図5に示すように、上述した第一の実施形態に係る改質石炭製造設備100と同じ機器を具備すると共に、乾燥装置（処理手段）501、灰分分離装置（灰分分離手段）513、分離装置514、制御装置570などをさらに具備する。

[0115] 乾燥装置501は、乾燥器（乾燥手段）501Aと粉砕機（粉砕手段）501Bとが一体の装置であって、受入口から供給された原料石炭11を粉砕する（例えば、粒径：300μm以下）と同時に、窒素ガスなどの不活性ガス雰囲気（酸素濃度1%以下）中にて加熱乾燥（例えば、110～200℃）し、水分を除去して水分含有率がほぼ0%の乾燥石炭を生成する。このとき、乾燥ガス11abも生成すると共に、比重の大きい微粉炭11ba, 11bbも生成する。

[0116] 乾燥装置501は、基端側が乾燥装置501の前記送出口側と接続し、先端側が乾燥装置501の前記受入口側と接続するガス循環ライン（循環手段

）５０１ａを備えており、乾燥ガス１１ａｂが流通可能になっている。ガス循環ライン５０１ａには、微粉炭分離装置１１１が設けられている。なお、前記乾燥石炭のうち微粉炭（粒径：３００μｍ以下）１１ａａは、乾燥ガス１１ａｂに同伴されて乾燥ガス１１ａｂと共にガス循環ライン５０１ａを流通する。ガス循環ライン５０１ａには、乾燥ガス１１ａｂの温度を調整するための熱交換器（図示せず）およびブローア（図示せず）が設けられ、乾燥ガス１１ａｂの酸素濃度を調整するための不活性ガス供給源（図示せず）が接続される。これにより、温度および酸素濃度が調整された乾燥ガス１１ａｂは、乾燥装置５０１の前記受入口側へ送給されることになる。

[0117] 乾燥装置５０１は、下部に設けられた下部送出口が落下排出ライン５０１ｂを介して灰分分離装置５１３の受入口と連絡しており、乾燥装置５０１で生成した比重の大きい微粉炭１１ｂａ，１１ｂｂを灰分分離装置５１３に送給可能になっている。なお、落下排出ライン５０１ｂなどが落下排出手段を構成している。

[0118] 灰分分離装置５１３は、受入口から送給された比重の大きい微粉炭１１ｂａ，１１ｂｂを、灰分濃度が高い微粉炭（黄鉄鉱硫黄等を含む微粉炭）１１ｂｂと、灰分濃度が低い微粉炭１１ｂａに分離して、前記微粉炭１１ｂｂを除去する。灰分分離装置５１３は、送給ライン５０１ｃを介して乾燥装置５０１と接続しており、前記微粉炭１１ｂａは、送給ライン５０１ｃを介して乾燥装置５０１に戻される。灰分分離装置５１３として、例えば、磁気により分離する磁気分離装置（磁気分離手段）や、比重差により分離する比重分離装置（比重分離手段）などが挙げられる。

[0119] 分離装置５１４は、微粉炭搬送ライン１５１に連結して設けられる。分離装置５１４は、第一微粉炭送給ライン５５５を介して脱硫剤担持装置１２１の前記受入口と接続し、第二微粉炭送給ライン５５６を介して混練機１０５の前記受入口と接続している。

[0120] 制御装置５７０は、改質石炭製造設備１００が具備する各種機器の他に、改質石炭製造設備５００が具備する各種機器を制御可能になっている。

[0121] 次に、上述した改質石炭製造設備 500 の中心となる作動を説明する。

[0122] 乾燥装置 501 は、原料石炭 11 が供給されると、原料石炭 11 を不活性ガス雰囲気（酸素濃度 1% 以下）中にて粉砕する（粉砕工程）と共に、加熱乾燥する（乾燥工程）。これにより、乾燥石炭（微粉炭）11aa, 11ba, 11bb を生成すると共に、乾燥ガス 11ab が生成する。乾燥石炭 11aa, 11ba, 11bb のうちの微粉炭（粒径：300 μ m 以下）11aa は、乾燥ガス 11ab に同伴されて、乾燥ガス 11ab と一緒に前記乾燥装置 501 の前記送出口側からガス循環ライン 501a を流通する。乾燥石炭 11aa, 11ba, 11bb のうちの比重の大きい微粉炭（乾燥ガス 11ab に同伴されない程度の比重であり、例えば、比重：1.4 以上）11ba, 11bb は、乾燥装置 501 の下部送出口から排出され、落下排出ライン 501b を介して灰分分離装置 513 の受入口に送給される（落下排出工程）。

[0123] 灰分分離装置 513 の受入口に送給された乾燥石炭（微粉炭）11ba, 11bb は、灰分濃度が高い微粉炭 11bb と灰分濃度が低い微粉炭 11ba とに分離され、微粉炭 11bb が除去される一方、微粉炭 11ba が送給ライン 501d を介して乾燥装置 501 に戻され（灰分分離工程）、乾燥装置 501 にて再び粉砕されると共に加熱乾燥される。すなわち、灰分分離装置 513 として、磁気分離装置を用いた場合、微粉炭 11ba, 11bb は、磁気により、黄鉄鉱硫黄を含む微粉炭（磁性のある微粉炭）である、灰分濃度が高い微粉炭 11bb と、黄鉄鉱硫黄を含まない微粉炭である、灰分濃度が低い微粉炭 11ba とに分離されて、微粉炭 11ba, 11bb から微粉炭 11bb が除去される（磁気分離工程）。灰分分離装置 513 として、比重分離装置を用いた場合、微粉炭 11ba, 11bb は、比重差により、黄鉄鉱硫黄等を含む微粉炭（相対的に比重の大きい微粉炭）である、灰分濃度が高い微粉炭 11bb と、それ以外の微粉炭（相対的に比重の小さい微粉炭）である、灰分濃度が低い微粉炭 11ba とに分離されて、微粉炭 11ba, 11bb から微粉炭 11bb が除去される（比重分離工程）。

- [0124] ガス循環ライン501aを流通する乾燥ガス11abおよび微粉炭11aaは、微粉炭分離装置111の受入口に送給される。微粉炭分離装置111は、乾燥ガス11abから微粉炭（粒径：300 μ m以下）11aaを分離する（第一微粉炭分離工程）。微粉炭11aaを分離した乾燥ガス11abは、ガス循環ライン501aに設けられた前記熱交換器および前記不活性ガス供給源により温度および酸素濃度が調整され、ガス循環ライン501aをさらに流通して乾燥装置501の受入口側へ送給される。
- [0125] 微粉炭分離装置111で分離された微粉炭11aaは、微粉炭搬送ライン151およびブロア151aにより分離装置514の受入口へ気流搬送される。分離装置514の受入口へ気流搬送された微粉炭11aaは、当該分離装置514により分離され、微粉炭11aaの一部である微粉炭11aaaが第一微粉炭送給ライン555を介して脱硫剤担持装置121の受入口に送給され、微粉炭11aaの残部である微粉炭11aabが第二微粉炭送給ライン556を介して混練機105の受入口へ送給される（微粉炭分離送給工程）。
- [0126] 脱硫剤担持装置121の受入口へ送給された前記微粉炭11aaaは、当該脱硫剤担持装置121の前記処理槽に入れられる。脱硫剤担持装置121の前記処理槽には、水供給源122および水供給ライン122aを介して水1が供給されると共に、脱硫剤供給源123および脱硫剤供給ライン123aを介して脱硫剤2が供給される。前記微粉炭11aaaおよび前記水1および前記脱硫剤2は、前記処理槽内にて前記攪拌翼により混合攪拌されて、脱硫剤（金属）2が担持された微粉炭を含むスラリー52となる（スラリー作製工程）。スラリー52は、スラリー送給ライン152およびポンプ152aにより混練機105へ送給される。
- [0127] 混練機105は、前記スラリー52と、前記微粉炭11aabと、前記バインダ供給源から供給されたバインダ3とを混練して混練物53を生成する（混練工程）。混練物53は、成形機106に移載される。
- [0128] 成形機106は、混練物53を圧縮成形してブリケット状の改質石炭54

を生成する（成形工程）。

[0129] したがって、本実施形態によれば、上述の第一の実施形態と同様な作用効果を奏することに加え、乾燥装置 501 により原料石炭 11 を粉砕すると共に加熱乾燥して生じた乾燥石炭のうち比重の大きい微粉炭が落下排出されて灰分分離装置 513 に送給され、灰分分離装置 513 による灰分分離により灰分濃度が高い微粉炭 11bb を除去したことにより、乾燥装置による粉砕および加熱乾燥と灰分分離装置による灰分分離とを行わない場合と比べて、改質石炭 54 に含まれる硫黄分を減らすことができる。

[0130] 灰分分離装置 513 により、微粉炭 11bb として原料石炭 11 中の灰分を取り除き、脱硫剤 2 を担持する微粉炭 11aaa が灰分をほとんど含有しないことから、原料石炭 11 の灰分含有量の制約はなく、灰分の含有量が多い石炭を原料石炭 11 として利用でき、灰分の含有量の少ない原料石炭で、灰分分離装置 513 を介さずに改質石炭を製造する場合と比べて、より多様な炭種の石炭を有効に利用することができる。

[0131] なお、本実施形態においても、上述の第一の実施形態と同様の理由により、スラリ 52 の固形分濃度を 20wt%～40wt% とすることが好ましい。脱硫剤担持装置 121 における前記微粉炭 11aaa および前記水 1 および前記脱硫剤 2 を混合攪拌する時間（前記脱硫剤の金属の前記微粉炭 11aaa への担持時間）を 0.5～8 時間とすることが好ましい。スラリ 52 中の金属担持炭における金属担持濃度を微粉炭 11aaa（ドライベース）との重量比で 2wt%～8wt% とすることが好ましい（脱硫剤の担持率は、飽和担持率の 30～90% であることが好ましい）。混練物 53 中の前記金属担持炭の割合を全石炭（スラリ 52 中の金属担持炭を構成する微粉炭 11aaa）との重量比で 1wt%～5wt% とすることが好ましい。混練物 53 の水分含有率は全体で 15wt% 未満であることが好ましく、10wt% 未満であるとより好ましい。

[0132] [第六の実施形態]

本発明の第六の実施形態に係る改質石炭製造設備および方法を図 6 に基づ

いて説明する。

本実施形態は、上述した第五の実施形態に係る改質石炭製造設備が具備する微粉炭分離装置および灰分分離装置の配置を変更した設備となっており、これ以外は概ね第五の実施形態と同様になっている。

[0133] 本実施形態に係る改質石炭製造設備 600 は、図 6 に示すように、上述した第五の実施形態に係る改質石炭製造設備 500 と同じ機器を具備すると共に、微粉炭送給ライン 657、灰分分離微粉炭送給ライン 658、制御装置 670などを具備する。微粉炭分離装置 111 は、ガス循環ライン（循環手段）501a に設けられ、送出口が微粉炭送給ライン 657 を介して混練機 105 の受入口と接続される。灰分分離装置 513 は、落下排出ライン 501b に設けられ、送出口が灰分分離微粉炭送給ライン 658 を介して脱硫剤担持装置 121 の受入口と接続される。微粉炭送給ライン 657 および灰分分離微粉炭送給ライン 658 には、ブローア 657a, 658a がそれぞれ設けられる。なお、微粉炭送給ライン 657 およびブローア 657a などが微粉炭送給手段を構成している。灰分分離微粉炭送給ライン 658 およびブローア 658a などが灰分分離微粉炭送給手段を構成している。

[0134] 制御装置 670 は、改質石炭製造設備 500 が具備する各種機器の他に、ブローア 657a, 658a など改質石炭製造設備 600 が具備する各種機器を制御可能になっている。

[0135] 次に、上述した改質石炭製造設備 600 の中心となる作動を説明する。なお、原料石炭 11 を粉碎および加熱乾燥する工程と、微粉炭を分離する工程とは、上述した改質石炭製造設備 500 と同じであり、その説明を省略する。

[0136] 微粉炭分離装置 111 で分離された微粉炭 11aa は、微粉炭送給ライン 657 およびブローア 657a により混練機 105 の受入口へ送給される（微粉炭送給工程）。

[0137] 灰分分離装置 513 で分離された微粉炭 11ba は、灰分分離微粉炭送給ライン 658 およびブローア 658a により脱硫剤担持装置 121 の受入口へ

送給される（灰分分離微粉炭送給工程）。

[0138] 脱硫剤担持装置 1 2 1 の受入口に送給された前記微粉炭 1 1 b a は、当該脱硫剤担持装置 1 2 1 の前記処理槽内に入れられる。脱硫剤担持装置 1 2 1 の前記処理槽には、水供給源 1 2 2 および水供給ライン 1 2 2 a を介して水 1 が供給されると共に、脱硫剤供給源 1 2 3 および脱硫剤供給ライン 1 2 3 a を介して脱硫剤 2 が供給される。前記微粉炭 1 1 b a および前記水 1 および前記脱硫剤 2 は、前記処理槽内にて前記攪拌翼により混合攪拌されて、脱硫剤（金属）2 が担持された微粉炭を含むスラリー 6 2 となる（スラリー作製工程）。スラリー 6 2 は、スラリー送給ライン 1 5 2 およびポンプ 1 5 2 a により混練機 1 0 5 へ送給される。

[0139] 混練機 1 0 5 は、前記スラリー 6 2 と、前記微粉炭 1 1 a a と、前記バインダ供給源から供給されたバインダ 3 とを混練して混練物 6 3 を生成する（混練工程）。混練物 6 3 は、成形機 1 0 6 に移載される。

[0140] 成形機 1 0 6 は、混練物 6 3 を圧縮成形してブリケット状の改質石炭 6 4 を生成する（成形工程）。

[0141] したがって、本実施形態によれば、上述の第五の実施形態と同様な作用効果を奏することに加え、微粉炭を脱硫剤の担持用と混練用と分離するための装置が不要となり、その分装置および処理を簡略化することができる。これにより、製造コストを低減することができる。

[0142] なお、本実施形態においても、上述の第五の実施形態と同様の理由により、スラリー 6 2 の固形分濃度を 20 wt %～40 wt %とすることが好ましい。脱硫剤担持装置 1 2 1 における前記微粉炭 1 1 b a および前記水 1 および前記脱硫剤 2 を混合攪拌する時間（前記脱硫剤の金属の前記微粉炭 1 1 b a への担持時間）を 0.5～8 時間とすることが好ましい。スラリー 6 2 中の金属担持炭における金属担持濃度を微粉炭 1 1 b a（ドライベース）との重量比で 2 wt %～8 wt %とすることが好ましい（脱硫剤の担持率は、飽和担持率の 30～90%であることが好ましい）。混練物 6 3 中の前記金属担持炭の割合を全石炭（スラリー 6 2 中の金属担持炭を構成する微粉炭 1 1 b a）

との重量比で1wt%～5wt%とすることが好ましい。混練物63の水分含有率は全体で15wt%未満であることが好ましく、10wt%未満であるとより好ましい。

[0143] [第七の実施形態]

本発明の第七の実施形態に係る改質石炭製造設備および方法を図7に基づいて説明する。

本実施形態は、上述した第五の実施形態に係る改質石炭製造設備が具備する水供給源を変更した設備となっており、これ以外は概ね第五の実施形態と同様になっている。

[0144] 本実施形態に係る改質石炭製造設備700は、図7に示すように、上述した第五の実施形態に係る改質石炭製造設備500と同じ機器を具備すると共に、制御装置770および凝縮水分離装置780などをさらに具備する。

[0145] 凝縮水分離装置780は、ガス循環ライン501aに上方が接続して設けられた凝縮水分離機781と、凝縮水分離機781と凝縮水排出管782を介して接続される貯水タンク783と、貯水タンク783の下部に基端部が接続されると共に、脱硫剤担持装置121に先端部が接続される凝縮水送給管784とを備える。凝縮水排出管782には、流量調整バルブ782aが設けられる。凝縮水送給管784にはポンプ784aが設けられる。

[0146] 凝縮水分離装置780は、さらに、ガス循環ライン501aに接続される大気排出管501eに上方が接続して設けられた凝縮水分離機785を備える。凝縮水分離機785は、凝縮水排出管786を介して貯水タンク783と接続される。大気放出管501eおよび凝縮水排出管786には、流量調整バルブ501ea, 786aがそれぞれ設けられる。なお、前記凝縮水分離装置780などが凝縮水分離手段を構成している。

[0147] 制御装置770は、改質石炭製造設備500が具備する各種機器の他に、流量調整バルブ501ea, 782a, 786aおよびポンプ784aなど改質石炭製造設備700が具備する各種機器を制御可能になっている。

[0148] 次に、上述した改質石炭製造設備700の中心となる作動を説明する。な

お、原料石炭 1 1 を粉砕および乾燥して得られた微粉炭を灰分分離しつつ、脱硫剤担持用とそれ以外に分離する工程までは、上述した改質石炭製造設備 5 0 0 と同じであり、その説明を省略する。

[0149] 脱硫剤担持装置 1 2 1 の受入口に送給された前記微粉炭 1 1 a a a は、当該脱硫剤担持装置 1 2 1 の前記処理槽内に入れられる。前記脱硫剤担持装置 1 2 1 の前記処理槽には、脱硫剤供給源 1 2 3 および脱硫剤供給ライン 1 2 3 a を介して脱硫剤 2 が供給されると共に、凝縮水分離装置 7 8 0 により、乾燥ガス 1 1 a b がガス循環ライン 5 0 1 a および大気放出管 5 0 1 e で冷却されて凝縮水（90～100℃）7 1 を生じ、この凝縮水 7 1 が分離されて送給される（凝縮水分離工程）。なお、このとき、ポンプ 7 8 4 a などにより前記脱硫剤担持装置 1 2 1 の前記処理槽への凝縮水 7 1 の送給量が調整される。

[0150] 前記微粉炭 1 1 a a a および前記凝縮水 7 1 および前記脱硫剤 2 は、前記処理槽内にて前記攪拌翼により混合攪拌されて、脱硫剤（金属）2 が担持された微粉炭を含むスラリ 7 2 となる（スラリ作製工程）。スラリ 7 2 は、スラリ送給ライン 1 5 2 およびポンプ 1 5 2 a により混練機 1 0 5 へ送給される。

[0151] 混練機 1 0 5 は、前記スラリ 7 2 と、前記微粉炭 1 1 a a b と、前記バインダ供給源から供給されたバインダ 3 とを混練して混練物 7 3 を生成する（混練工程）。混練物 7 3 は、成形機 1 0 6 に移載される。

[0152] 成形機 1 0 6 は、混練物 7 3 を圧縮成形してブリケット状の改質石炭 7 4 を生成する（成形工程）。

[0153] したがって、本実施形態に係る改質石炭製造設備 7 0 0 によれば、上述の第五の実施形態と同様な作用効果を奏することに加え、凝縮水分離装置 7 8 0 を具備することにより、ガス循環ライン 5 0 1 a および大気放出管 5 0 1 e で生じた凝縮水 7 1 をスラリ 7 2 の原料として利用することができる。これにより、スラリ作製の水を得るのに厳しい環境であっても、改質石炭 7 4 を製造することができる。

[0154] なお、本実施形態においても、上述の第五の実施形態と同様の理由により、スラリ 7 2 の固形分濃度を 2 0 w t % ~ 4 0 w t % とすることが好ましい。脱硫剤担持装置 1 2 1 における前記微粉炭 1 1 a a a および前記水 7 1 および前記脱硫剤 2 を混合攪拌する時間（前記脱硫剤の金属の前記微粉炭 1 1 a a a への担持時間）を 0. 5 ~ 8 時間とすることが好ましい。スラリ 7 2 中の金属担持炭における金属担持濃度を微粉炭 1 1 a a a （ドライベース）との重量比で 2 w t % ~ 8 w t % とすることが好ましい（脱硫剤の担持率は、飽和担持率の 3 0 ~ 9 0 % であることが好ましい）。混練物 7 3 中の前記金属担持炭の割合を全石炭（スラリ 7 2 中の金属担持炭を構成する微粉炭 1 1 a a a ）との重量比で 1 w t % ~ 5 w t % とすることが好ましい。混練物 7 3 の水分含有率は全体で 1 5 w t % 未満であることが好ましく、1 0 w t % 未満であるとより好ましい。

[0155] [他の実施形態]

なお、上記では、原料石炭 1 1 を乾燥した乾燥石炭 1 1 a を含有する改質石炭 1 4 を製造する改質石炭製造設備 1 0 0 を用いて説明したが、前記乾燥石炭 1 1 a をさらに乾留し冷却し不活性化処理した表面不活性化石炭を含有する改質石炭を製造する改質石炭製造設備とすることも可能である。

[0156] 上記では、原料石炭 1 1 を熱処理して生じた微粉炭 1 1 a a , 1 1 d a にのみ脱硫剤 2 を担持してなる脱硫剤担持炭を含むスラリ 1 2 , 2 2 を有する改質石炭 1 4 , 2 4 を作製する場合について説明したが、前記スラリ 1 2 , 2 2 のみならず、原料石炭 1 1 をミルなどで粉砕してなる微粉炭に脱硫剤 2 を担持してなる脱硫剤担持炭を含むスラリをも有する改質石炭を作製することも可能である。このような場合であっても、上述の改質石炭製造設備と同様な作用効果を奏する。

[0157] 上記では、ガス循環ライン 1 0 1 a , 3 0 1 a に微粉炭分離装置 1 1 1 , 1 1 1 を設けた改質石炭製造設備 1 0 0 , 3 0 0 について説明したが、乾燥装置 1 0 1 , 3 0 1 内で生じた乾燥ガスを排出する排気ラインに微粉炭分離装置を設けた改質石炭製造設備とすることも可能である。

- [0158] 上記では、ガス循環ライン１０４ aに第二微粉炭分離装置２１２を設けた改質石炭製造設備２００について説明したが、不活性化処理装置１０４内で生じたガスを排出する排気ラインに第二微粉炭分離装置を設けた改質石炭製造設備とすることも可能である。
- [0159] 上記では、混練機１０５にてスラリ１２とバインダ３を混練して混練物１３とし、成形機１０６にて混練物１３をブリケット状に成形してなる改質石炭１４と原料石炭４１を混合機４６１にて混合してなる混合炭４５を製造する改質石炭製造設備４００を用いて説明したが、前記原料石炭４１を粉砕し、粉砕した前記原料石炭４１とスラリ１２とバインダ３を混練機１０５にて混練して混練物とし、成形機１０６にて当該混練物をブリケット状に圧縮成形してなる改質石炭を製造する改質石炭製造設備とすることも可能である。
- [0160] 上記第一～第四の実施形態に係る改質石炭製造設備および方法において、微粉炭搬送ライン１５１に上述の灰分分離装置５１３を配置し、微粉炭１１ a aを脱硫剤担持装置１２１へ送給する前に、前記灰分分離装置５１３で微粉炭１１ a aを処理すること（灰分分離工程）により脱硫剤２の担持対象である微粉炭１１ a aから当該微粉炭１１ a aに含まれる、灰分濃度が高い微粉炭を除去することが好ましい。このように前記灰分分離装置５１３で微粉炭１１ a aを処理するだけで、灰分濃度が高い微粉炭が除去された、灰分濃度が低い微粉炭１１ a aに脱硫剤２を担持することができるので、原料石炭１１の灰分含有量の制約はなく、灰分の含有量の多い石炭を原料石炭１１として利用でき、灰分の含有量の少ない原料石炭で、前記灰分分離装置５１３を介さずに改質石炭を製造する場合と比べて、より多様な炭種の石炭を有効に利用することができる。

実施例

- [0161] 本発明に係る改質石炭製造設備および方法の作用効果を確認するために行った実施例を以下に説明するが、本発明は、各種データに基づいて説明する以下の実施例のみに限定されるものではない。
- [0162] [確認試験]

下記の試験体および比較体に関し、炉内に吹込み高温燃焼（温度：1500～1700℃）したときの脱硫性能について確認試験を行った。

[0163] <試験体の作製>

水に90gの乾燥石炭（平均粒径が75μm～150μm）と、7.24gの水酸化カルシウム（ $\text{Ca}(\text{OH})_2$ ）を加え、全量を300gとしたものを常温で4時間攪拌することにより4重量%カルシウム担持炭を含むスラリー（スラリー濃度の固形分濃度が30重量%である）とし、4重量%カルシウム担持炭が全体石炭重量の3重量%相当になるように乾燥石炭を前記スラリーに添加し混合して得られた改質石炭を試験体とした。

[0164] <比較体の作製>

前記試験体と同じ炭種の石炭と、炭酸カルシウム（粒径が2μm～10μm）とを混合したものを比較体とした。

[0165] <試験>

上述した試験体を炉内吹き込み高温燃焼（温度：1500～1700℃）したところ、図8に示す結果が得られた。上述した比較体も、試験体と同様に、炉内に吹き込み高温燃焼（温度：1500～1700℃）したところ、図8に示す結果が得られた。

[0166] <評価>

試験体は、比較体と比べて、脱硫率が高いことが確認された。

カルシウム／硫黄（モル比）が0.5であるときに試験体の脱硫率が40%であることから、カルシウム／硫黄（モル比）を1とすると、試験体の脱硫率が80%となることが推測された。

[0167] したがって、本試験によれば、カルシウムが担持された石炭を含むスラリーと乾燥石炭とを混合したものを炉内に吹き込み高温燃焼した方が、石炭と炭酸カルシウム（粒径が2μm～10μm）とを混合したものの炉内に吹き込み高温燃焼する場合と比べて、脱硫率が向上することが明らかとなった。

産業上の利用可能性

[0168] 本発明に係る改質石炭製造設備および方法は、高温燃焼時に脱硫剤の超微

粒子を発生できる改質石炭を低コストで製造することができるので、産業上、極めて有益に利用することができる。

符号の説明

[0169] 1 水、2 脱硫剤、3 バインダ、11 原料石炭（炭種A）、11a 乾燥石炭、11aa 微粉炭、11ab 乾燥ガス、11b 乾留石炭、11c 冷却炭、11d 表面不活性石炭、11da 微粉炭、11db ガス、12 スラリ、13 混練物、14 改質石炭、22 スラリ、23 混練物、24 改質石炭、32 スラリ、33 混練物、34 改質石炭、41 原料石炭（炭種B）、45 混合石炭、61 水蒸気、61a ドレン水、100 改質石炭製造設備、101 乾燥装置、102 乾留器、103 冷却器、104 不活性化処理装置、105 混練機、106 成形機、111 微粉炭分離装置、121 脱硫剤担持装置、122 水供給源、122a 水供給ライン、123a 脱硫剤供給ライン、151 微粉炭搬送ライン、151a ブロア、152 スラリ送給ライン、152a ポンプ、170 制御装置、200 改質石炭製造設備、212 第二微粉炭分離装置、253 微粉炭搬送ライン、253a ブロア、270 制御装置、300 改質石炭製造設備、301 乾燥装置、301A 内筒、301B 外筒、301a ガス循環ライン、331 水蒸気供給源、331a 水蒸気供給ライン、332 ドレン管、332a バルブ、370 制御装置、400 改質石炭製造設備、454 改質石炭送給ライン、455 原料石炭供給ライン、461 混合機、470 制御装置、500 改質石炭製造設備、501 乾燥装置、501A 乾燥器、501B 粉碎機、513 灰分分離装置、514 分離装置、570 制御装置、600 改質石炭製造設備、670 制御装置、700 改質石炭製造設備、770 制御装置、780 凝縮水分離装置

請求の範囲

- [請求項1] 褐炭又は亜瀝青炭からなる原料石炭を処理する処理手段と、
前記処理手段で処理された前記原料石炭の一部と水および脱硫剤とを混合攪拌して、当該脱硫剤が前記原料石炭に担持してなる脱硫剤担持炭を含むスラリーを作製するスラリー作製手段と、
前記処理手段で処理された前記原料石炭の残部と前記スラリーとバインダとを混練する混練手段と、
前記混練手段で得られた混練物をブリケット状に成形して改質石炭を得る成形手段とを備え、
前記処理手段は、
前記原料石炭を乾燥ガスにより乾燥する乾燥手段と、
前記乾燥ガスを循環させる循環手段と、
前記循環手段に設けられ、前記乾燥ガスに同伴される微粉炭を分離する第一微粉炭分離手段とを有することを特徴とする改質石炭製造設備。
- [請求項2] 請求項1に記載された改質石炭製造設備であって、
前記処理手段は、前記乾燥手段で乾燥された前記原料石炭を乾留する乾留手段と、前記乾留手段で乾留された前記原料石炭を冷却する冷却手段と、前記冷却手段で冷却された前記原料石炭を不活性化処理する不活性化処理手段とを有し、
前記乾留手段または前記冷却手段または前記不活性化処理手段の少なくとも何れか一つにて生成したガスに同伴される微粉炭を分離する第二微粉炭分離手段と、
前記第二微粉炭分離手段で分離された前記微粉炭を前記スラリー作製手段へ搬送する搬送手段とを備えることを特徴とする改質石炭製造設備。
- [請求項3] 請求項1または請求項2に記載された改質石炭製造設備であって、
前記乾燥手段は、前記原料石炭を水蒸気により間接加熱する機器で

あり、

前記水蒸気が前記原料石炭を間接加熱して生じたドレン水を前記スラリ作製手段へ送給するドレン手段と、

前記ドレン手段に設けられ、前記ドレン水の前記スラリ作製手段への送給量を調整する送給量調整手段と、

を備える

ことを特徴とする改質石炭製造設備。

[請求項4] 請求項1から請求項3の何れか一項に記載された改質石炭製造設備であって、

前記成形手段で得られた前記改質石炭と、前記原料石炭とは異なる種類の石炭とを混合する混合手段を備える

ことを特徴とする改質石炭製造設備。

[請求項5] 請求項1に記載された改質石炭製造設備であって、

前記処理手段は、前記原料石炭を粉砕する粉砕手段を有することを特徴とする改質石炭製造設備。

[請求項6] 請求項5に記載された改質石炭製造設備であって、

前記処理手段は、

前記乾燥手段および前記粉砕手段で前記原料石炭が処理されてなる微粉炭のうち比重の大きい微粉炭を落下排出する落下排出手段と、

前記落下排出手段により排出された比重の大きい前記微粉炭を、灰分濃度が低い微粉炭と、灰分濃度が高い微粉炭とに分離する灰分分離手段を有する

ことを特徴とする改質石炭製造設備。

[請求項7] 請求項6に記載された改質石炭製造設備であって、

前記第一微粉炭分離手段により分離された前記微粉炭を前記スラリ作製手段と前記混練手段とに分離して送給する微粉炭分離送給手段を有する

ことを特徴とする改質石炭製造設備。

- [請求項8] 請求項6に記載された改質石炭製造設備であって、
前記第一微粉炭分離手段により分離された前記微粉炭を前記混練手段に送給する微粉炭送給手段と、
前記灰分分離手段により分離された、灰分濃度が低い前記微粉炭を前記スラリ作製手段に送給する灰分分離微粉炭送給手段とを有することを特徴とする改質石炭製造設備。
- [請求項9] 請求項6から請求項8の何れか一項に記載された改質石炭製造設備であって、
前記循環手段で生成した凝縮水を分離して前記スラリ作製手段へ送給する凝縮水分離手段を有することを特徴とする改質石炭製造設備。
- [請求項10] 請求項1から請求項4の何れか一項に記載された改質石炭製造設備であって、
前記処理手段は、前記第一微粉炭分離手段で分離された前記微粉炭を、灰分濃度が低い微粉炭と、灰分濃度が高い微粉炭とに分離する灰分分離手段を有することを特徴とする改質石炭製造設備。
- [請求項11] 請求項6から請求項10の何れか一項に記載された改質石炭製造設備であって、
前記灰分分離手段は、磁気により分離する磁気分離手段、または比重差により分離する比重分離手段であることを特徴とする改質石炭製造設備。
- [請求項12] 請求項1から請求項11の何れか一項に記載された改質石炭製造設備であって、
前記脱硫剤は、カルシウムまたはマグネシウムまたはその化合物であることを特徴とする改質石炭製造設備。
- [請求項13] 褐炭又は亜瀝青炭からなる原料石炭を処理する処理工程と、

前記処理工程で処理された前記原料石炭の一部と水および脱硫剤とを混合攪拌して、当該脱硫剤が前記原料石炭に担持してなる脱硫剤担持炭を含むスラリを作製するスラリ作製工程と、

前記処理工程で処理された前記原料石炭の残部と前記スラリとバインダとを混練する混練工程と、

前記混練工程で得られた混練物をブリケット状に成形して改質石炭を得る成形工程とを備え、

前記処理工程は、

前記原料石炭を乾燥ガスにより乾燥する乾燥工程と、

前記乾燥ガスを循環させる循環工程と、

前記循環工程にて、前記乾燥ガスに同伴される微粉炭を分離する第一微粉炭分離工程とを有する

ことを特徴とする改質石炭製造方法。

[請求項14]

請求項13に記載された改質石炭製造方法であって、

前記処理工程は、前記乾燥工程で乾燥された前記原料石炭を乾留する乾留工程と、前記乾留工程で乾留された前記原料石炭を冷却する冷却工程と、前記冷却工程で冷却された前記原料石炭を不活性化処理する不活性化処理工程とを有し、

前記乾留工程または前記冷却工程または前記不活性化処理工程の少なくとも何れか一つにて生成したガスに同伴される微粉炭を分離する第二微粉炭分離工程と、

前記第二微粉炭分離工程で分離された前記微粉炭を前記スラリ作製工程へ搬送する搬送工程とを備える

ことを特徴とする改質石炭製造方法。

[請求項15]

請求項13または請求項14に記載された改質石炭製造方法であって、

前記乾燥工程は、前記原料石炭を水蒸気により間接加熱する機器を用いて行い、

前記水蒸気が前記原料石炭を間接加熱して生じたドレン水を前記スラリ作製工程へ送給するドレン工程と、

前記ドレン工程にて、前記ドレン水の前記スラリ作製工程への送給量を調整する送給量調整工程と、

を備える

ことを特徴とする改質石炭製造方法。

[請求項16] 請求項13から請求項15の何れか一項に記載された改質石炭製造方法であって、

前記成形工程で得られた前記改質石炭と、前記原料石炭とは異なる種類の石炭とを混合する混合工程を備える

ことを特徴とする改質石炭製造方法。

[請求項17] 請求項13に記載された改質石炭製造方法であって、

前記処理工程は、前記原料石炭を粉砕する粉砕工程を有することを特徴とする改質石炭製造方法。

[請求項18] 請求項17に記載された改質石炭製造方法であって、

前記処理工程は、

前記乾燥工程および前記粉砕工程で前記原料石炭が処理されてなる微粉炭のうち比重の大きい微粉炭を落下排出する落下排出工程と、

前記落下排出工程で排出された比重の大きい前記微粉炭を、灰分濃度が低い微粉炭と、灰分濃度が高い微粉炭とに分離する灰分分離工程を有する

ことを特徴とする改質石炭製造方法。

[請求項19] 請求項18に記載された改質石炭製造方法であって、

前記第一微粉炭分離工程で分離された前記微粉炭を前記スラリ作製工程と前記混練工程とに分離して送給する微粉炭分離送給工程を有する

ことを特徴とする改質石炭製造方法。

[請求項20] 請求項18に記載された改質石炭製造方法であって、

前記第一微粉炭分離工程で分離された前記微粉炭を前記混練工程に送給する微粉炭送給工程と、

前記灰分分離工程で分離された、灰分濃度が低い前記微粉炭を前記スラリー作製工程に送給する灰分分離微粉炭送給工程とを有することを特徴とする改質石炭製造方法。

[請求項21] 請求項18から請求項20の何れか一項に記載された改質石炭製造方法であって、

前記循環工程で生成した凝縮水を分離して前記スラリー作製工程へ送給する凝縮水分離工程を有することを特徴とする改質石炭製造方法。

[請求項22] 請求項13から請求項16の何れか一項に記載された改質石炭製造方法であって、

前記処理工程は、前記第一微粉炭分離工程で分離された前記微粉炭を、灰分濃度が低い微粉炭と、灰分濃度が高い微粉炭とに分離する灰分分離工程を有することを特徴とする改質石炭製造方法。

[請求項23] 請求項18から請求項22の何れか一項に記載された改質石炭製造方法であって、

前記灰分分離工程は、磁気により分離する磁気分離工程、または比重差により分離する比重分離工程であることを特徴とする改質石炭製造方法。

[請求項24] 請求項13から請求項23の何れか一項に記載された改質石炭製造方法であって、

前記脱硫剤は、カルシウムまたはマグネシウムまたはその化合物であることを特徴とする改質石炭製造方法。

[請求項25] 請求項13から請求項24の何れか一項に記載された改質石炭製造方法であって、

前記微粉炭と前記脱硫剤および前記水とを混合攪拌する時間は、0.5～8時間である

ことを特徴とする改質石炭製造方法。

[請求項26] 請求項13から請求項25の何れか一項に記載された改質石炭製造方法であって、

前記スラリの固形分濃度は、20wt%～40wt%であることを特徴とする改質石炭製造方法。

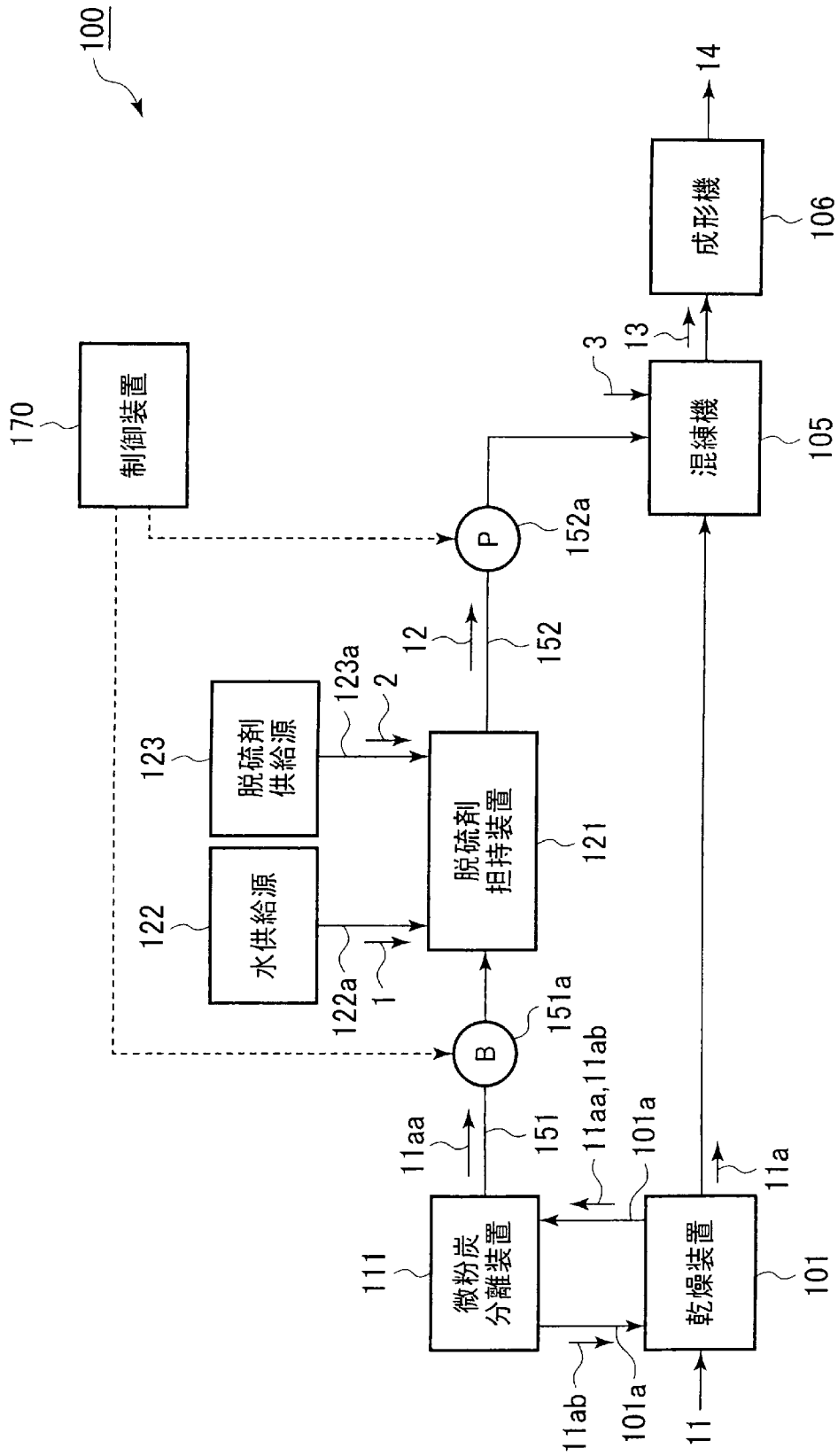
[請求項27] 請求項13から請求項26の何れか一項に記載された改質石炭製造方法であって、

前記脱硫剤担持炭における前記脱硫剤の担持濃度は、前記微粉炭との重量比で2wt%～8wt%であることを特徴とする改質石炭製造方法。

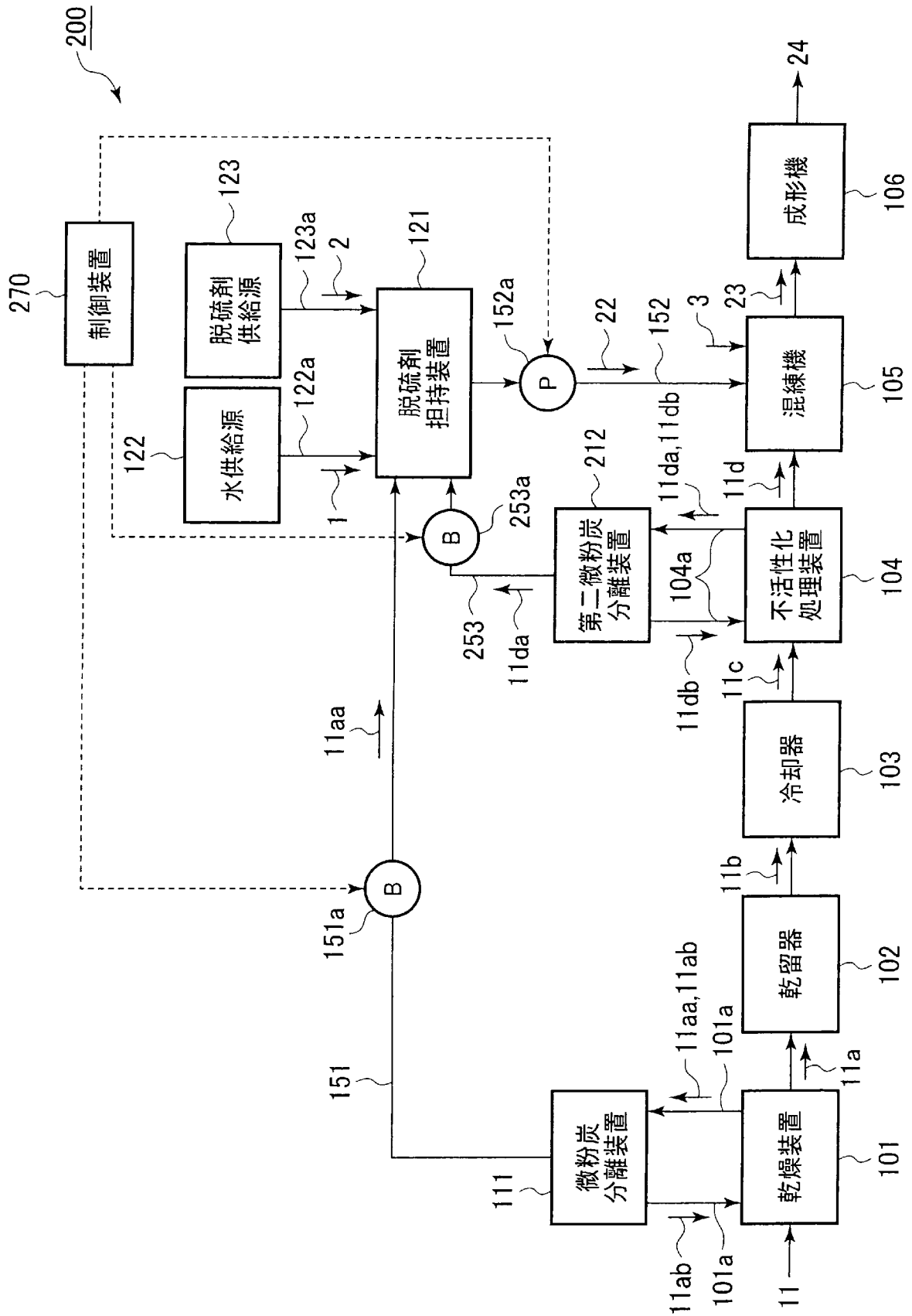
[請求項28] 請求項13から請求項27の何れか一項に記載された改質石炭製造方法であって、

前記脱硫剤担持炭における前記原料石炭中の灰分は、2wt%（ドライベース）以下であることを特徴とする改質石炭製造方法。

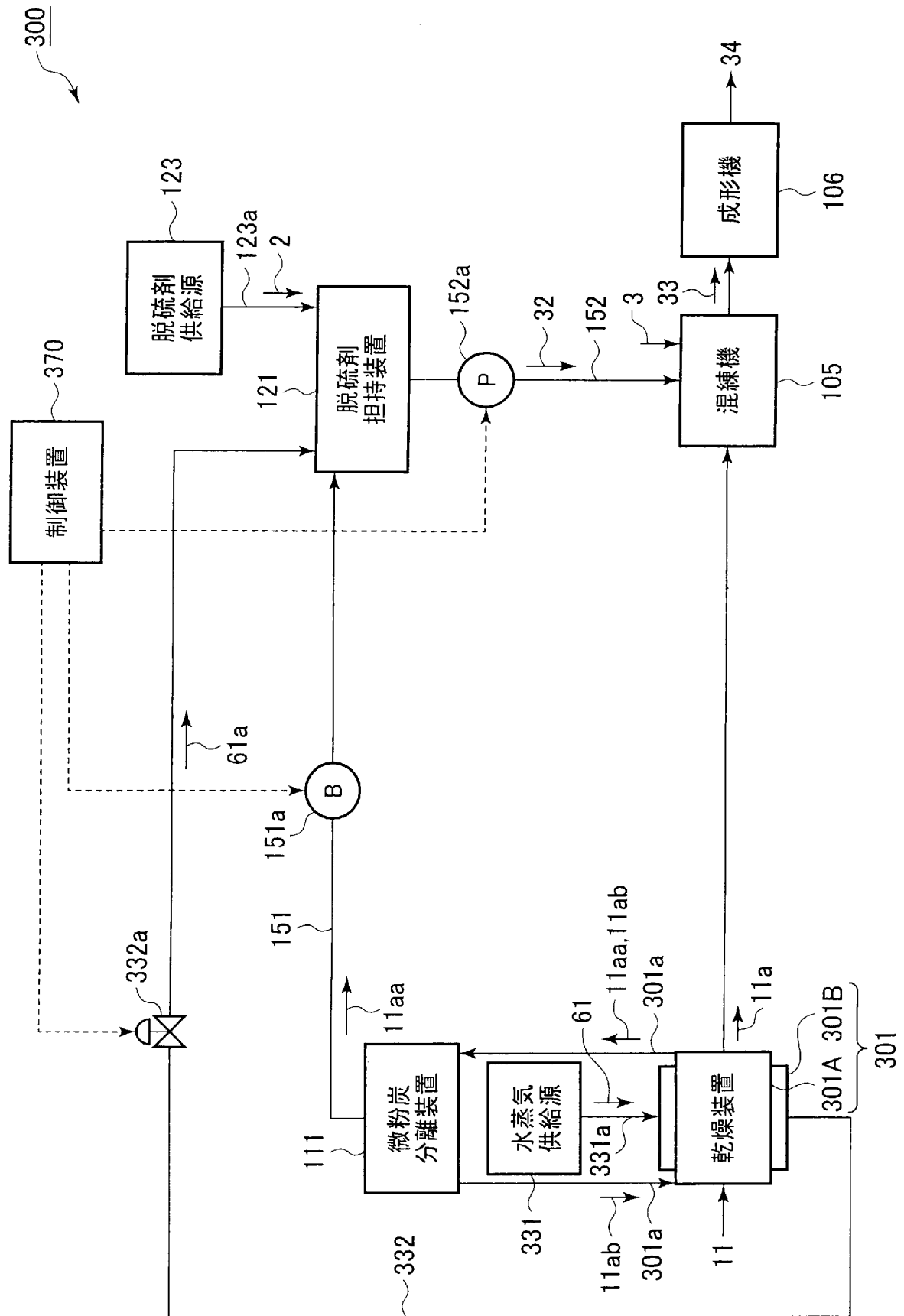
[図1]



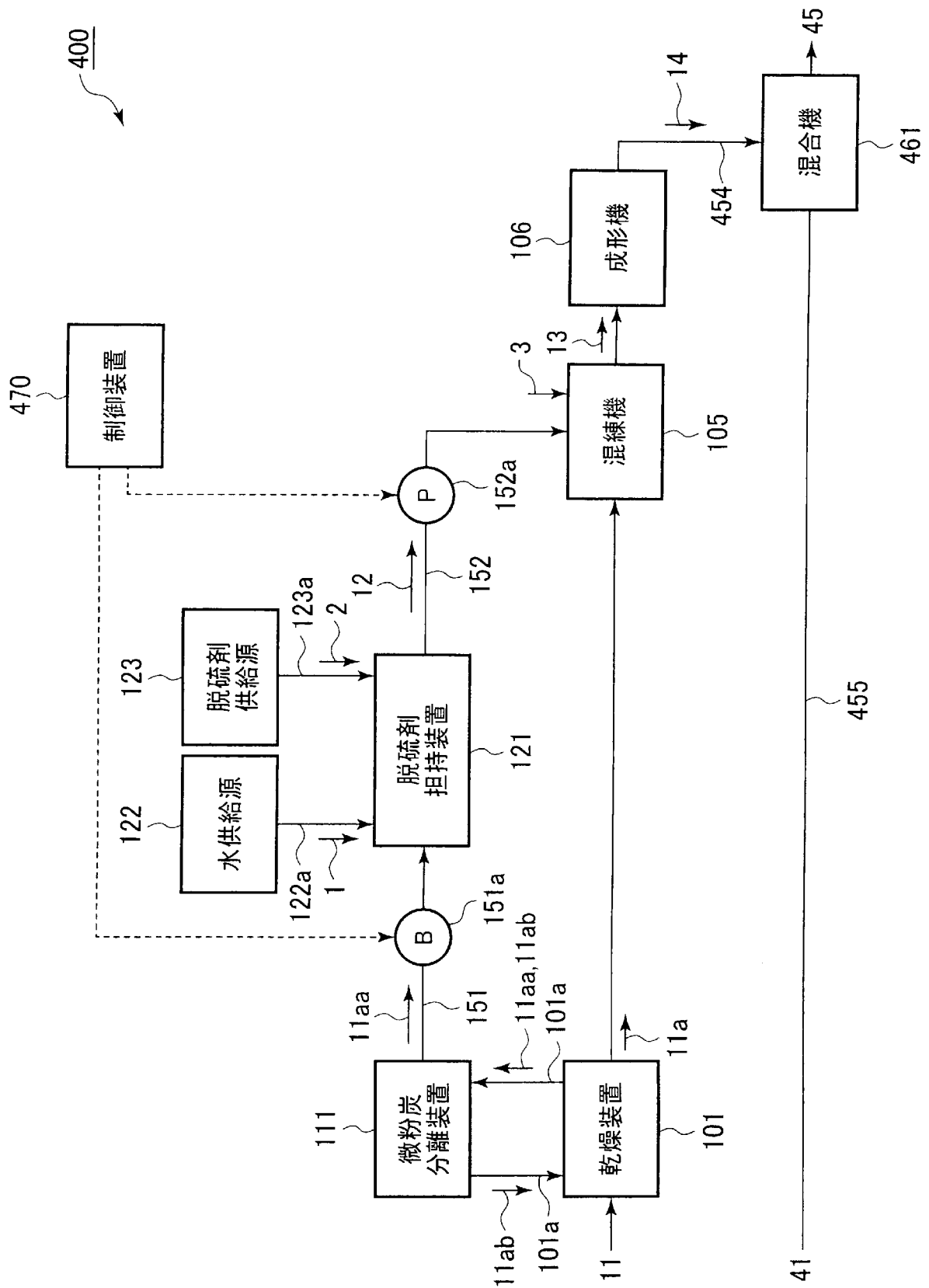
[図2]



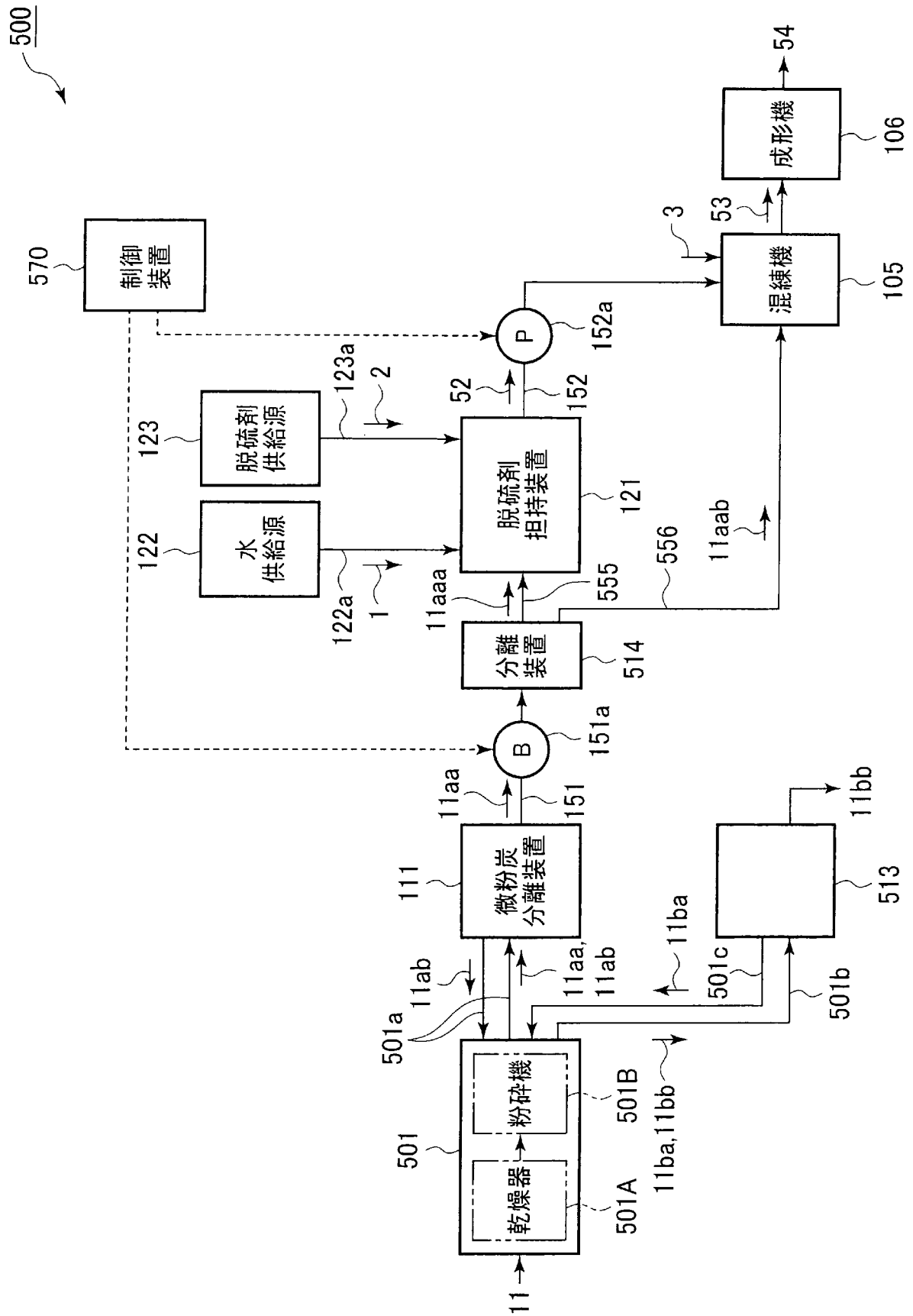
[図3]



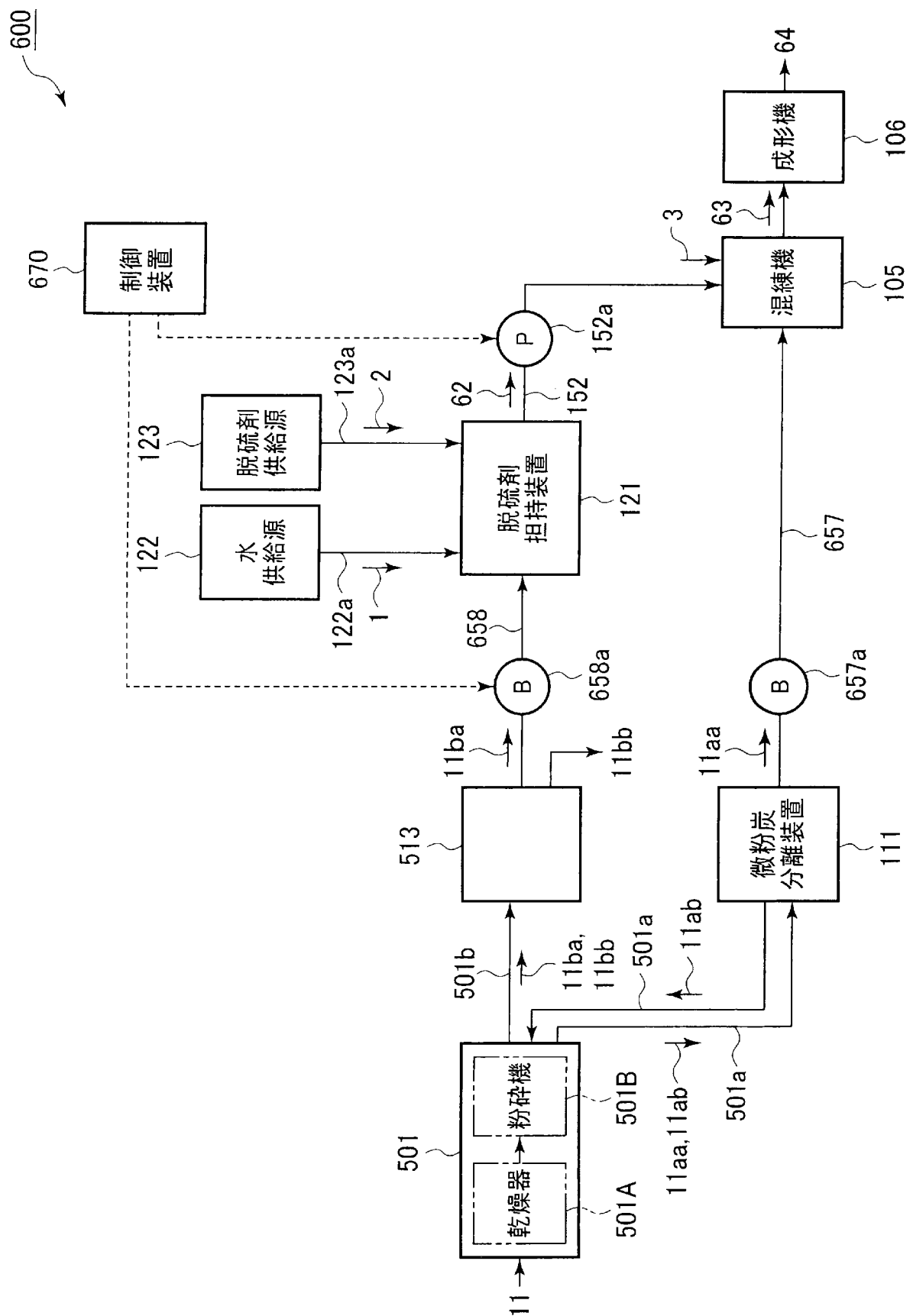
[図4]



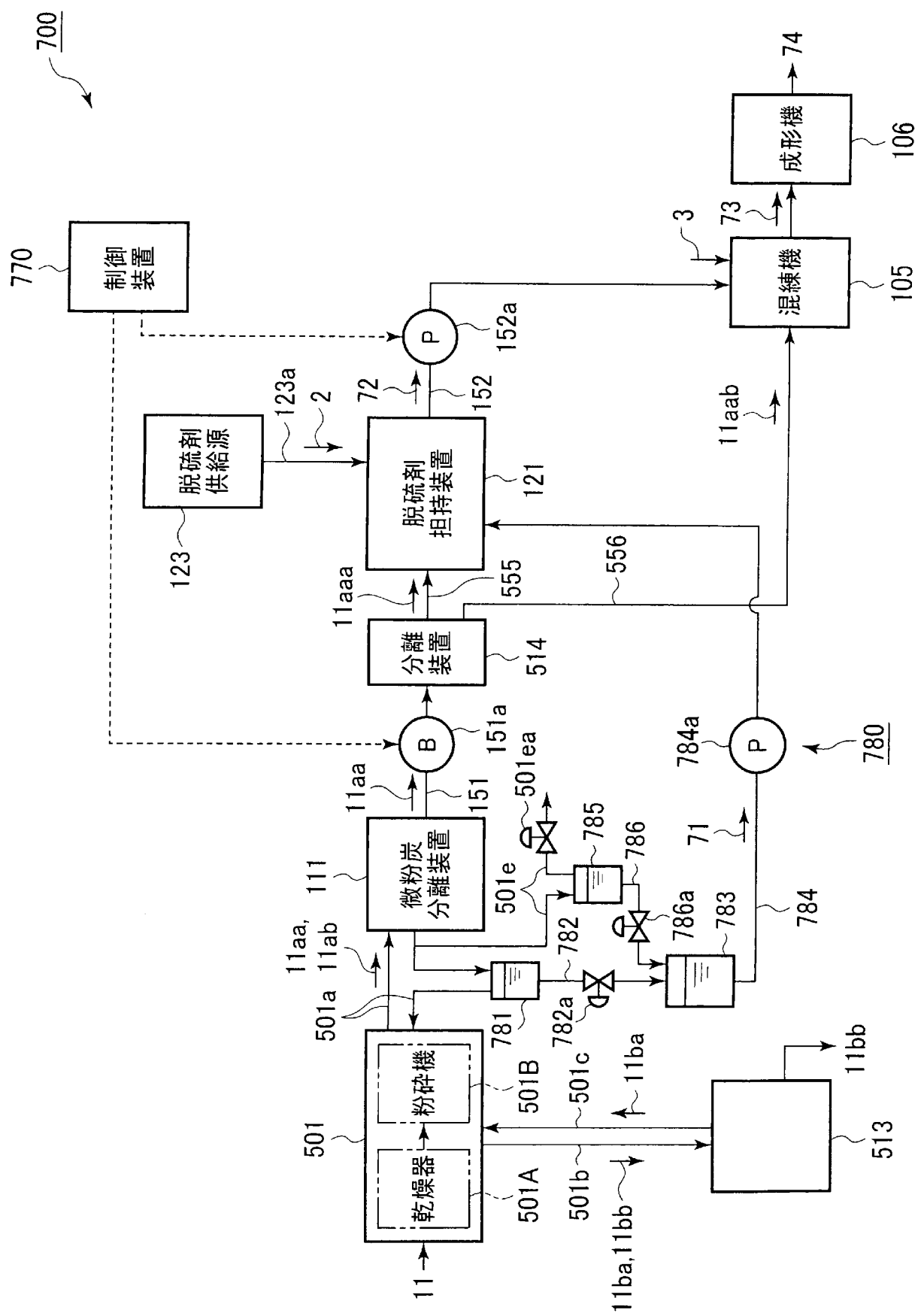
[図5]



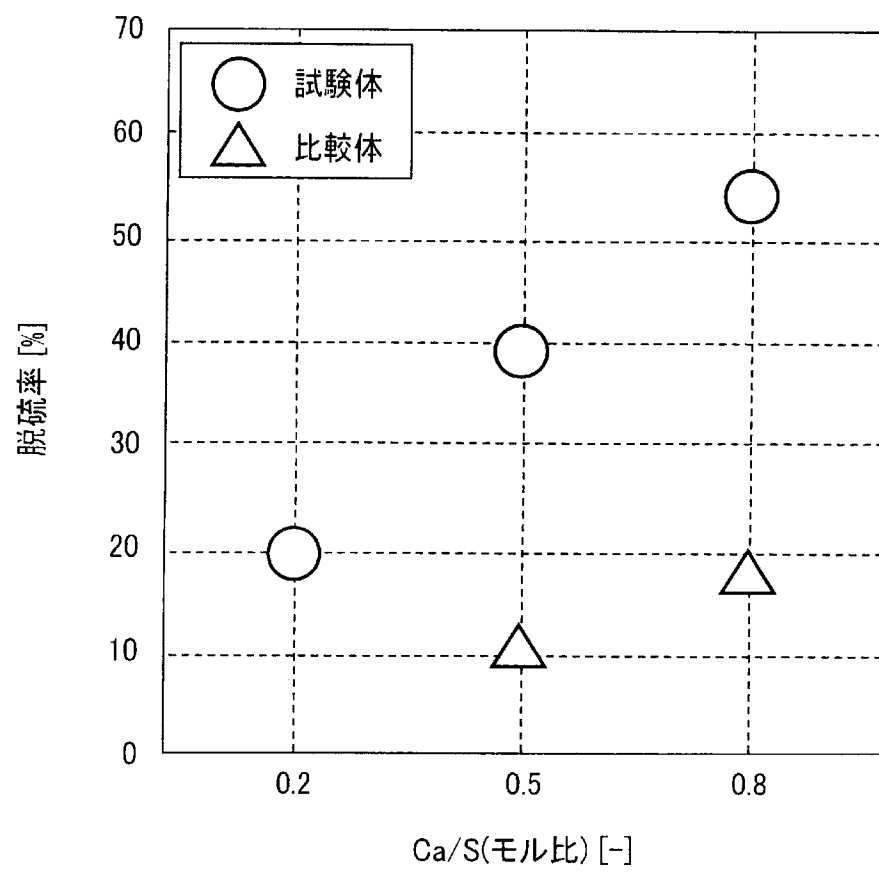
[図6]



[図7]



[図8]



INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2015/063425

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER <i>C10L10/06(2006.01)i, C10L5/10(2006.01)i, C10L9/08(2006.01)i</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) <i>C10L10/06, C10L5/10, C10L9/08</i>										
Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched <table border="0"> <tr> <td>Jitsuyo Shinan Koho</td> <td>1922-1996</td> <td>Jitsuyo Shinan Toroku Koho</td> <td>1996-2015</td> </tr> <tr> <td>Kokai Jitsuyo Shinan Koho</td> <td>1971-2015</td> <td>Toroku Jitsuyo Shinan Koho</td> <td>1994-2015</td> </tr> </table>			Jitsuyo Shinan Koho	1922-1996	Jitsuyo Shinan Toroku Koho	1996-2015	Kokai Jitsuyo Shinan Koho	1971-2015	Toroku Jitsuyo Shinan Koho	1994-2015
Jitsuyo Shinan Koho	1922-1996	Jitsuyo Shinan Toroku Koho	1996-2015							
Kokai Jitsuyo Shinan Koho	1971-2015	Toroku Jitsuyo Shinan Koho	1994-2015							
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.								
A	JP 4-234493 A (Tese AG), 24 August 1992 (24.08.1992), & BR 9104089 A & CA 2051877 A & CN 1060307 A & CS 9102459 A & EP 477496 A1 & HU 58890 A & MA 22291 A & NO 912939 A & NZ 239553 A & PL 291344 A & PT 98560 A & ZA 9106855 A	1-28								
A	WO 2013/103097 A1 (Mitsubishi Heavy Industries, Ltd.), 11 July 2013 (11.07.2013), & AU 2012364054 A & CN 103874754 A & JP 2013-139537 A & US 2014/0345193 A1	1-28								
☒ Further documents are listed in the continuation of Box C. ☐ See patent family annex.										
<table border="0"> <tr> <td> * 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 </td> <td> "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 </td> </tr> </table>			* 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						
* 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 29 June 2015 (29.06.15)		Date of mailing of the international search report 07 July 2015 (07.07.15)								
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/JP2015/063425

C (Continuation). DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
P, A	JP 2015-30739 A (Mitsubishi Heavy Industries, Ltd.), 16 February 2015 (16.02.2015), & WO 2015/015855 A1	1-28

A. 発明の属する分野の分類（国際特許分類（I P C）） Int.Cl. C10L10/06(2006.01)i, C10L5/10(2006.01)i, C10L9/08(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（I P C）） Int.Cl. C10L10/06, C10L5/10, C10L9/08			
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 1 9 2 2 - 1 9 9 6 年 日本国公開実用新案公報 1 9 7 1 - 2 0 1 5 年 日本国実用新案登録公報 1 9 9 6 - 2 0 1 5 年 日本国登録実用新案公報 1 9 9 4 - 2 0 1 5 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	
A	JP 4-234493 A（デーエーエスエーデー・アー・ゲー） 1992.08.24 & BR 9104089 A & CA 2051877 A & CN 1060307 A & CS 9102459 A & EP 477496 A1 & HU 58890 A & MA 22291 A & NO 912939 A & NZ 239553 A & PL 291344 A & PT 98560 A & ZA 9106855 A	1 - 2 8	
A	WO 2013/103097 A1（三菱重工業株式会社） 2013.07.11 & AU 2012364054 A & CN 103874754 A & JP 2013-139537 A & US 2014/0345193 A1	1 - 2 8	
☒ 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 2 9 . 0 6 . 2 0 1 5		国際調査報告の発送日 0 7 . 0 7 . 2 0 1 5	
国際調査機関の名称及びあて先 日本国特許庁（I S A / J P） 郵便番号 1 0 0 - 8 9 1 5 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 電話番号 0 3 - 3 5 8 1 - 1 1 0 1 内線 3 4 8 3	4 V 9 2 6 3

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
P, A	JP 2015-30739 A（三菱重工業株式会社）2015.02.16 & WO 2015/015855 A1	1－28