

WO 2016/143430 A1



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))

明 細 書

発明の名称： 石炭改質プラントならびに改質石炭の製造方法

技術分野

[0001] 本発明は、石炭改質プラントならびに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、乾燥装置によって排出されたキャリアガスが燃焼炉へと導かれ、燃焼炉にて生成された燃焼ガスは、乾留炉を加熱した後に、脱硝装置、電気集塵機および脱硫装置を経て大気へと放出されるようになっている。ここで用いられる脱硝装置や脱硫装置は、吸収液等に必要な水が大量に必要とされる。また、石炭改質プラントには、複数の冷却器が設置されており、大量の冷却水が必要となる。このように、石炭改質プラントでは、多くの水をプラントの外部から補給する必要がある。

[0005] 一方、石炭中には多くの水分が含まれており、低品位炭では２５ｗｔ％から６０ｗｔ％もの水分が含まれている。このため、石炭を乾燥させた際に排出されるキャリアガス中には多くの水蒸気が含まれることになり、全体とし

ての排ガス量が多くなり排ガス処理設備が大型化して設備コストの増大を招くという問題がある。

[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、石炭改質プラントで使用される水の補給量を可及的に減らすことができる石炭改質プラントならびに改質石炭の製造方法を提供することを目的とする。

また、本発明は、石炭を乾燥させた際に排出されるキャリアガスを処理する排ガス処理設備を小型化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ならびに改質石炭の製造方法は以下の手段を採用する。

本発明者等は、石炭（特に低品位炭）中には多くの水分が含まれているため石炭を乾燥する際に多くの水蒸気が発生するが、この水蒸気が有効に利用されていないことに着目し、以下の発明に到った。

すなわち、本発明の一態様に係る石炭改質プラントは、石炭を乾留する前に石炭を加熱して乾燥させる乾燥装置と、前記乾燥装置によって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キャリアガスを処理するスクラバと、

該スクラバから回収された排水を処理する排水処理設備と、該排水処理設備にて処理された再生水を利用する水需要部とを備えている。

[0008] 石炭を乾留する前に石炭を乾燥装置で加熱して乾燥させると種々の脱離成分が発生する。この脱離成分の主たる成分は水蒸気である。特に石炭が低品位炭とされている場合には大量の水蒸気が発生する。水蒸気等の脱離成分は、キャリアガスとともにスクラバへと導かれ、スクラバによって水蒸気を含む脱離成分がキャリアガス中から除去されて排水中に取り込まれる。そして、スクラバから回収された排水は、排水処理設備へと導かれて微粉炭や水銀等の固形分とされたスラッジと、再生水とに分離される。このように得られた再生水は、水需要部にて利用されることになる。このように、石炭を乾燥させる際に発生する脱離成分中の水蒸気から水を再生水として回収し、水需

要部にて利用することができるので、石炭改質プラントで新たに必要とされる水を節約することで、石炭改質プラントに外部から補給する水を可及的に減らすことができる。

水需要部としては、石炭改質プラント内で水が利用される場所を示し、例えばプラントから発生する排ガスを処理する際に水を必要とする排ガス処理設備や、排ガスや石炭を冷却する際に水を必要とする冷却装置等が挙げられる。

[0009] 本発明の一態様に係る石炭改質プラントでは、前記水需要部は、前記スクラバにて利用される吸収液供給部とされている。

[0010] スクラバにて利用される吸収液を供給する吸収液供給部に対して再生水を用いることとした。これにより、スクラバにて新たに必要とされる循環水や補給水を節約することで、石炭改質プラントに外部から補給する水を可及的に減らすことができる。

[0011] 本発明の一態様に係る石炭改質プラントは、前記スクラバの上流側に設けられ、前記乾燥装置から排出された前記キャリアガスを冷却するキャリアガス冷却器を更に備え、前記水需要部は、前記キャリアガス冷却器に冷却水を供給する冷却水供給部とされている。

[0012] キャリアガスは、スクラバに導かれる前にキャリアガス冷却器によって冷却されてキャリアガス中の水分が凝縮してドレン水となる。このキャリアガス冷却器に供給される冷却水として再生水を用いることとした。これにより、キャリアガス冷却器にて新たに必要とされる冷却水を節約することで、石炭改質プラントに外部から補給する水を可及的に減らすことができる。

[0013] 本発明の一態様に係る石炭改質プラントは、前記乾燥装置によって乾燥された乾燥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乾留炭を冷却する冷却装置とを更に備え、前記冷却装置は、前記乾留炭に対して水を散布する散水部を有し、前記水需要部は、前記散水部とされている。

[0014] 冷却装置の散水部から散布される水として再生水を用いることとした。これにより、冷却装置にて新たに必要とされる水を節約することで、石炭改質

プラントに外部から補給する水を可及的に減らすことができる。

[0015] 本発明の一態様に係る石炭改質プラントでは、前記乾燥装置によって乾燥された乾燥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乾留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乾留炭を不活性化処理する不活性化装置とを更に備え、前記不活性化装置は、所定濃度の酸素を含む処理ガスを供給する不活性化用ガス供給部を有し、前記水需要部は、前記不活性化用ガス供給部へと水を供給する水添加部とされている。

[0016] 不活性化用ガス供給部へ水を添加する水添加部に対して再生水を用いることとした。これにより、乾留炭を増湿させるための水を節約することで、石炭改質プラントに外部から補給する水を可及的に減らすことができる。

[0017] 本発明の一態様に係る石炭改質プラントは、前記スクラバによって処理された後の排ガスを処理する排ガス処理設備を更に備えている。

[0018] スクラバによって処理された後の排ガスを処理する排ガス処理設備を設けることとした。排ガス処理設備では、スクラバによって処理することができなかった排ガス中の水銀等の残存物質を除去する。排ガス処理設備は、スクラバによって水分が除去された後の排ガスを処理することになるので、スクラバで処理せずに排ガスを処理する場合に比べて容量を小さくすることができる。

[0019] 本発明の一態様に係る改質石炭の製造方法は、石炭を乾留する前に石炭を加熱して乾燥させる乾燥工程と、前記乾燥工程によって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乾燥装置から排出されたキャリアガスをスクラバによって処理するスクラバ処理工程と、該スクラバ処理工程から回収された排水を処理する排水処理工程と、該排水処理工程にて処理された再生水を利用する水再利用工程とを有する。

[0020] 石炭を乾留する前に石炭を乾燥工程で加熱して乾燥させると種々の脱離成分が発生する。この脱離成分の主たる成分は水蒸気である。特に石炭が低品位炭とされている場合には大量の水蒸気が発生する。水蒸気等の脱離成分は、キャリアガスとともにスクラバへと導かれ、スクラバによって水蒸気を含

む脱離成分がキャリアガス中から除去されて排水中に取り込まれる。そして、スクラバから回収された排水は、排水処理工程へと導かれて微粉炭や水銀等の固形分とされたスラッジと、再生水とに分離される。このように得られた再生水は、石炭処理プラント内にて再利用されることになる。このように、石炭を乾燥させる際に発生する脱離成分中の水蒸気から水を再生水として回収し、再利用することができるので、石炭改質プラントで必要とされる水を節約することで、石炭改質プラントに外部から補給する水を可及的に減らすことができる。

発明の効果

[0021] 石炭から回収された水分を再利用することができるので、石炭改質プラントに外部から補給する水を可及的に減らすことができる。

また、スクラバの下流に排ガス処理設備を設けることとしたので、排ガス処理設備を小型化することができる。

図面の簡単な説明

[0022] [図1]本発明の一実施形態に係る乾留炭冷却装置を備えた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に示した乾燥工程を模式的に示した構成図である。

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、粉砕機(c r u s h e r)14にて例えば約20mm以下まで粉砕される。

[0025] 粉砕機14にて粉砕された石炭は、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内には粉砕機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(s t e a m s y s t e m)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(集塵機)28と、キャリアガス冷却器30と、スクラバ32と、排ガス処理設備41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は、符号Aにて示されているように、バグフィルタ34の上流側へと導かれる。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、冷却媒体としては排水処理設備40にて分離された再生水が用いられる（冷却水供給部；符号C参照）。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に用いる吸収液としては排水処理設備40にて分離された再生水が用いられる（吸収液供給部；符号B参照）。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。また、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、スクラバ32にて処理された後のキャリアガスの一部は、排ガス処理設備41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、図2に示されているように、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（図1参照）と、再生水とを分離するものである。再生水は、プラントの各プロセス（水需要部）にて再利用される。

[0032] 排ガス処理設備 4 1 には、スクラバ 3 2 にて処理された後のキャリアガスのうち、キャリアガス循環経路 2 2 を介して乾燥装置 1 へと返送されなかった残部のキャリアガスが導かれる。排ガス処理設備 4 1 では、キャリアガス中に含まれる水銀の物質が取り除かれ、処理後のガスは大気（A T M）へと放出される。排ガス処理設備 4 1 としては、脱硫装置が用いられる。

[0033] 乾燥装置 1 にて乾燥された石炭（乾燥炭）は、図 1 に示すように、乾燥炭供給経路 4 4 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 4 6 と、回転内筒 4 6 の外周側を覆う外筒 4 8 とを備えている。回転内筒 4 6 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 4 6 と外筒 4 8 との間の空間には、燃焼炉 4 2 にて生成された燃焼ガスが燃焼ガス導入経路 5 0 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。

[0034] 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。

[0035] 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。

[0036] 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。

[0037] 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 にて燃焼灰等が除去された燃焼排ガスは、大気 (A T M) へと放出される。

[0038] 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。

[0039] 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。

[0040] 第1冷却器74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78と、第1円筒容器78内に挿入された第1散水管79と、第1円筒容器78内に挿入された複数の第1冷却管80とを備えている。第1散水管79は、回転する第1円筒容器78に対して静止した状態で設置されている。第1円筒容器78内には乾留装置3から導かれた300℃以上500℃以下（例えば約400℃）の乾留炭が供給されるようになっており、第1円筒容器78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、排水処理設備40にて分離された常温の再生水が導かれ（散水部；符号D1参照）、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。

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。

[0041] 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、排水処理設備40にて分離された常温の再生水が導かれ（散水部；符号D2参照）、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。

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。

[0042] 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。

[0043] 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（不活性化用ガス供給部）90から導かれる。第1酸化用ガス供給経路90には、排水処理設備40にて分離された再生水が添加されるようになっている（水添加部；符号E1参照）。このように水を添加することによって乾留炭に対して増湿を行い、乾留炭の水分含有率を調整する。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へと導かれた酸化用ガスは、サイクロン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にて分離された微粉炭等の固形分は、混練機100へ送られる。

[0044] 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。

[0045] 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（不活性化用ガス供給部）95から導かれる。第2酸化用ガス供給経路95には、排水処理設備40にて分離された再生水が添加されるようになっている（水添加部；符号E2参照）。このように水を添加することによって乾留炭に対して増湿を行い、乾留炭の水分含有率を調整する。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。

[0046] 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。

[0047] 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。

[0048] 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程度の大きさとされ、水分含有率が6wt%以上9wt%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8wt%となる。

[0049] 以上の通り、本実施形態によれば、以下の作用効果を奏する。

本発明者等は、低品位炭のように石炭中に多くの水分を含む場合には、石炭を乾燥する際に多くの水蒸気が発生するが、この水蒸気が有効に利用されていないことに着目した。そこで、石炭を乾燥装置1にて乾燥させる際に発生する脱離成分中の水蒸気から水を排水処理設備40にて再生水として回収し、石炭改質プラント内で水を必要とする水需要部B, C, D1, D2, E1, E2にて利用することとした。これにより、石炭改質プラントで新たに必要とされる水を節約することで、石炭改質プラントに補給する水を可及的に減らすことができる。

具体的には、スクラバ32にて利用される吸収液として再生水を用いる(図1の符号B参照)ことにより、スクラバ32にて新たに必要とされる循環

水や補給水を節約することができる。

また、キャリアガス冷却器 30 に供給される冷却水として再生水を用いる（図 1 の符号 C 参照）ことにより、キャリアガス冷却器 30 にて新たに必要とされる冷却水を節約することができる。

また、冷却装置 5 の散水部 79, 82 から散布される水として再生水を用いる（図 1 の符号 D 1, D 2）ことにより、冷却装置 5 にて新たに必要とされる水を節約することができる。

また、酸化用ガス供給経路 90, 95 へ添加する水として再生水を用いる（図 1 の符号 E 1, E 2 参照）ことにより、乾留炭を増湿させるために必要とされる新たな水を節約することができる。

[0050] スクラバ 32 によって処理された後の排ガスを処理する排ガス処理設備 41 を設けることとした。これにより、排ガス処理設備 41 ではスクラバ 32 によって水分が除去された後の排ガスを処理することになるので、スクラバ 32 で処理せずに排ガスを処理する場合に比べて容量を小さくすることができる。

[0051] なお、上述した実施形態では、排水処理設備 40 にて回収した再生水の利用先である水需要部として、符号 B, C, D 1, D 2, E 1, E 2 を具体的に示して説明したが、本発明はこれに限定されるものではなく、各符号で示した位置のいずれか 1 つであってもよく、また 2 つ以上であってもよい。さらには、例えば図示しない洗浄スクラバや湿式脱硫装置、冷却器等のように、石炭改質プラント内で水が必要とされる位置であれば、本発明の水需要部として採用することができる。

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

- 1 0 改質前の石炭
- 1 2 石炭ホッパ
- 1 4 粉碎機
- 1 6 円筒容器
- 1 8 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
- 3 4 バグフィルタ
- 4 0 排水処理設備
- 4 1 排ガス処理設備
- 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 0 第 1 酸化用ガス供給経路

- 9 1 第1酸化用ガス出口管
- 9 2 第1ブロワ
- 9 3 酸化用ガス排出管
- 9 4 サイクロン
- 9 5 第2酸化用ガス供給経路
- 9 6 第2酸化用ガス出口管
- 9 7 第2ブロワ
- 1 0 0 混練機
- 1 0 4 改質炭

請求の範囲

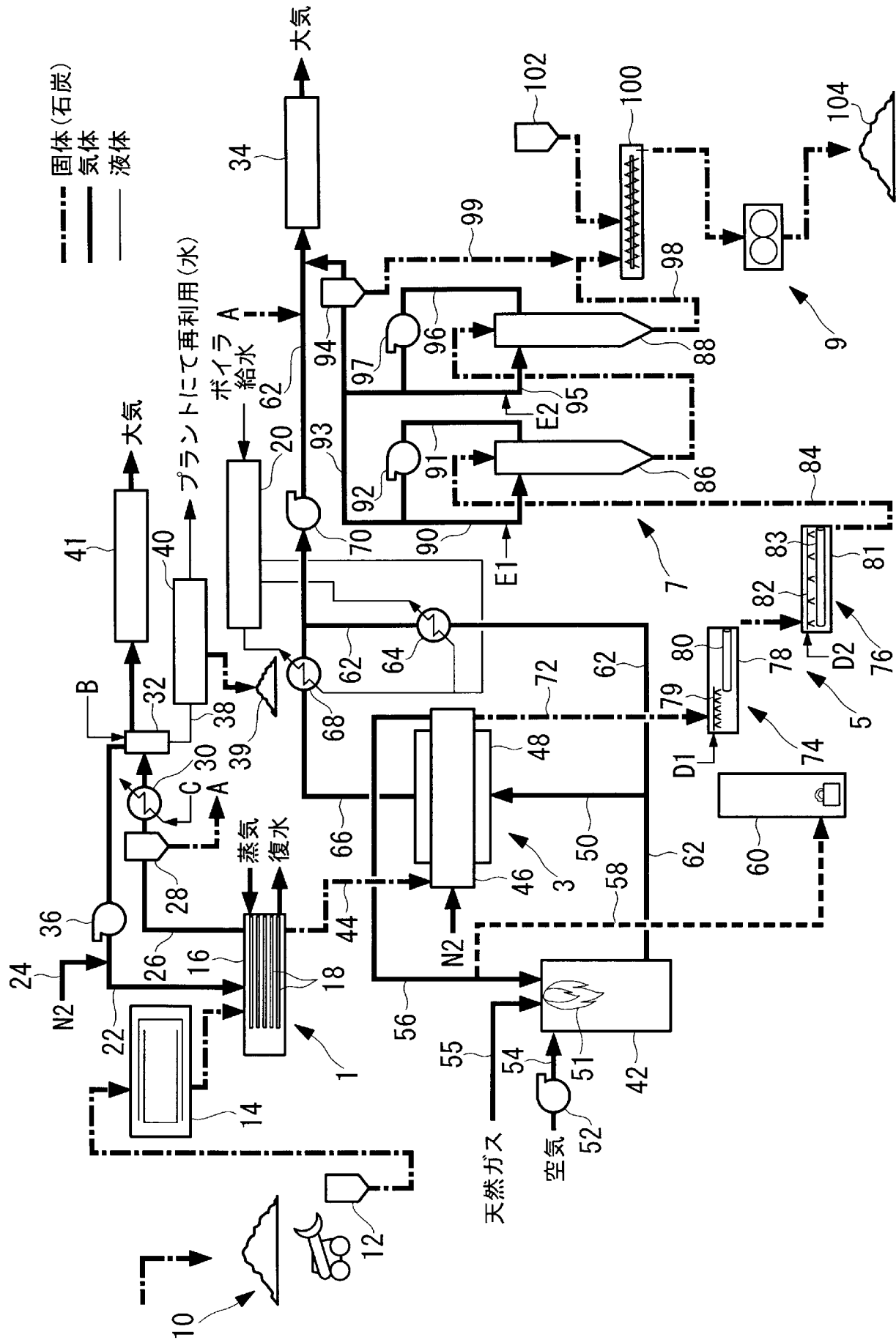
- [請求項1] 石炭を乾留する前に石炭を加熱して乾燥させる乾燥装置と、
前記乾燥装置によって石炭が乾燥される際に該石炭から脱離された脱離成分を伴って該乾燥装置から排出されたキャリアガスを処理するスクラバと、
該スクラバから回収された排水を処理する排水処理設備と、
該排水処理設備にて処理された再生水を利用する水需要部と、
を備えている石炭改質プラント。
- [請求項2] 前記水需要部は、前記スクラバにて利用される吸収液供給部とされている請求項1に記載の石炭改質プラント。
- [請求項3] 前記スクラバの上流側に設けられ、前記乾燥装置から排出された前記キャリアガスを冷却するキャリアガス冷却器を備え、
前記水需要部は、前記キャリアガス冷却器に冷却水を供給する冷却水供給部とされている請求項1に記載の石炭改質プラント。
- [請求項4] 前記乾燥装置によって乾燥された乾燥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乾留炭を冷却する冷却装置と、
を備え、
前記冷却装置は、前記乾留炭に対して水を散布する散水部を有し、
前記水需要部は、前記散水部とされている請求項1に記載の石炭改質プラント。
- [請求項5] 前記乾燥装置によって乾燥された乾燥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乾留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乾留炭を不活性化処理する不活性化装置と、
を備え、
前記不活性化装置は、所定濃度の酸素を含む処理ガスを供給する不活性化用ガス供給部を有し、
前記水需要部は、前記不活性化用ガス供給部へと水を供給する水添

加部とされている請求項 1 に記載の石炭改質プラント。

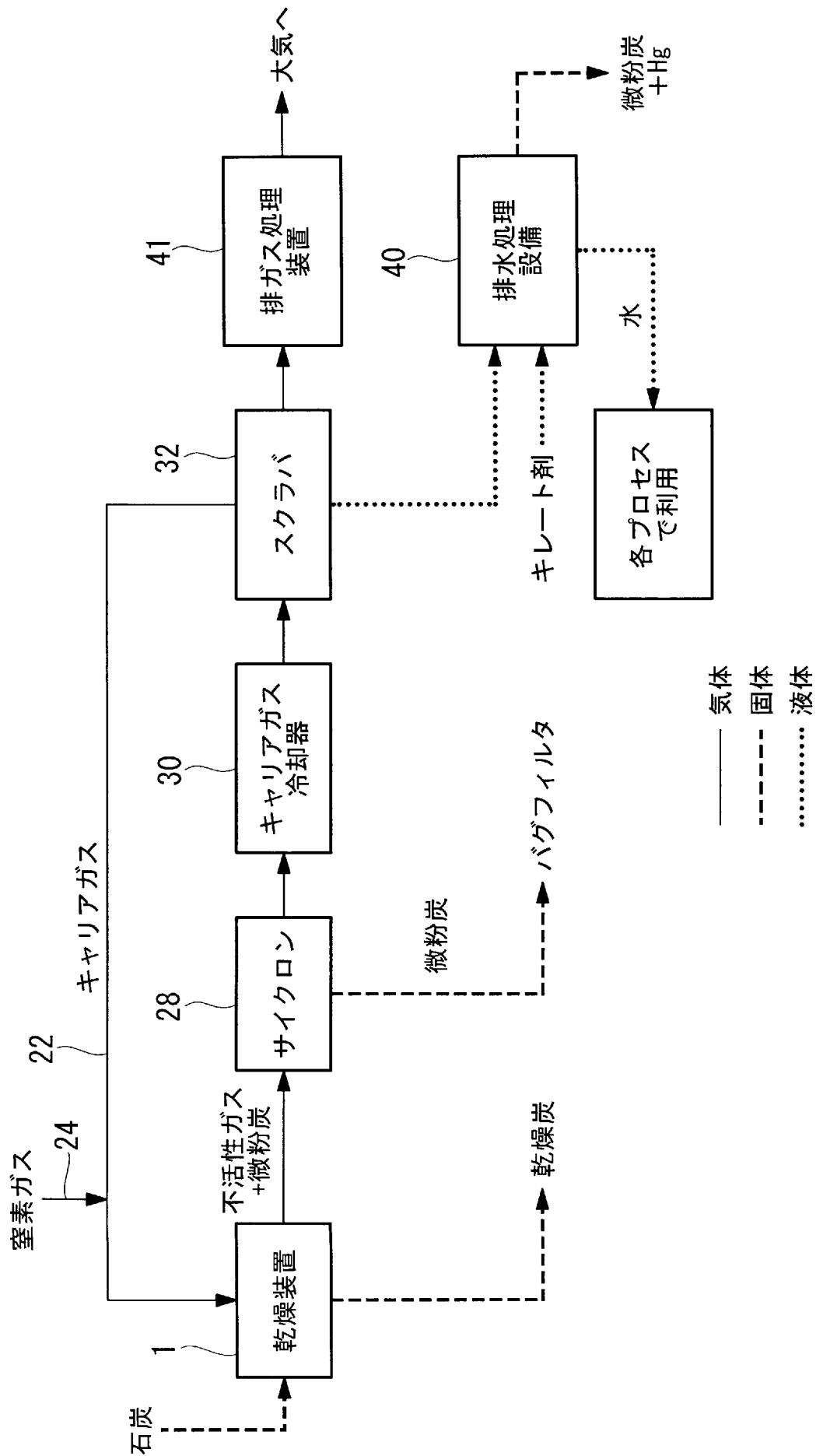
[請求項6] 前記スクラバによって処理された後の排ガスを処理する排ガス処理設備を備えている請求項 1 に記載の石炭改質プラント。

[請求項7] 石炭を乾留する前に石炭を加熱して乾燥させる乾燥工程と、
前記乾燥工程によって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乾燥装置から排出されたキャリアガスをスクラバによって処理するスクラバ処理工程と、
該スクラバ処理工程から回収された排水を処理する排水処理工程と、
、
該排水処理工程にて処理された再生水を利用する水再利用工程と、
を有する改質石炭の製造方法。

[図1]



[図2]



INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2016/053483

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

C10L9/08(2006.01)i, C10B57/10(2006.01)i, F26B21/04(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, C10B57/10, F26B21/04

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 Y	Microfilm of the specification and drawings annexed to the request of Japanese Utility Model Application No. 204541/1985(Laid-open No. 114033/1987) (Babcock-Hitachi Kabushiki Kaisha), 20 July 1987 (20.07.1987), fig. 1 (Family: none)	1-2, 6-7 3
Y	JP 2009-97783 A (Kobe Steel, Ltd.), 07 May 2009 (07.05.2009), fig. 1 & US 2011/0041393 A1 fig. 1 & WO 2009/050939 A1 & AU 2008313118 A & CN 101828089 A	3

☒ 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
02 March 2016 (02.03.16)

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/JP2016/053483

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 61-250098 A (Westinghouse Electric Corp.), 07 November 1986 (07.11.1986), & US 4602438 A & DE 3613305 A & SE 8601736 A & FI 861759 A	1-7
A	JP 2012-215316 A (Mitsubishi Heavy Industries, Ltd.), 08 November 2012 (08.11.2012), (Family: none)	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, C10B57/10(2006.01)i, F26B21/04(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, C10B57/10, F26B21/04

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 Y	日本国実用新案登録出願60-204541号(日本国実用新案登録出願公開62-114033号)の願書に添付した明細書及び図面の内容を撮影したマイクロフィルム（バブコック日立株式会社）1987.07.20, 第1図（ファミリーなし）	1-2, 6-7 3
Y	JP 2009-97783 A（株式会社神戸製鋼所）2009.05.07, 図1 & US 2011/0041393 A1, 図1 & WO 2009/050939 A1 & AU 2008313118 A & CN 101828089 A	3

☒ 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

02.03.2016

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 61-250098 A (ウエスチングハウス・エレクトリック・コーポレーション) 1986. 11. 07 & US 4602438 A & DE 3613305 A & SE 8601736 A & FI 861759 A	1 - 7
A	JP 2012-215316 A (三菱重工業株式会社) 2012. 11. 08 (ファミリーなし)	1 - 7