

(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9月15日(15.09.2016)



(10) 国際公開番号

WO 2016/143433 A1

- (51) 国際特許分類:
C10L 9/08 (2006.01) C10B 57/10 (2006.01)
C10B 45/00 (2006.01)
- (21) 国際出願番号: PCT/JP2016/053502
- (22) 国際出願日: 2016年2月5日(05.02.2016)
- (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:
14/641668 2015年3月9日(09.03.2015) US
- (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: 本城 新太郎 (HONJO, Shintaro); 10111 ニューヨーク州ニューヨーク市 スイート 2650、5 アベニュー 630 米国三菱重工業株式会社内 New York (US). 国宗 清隆 (KUNIMUNE, Kiyotaka); 10111 ニューヨーク州ニューヨーク市 スイート 2650、5 アベニュー 630 米国三菱重工業株式会社内 New York (US). 伊藤 基文 (ITO, Motofumi); 10111 ニューヨーク州ニューヨーク市 スイート 2

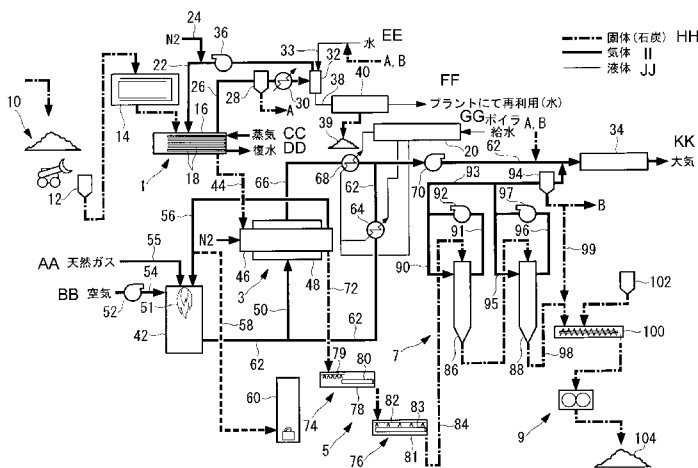
650、5 アベニュー 630 米国三菱重工業株式会社内 New York (US). 浅原 淳司 (ASA-HARA, Junji); 10111 ニューヨーク州ニューヨーク市 スイート 2650、5 アベニュー 630 米国三菱重工業株式会社内 New York (US).

- (74) 代理人: 藤田 考晴 (FUJITA, Takaharu); 〒2208137 神奈川県横浜市西区みなとみらい2-2-1 横浜ランドマークタワー37F Kanagawa (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

[続葉有]

(54) Title: COAL UPGRADING PLANT AND UPGRADED COAL PRODUCTION METHOD

(54) 発明の名称: 石炭改質プラントおよび改質石炭の製造方法



AA Natural gas
BB Air
CC Steam
DD Condensate
EE Water
FF (Water) reused in plant
GG Boiler supply water
HH Solid (coal)
II Gas
JJ Liquid
KK Atmosphere

(57) Abstract: The present invention comprises: a drying device (1) that dries coal; a dry-distillation device (3) that dry-distills coal dried by the drying device (1); a cooling device (5) that cools coal dry-distilled by the dry-distillation device (3); an inactivation device (7) that inactivates coal cooled by the cooling device (5); and cyclones (28, 94) that recover pulverized coal generated from the coal. The pulverized coal recovered by the cyclones (28, 94) is supplied to an absorption fluid supplied to a scrubber (32) that processes discharged gas. As a result, mercury generated by a coal upgrading plant can be removed.

(57) 要約: 石炭を乾燥する乾燥装置(1)と、乾燥装置(1)によって乾燥された石炭を乾留する乾留装置(3)と、乾留装置(3)によって乾留された石炭を冷却する冷却装置(5)と、冷却装置(5)によって冷却された石炭を不活性化装置(7)と、石炭から発生した微粉炭を回収するサイクロン(28, 94)とを備え、サイクロン(28, 94)によって回収された微粉炭を、排ガスを処理するスクラバ(32)に供給する吸収液に供給する。これにより、石炭改質プラントから発生する水銀を除去することができる。



ロシア (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))

明 細 書

発明の名称：石炭改質プラントおよび改質石炭の製造方法

技術分野

[0001] 本発明は、石炭改質プラントおよび改質石炭の製造方法に関するものである。

背景技術

[0002] 亜瀝青炭や褐炭のような低品位炭は、高品位炭に比べて炭化が進んでおらず水分含有率も高いため単位重量当たりの発熱量が低い。しかし、低品位炭は埋蔵量が豊富なことからその有効利用が望まれている。このため、低品位炭を乾燥させた後に乾留を行うことによって発熱量を高め、輸送中や保管中の自然発火を防ぐように改質石炭の不活性化を行う石炭改質技術が種々検討されている（例えば特開2014-31462号公報）。

先行技術文献

特許文献

[0003] 特許文献1：特開2014-31462号公報

発明の概要

発明が解決しようとする課題

[0004] 上記の特開2014-31462号公報には、石炭を乾留する際に発生する乾留ガス中に含まれる水銀系物質（ Hg s ， Hg Cl_2 等）が乾留炭に再吸着することによって乾留炭中の水銀濃度が高くなるのを防止するために、乾留炉内に微粉炭を供給して微粉炭に水銀系物質を吸着させて系外に排出することが開示されている。水銀系物質を吸着した微粉炭は、燃焼炉にて焼却され、燃焼ガスを生成する。この燃焼ガスは、乾留装置を加熱した後に脱硝装置、電気集塵機および脱硫装置を介して大気へと放出される。このように、乾留炉にて発生した水銀系物質は、吸着した微粉炭とともに燃焼炉にて焼却されるが、微粉炭のみが焼却処理されるだけで燃焼ガス中には水銀がガスとして残存する。そこで、残存したガス状の水銀は、脱硝装置や脱硫装置にて

取り除かれることになる。

[0005] しかし、燃焼ガス中にガス状として存在する水銀を脱硝装置や脱硫装置にて除去するとしても、所望濃度以下まで水銀を除去できないおそれがある。

[0006] 本発明は、このような事情に鑑みてなされたものであって、石炭改質プラントから発生する水銀を除去することができる石炭改質プラントおよび改質石炭の製造方法を提供することを目的とする。

課題を解決するための手段

[0007] 上記課題を解決するために、本発明の石炭改質プラントおよび改質石炭の製造方法は以下の手段を採用する。

本発明の一態様に係る石炭改質プラントは、石炭を乾燥する乾燥装置と、該乾燥装置によって乾燥された前記石炭を乾留する乾留装置と、該乾留装置によって乾留された前記石炭を冷却する冷却装置と、該冷却装置によって冷却された前記石炭を不活性化装置と、前記石炭から発生した微粉炭を回収する微粉炭回収装置とを備え、前記微粉炭回収装置によって回収された前記微粉炭を、前記乾燥装置、前記乾留装置、前記冷却装置および前記不活性化装置の少なくともいずれか1つから排出された排ガス、及び／又は、該排ガスを処理するスクラバに供給する吸収液、及び／又は、該排ガスを処理して生成された排水、に供給する。

[0008] 石炭改質プラントにて石炭が処理される間に、石炭から微粉炭が発生する。この微粉炭を微粉炭回収装置にて回収し、前記乾燥装置、前記乾留装置、前記冷却装置および前記不活性化装置の少なくともいずれか1つから排出された排ガス、及び／又は、該排ガスを処理するスクラバに供給する吸収液、及び／又は、該排ガスを処理して生成された排水、に供給することとした。微粉炭は、例えば粒径が約100 μ m以下とされており、比表面積が大きく活性炭として利用することができるので、ガス中や液中に微粉炭を混入させると水銀を吸着して固定化することができる。このように微粉炭に水銀を吸着させて固定化させるので、微粉炭とともに水銀を容易に除去することができる。

- [0009] 本発明の一態様に係る石炭改質プラントは、前記乾燥装置によって前記石炭が乾燥される際に該石炭から脱離された脱離成分を伴って該乾燥装置から排出された前記排ガスとしてのキャリアガスを処理するスクラバを更に備え、該微粉炭回収装置によって回収された前記微粉炭を、前記スクラバに供給する吸収液に供給する。
- [0010] スクラバの吸収液に微粉炭を混入させると液中で水銀を吸着して固定化することができる。
- [0011] 本発明の一態様に係る石炭改質プラントは、前記乾留装置から排出された乾留ガスを燃焼させる燃焼炉と、該燃焼炉から発生した燃焼ガスを処理する排ガス処理装置とを更に備え、該微粉炭回収装置によって回収された前記微粉炭を、前記燃焼炉から排出された前記排ガスとしての燃焼ガスに供給する。
- [0012] 燃焼炉から排出された燃焼排ガスに微粉炭を混入させると、ガス中で水銀を吸着して固定化することができる。
- [0013] 本発明の一態様に係る石炭改質プラントでは、前記微粉炭回収装置は、前記乾燥装置から排出された前記キャリアガスから微粉炭を回収する。
- [0014] 乾燥装置から排出されたキャリアガスから微粉炭を回収することができる。微粉炭を回収する集塵機としては、遠心力を利用したサイクロンが好適に用いられる。
- [0015] 本発明の一態様に係る石炭改質プラントでは、前記不活性化装置には、前記石炭と反応して該石炭を不活性化する不活性化用ガスが導かれ、前記微粉炭回収装置は、前記不活性化装置から排出された前記不活性化用ガスから微粉炭を回収する。
- [0016] 不活性化装置から排出された不活性化用ガスから微粉炭を回収することができる。微粉炭を回収する集塵機としては、遠心力を利用したサイクロンが好適に用いられる。
- [0017] 本発明の一態様に係る石炭改質プラントでは、前記排ガス処理装置は、バグフィルタとされている。

[0018] 燃焼ガスに微粉炭が供給されて微粉炭に水銀が吸着されているので、バグフィルタによって容易に水銀を除去することができる。これにより、ガス状に存在する水銀を除去するために脱硝装置や脱硫装置を設置する必要がなくなり、コストの低減を図ることができる。

[0019] 本発明の一態様に係る改質石炭の製造方法は、石炭を乾燥する乾燥工程と、該乾燥工程によって乾燥された前記石炭を乾留する乾留工程と、該乾留工程によって乾留された前記石炭を冷却する冷却工程と、該冷却工程によって冷却された前記石炭を不活性化する不活性化工程と、前記石炭から発生した微粉炭を回収する微粉炭回収工程とを有し、前記微粉炭回収工程によって回収された前記微粉炭を、前記乾燥工程、前記乾留工程、前記冷却工程および前記不活性化工程の少なくともいずれか1つから排出された排ガス、及び／又は、該排ガスを処理するスクラバに供給する吸収液、及び／又は、該排ガスを処理して生成された排水、に供給する。

[0020] 石炭改質プラントにて石炭が処理される間に、石炭から微粉炭が発生する。この微粉炭を微粉炭回収工程にて回収し、前記乾燥工程、前記乾留工程、前記冷却工程および前記不活性化工程の少なくともいずれか1つから排出された排ガス、及び／又は、該排ガスを処理するスクラバに供給する吸収液、及び／又は、該排ガスを処理して生成された排水、に供給することとした。微粉炭は、例えば粒径が約100 μ m以下とされており、比表面積が大きく活性炭として利用することができるので、ガス中や液中に微粉炭を混入させると水銀を吸着して固定化することができる。このように微粉炭に水銀を吸着させて固定化させるので、微粉炭とともに水銀を容易に除去することができる。

発明の効果

[0021] 本発明によれば、水銀を微粉炭に吸着させることにより、石炭改質プラントから発生する水銀を除去することができる。

図面の簡単な説明

[0022] [図1]本発明の一実施形態に係る石炭改質プラントの全体構成を示した概略構

成図である。

[図2]図1の石炭改質プラントを模式的に示した概略構成図である。

発明を実施するための形態

[0023] 以下に、本発明にかかる一実施形態について、図面を参照して説明する。

図1には、本発明の一実施形態に係る石炭改質プラントが示されている。石炭改質プラントは、石炭を加熱させて乾燥させる乾燥装置（dryer）1と、乾燥装置1にて乾燥された乾燥炭を加熱して乾留する乾留装置（pyrolyzer）3と、乾留装置3にて乾留された乾留炭を冷却する冷却装置（quencher）5と、冷却装置5にて冷却された乾留炭を不活性化させる不活性化装置（finisher）7と、不活性化装置7によって不活性化された改質炭を所定形状に成形する成形装置（briquetter）9とを備えている。

[0024] 乾燥装置1の上流側には、改質前の石炭（raw coal）10を受け入れる石炭ホッパ12が設けられている。改質前の石炭は、亜瀝青炭や褐炭等の低品位炭とされ、水分含有率は25wt%以上60wt%以下とされる。石炭ホッパ12から導かれた石炭は、粉碎機（crusher）14にて例えば約20mm以下まで粉碎される。

[0025] 粉碎機14にて粉碎された石炭は、乾燥装置1へと導かれる。乾燥装置1は、蒸気による間接加熱式とされており、中心軸回りに回転する円筒容器16と、円筒容器16内に挿入された複数の伝熱管18とを備えている。円筒容器16内には粉碎機14から導かれた石炭が供給されるようになっており、円筒容器16内に供給された石炭は、円筒容器16の回転に応じて攪拌されながら一端側（図1において左側）から他端側へと導かれる。各伝熱管18内には、蒸気生成システム（steam system）20にて生成された150℃以上200℃以下（より具体的には180℃）の蒸気が供給され、各伝熱管18の外周に接触する石炭を間接的に加熱するようになっている。各伝熱管18内に供給された蒸気は、石炭を加熱する際に凝縮熱を与えた後に凝縮し、乾燥装置1から排出されて蒸気生成システム20へと返送さ

れる。

[0026] 円筒容器 16 の内部には、キャリアガス循環経路 22 を介してキャリアガスが供給されるようになっている。キャリアガスとしては、不活性ガスが用いられ、具体的には窒素ガスが用いられる。窒素ガスは、キャリアガス循環経路 22 に接続された窒素供給経路 24 から不足分が追加供給されるようになっている。キャリアガスは、円筒容器 16 内を通過する際に、石炭から脱離した脱離成分（水蒸気、微粉炭、水銀、水銀系物質等）を伴いつつ、円筒容器 16 に接続されたキャリアガス排出経路 26 を介して円筒容器 16 の外部へと排出される。

[0027] キャリアガス排出経路 26 には、キャリアガスの流れ方向の上流側から順に、サイクロン（微粉炭回収装置）28 と、キャリアガス冷却器 30 と、スクラバ 32 とが設けられている。

[0028] サイクロン 28 は、遠心力を利用してキャリアガスから固形物である微粉炭（例えば粒径 $100\mu\text{m}$ 以下）を主として取り除く。サイクロン 28 にて取り除かれた微粉炭（符号 A 参照）は、符号 A, B にて示されているように、スクラバ 32 の吸収液供給経路 33 と、バグフィルタ（排ガス処理装置）34 の上流側の燃焼ガス排出経路 62 へと導かれる。なお、サイクロン 28 にて分離された微粉炭を、乾燥装置 1 にて乾燥された乾燥炭に混合することとしても良い。

[0029] キャリアガス冷却器 30 は、微粉炭が取り除かれたキャリアガスを冷却することによってキャリアガスとともに導かれた水蒸気を凝縮してドレン水として取り除く。キャリアガス冷却器 30 は、間接式熱交換器とされており、冷却媒体としては常温とされた工業用水が用いられる。なお、冷却媒体として、排水処理設備 40 にて分離された再生水を用いてもよい。キャリアガス冷却器 30 にて生成したドレン水は、スクラバ 32 下方の液相部へと導かれる。

[0030] スクラバ 32 は、微粉炭及び水蒸気が除去されたキャリアガスから水銀および／または水銀系物質（以下、単に「水銀等」という。）を除去する。ス

クラバ３２には、吸収液供給経路３３から吸収液が供給される。スクラバ３２に用いる吸収液としては水が用いられ、具体的には排水処理設備４０にて分離された再生水が用いられる。吸収液供給経路３３には、乾燥装置１のサイクロン２８や不活性化装置７のサイクロン９４にて回収された微粉炭が供給される。これにより、スクラバ３２から噴霧される水の中に微粉炭を混入させる。スクラバ３２の上方から散布された水によってキャリアガス中の水銀等が吸着され、スクラバ３２下方の液相部へと導かれる。そして、吸収液としての水の中には微粉炭が含まれているので、水中に取り込まれた水銀は微粉炭に吸着されて固定化される。なお、スクラバ３２では、サイクロン２８にて除去しきれなかった微粉炭も除去される。

スクラバ３２の上方には、キャリアガス循環経路２２の上流端が接続されており、キャリアガス循環経路２２の途中位置にはブロワ３６が設けられている。ブロワ３６によってスクラバ３２にて処理された後のキャリアガスが乾燥装置１へと戻される。また、図示されていないが、スクラバ３２にて処理された後のキャリアガスの一部は、燃焼炉４２へと導かれるようになっている。

[0031] スクラバ３２の下方には、排水経路３８を介して排水処理設備４０が接続されている。排水処理設備４０は、キレート剤を排水に投入して水銀等を凝集肥大化させた上で、図示しない沈降槽によって、微粉炭及び水銀等の固形分であるスラッジ３９と、再生水とを分離するものである。再生水は、プラントの各所にて再利用される。

[0032] 乾燥装置１にて乾燥された石炭（乾燥炭）は、乾燥炭供給経路４４を通り、重力を利用して乾留装置３へと導かれる。乾留装置３は、外熱式ロータリキルンとされており、回転内筒４６と、回転内筒４６の外周側を覆う外筒４８とを備えている。回転内筒４６内には、キャリアガスとしての窒素ガスが供給されるようになっている。

回転内筒４６と外筒４８との間の空間には、燃焼炉４２にて生成された燃焼ガスが燃焼ガス導入経路５０を介して導かれるようになっている。これに

より、回転内筒 4 6 内が 3 5 0℃以上 4 5 0℃以下（例えば 4 0 0℃）に維持される。

[0033] 燃焼炉 4 2 には、ブロワ 5 2 によって圧送される燃焼用空気を炉内に導く空気供給経路 5 4 と、燃料としての天然ガスを炉内に導く天然ガス供給経路 5 5 と、乾留装置 3 内で発生した乾留ガスをキャリアガスとともに回収して炉内に導く乾留ガス回収経路 5 6 とが接続されている。燃焼炉 4 2 内では、炉内に供給された天然ガス、乾留ガス及び空気によって火炎 5 1 が形成される。乾留ガスはタール等の揮発分を含んでおり所定の発熱量を有するので、燃焼炉 4 2 にて燃料として用いられる。天然ガス供給経路 5 5 から供給される天然ガスは、燃焼炉 4 2 に投入される燃料の発熱量調整のために用いられ、燃焼炉 4 2 にて生成された燃焼ガスの温度が所望値となるように流量が調整される。

[0034] 乾留ガス回収経路 5 6 の途中位置には、緊急時に使用する乾留ガス排出経路 5 8 が接続されている。乾留ガス排出経路 5 8 の下流側には、フレアスタック 6 0 が設置されており、このフレアスタック 6 0 によって乾留ガス中のタール等の可燃成分が焼却処理され、焼却処理後のガスは大気へと放出される。

[0035] 燃焼炉 4 2 には、炉内で生成された燃焼ガスを排出する燃焼ガス排出経路 6 2 が接続されている。燃焼ガス排出経路 6 2 の途中位置には、乾留装置 3 に燃焼ガスを導く燃焼ガス導入経路 5 0 の上流端が接続されている。燃焼ガス導入経路 5 0 との接続位置よりも下流側の燃焼ガス排出経路 6 2 には、第 1 中圧ボイラ 6 4 が設けられている。

[0036] 乾留装置 3 の外筒 4 8 には、回転内筒 4 6 を加熱した後の燃焼ガスを排出する加熱後ガス排出経路 6 6 が接続されている。加熱後ガス排出経路 6 6 には、第 2 中圧ボイラ 6 8 が設けられている。加熱後ガス排出経路 6 6 は、下流側にて燃焼ガス排出経路 6 2 に接続されている。加熱後ガス排出経路 6 6 との接続位置よりも下流側の燃焼ガス排出経路 6 2 には、燃焼ガスを圧送するブロワ 7 0 が設けられている。

燃焼ガス排出経路 6 2 の下流側は、バグフィルタ 3 4 に接続されている。バグフィルタ 3 4 の上流側には、符号 A, B にて示されているように、乾燥装置 1 のサイクロン 2 8 や不活性化装置 7 のサイクロン 9 4 にて回収された微粉炭が供給される。これにより、燃焼ガス排出経路 6 2 内を流れる燃焼ガス（排ガス）の中に微粉炭を混入させる。燃焼ガス中の微粉炭に、燃焼ガス中にガス状として存在する水銀を吸着させて固定化する。そして、バグフィルタ 3 4 によって水銀を吸着した微粉炭や燃焼灰等が除去される。バグフィルタ 3 4 を通過した燃焼ガスは、大気（A T M）へと放出される。

[0037] 蒸気生成システム 2 0 は、第 1 中圧ボイラ 6 4 と第 2 中圧ボイラ 6 8 とを備えている。第 2 中圧ボイラ 6 8 では、供給されたボイラ給水（B F W）が、加熱後ガス排出経路 6 6 を流れる燃焼ガスによって加熱され、蒸気が生成される。第 1 中圧ボイラ 6 4 では、第 2 中圧ボイラ 6 8 にて生成された蒸気が導かれ、燃焼ガス排出経路 6 2 を流れる燃焼排ガスによって加熱され、さらに高圧とされた蒸気が生成される。第 1 中圧ボイラ 6 4 で生成された中圧蒸気と、第 2 中圧ボイラ 6 8 で生成された中圧蒸気は、それぞれ図示しない蒸気ドラムに貯留され、乾燥装置 1 の伝熱管 1 8 といったプラントの各所に供給される。

[0038] 乾留装置 3 で乾留された乾留炭は、乾留炭供給経路 7 2 を介して、重力を利用して冷却装置 5 へと導かれる。冷却装置 5 は、乾留装置 3 からの乾留炭を受け入れる第 1 冷却器 7 4 と、第 1 冷却器 7 4 によって冷却された乾留炭を受け入れる第 2 冷却器 7 6 とを備えている。

[0039] 第 1 冷却器 7 4 は、シェルアンドチューブ型熱交換器とされており、中心軸回りに回転する第 1 円筒容器 7 8 と、第 1 円筒容器 7 8 内に挿入された第 1 散水管 7 9 と、第 1 円筒容器 7 8 内に挿入された複数の第 1 冷却管 8 0 とを備えている。第 1 散水管 7 9 は、回転する第 1 円筒容器 7 8 に対して静止した状態で設置されている。第 1 円筒容器 7 8 内には乾留装置 3 から導かれた 3 0 0℃以上 5 0 0℃以下（例えば約 4 0 0℃）の乾留炭が供給されるようになっており、第 1 円筒容器 7 8 内に供給された乾留炭は、第 1 円筒容器

78の回転に応じて攪拌されながら一端側（図1において左側）から他端側へと導かれる。

第1散水管79には、常温とされた工業用水が導かれ、乾留炭に対して水を散布することによって水を直接接触させて冷却する。第1散水管79は、第1円筒容器78内を移動する乾留炭の上流側（図1において左側）に設けられる。なお、第1散水管79に供給する水として、排水処理設備40にて分離された再生水を用いてもよい。

各第1冷却管80内には、50℃以上100℃未満（例えば約60℃）のボイラ給水が供給され、各第1冷却管80の外周に接触する乾留炭を間接的に冷却するようになっている。各第1冷却管80は、第1円筒容器78内を移動する乾留炭の下流側（図1において右側）に設けられ、第1散水管79によって冷却された後の乾留炭を水の凝縮温度以上である約150℃まで冷却するようになっている。

[0040] 第2冷却器76は、第1冷却器74とほぼ同様の構成で、シェルアンドチューブ型熱交換器とされており、中心軸回りに回転する第2円筒容器81と、第2円筒容器81内に挿入された第2散水管82と、第2円筒容器81内に挿入された複数の第2冷却管83とを備えている。第2散水管82は、回転する第2円筒容器81に対して静止した状態で設置されている。第2円筒容器81内には第1冷却器74にて約150℃まで冷却された乾留炭が供給されるようになっており、第2円筒容器81内に供給された乾留炭は、第2円筒容器81の回転に応じて攪拌されながら一端側（図1において左側）から他端側へと導かれる。

第2散水管82には、常温とされた工業用水が導かれ、乾留炭に対して水を散布することによって乾留炭の水分含有率を所望値（例えば8wt%）になるように調整する。第2散水管82は、第2円筒容器81の軸線方向の略全体にわたって設けられる。なお、第2散水管82に供給する水として、排水処理設備40にて分離された再生水を用いてもよい。

各第2冷却管83内には、常温とされた工業用水が導かれ、各第2冷却管

８３の外周に接触する乾留炭を間接的に冷却するようになっている。各第２冷却管８３は、乾留炭を約５０℃まで冷却するようになっている。なお、各第２冷却管８３に供給する水として、排水処理設備４０にて分離された再生水を用いてもよい。

[0041] 冷却装置５にて冷却された乾留炭は、冷却後乾留炭供給経路８４を介して、不活性化装置７へと導かれる。

不活性化装置７は、冷却装置５にて冷却された乾留炭を受け入れる第１不活性化器８６と、第１不活性化器８６からの乾留炭を受け入れる第２不活性化器８８とを備えている。

[0042] 第１不活性化器８６内には、約０．５～３．０％の酸素濃度とされた酸化用ガスが第１酸化用ガス供給経路９０から導かれる。なお、第１酸化用ガス供給経路９０には、図示しないが、酸素濃度を所望値に調整するために酸素（具体的には空気）が供給されるようになっている。

第１不活性化器８６内に供給された酸化用ガスは、第１不活性化器８６内で、乾留によって生じた活性点（ラジカル）を酸化することで乾留炭を不活性化処理する。第１不活性化器８６から排出された酸化用ガスは、微粉炭を伴いつつ第１酸化用ガス出口管９１を通り第１ブロワ９２へと導かれる。第１ブロワ９２によって圧送された酸化用ガスは再び第１酸化用ガス供給経路９０へと導かれ、再循環される。第１酸化用ガス供給経路９０へと導かれずに、酸化用ガス排出管９３へと導かれた酸化用ガスは、サイクロン９４へと導かれる。サイクロン９４へ導かれた酸化用ガスは、サイクロン（微粉炭回収装置）９４にて微粉炭等の固形分が分離された後に、バグフィルタ３４へと導かれて大気（ＡＴＭ）へと放出される。サイクロン９４にて取り除かれた微粉炭（符号Ｂ参照）は、符号Ａ、Ｂにて示されているように、スクラバ３２の吸収液供給経路３３と、バグフィルタ３４の上流側の燃焼ガス排出経路６２へと導かれる。サイクロン９４にて分離された微粉炭等の残りの固形分は、混練機１００へ送られる。

[0043] 乾留炭は、第１不活性化器８６の上部から投入され、下降している間に酸

化用ガスと接触しながら不活性化される。第1不活性化器86の下方に滞留した乾留炭は、下方から取り出されて第2不活性化器88の上部へと導かれる。

[0044] 第2不活性化器88内には、約8.0～12.0%の酸素濃度とされた酸化用ガスが第2酸化用ガス供給経路95から導かれる。なお、第2酸化用ガス供給経路95には、図示しないが、酸素濃度を所望値に調整するために酸素（具体的には空気）が供給されるようになっている。

第2不活性化器88内に供給された酸化用ガスは、第2不活性化器88内で、第1不活性化器86にて不活性化した乾留炭を更に不活性化処理する。第2不活性化器88から排出された酸化用ガスは、微粉炭を伴いつつ第2酸化用ガス出口管96を通り第2ブロワ97へと導かれる。第2ブロワ97によって圧送された酸化用ガスは再び第2酸化用ガス供給経路95へと導かれ、再循環される。第2酸化用ガス供給経路95へと導かれずに、酸化用ガス排出管93へと導かれた酸化用ガスは、サイクロン（微粉炭回収装置）94へと導かれて微粉炭等の固形分が分離された後に、バグフィルタ34へと導かれて大気へと放出される。上述したように、サイクロン94にて取り除かれた微粉炭（符号B参照）は、符号A、Bにて示されているように、スクラバ32の吸収液供給経路33と、バグフィルタ34の上流側の燃焼ガス排出経路62へと導かれる。

[0045] 不活性化装置7にて不活性化された改質炭は、粒径が約1mmとされており、改質炭供給経路98を通り、混練機（kneader）100へと導かれる。改質炭供給経路98には、サイクロン94にて分離された微粉炭が微粉炭回収経路99を介して導かれるようになっている。

[0046] 混練機100には、バインダ供給部102から導かれるバインダと、微粉炭を含む改質炭と、水とが供給され、これらが混練される。バインダとしては、ポリエチレンオキシド（polyethylene oxide）、スターチ（starch）等が用いられる。混練機100にて混練された改質炭は、成形装置9へと導かれる。

[0047] 成形装置 9 は、改質炭の製品形状に対応した形状の凹所が複数形成された雌型と、凹所内に供給された改質炭を押圧して圧縮する雄型とを備えている。成形装置 9 にて成形された改質炭は、製品としての改質炭 104 となる。改質炭 104 は、数 cm 程度の大きさとなされ、水分含有率が 6 wt % 以上 9 wt % 以下とされる。なお、改質炭 104 の水分含有率は、保存環境に対して平衡となった際の乾燥重量基準としたものであり、保存環境の相対湿度に大きく依存するが、温度にはそれほど依存しない。例えば、PRB (Powder River Basin) 炭では、相対湿度 90 % の場合には、水分含有率は約 8 wt % となる。

[0048] 図 2 には、上述した本実施形態の特徴が模式的に示されている。

同図に示されているように、乾燥装置 1 のサイクロン 28 にて微粉炭を回収し (符号 A)、また不活性化装置 7 のサイクロン 94 にて微粉炭を回収し (符号 B)、回収した微粉炭がスクラバ 32 の吸収液供給経路 33 と、バグフィルタ 34 の上流側の燃焼ガス排出経路 62 へと導かれる。

[0049] 本実施形態によれば、以下の作用効果を奏する。

石炭改質プラントにて石炭が処理される間に発生する微粉炭を、乾燥装置 1 のサイクロン 28 と不活性化装置 7 のサイクロン 94 にて回収し、スクラバ 32 に供給する吸収液や、燃焼炉 42 から排出された燃焼排ガスに供給することとした。微粉炭は、例えば粒径が約 100 μm 以下とされており、比表面積が大きく活性炭として利用することができるので、スクラバ 32 の吸収液に微粉炭を混入させると液中で水銀を吸着して固定化することができる。また、燃焼炉 42 から排出された燃焼排ガスに微粉炭を混入させると、ガス中で水銀を吸着して固定化することができる。このように微粉炭に水銀を吸着させて固定化させるので、微粉炭とともに水銀を容易に除去することができる。

[0050] 燃焼ガス排出経路 62 を流れる燃焼ガスに微粉炭を供給し、ガス状の水銀を微粉炭に吸着させることとしたので、バグフィルタ 34 によって容易に水銀を除去することができる。これにより、ガス状に存在する水銀を除去する

ために脱硝装置や脱硫装置を設置する必要がなくなり、コストの低減を図ることができる。

[0051] なお、上述した実施形態では、微粉炭を回収する微粉炭回収装置として乾燥装置 1 のサイクロン 2 8 と不活性化装置 7 のサイクロン 9 4 を例に挙げて説明したが、微粉炭回収装置としては、サイクロン 2 8 とサイクロン 9 4 のいずれか一方を用いてもよい。

また、石炭改質プラント中で微粉炭を回収できる位置であればどこに微粉炭回収装置を設けてもよい。例えば、冷却装置 5 から排出されたキャリアガスから微粉炭を回収するようにしても良いし、乾燥装置 1 から乾留装置 3 へ乾燥炭が供給される乾燥炭供給経路 4 4 から微粉炭を回収するようにしても良い。

また、スクラバ 3 2 の吸収液と、バグフィルタ 3 4 上流側の燃焼ガスに対して微粉炭を供給することとしたが、本発明はこれに限定されるものではなく、水銀を含む排ガスや排水中であれば微粉炭を供給することができる。例えば、スクラバ 3 2 から回収した排水中に微粉炭を供給するようにしても良い。また、乾燥装置 1 のスクラバ 3 2 以外に、スクラバをさらに設置する場合には、このスクラバの吸収液に微粉炭を混入させることとしても良い。

符号の説明

- [0052] 1 乾燥装置
3 乾留装置
5 冷却装置
7 不活性化装置
9 成形装置
10 改質前の石炭
12 石炭ホッパ
14 粉碎機
16 円筒容器
18 伝熱管

- 2 0 蒸気生成システム
- 2 2 キャリアガス循環経路
- 2 8 サイクロン
- 3 0 キャリアガス冷却器
- 3 2 スクラバ（微粉炭回収装置）
- 3 3 吸収液供給経路
- 3 4 バグフィルタ（排ガス処理装置）
- 4 0 排水処理設備
- 4 2 燃焼炉
- 4 6 回転内筒
- 4 8 外筒
- 5 0 燃焼ガス導入経路
- 7 4 第 1 冷却器
- 7 6 第 2 冷却器
- 7 8 第 1 円筒容器
- 7 9 第 1 散水管
- 8 0 第 1 冷却管
- 8 1 第 2 円筒容器
- 8 2 第 2 散水管
- 8 3 第 2 冷却管
- 8 6 第 1 不活性化器
- 8 8 第 2 不活性化器
- 9 4 サイクロン（微粉炭回収装置）
- 1 0 0 混練機
- 1 0 4 改質炭

請求の範囲

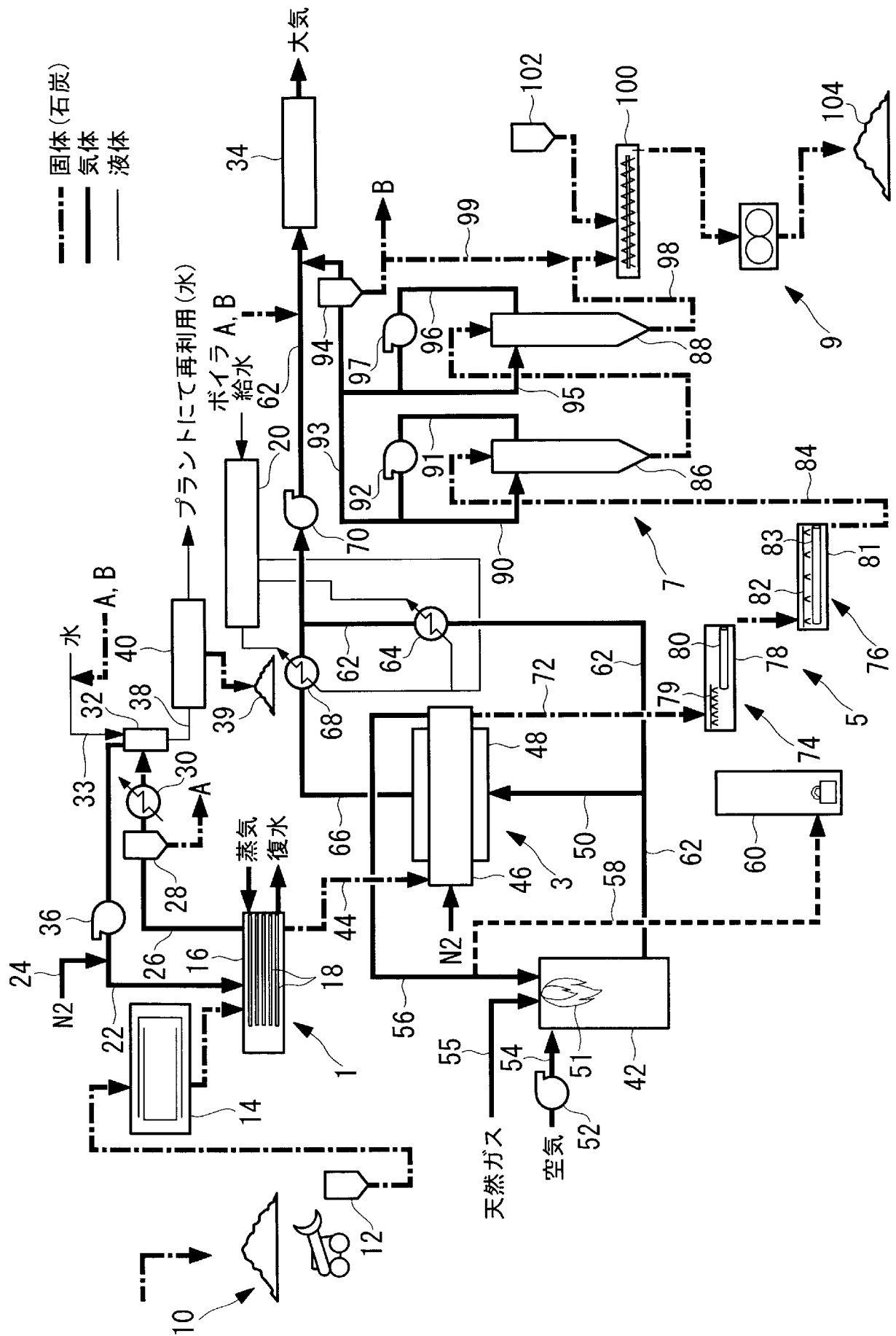
- [請求項1] 石炭を乾燥する乾燥装置と、
該乾燥装置によって乾燥された前記石炭を乾留する乾留装置と、
該乾留装置によって乾留された前記石炭を冷却する冷却装置と、
該冷却装置によって冷却された前記石炭を不活性化する不活性化装置と、
前記石炭から発生した微粉炭を回収する微粉炭回収装置と、
を備え、
前記微粉炭回収装置によって回収された前記微粉炭を、前記乾燥装置、前記乾留装置、前記冷却装置および前記不活性化装置の少なくともいずれか1つから排出された排ガス、及び／又は、該排ガスを処理するスクラバに供給する吸収液、及び／又は、該排ガスを処理して生成された排水、に供給する石炭改質プラント。
- [請求項2] 前記乾燥装置によって前記石炭が乾燥される際に該石炭から脱離された脱離成分を伴って該乾燥装置から排出された前記排ガスとしてのキャリアガスを処理するスクラバを備え、
該微粉炭回収装置によって回収された前記微粉炭を、前記スクラバに供給する吸収液に供給する請求項1に記載の石炭改質プラント。
- [請求項3] 前記乾留装置から排出された乾留ガスを燃焼させる燃焼炉と、
該燃焼炉から発生した燃焼ガスを処理する排ガス処理装置と、
を備え、
該微粉炭回収装置によって回収された前記微粉炭を、前記燃焼炉から排出された前記排ガスとしての燃焼ガスに供給する請求項1に記載の石炭改質プラント。
- [請求項4] 前記微粉炭回収装置は、前記乾燥装置から排出されたキャリアガスから微粉炭を回収する請求項1に記載の石炭改質プラント。
- [請求項5] 前記不活性化装置には、前記石炭と反応して該石炭を不活性化する不活性化用ガスが導かれ、

前記微粉炭回収装置は、前記不活性化装置から排出された前記不活性化用ガスから微粉炭を回収する請求項 1 に記載の石炭改質プラント。

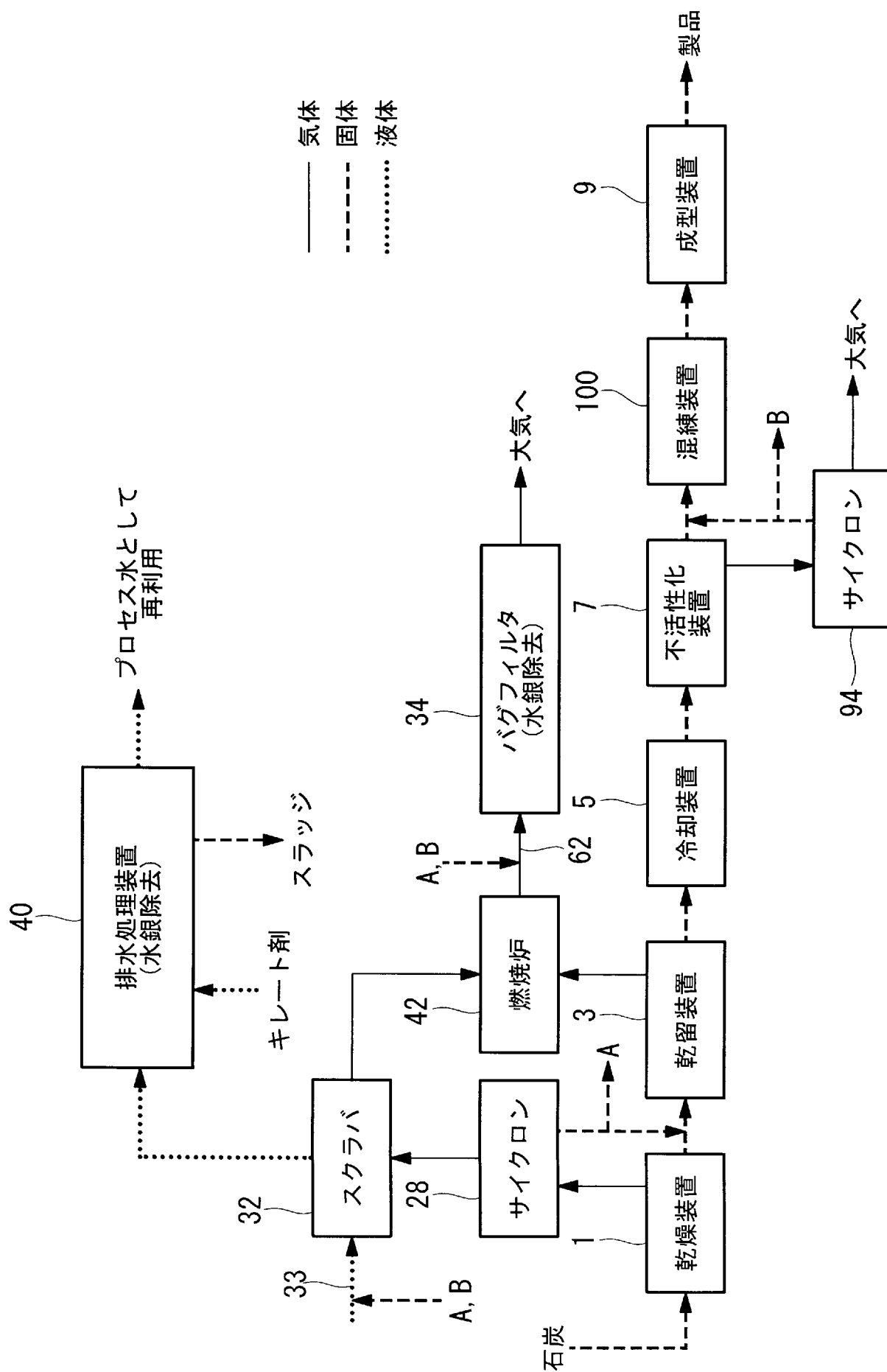
[請求項6] 前記排ガス処理装置は、バグフィルタとされている請求項 3 に記載の石炭改質プラント。

[請求項7] 石炭を乾燥する乾燥工程と、
該乾燥工程によって乾燥された前記石炭を乾留する乾留工程と、
該乾留工程によって乾留された前記石炭を冷却する冷却工程と、
該冷却工程によって冷却された前記石炭を不活性化する不活性化工程と、
前記石炭から発生した微粉炭を回収する微粉炭回収工程と、
を有し、
前記微粉炭回収工程によって回収された前記微粉炭を、前記乾燥工程、前記乾留工程、前記冷却工程および前記不活性化工程の少なくともいずれか 1 つから排出された排ガス、及び／又は、該排ガスを処理するスクラバに供給する吸収液、及び／又は、該排ガスを処理して生成された排水、に供給する改質石炭の製造方法。

[図1]



[図2]



INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2016/053502

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

C10L9/08(2006.01)i, C10B45/00(2006.01)i, C10B57/10(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)

C10L9/08, C10B45/00, C10B57/10, B01D53/64

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.
Y	WO 2014/024504 A1 (Mitsubishi Heavy Industries, Ltd.), 13 February 2014 (13.02.2014), entire text & JP 2014-31462 A & US 2015/0175890 A1 entire text & AU 2013300971 A & CN 104487547 A	1, 3-7
Y	JP 2006-96615 A (Taiheiyo Cement Corp.), 13 April 2006 (13.04.2006), paragraph [0010] (Family: none)	1, 3-7

☒ 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
28 March 2016 (28.03.16)

Date of mailing of the international search report
05 April 2016 (05.04.16)

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/JP2016/053502

C (Continuation). DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
A	WO 2014/091827 A1 (Mitsubishi Heavy Industries, Ltd.), 19 June 2014 (19.06.2014), & JP 2014-118448 A & US 2015/0329793 A1 & EP 2933319 A1 & AU 2013358366 A & CN 104379708 A	1-7

A. 発明の属する分野の分類（国際特許分類（IPC））

Int.Cl. C10L9/08(2006.01)i, C10B45/00(2006.01)i, C10B57/10(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. C10L9/08, C10B45/00, C10B57/10, B01D53/64

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
Y	WO 2014/024504 A1（三菱重工業株式会社）2014.02.13, 全文 & JP 2014-31462 A & US 2015/0175890 A1, 全文 & AU 2013300971 A & CN 104487547 A	1, 3-7
Y	JP 2006-96615 A（太平洋セメント株式会社）2006.04.13, 段落 0010 （ファミリーなし）	1, 3-7

☒ 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	「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
「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	「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
「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）	「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
「O」 口頭による開示、使用、展示等に言及する文献	「&」 同一パテントファミリー文献
「P」 国際出願日前で、かつ優先権の主張の基礎となる出願	

国際調査を完了した日

28.03.2016

国際調査報告の発送日

05.04.2016

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	WO 2014/091827 A1 (三菱重工業株式会社) 2014. 06. 19 & JP 2014-118448 A & US 2015/0329793 A1 & EP 2933319 A1 & AU 2013358366 A & CN 104379708 A	1 - 7