

(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
2014 年 1 月 23 日(23.01.2014)



(10) 国際公開番号

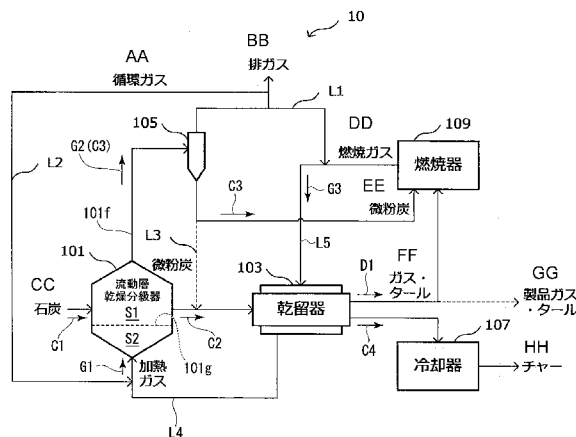
WO 2014/014092 A1

- (51) 国際特許分類:
C10L 9/08 (2006.01) C10B 57/08 (2006.01)
C10B 53/00 (2006.01) C10B 57/10 (2006.01)
- (21) 国際出願番号: PCT/JP2013/069671
- (22) 国際出願日: 2013 年 7 月 19 日(19.07.2013)
- (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 2012-162080 2012 年 7 月 20 日(20.07.2012) JP
特願 2012-162081 2012 年 7 月 20 日(20.07.2012) JP
- (71) 出願人: 新日鐵住金株式会社(NIPPON STEEL & SUMITOMO METAL CORPORATION) [JP/JP]; 〒1008071 東京都千代田区丸の内二丁目 6 番 1 号 Tokyo (JP). 新日鐵住金エンジニアリング株式会社(NIPPON STEEL & SUMIKIN ENGINEERING CO., LTD.) [JP/JP]; 〒1418604 東京都品川区大崎一丁目 5 番 1 号 Tokyo (JP).
- (72) 発明者: 小水流 広行(KOZURU Hiroyuki); 〒1008071 東京都千代田区丸の内二丁目 6 番 1 号 新日鐵住金株式会社内 Tokyo (JP). 兼井 玲(KANEI Akira); 〒1008071 東京都千代田区丸の内二丁目 6 番 1 号 新日鐵住金株式会社内 Tokyo (JP). 富田 克行(TOMITA Katsuyuki); 〒1008071 東京都千代田区丸の内二丁目 6 番 1 号 新日鐵住金株式会社内 Tokyo (JP). 小菅 克志(KOSUGE Katsushi); 〒8048505 福岡県北九州市戸畑区大字中原 4 6-59 新日鐵住金エンジニアリング株式会社内 Fukuoka (JP). 小林 淳志(KOBAYASHI Atsushi); 〒8048505 福岡県北九州市戸畑区大字中原 4 6-59 新日鐵住金エンジニアリング株式会社内 Fukuoka (JP).
- (74) 代理人: 志賀 正武, 外(SHIGA Masatake et al.); 〒1006620 東京都千代田区丸の内一丁目 9 番 2 号 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,

[続葉有]

(54) Title: COAL UPGRADING METHOD AND COAL UPGRADING DEVICE

(54) 発明の名称: 石炭改質方法及び石炭改質装置



101 Fluidized bed drying classifier
103 Carbonizer
107 Cooler
109 Combustor
L4 Heating gas
AA Circulating gas
BB Exhaust gas
CC Coal
DD Combustion gas
EE, L3 Fine coal
FF Gas/tar
GG Product gas/tar
HH Char

(57) Abstract: This coal upgrading method comprises a drying step, a carbonization step, and a cooling step, and involves: (1) in the drying step, classifying coal into coarse coal and fine coal while also drying the coal, and using heat obtained by combusting at least some of the fine coal and at least some of a carbonization gas as a heat source for carrying out the drying or carbonization; and/or (2) in the cooling step, classifying while also cooling char to thereby separate fine char from the char, and using heat obtained by combusting at least some of the fine char and at least some of a carbonization gas as a heat source for carrying out the drying or carbonization.

(57) 要約: この石炭の改質方法は、乾燥工程と乾留工程と冷却工程とを備え、(1) 前記乾燥工程で、石炭を乾燥させながら粗粒炭と微粉炭とに分級し、さらに前記微粉炭の少なくとも一部と乾留ガスの少なくとも一部とを燃焼させて得た熱を乾燥又は乾留を行う際の熱源として用いること、及び、(2) 前記冷却工程で、チャーを冷却しながら分級することで前記チャーより微粉チャーを分離し、さらに前記微粉チャーの少なくとも一部と乾留ガスの少なくとも一部とを燃焼させて得た熱を乾燥又は乾留を行う際の熱源として用いること、のうちの少なくとも何れか一方を行う。



FI, GB, GD, GE, GH, GM, GT, HN, HR, HU, ID, IL, IN, IS, JP, KE, KG, KN, KP, KR, KZ, LA, LC, LK, LR, LS, LT, 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, 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, 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： 石炭改質方法及び石炭改質装置

技術分野

[0001] 本発明は、石炭改質方法及び石炭改質装置に関する。

本願は、２０１２年０７月２０日に日本に出願された特願２０１２－１６２０８０号と、２０１２年０７月２０日に日本に出願された特願２０１２－１６２０８１号とに基づき優先権を主張し、これらの内容をここに援用する。

背景技術

[0002] 炭素を含む原料を乾燥及び乾留することで改質して炭化物を製造し、製造した炭化物を燃料として用いることが行われている。

[0003] 例えば、下記の特許文献１には、炭素を含む原料として汚泥を利用し、汚泥を乾燥炉で乾燥させた後に、炭化炉（すなわち、乾留炉）で処理することで、汚泥を燃料化する技術が開示されている。また、下記特許文献１には、汚泥、助燃料、得られた炭化物や揮発分を燃焼させることで、乾燥・乾留に必要な熱を供給する旨が記載されている。

先行技術文献

特許文献

[0004] 特許文献１：日本国特開２００５－３１９３７４号公報

発明の概要

発明が解決しようとする課題

[0005] ところで、炭素を含む原料として石炭を使用し、この石炭の改質によりチャーを製造する際に、上記特許文献１に記載されている方法を用いる場合の、乾燥及び乾留に必要な熱の熱源として、乾留で発生する揮発分を利用することについて検討した。

[0006] このような場合、炭素を含む原料として、水分含有量の高い石炭（例えば１５％以上）を利用すると、乾燥及び乾留に莫大な熱を必要とするため、外

部からの燃料供給が必要となる。外部燃料として利用可能な油は高価であるため、外部燃料としては石炭を用いることが考えられる。チャー製造原料である石炭の一部を、外部燃料としても使用する場合、石炭の改質処理で生成されるチャーの発塵防止を考慮すると、原料用石炭には比較的粗粒の石炭を使用し、外部燃料としては石炭中の微粉のみを使用したいところである。しかしながら、この場合には、分級工程を別途設けることが必要となってしまう。

[0007] また、炭素を含む原料として、水分含有量の高くない石炭を利用する場合には、乾燥及び乾留に必要な分以外の揮発分を利用して燃料ガスや化学原料として製品化できるものの、発生揮発分の多くを乾燥及び乾留に使用してしまい、製品化に利用可能な揮発分が少ないという問題があった。

[0008] このように、外部燃料として石炭を利用する場合には、石炭の水分含有量が高いと石炭の前処理が不可欠となる一方、石炭の水分含有量が高くない場合には製品として回収可能な揮発分の量が低下してしまうことで、効率良く石炭の改質を行うことができないという問題があった。

[0009] そこで、本発明は、上記問題に鑑みてなされたものであり、本発明の目的とするところは、改質処理に伴う外部燃料として石炭に由来する成分を利用する場合であっても、より効率良く石炭の改質を行うことが可能な、石炭改質方法及び石炭改質装置を提供することにある。

課題を解決するための手段

[0010] 本発明者による検討の結果、石炭を改質してチャーを製造するに際して、炭化度の低い亜瀝青炭や褐炭といった石炭を使用する場合には、以下のような問題点が存在することが判った。すなわち、亜瀝青炭や褐炭といった石炭は、石炭の成分中に水酸基等の親水性の官能基を多く有し、石炭中に存在する細孔に水を蓄えやすくなっているため水分含有量が高い。水分含有量の高い石炭は、石炭から発生する揮発分の燃焼熱を乾燥・乾留の熱源として使用することを想定した場合に、揮発分の燃焼熱だけでは乾燥・乾留に必要な熱量を賄いきれない場合があることが明らかとなった。

[0011] そのため、本発明者は、石炭や石炭から発生した揮発分等の各種成分を熱源として利用するに際して、用いる石炭が水分含有量の高い石炭であっても、新たな前工程を要せずに、より効率良く石炭を改質することが可能な方法について、鋭意検討を行った。

[0012] その結果、装置に投入される石炭の乾燥に流動層乾燥分級器を用いるとともに、流動層乾燥分級器から排出された微粉炭を含むガスから微粉炭を回収し、回収した微粉炭を熱源として用いることで、新たな前工程を追加することなく、乾燥・乾留に必要な熱量を確保できることに想到して、本発明を為すに至った。

[0013] また、このような方策を利用することで、水分含有量が高くない石炭を用いる場合には、製品として回収可能なガスやタール等を増加させることが可能となることも判った。

本発明の各態様の要旨は、以下の通りである。

[0014] (1) 本発明の一態様にかかる石炭改質方法は、石炭を流動層乾燥分級器で乾燥させながら粗粒炭及び微粉炭に分級する工程と；前記粗粒炭を乾留器によって乾留して、乾留ガスとチャーとに改質する工程と；前記微粉炭の少なくとも一部と前記乾留ガスの少なくとも一部とを燃焼器に供給して燃焼させて得た熱を、前記流動層乾燥分級器及び前記乾留器の少なくとも何れか一方に熱源として供給する工程と；を備える。

(2) 上記(1)に記載の石炭改質方法は、前記流動層乾燥分級器から排出される排ガスの少なくとも一部を、前記燃焼器から前記流動層乾燥分級器及び前記乾留器の少なくとも何れか一方へと供給される燃焼ガスに混合する工程をさらに備えてもよい。

(3) 上記(1)又は(2)に記載の石炭改質方法は、前記流動層乾燥分級器で得られる前記微粉炭の少なくとも一部を、前記乾留器へと供給する工程をさらに備えてもよい。

(4) 上記(3)に記載の石炭改質方法では、前記乾留器に供給される前記微粉炭を、単独で成形した後、又は前記粗粒炭と共に成形した後に、前記乾

留器へと供給するようにしてもよい。

(5) 上記(1)～(4)の何れか1項に記載の石炭改質方法では、前記乾留器が、外部からの加熱ガスの供給を受ける間接加熱方式であり；前記乾留器から排出された後の前記加熱ガスを、前記流動層乾燥分級器へと供給する工程をさらに備えてもよい。

(6) 上記(1)～(5)の何れか1項に記載の石炭改質方法は、前記流動層乾燥分級器から排出される排ガスの少なくとも一部を、前記流動層乾燥分級器に供給される加熱ガスに混合する工程をさらに備えてもよい。

(7) 上記(1)～(6)の何れか1項に記載の石炭改質方法では、前記燃焼器に供給する前記微粉炭及び前記乾留ガスのうちの前記乾留ガスの代わりに、外部燃料を用いてもよい。

(8) 本発明の一態様に係る石炭改質装置は、石炭を乾燥させながら粗粒炭と微粉炭とに分級する流動層乾燥分級器と；乾燥後の前記粗粒炭を乾留して、乾留ガス及びチャーに改質する乾留器と；前記乾留ガスの少なくとも一部と前記微粉炭とが供給され、前記乾留ガス及び前記微粉炭を燃焼させることで得られる熱を、前記流動層乾燥分級器及び前記乾留器の少なくとも何れか一方に熱源として供給する燃焼器と；を備える。

(9) 上記(8)に記載の石炭改質装置では、前記流動層乾燥分級器から排出される排ガスの少なくとも一部が、前記燃焼器から、前記流動層乾燥分級器及び前記乾留器の少なくとも何れか一方に前記熱源として供給される燃焼ガスに混合されるように構成してもよい。

(10) 上記(8)又は(9)に記載の石炭改質装置では、前記流動層乾燥分級器で得られる前記微粉炭の少なくとも一部が、前記乾留器へと供給されるように構成してもよい。

(11) 上記(10)に記載の石炭改質装置では、前記微粉炭を単独で成形、又は前記粗粒炭と共に成形する成形機を更に備え；前記流動層乾燥分級器から得られる前記微粉炭の少なくとも一部が、前記成形機により単独で成形された後、又は前記粗粒炭と共に成形された後に、前記乾留器へと供給され

る；ように構成してもよい。

(12) 上記(8)～(11)の何れか1項に記載の石炭改質装置では、前記乾留器が、外部から加熱ガスの供給を受ける間接加熱方式であり；前記乾留器から排出された後の前記加熱ガスが、前記流動層乾燥分級器へと供給される；構成を採用してもよい。

(13) 上記(8)～(12)の何れか1項に記載の石炭改質装置では、前記流動層乾燥分級器から排出される排ガスの少なくとも一部が、前記流動層乾燥分級器に前記熱源として供給される加熱ガスに混合される構成を採用してもよい。

(14) 上記(8)～(13)の何れか1項に記載の石炭改質装置では、前記燃焼器に供給する前記微粉炭及び前記乾留ガスのうちの前記乾留ガスの代わりに、外部燃料を用いてもよい。

[0015] また、本発明者による前述の検討の結果、乾留によって生成したチャーの冷却に流動層冷却分級器を用いるとともに、流動層冷却分級器から排出された、微粉チャーを含むガスから微粉チャーを回収し、回収した微粉チャーを熱源として用いることでも、前工程を行うことなく、乾燥・乾留に必要な熱量を維持できることにも想到した。

[0016] また、このような方策を利用することでも、水分含有量の高い石炭を用いる場合に、製品として回収可能なガスやタール等を増加させることが可能となる。

上記に基づく本発明の他の態様の要旨は、以下の通りである。

[0017] (15) 本発明の他の態様にかかる石炭改質方法は、石炭を乾燥器で乾燥させる工程と；乾燥後の前記石炭を乾留器で乾留して、乾留ガス及びチャーに改質する工程と；前記チャーを流動層冷却分級器で冷却しながら分級して微粉チャーを分離する工程と；前記微粉チャーと前記乾留ガスの少なくとも一部とを燃焼器へと供給して燃焼させて得た熱を、前記乾燥器及び前記乾留器の少なくとも何れか一方に熱源として供給する工程と；を備える。

(16) 上記(15)に記載の石炭改質方法は、前記乾燥器及び前記流動層

冷却分級器の少なくとも何れか一方から排出される排ガスを冷却ガスとして前記流動層冷却分級器に供給する工程を更に備えてもよい。

(17) 上記(15)又は(16)に記載の石炭改質方法は、前記乾燥器から排出される排ガスの少なくとも一部を、前記燃焼器から、前記乾燥器及び前記乾留器の少なくとも何れか一方へと供給される燃焼ガスに混合する工程をさらに備えてもよい。

(18) 上記(15)～(17)の何れか1項に記載の石炭改質方法では、前記乾留器が、外部から加熱ガスの供給を受ける間接加熱方式であり；前記乾留器から排出された後の前記加熱ガスを、前記乾燥器へと供給する工程をさらに備える；ようにしてもよい。

(19) 上記(15)～(18)の何れか1項に記載の石炭改質方法では、前記石炭を前記乾燥器で乾燥させる工程で、前記乾燥器として流動層乾燥分級器を用いることで、前記石炭を乾燥させながら粗粒炭と微粉炭とに分級し；前記微粉炭を前記燃焼器へと供給する工程をさらに備える；ようにしてもよい。

(20) 上記(19)に記載の石炭改質方法は、前記流動層乾燥分級器から排出される排ガスの少なくとも一部を、前記流動層乾燥分級器に前記熱源として供給される加熱ガスに混合する工程をさらに備えてもよい。

(21) 上記(19)又は(20)に記載の石炭改質方法は、前記流動層乾燥分級器から得られる前記微粉炭の少なくとも一部を、前記乾留器へと供給する工程をさらに備えてもよい。

(22) 上記(21)に記載の石炭改質方法では、前記流動層乾燥分級器から得られる前記微粉炭の少なくとも一部を、単独で成形又は前記粗粒炭と共に成形した後に、前記乾留器へと供給してもよい。

(23) 上記(15)～(22)の何れか1項に記載の石炭改質方法では、前記燃焼器に供給する前記微粉チャー及び前記乾留ガスのうちの前記乾留ガスの代わりに、外部燃料を用いてもよい。

(24) また、本発明の他の態様に係る石炭改質装置は、石炭を乾燥させる

乾燥器と；乾燥後の前記石炭を乾留して、乾留ガス及びチャーに改質する乾留器と；前記チャーを冷却しながら分級して前記チャーより微粉チャーを分離する流動層冷却分級器と；前記微粉チャーと、前記乾留ガスの少なくとも一部と、が供給され、前記乾留ガス及び前記微粉チャーを燃焼させることで得られる熱を、前記乾燥器又は前記乾留器の少なくとも何れか一方に熱源として供給する燃焼器と；を備える。

(25) 上記(24)に記載の石炭改質装置では、前記乾燥器又は前記流動層冷却分級器の少なくとも何れか一方から排出される排ガスが、冷却ガスとして前記流動層冷却分級器に供給されるようにしてもよい。

(26) 上記(24)又は(25)に記載の石炭改質装置では、前記乾燥器から排出される排ガスの少なくとも一部が、前記燃焼器から前記乾燥器及び前記乾留器の少なくとも何れか一方に前記熱源として供給される燃焼ガスに混合されるように構成してもよい。

(27) 上記(24)～(26)の何れか1項に記載の石炭改質装置では、前記乾留器が、外部からの加熱ガスの供給を受ける間接加熱方式であり；前記乾留器から排出された前記加熱ガスが、前記乾燥器へと供給される；構成を採用してもよい。

(28) 上記(24)～(27)の何れか1項に記載の石炭改質装置では、前記乾燥器が、前記石炭を乾燥させながら粗粒炭と微粉炭とに分級する流動層乾燥分級器であり；前記微粉炭が前記燃焼器へと供給される；構成を採用してもよい。

(29) 上記(28)に記載の石炭改質装置では、前記流動層乾燥分級器から排出される排ガスの少なくとも一部が、前記流動層乾燥分級器に前記熱源として供給される加熱ガスに混合されるように構成してもよい。

(30) 上記(28)又は(29)に記載の石炭改質装置では、前記流動層乾燥分級器から得られる前記微粉炭の少なくとも一部が、前記乾留器へと供給される構成を採用してもよい。

(31) 上記(30)に記載の石炭改質装置では、前記微粉炭を単独で成形

、又は前記粗粒炭と共に成形する成形機を更に備え；前記流動層乾燥分級器から得られる前記微粉炭の少なくとも一部が、前記成形機により、単独で成形、又は前記粗粒炭と共に成形された後に、前記乾留器へと供給される；構成を採用してもよい。

（３２）上記（２４）～（３１）の何れか１項に記載の石炭改質装置では、前記燃焼器に供給する前記微粉チャー及び前記乾留ガスのうちの前記乾留ガスの代わりに、外部燃料を用いてもよい。

発明の効果

[0018] 以上説明の上記（１）～（１４）の各態様によれば、石炭を改質する際に用いられる乾燥器を流動層乾燥分級器とし、流動層乾燥分級器から得られる微粉炭を燃料として利用することで、より効率良く石炭の改質を行うことが可能となる。

[0019] 以上説明の上記（１５）～（３２）の各態様によれば、石炭を改質する際に用いられる冷却器を流動層冷却分級器とし、流動層冷却分級器から得られる微粉チャーを燃料として利用することで、より効率良く石炭の改質を行うことが可能となる。

図面の簡単な説明

[0020] [図１]本発明の第１の実施形態に係る石炭改質装置の構成を示すプロセスフロー図である。

[図２]同石炭改質装置の流動層乾燥分級器を説明するための縦断面図である。

[図３]同石炭改質装置における自動制御の一例を示す図であって、図１の一部を示す説明図である。

[図４]本発明の第２の実施形態に係る石炭改質装置の構成を示すプロセスフロー図である。

[図５]同石炭改質装置の流動層冷却分級器を説明するための縦断面図である。

[図６]同石炭改質装置の変形例を示すプロセスフロー図である。

[図７]本発明の第３の実施形態に係る石炭改質装置の構成を示すプロセスフロー図である。

[図8]同石炭改質装置の流動層乾燥分級器を説明するための縦断面図である。

[図9]同石炭改質装置の変形例を示すプロセスフロー図である。

発明を実施するための形態

[0021] 以下に添付図面を参照しながら、本発明の好適な実施形態について詳細に説明する。なお、本願明細書及び本願図面において、実質的に同一の機能構成を有する構成要素については、同一の符号を付することにより、それらの重複説明を省略する。

[0022] (第1の実施形態)

以下では、図1～図3を参照しながら、本発明の第1の実施形態に係る石炭改質装置の構成について、詳細に説明する。図1は、本実施形態に係る石炭改質装置の構成を示すプロセスフロー図であり、図2は、本実施形態に係る石炭改質装置の流動層乾燥分級器を説明するための縦断面図である。また、図3は、本実施形態に係る石炭改質装置における自動制御の一例を示す図であって、図1の一部分を示す説明図である。

[0023] 以下、図1及び図2を参照しながら、本実施形態に係る石炭改質装置10について説明する。本実施形態に係る石炭改質装置10は、粒度分布を有する石炭（換言すれば、ブリケット化等の事前の塊成化処理が行われていない石炭）の供給を受け、供給された石炭を乾燥及び乾留することで改質し、チャーを製造する装置である。

[0024] 本実施形態に係る石炭改質装置10は、図1に示したように、流動層乾燥分級器101と、乾留器103と、集塵器105と、冷却器107と、燃焼器109と、を主に備える。

[0025] 乾燥器は、石炭改質装置10に供給された、粒度分布を有する石炭を加熱することで、石炭中に含まれる水分を除去して所定の水分量まで石炭を乾燥させる装置である。本実施形態に係る石炭改質装置10では、図1及び図2に示したように、乾燥器として流動層乾燥分級器101を使用する。

[0026] この流動層乾燥分級器101には、乾留器103から排出された例えば300℃程度の高温ガスが、加熱ガスG1として供給される。

[0027] 図2に示すように、流動層乾燥分級器101は、内部空間Sを形成する容器をなす、底壁101a及び側壁101b及び上壁101cと、側壁101bに設けられた石炭投入配管101d及び乾燥石炭排出配管101eと、上壁101cに設けられた加熱ガス排出配管101fと、前記内部空間S内に配置された分散板101gと、を備えている。

この流動層乾燥分級器101を平面視してその周方向に沿って見た場合、石炭投入配管101dと乾燥石炭排出配管101eとは互いに反対位置に設けられている。言い換えると、例えば図2の縦断面図で見た場合には、側壁101bに対し、石炭投入配管101dは紙面左側に接続されている一方、乾燥石炭排出配管101eはその反対側である紙面右側に接続されている。さらに言うと、鉛直方向に沿って見た場合、石炭投入配管101dと側壁101bとの接続口P1の位置は、乾燥石炭排出配管101eと側壁101bとの接続口P2の位置よりも高くなっている。

[0028] 前述したように、流動層乾燥分級器101の内部空間S内には、図2の縦断面図に示したように、投入された石炭C1を流動化させるために、加熱ガスG1を鉛直方向下から上に通すための小さな通孔101g1が多数形成された分散板101gが設けられている。この分散板101gは、前記接続口P2の下端とほぼ同じ高さ位置に、水平に配置されている。この分散板101gは、その周縁が前記側壁101bの内周面に固定され、さらに下面が底壁101aの上方位置に支持されている。その結果、この分散板101gにより、前記内部空間Sが、投入された前記石炭C1を乾燥分級する乾燥分級室S1と、この乾燥分級室S1の真下でかつ前記底壁101aから取り込まれた加熱ガスを受け入れる加熱ガス供給室S2とに区画されている。

[0029] 流動層乾燥分級器101をなす容器の底部である底壁101aから供給される加熱ガスG1は、分散板101gに設けられた通孔101g1を、加熱ガス供給室S2から上に向かって通過して容器内の上方部分である乾燥分級室S1に向かって流れていき、容器の上方の上壁101cに設けられた排出部である前記加熱ガス排出配管101fから排出される。

粒度分布を有する石炭C 1は、分散板101g上に送入され、容器の下方部分である加熱ガス供給室S 2から上方に向かって噴きあげられる加熱ガスG 1により流動状態となって、加熱される。より詳しく言うと、まず、石炭C 1が、石炭投入配管101dを介して前記接続口P 1より乾燥分級室S 1内に連続的に投入され、分散板101g上に積層される。そして、加熱ガス供給室S 2内に供給された加熱ガスG 1は、分散板101gの下方から上方に向かって通孔101g1を通過していく。このようにして乾燥分級室S 1内に送り込まれた加熱ガスG 1は、分散板101g上に積み重ねられた石炭C 1の下層から上層に向かって吹き上げられていく。この過程で、加熱ガスG 1の吹きつけにより、石炭C 1が風圧により流動すると同時に、加熱により乾燥されていく。従って、本実施形態に係る流動層乾燥分級器101では、容器の下方から供給される加熱ガスG 1は、加熱乾燥ガスとしての機能に加えて、流動化ガスとしても機能している。

[0030] 流動層乾燥分級器101の乾燥分級室S 1内に供給される加熱ガスG 1により、乾燥分級室S 1内の石炭C 1は流動状態となるとともに、加熱ガスG 1によって加熱され、含有している水分が除去されていく。ここで、流動層乾燥分級器101では、供給される加熱ガスG 1によって乾燥分級室S 1内の雰囲気温度が100℃程度になるように維持されており、流動層乾燥分級器101の出口における石炭C 1の温度が数十℃～100℃程度（好ましくは、例えば、80～100℃程度）となるように、供給された石炭C 1が加熱される。これにより、供給された石炭C 1に含まれる水分が除去されることとなる。流動層乾燥分級器101の出口における石炭C 1の温度が設備設計上許容される下限温度を下回る（例えば80℃未満）である場合には、乾燥石炭C 2中に所定の目標値以上に水分が残存している可能性があり、好ましくない。一方、流動層乾燥分級器101の出口における石炭C 1の温度が100℃を大きく超える場合も、石炭C 1の乾留が開始してしまう可能性があり、好ましくない。

[0031] 乾燥分級室S 1の内部温度は、例えば流動層乾燥分級器101に供給する

加熱ガスG 1の流量等に応じて制御することが可能である。また、流動層乾燥分級器101の出口における石炭C 1の水分含有量については、後段の乾留器103に供給する乾燥石炭C 2中の水分量の目標値や所定の操業規定等に応じて、適宜設定すればよい。

[0032] 乾燥分級室S 1に加熱ガスG 1が供給されて分散板101g上の石炭C 1が流動状態となる。その結果、この石炭C 1に含まれる、例えば0.3mm～0.5mm程度の粒径（粒径は、篩い分けを前提とした粒径であり、短径相当を示す。以下同様）を有する微粉炭C 3が、乾燥分級室S 1内を上方に向かって流れる加熱ガスG 1に乗って、流動層乾燥分級器101の上部から排出される。また、微粉炭よりも大きい粒径を有する石炭である粗粒炭は、最終的に所定の水分量（例えば、水分量10%等）まで水分が除去された後、流動層乾燥分級器101の分散板101gの近傍に設けられた排出口である前記接続口P 2から排出され、後段に設けられた乾留器103へと搬送される。

また、流動層乾燥分級器101から排出された微粉炭C 3を含む加熱ガスG 2は、図1及び図2に示したように、後述する集塵器105へと導入される。

[0033] このように、本実施形態に係る流動層乾燥分級器101内の乾燥分級室S 1では、水分を含む石炭C 1を乾燥させると同時に、加熱ガス（流動化ガス）G 1を用いて石炭C 1の分級処理が行われている。このような分級処理により、所定の粒径を有する微粉炭（所定の分級点以下の粒径を有する微粉炭C 3、ただし、上記所定の分級点より大きな石炭も少量は混入する）が取り除かれる。そのため、乾留器103に供給される乾燥石炭（より詳細には、乾燥後の粗粒炭）C 2に微粉炭が混入している割合を低下させることが可能となる。その結果、乾留器103で生成して排出される乾留ガス（タールを含む）D 1内に微粉炭が混入することによるキャリブレーションの問題を低減することがより容易となり、この乾留ガスD 1が流れる配管の目詰まり等をより効果的に抑制又は防止することができる。また、微粉炭C 3が取り除

かれた乾燥石炭（すなわち、粗粒炭）C 2を利用することで、製品として回収されるチャーC 4に含まれる微粉の割合を低減させることが可能となり、チャーC 4の発塵を効率良く低減することが可能となる。

[0034] 流動層乾燥分級器101から得られる微粉炭C 3の量は、流動層乾燥分級器101に投入される石炭C 1の初期粒度分布や、流動層乾燥分級器101における流動化ガスである加熱ガスG 1の流量によって決まる。なお、流動層乾燥分級器101における分級点、すなわち、粒度分布を有する石炭C 1を微粉炭C 3と粗粒炭（乾燥石炭C 2）とに分ける目標粒径は、前記流動化ガスの流量で調整可能であり、この調整によって分級点の設定を変えることで、流動層乾燥分級器101の上部から排出される微粉炭C 3の量を変えることができる。

[0035] 流動層乾燥分級器101における分級乾燥室S 1の内部温度を100℃超に制御する場合には、乾留器103から流動層乾燥分級器101に加熱ガスG 1を供給する配管L 4の途中に別途、ボイラー（不図示）を設置した上で、同ボイラーによって発生する高温の蒸気を加熱ガスG 1として用いるようにしてもよい。

[0036] 乾留器103は、流動層乾燥分級器101により所定の水分量となるまで乾燥された乾燥石炭（乾燥粗粒炭）C 2が送入され、送入された乾燥粗粒炭を乾留する装置である。本実施形態に係る乾留器103としては、循環流動層や内熱式ロータリーキルン等といった直接加熱方式の乾留器を用いてもよいが、外熱式ロータリーキルン等の間接加熱方式の乾留器を用いることが好ましい。外熱式ロータリーキルン等の間接加熱方式の乾留器を用いることで、乾燥石炭C 2を乾留する際に利用される加熱ガスと、乾燥石炭C 2の乾留によって発生する揮発分からなる乾留ガスと、が混合してしまうことを防止することが可能となり、乾留ガス（タール成分を含む）の発熱量を高いままに維持することが可能となる。

[0037] この乾留器103には、加熱ガスとして、後述する燃焼器109内での物質の燃焼により発生する燃焼ガスG 3が供給され、供給された燃焼ガスG 3

による加熱を受けて乾燥石炭C 2の乾留が進行し、ガスやタール等の乾留ガスD 1と、チャーC 4と、が生成される。

- [0038] 乾燥石炭C 2を乾留するにあたって、乾留器1 0 3内部の雰囲気温度は、乾留条件にもよるが、4 0 0℃～1 2 0 0℃程度となっている。乾留器1 0 3内部の雰囲気温度が4 0 0℃未満である場合には、乾燥石炭C 2の熱分解反応が進行せず、乾留ガスD 1やチャーC 4を生成することが困難となる。また、乾留器1 0 3内部の雰囲気温度が1 2 0 0℃超過となる場合には、乾燥石炭C 2の熱分解反応が終了しており、揮発分の放出も終了しているため、石炭改質装置1 0全体としての熱効率が低下する可能性がある。

なお、乾留器1 0 3として、外熱式ロータリーキルン等の間接加熱方式の乾留器を用いる場合には、構造や材質等の関係から、乾留器1 0 3内部の雰囲気温度を9 0 0℃以下とすることが好ましい。

- [0039] 乾留器1 0 3により生成されたチャーC 4は、乾留条件にもよるが6 0 0℃程度の高い温度となっているため、後述する冷却器1 0 7へと搬送されて冷却される。また、チャーC 4の生成に伴って、乾留ガスD 1（タール（常温時に液体となる成分）や、一酸化炭素（CO）、水素（H₂）、メタン（CH₄）等の炭化水素を主成分とするガス等といった各種のガス（常温時も気体である成分）を含むもの）が生成される。生成した乾留ガスD 1の少なくとも一部は、後述する燃焼器1 0 9へと供給されて、石炭改質装置1 0で用いられる熱の熱源として利用される。また、乾留ガスD 1の一部は、製品（製品ガスやタール）として回収することも可能である。

- [0040] 集塵器1 0 5は、流動層乾燥分級器1 0 1から排出された排ガスG 2に含まれる微粉炭C 3を、ガス成分から分離する装置である。本実施形態に係る集塵器1 0 5としては、例えば、サイクロンやバグフィルタ等を使用することができる。集塵器1 0 5によって分離された微粉炭（乾燥微粉炭）C 3は、後述する燃焼器1 0 9へと搬送される。また、微粉炭C 3が取り除かれたガスは、排ガスとして石炭改質装置1 0の系外へと排出される。

- [0041] 更に、流動層乾燥分級器1 0 1から乾留器1 0 3へと搬送される乾燥石炭

C 2 の量が少ない場合や、流動層乾燥分級器 1 0 1 の出口での乾燥石炭 C 2 の水分含有量が所定値と同等又はそれよりも低い場合には、集塵器 1 0 5 によって回収された微粉炭 C 3 の一部を、図 1 に示した配管 L 3 を利用して、乾留器 1 0 3 へと供給するようにしてもよい。そうすることで、乾留器 1 0 3 に供給される乾燥石炭 C 2 の量を増やしたり、または乾燥石炭 C 2 の水分含有量を所定量に高めたりするなど、操業を適正化することができる。

また、その際、図示されない成型機又は造粒機などの成形機を用いて、乾留器 1 0 3 へ供給する前に微粉炭 C 3 を、単独又は乾燥石炭 C 2 と共に成型又は造粒してもよい。なお、ここで言う「成型」及び「造粒」は、本発明で言う「成形」に含まれる。この点は、他の実施形態や各変形例においても同様である。

成型又は造粒について詳しく言うと、配管 L 3 上に前記成型機又は前記造粒機を設置し、ここで、流動層乾燥分級器 1 0 1 から取り出された乾燥石炭 C 2 を成型機で成型するかまたは造粒機で造粒し、その後、流動層乾燥分級器 1 0 1 から乾留器 1 0 3 へと搬送される乾燥石炭 C 2 に加えて、乾留器 1 0 3 に供給するようにしてもよい。

[0042] 微粉炭 C 3 を予め成型物又は造粒物とすることにより、乾留器 1 0 3 内での発塵抑制を図ることができると共に乾留ガス D 1 に同伴されて飛散する微粉チャーの量が減ることから、生成されるチャー C 4 の回収率を向上させることができる。成型は圧縮成型や押出成形等で行うことが可能であり、造粒は転動造粒等で行うことが可能である。その際に、成型性や造粒性を向上させるために、タールやセメント等のバインダを微粉炭 C 3 に添加してもよい。成型物や造粒物の大きさは、発塵抑制、飛散防止の面からは、直径（球状では無い場合は短径相当）が数 mm 程度以上であることが好ましい。また、上限は特に限定されないが、成型・造粒やハンドリングのし易さ、及び、乾留後に得られるチャー C 4 の内部への伝熱のし易さを考慮すると、直径（直径は、篩い分けを前提とした径であり、短径相当を示す）が十数 mm 以下であることが好ましい。成型物や造粒物の大きさは、成型機や造粒機の能力に

よっても影響を受け、例えば、ブリケット成型の場合は、数cm～10cm程度が一般的である。

[0043] 上記説明では、流動層乾燥分級器101に対して、加熱ガス兼流動化ガスとして、乾留器103から排出された排ガスを配管L4経由で供給する場合について説明した。この際、後述する燃焼器109から排出された燃焼ガスG3が、必要に応じて配管L1から供給される、集塵器105からの排ガスによって冷却された後に、乾留器103ではなく、直接、流動層乾燥分級器101に供給するように構成してもよい（図示せず）。燃焼器109から排出された燃焼ガスG3を利用する場合には、配管L1から加えられる排ガスを調整することで、乾留器103の乾留温度を制御することが容易となるため、より好ましい。

[0044] また、上記説明では、流動層乾燥分級器101に対して、加熱ガス兼流動化ガス（加熱ガスG1）として、乾留器103から排出された排ガスを供給する場合について説明した。これに代わり、集塵器105から排出された排ガスの少なくとも一部を、図1に示した配管L2を利用して、循環ガスとして加熱ガスG1に加えて混合したものを、流動層乾燥分級器101に供給するようにしてもよい。集塵器105から排出される排ガスを、流動層乾燥分級器101に供給する加熱ガスG1に混合することによって、流動層乾燥分級器101に供給される加熱ガスG1の流量や温度を容易に調整することが可能となるとともに、より効率良く石炭改質装置10を稼働させることができる。

[0045] 冷却器107は、乾留器103により生成されたチャーC4を、取り扱いが容易な程度の温度まで冷却する装置である。本実施形態に係る石炭改質装置10では、公知の冷却器を使用することが可能であるが、このような冷却器として、例えば、ロータリーキルン等の間接冷却方式の冷却器や、水噴霧による直接冷却方式の冷却器や、流動層冷却器等を用いることができる。

[0046] 燃焼器109は、本実施形態に係る石炭改質装置10で用いられる熱を創出する装置である。燃焼器109には、乾留器103によって生成された乾

留ガスD1の少なくとも一部と、集塵器105によって回収された微粉炭（乾燥微粉炭）C3とが、燃料として供給される。燃焼器109は、乾留ガスD1及び微粉炭C3を燃焼させることで、例えば1000℃～1500℃程度という高温の燃焼ガスG3を発生させる。この燃焼ガスG3は、乾留器103へと導入され、乾留器103における熱分解反応を進行させるための熱源として使用される。

[0047] 図示を省略するが、燃焼器109として、乾留ガスD1を燃焼させるための燃焼器と、微粉炭C3を燃焼させるための燃焼器と、を別々に設けてもよいが、乾留ガスD1を燃焼させるための燃焼器の燃焼空間に微粉炭C3を投入するバーナー（例えば微粉炭投入管等）を設置した、共通の燃焼器を用いることが好ましい。

乾留ガスD1を燃焼させるための燃焼器と、微粉炭C3を燃焼させるための燃焼器とを共通にすることで、乾留ガスD1が燃焼している高温場に対して微粉炭C3を投入することが可能となるので、微粉炭C3を容易に燃焼させることが可能となる。

[0048] また、別の形態として、乾留器103に、外熱式ロータリーキルン等の外部から加熱ガスが供給される間接加熱方式の乾留器を用い、乾留器103から排出された加熱ガスを流動層乾燥分級器101へと供給する場合は、外熱部（外熱式ロータリーキルンでは外周部）を燃焼空間とし、乾留器103が燃焼器109を兼ねる形態としても良い。

[0049] ここで、乾留器103の乾留条件によっては、燃焼器109から排出される1000℃～1500℃程度の燃焼ガスG3では、温度が高すぎるという場合も生じうる。その際には、図1に示した配管L1を利用して、集塵器105からの排ガスを燃焼器109からの燃焼ガスと混合して燃焼ガスG3の温度を下げるのが好ましい。集塵器105からの排ガスの温度は約100℃程度と、燃焼器109からの燃焼ガスG3の温度に比べて低いため、この排ガスを燃焼ガスG3と混合することで、燃焼器109からの燃焼ガスG3の温度を適切な温度に調整することが可能となる。また、集塵器105から

の排ガスを燃焼ガスG3に混合しない場合には、燃焼器109からの燃焼ガスG3を乾留器103に供給する配管L5の途中に、不図示のボイラー等の熱交換器を配置して、燃焼ガスG3の温度を低下させてもよい。

[0050] 以上、図1及び図2を参照しながら、本実施形態に係る石炭改質装置10について、詳細に説明した。

[0051] 従来では、水分含有量の高い石炭を原料として用いた場合、乾留器により生成された乾留ガスを用いたとしても、石炭の乾燥及び乾留に必要な熱を賄いきれない場合があった。一方、本実施形態に係る石炭改質装置10を利用した石炭改質方法では、乾燥器を流動層乾燥分級器101とし、流動層乾燥分級器101から発生した微粉炭C3を燃焼器109へと導入する。これにより、水分含有量の高い石炭を用いる場合であっても、外部から別の燃料を供給することなく、乾燥及び乾留に必要な熱量を賄うことが可能となる。

[0052] また、水分含有量の高くない石炭を用いる場合、発生する乾留ガスの燃焼により石炭を乾燥及び乾留させるための熱源を賄うことが可能であるが、本実施形態に係る石炭改質装置10を利用した石炭改質方法では、流動層乾燥分級器101から得られる乾燥微粉炭C3を燃焼器109へと導入して燃焼させることにより、燃焼器109への乾留ガスD1の供給量を削減することが可能となる。その結果、製品として回収するガスやタールの量を増加させることができる。

[0053] 流動層乾燥分級器101から得られる乾燥微粉炭C3の量は、前述のように、石炭改質装置10に投入される石炭C1の粒度分布や、流動層乾燥分級器101内に供給される加熱ガスG1の流量によって決まるものであるが、石炭C1の水分含有量が高くなって、流動層乾燥分級器101の出口における乾燥石炭C2の水分含有量が高くなった場合には、流動層乾燥分級器101に供給する流動化ガスである加熱ガスG1の流量を上げて、燃焼器109に送る乾燥微粉炭C3の供給量を多くすることで、燃焼器109での燃焼量を高め、必要な熱量を生成することが可能となる。

[0054] また、流動層乾燥分級器101の出口における乾燥石炭C2の水分含有量

が低くなった場合には、流動化ガスである加熱ガスG 1の流量を下げることで燃焼器109に送る乾燥微粉炭C 3の供給量を少なくするか、又は、図1に示した配管L 3から乾燥微粉炭C 3を乾留器103に戻すことで、乾留器103に供給される乾燥石炭C 2の量や水分含有量を調整することができる。その際、乾留器103への供給前に、乾燥微粉炭C 3を単独で成形又は乾燥石炭C 2と共に成形してもよいことは、上述した通りである。このように、本実施形態では、石炭C 1の水分含有量が変動した場合であっても、石炭改質装置10全体としての熱量バランスを制御することが可能となる。

[0055] 集塵器105で回収される乾燥微粉炭C 3の量の調整は、例えば、図1に示した配管L 2を利用して、集塵器105から排出された排ガスを循環ガスとして流動層乾燥分級器101へと供給し、この供給量を増減することで、加熱ガスG 1の流量を増減させて流動化ガスの流量を調整することで、乾燥微粉炭C 3の量を増減させることができる。この場合には、配管L 2から供給される循環ガスが混合されて温度が下がっても加熱ガスG 1が所望の熱量を維持できるように、乾留器103から供給される加熱ガスG 1の流量を増やして補う。

[0056] なお、流動層乾燥分級器101の出側における乾燥石炭C 2の水分含有量の把握や、集塵器105からの微粉炭C 3の導入量制御や、流動層乾燥分級器101に供給する流動化ガス（加熱ガスG 1）の流量制御については、石炭改質装置10のオペレータが手動で行ってもよいし、石炭改質装置10に設けられた各種の制御装置（図示せず）により自動的に実施されてもよい。

[0057] <変形例>

前記制御装置による自動制御を採用した場合の変形例について、図3を用いて以下に説明する。

本変形例では、上記石炭改質装置10に対し、さらに、流動層乾燥分級器101の出側から乾留器103の入側にかけての配管に設けられた水分計201及び計量器202と、集塵器105から燃焼器109に向かう配管に設けられた計量器203と、前記制御装置とを備えた構成を採用している。な

お、図3には、これらの追加装置以外に、流動層乾燥分級器101に石炭C1を切り出して送る供給器204と、集塵器105からの微粉炭C3を燃焼器109に向かって供給する供給器205と、集塵器105から流動層乾燥分級器101に排ガス（循環ガス）を戻すポンプ206とが図示されているが、これらは上記石炭改質装置10にも具備されているものであり、図1ではそれらの図示を省略している。

[0058] 上記構成によれば、まず、上記石炭改質装置10について説明した石炭改質方法に際して下記の自動制御が行われる。

すなわち、流動層乾燥分級器101から乾留器103に向かう乾燥石炭C2の供給量を計量器202で計量し、これを前記制御装置が把握する。前記制御装置は、前記供給量が一定量となるように、供給器204から流動層乾燥分級器101に切り出される石炭C1の供給量を増減する。

[0059] また、水分計201により、流動層乾燥分級器101の出口における乾燥石炭C2の水分含有量を測定し、これを前記制御装置が把握する。前記制御装置は、前記水分含有量が所望の範囲内に収まるように、ポンプ206を制御する。

すなわち、前記制御装置が、前記水分含有量が所望の範囲よりも高いと判断した場合には、ポンプ206の回転数を上げる。これにより、配管L2を流れる排ガス（循環ガス）の流量が増し、流動層乾燥分級器101に供給される加熱ガスG1の流量が増す。

[0060] すると、流動層乾燥分級器101内で発生する、微粉炭C3を含む排ガスG2の流量が増すので、集塵器105で得られる微粉炭C3の量も増す。そして、集塵器105から燃焼器109に向かう微粉炭C3の供給量を計量器203で計量しながら、所望の供給量になるまで供給器205による供給量を増やす。

すると、燃焼器109で発生する燃焼ガスG3の熱量が増えるため、前記配管L5及び前記配管L4を介して流動層乾燥分級器101に供給される加熱ガスG1の熱量が増える。その結果、流動層乾燥分級器101内に投入さ

れた石炭C 1に加えられる熱量が増えるので、石炭C 1をより乾燥させることができ、乾燥石炭C 2の水分含有量を減らすことができる。

[0061] 一方、前記制御装置が、前記水分含有量が所望の範囲よりも低いと判断した場合には、供給器205によって燃焼器109に向かう微粉炭C 3の供給量が減るように計量器203で計量し、余った微粉炭C 3は配管L 3を介して乾留器103に供給する。

これ以外の方法として、ポンプ206の回転数を下げることにより、配管L 2を流れる排ガス（循環ガス）の流量を減らし、流動層乾燥分級器101に供給される加熱ガスG 1の流量を下げ、その結果として燃焼器109に供給する微粉炭C 3の供給量を減らすようにしてもよい。この場合、燃焼器109で発生する燃焼ガスG 3の熱量が減るため、流動層乾燥分級器101内に投入された石炭C 1に加えられる熱量も減るので、乾燥石炭C 2をより適切な水分含有量にできると共に、石炭C 1の加熱に用いられる熱量を節約することができる。勿論、このような制御と、上述の、余った微粉炭C 3を、配管L 3を介して乾留器103に戻す制御とを組み合わせてもよい。

[0062] ところで、上述した第1の実施形態では、外部からの燃料供給を必要とせずに、効率的に石炭C 1を改質する方法及び装置について説明したが、比較的低コストで外部燃料が手に入る場合には、本発明の別の実施形態として、外部燃料を使用することで加熱ガスを製造して乾留を行い、生成した乾留ガスを製品として回収することも可能である。

[0063] 例えば、発熱量は低いが低コストのガス（例えば、鉄鋼業で発生する高炉ガス（Blast Furnace Gas : BFG）等）が入手できるような環境においては、このガスを燃焼器109で燃焼させ、発生した燃焼ガスを加熱ガスとして乾留器103で使用し、生成した高発熱量の乾留ガスを製品として回収することもできる。この場合においても、微粉炭C 3は燃焼器109で燃焼させるため、比較的効率よく運転しつつ、乾留ガスD 1に微粉炭が混入するキャリブレーションを低減させることもできる。

[0064] また、上記のように外部燃料を使用する場合、乾留ガスD 1は、ガスとタ

ールとに分離して回収したり、タールを更に分解して回収したり、ガス改質やタール改質して回収したりしても良い。

[0065] [実施例]

続いて、実施例 1～3 及び比較例 1 を示しながら、本発明の実施形態に係る石炭改質装置 10 についてより具体的に説明する。なお、以下に示す実施例 1～3 は、あくまでも例示であって、本発明の石炭改質装置が、下記に示す実施例 1～3 のみに限定解釈されるものではない。

[0066] なお、以下に示す実施例 1～3 及び比較例 1 では、以下の表 1 に示す粒度分布を示す石炭を原料として使用した。なお、粒径は、篩い分けを前提とした粒径であり、短径相当を示す。

[0067] [表1]

表 1 石炭の粒度分布

粒径	分布 [質量%]
5 mm 以上	0.0
3 ～ 5 mm	1.0
1 ～ 3 mm	33.0
0.5 ～ 1 mm	35.8
0.25 ～ 0.5 mm	17.6
0.25 mm 未満	12.6
計	100.0

[0068] <実施例 1>

上記表 1 に示したような粒度分布を有する粗破碎した石炭 C 1（水分含有量：60%）を、流動層乾燥分級器 101 に 600 kg/h（水分を除くと 240 kg/h）で投入し、流動層乾燥分級器 101 において 350℃ でかつ 2600 Nm³/h の加熱ガス G 1 を用いて、水分含有量が 10% になるまで乾燥させた。得られた乾燥石炭 C 2 を、外熱式ロータリーキルンである乾留器 103 に投入して 600℃ に昇温させ、乾留を行った。

その結果、130 kg/h のチャー、65 Nm³/h のガス（CO、H₂、CH₄ を主成分とする、熱量 3450 kcal/Nm³ のガス）、及び、18 kg/h のタールを得ることができ、得られた全量（乾留器 103 で発生し

た製品チャーを除くガスおよびタールの全量)を燃焼器109に送って燃焼させ、1500℃の燃焼ガスG3とした。燃焼器109では、流動層乾燥分級器101から回収した15kg/hの乾燥微粉炭C3を同時に燃焼させた。なお、この実施例1においては、図1に示した配管L1を利用して集塵器105からの排ガスを混合させることで、加熱ガスG1の冷却を行っている。

[0069] <実施例2>

上記表1に示したような粒度分布を有する粗破碎した石炭C1(水分含有量:65%)を、流動層乾燥分級器101に690kg/h(水分を除くと240kg/h)で投入し、流動層乾燥分級器101において320℃でかつ2800Nm³/hの加熱ガスG1を用いて、水分含有量が10%になるまで乾燥させた。なお、この乾燥処理に際しては、図1に示した配管L2を用いて、集塵器105から排出された排ガスを加熱ガスG1に混合し、加熱ガスG1を最終的に200Nm³/hまで増加させた。得られた乾燥石炭C2を、外熱式ロータリーキルンである乾留器103で600℃に昇温させ、乾留を行った。その結果、125kg/hのチャー、62Nm³/hのガス(CO, H₂, CH₄を主成分とする、熱量3450kcal/Nm³のガス)、及び、17kg/hのタールを得ることができ、得られた全量を燃焼器109に送って燃焼させ、1500℃の燃焼ガスとした。燃焼器109では、流動層乾燥分級器101から回収した25kg/hの乾燥微粉炭C2を同時に燃焼させた。なお、この実施例2においては、図1に示した配管L1を利用して集塵器105からの排ガスを混合させることで、加熱ガスG1の冷却を行っている。操業後に乾留器103から燃焼器109にかけての配管内部を検査したところ、ダスト付着は殆ど生じておらず、キャリーオーバーは殆ど生じていなかった。

[0070] <実施例3>

上記表1に示したような粒度分布を有する粗破碎した石炭C1(水分含有量:57%)を、流動層乾燥分級器101に560kg/h(水分を除くと

240 kg/h) で投入し、流動層乾燥分級器101において310℃でかつ2600 Nm³/hの加熱ガスG1を用いて、水分含有量が10%になるまで乾燥させた。得られた乾燥石炭C2を、外熱式ロータリーキルンである乾留器103で600℃に昇温させ、乾留を行った。その結果、134 kg/hのチャー、67 Nm³/hのガス(CO, H₂, CH₄を主成分とする、熱量3450 kcal/Nm³のガス)、及び、18.7 kg/hのタールを得ることができ、得られた全量(乾留器103で発生した製品チャーを除くガスおよびタールの全量)を燃焼器109に送って燃焼させ、1500℃の燃焼ガスG3とした。燃焼器109では、流動層乾燥分級器101から回収した15 kg/hのうちの6 kg/hの乾燥微粉炭C3を同時に燃焼させた。残りの9 kg/hの乾燥微粉炭C3は、図1中の配管L3上に設けられた成型機(図中表示なし)で圧縮成型を行ってから乾留器103へ投入した。その結果、チャーの回収量(回収率)が向上すると共に、回収されたチャー中の微粉も比較例に比べて少なく、発塵の少ないチャーであることも確認された。なお、この実施例3においては、実施例1と同様に、図1に示した配管L1を利用して集塵器105からの排ガスを混合させることで、加熱ガスG1の冷却を行っている。

[0071] <比較例1>

上記表1に示したような粒度分布を有する粗破碎した石炭(水分含有量: 60%)をバンド乾燥器に600 kg/hで投入した。そして、バンド乾燥器において350℃のガス2600 Nm³/hを用いて、水分含有量が10%まになるまで乾燥させた。得られた乾燥石炭を、外熱式ロータリーキルンである乾留器で600℃に昇温させ、乾留を行った。その結果、139 kg/hのチャー、69 Nm³/hのガス(CO, H₂, CH₄を主成分とする、熱量3450 kcal/Nm³のガス)、及び、19 kg/hのタールを得ることができ、得られた全量を燃焼器に送って燃焼させ、1500℃の燃焼ガスとした。

この場合、乾燥器及び乾留器で求められる熱量を賄うことが出来なかった

ため、燃焼器に9kg/hの重油を供給することで燃焼させ、処理に求められる熱量を確保した。このように、流動層乾燥分級器からの乾燥微粉炭を用いない場合には、9kg/hの重油が必要となった。操業後に乾留器から燃焼器への配管内部を検査したところ、ダスト付着が生じており（特に曲げ部において顕著であった）、キャリーオーバーが生じていることが判った。従って、長時間の操業では、配管詰まりの発生が懸念される。

[0072] 以上、本発明の実施形態及び変形例について説明したが、その骨子について以下に纏める。

（１）上記実施形態に係る石炭改質方法は、石炭C1を流動層乾燥分級器101で乾燥させながら乾燥石炭C2である粗粒炭、及び微粉炭C3に分級する工程と；前記粗粒炭を乾留器103によって乾留して、乾留ガスD1とチャーC4とに改質する工程と；微粉炭C3の少なくとも一部と乾留ガスD1の少なくとも一部とを燃焼器109に供給して燃焼させて得た熱を、流動層乾燥分級器101及び乾留器103の少なくとも何れか一方に熱源として供給する工程と；を備える。

（２）上記（１）に記載の石炭改質方法は、流動層乾燥分級器101から排出される排ガスG2の少なくとも一部を、燃焼器109から流動層乾燥分級器101及び乾留器103の少なくとも何れか一方へと供給される燃焼ガスG3に混合する工程をさらに備えてもよい。

（３）上記（１）又は（２）に記載の石炭改質方法は、流動層乾燥分級器101で得られる微粉炭C3の少なくとも一部を、乾留器103へと供給する工程をさらに備えてもよい。

（４）上記（３）に記載の石炭改質方法では、乾留器103に供給される微粉炭C3を、単独で成形した後、又は前記粗粒炭と共に成形した後に、乾留器103へと供給するようにしてもよい。

（５）上記（１）～（４）の何れか１項に記載の石炭改質方法では、乾留器103が、外部からの加熱ガスの供給を受ける間接加熱方式であり；乾留器103から排出された後の加熱ガスG1を、流動層乾燥分級器101へと供

給する工程をさらに備えてもよい。

(6) 上記(1)～(5)の何れか1項に記載の石炭改質方法は、流動層乾燥分級器101から排出される排ガスG2の少なくとも一部を、流動層乾燥分級器101に供給される加熱ガスG1に混合する工程をさらに備えてもよい。

(7) 上記(1)～(6)の何れか1項に記載の石炭改質方法では、燃焼器109に供給する微粉炭C3及び乾留ガスD1のうちの乾留ガスD1の代わりに、外部燃料を用いてもよい。

(8) 上記実施形態に係る石炭改質装置は、石炭C1を乾燥させながら乾燥石炭C2である粗粒炭と微粉炭C3とに分級する流動層乾燥分級器101と；乾燥後の前記粗粒炭を乾留して、乾留ガスD1及びチャーC4に改質する乾留器103と；乾留ガスD1の少なくとも一部と微粉炭C3とが供給され、乾留ガスD1及び微粉炭C3を燃焼させることで得られる熱を、流動層乾燥分級器101及び乾留器103の少なくとも何れか一方に熱源として供給する燃焼器109と；を備える。

(9) 上記(8)に記載の石炭改質装置では、流動層乾燥分級器101から排出される排ガスG2の少なくとも一部が、燃焼器109から、流動層乾燥分級器101及び乾留器103の少なくとも何れか一方に前記熱源として供給される燃焼ガスである加熱ガスG1に混合されるように構成してもよい。

(10) 上記(8)又は(9)に記載の石炭改質装置では、流動層乾燥分級器101で得られる微粉炭C3の少なくとも一部が、乾留器103へと供給されるように構成してもよい。

(11) 上記(10)に記載の石炭改質装置では、微粉炭C3を単独で成形、又は乾燥石炭C2と共に成形する成形機を更に備え；流動層乾燥分級器101から得られる微粉炭C3の少なくとも一部が、前記成形機により単独で成形された後、又は乾燥石炭C2と共に成形された後に、乾留器103へと供給される；ように構成してもよい。

(12) 上記(8)～(11)の何れか1項に記載の石炭改質装置では、乾

留器 103 が、外部から加熱ガスの供給を受ける間接加熱方式であり；乾留器 103 から排出された後の加熱ガス G1 が、流動層乾燥分級器 101 へと供給される；構成を採用してもよい。

(13) 上記(8)～(12)の何れか1項に記載の石炭改質装置では、流動層乾燥分級器 101 から排出される排ガス G2 の少なくとも一部が、流動層乾燥分級器 101 に前記熱源として供給される加熱ガス G1 に混合される構成を採用してもよい。

(14) 上記(8)～(13)の何れか1項に記載の石炭改質装置では、燃焼器 109 に供給する微粉炭 C3 及び乾留ガス D1 のうちの乾留ガス D1 の代わりに、外部燃料を用いてもよい。

[0073] 以上説明したように、本実施形態によれば、石炭 C1 を改質する際に用いられる乾燥器として流動層乾燥分級器 101 を採用し、流動層乾燥分級器 101 から得られる微粉炭 C3 を燃料として利用することで、より効率良く石炭 C1 の改質を行うことが可能となる。

[0074] 以上、添付図面を参照しながら第1の実施形態について詳細に説明したが、本発明はかかる例のみに限定されない。本発明の属する技術の分野における通常の知識を有する者であれば、請求の範囲に記載された技術的思想の範疇内において、各種の変更例または修正例に想到し得ることは明らかであり、これらについても、当然に本発明の技術的範囲に属するものと了解される。

[0075] 以下に添付図面を参照しながら、本発明の他の実施形態について詳細に説明する。なお、以下の説明及び図面において、上記第1の実施形態で説明したものと実質的に同一の機能構成を有する構成要素については、同一の符号を付することにより重複説明を省略する。

[0076] (第2の実施形態)

以下では、図4及び図5を参照しながら、本発明の第2の実施形態に係る石炭改質装置の構成について、詳細に説明する。図4は、本実施形態に係る石炭改質装置 310 の構成を示したプロセスフロー図であり、図5は、本実

施形態に係る石炭改質装置 310 の流動層冷却分級器 307 を説明するための縦断面図である。

[0077] 以下、図 4 及び図 5 を参照しながら、本実施形態に係る石炭改質装置 310 について説明する。本実施形態に係る石炭改質装置 310 は、粒度分布を有する石炭 C301（換言すれば、ブリケット化等の事前の塊成化処理が行われていない石炭）が供給され、供給された石炭 C301 を乾燥及び乾留することで改質し、チャーを製造する装置である。

[0078] 石炭改質装置 310 は、図 4 に示したように、乾燥器 301 と、乾留器 303 と、ボイラー 305 と、流動層冷却分級器 307 と、集塵器 309 と、燃焼器 311 と、を主に備える。

[0079] 乾燥器 301 は、石炭改質装置 310 に供給された、粒度分布を有する石炭 C301 を加熱することで、石炭 C301 中に含まれる水分を所定の水分量まで除去して、石炭 C301 を乾燥させる装置である。本実施形態に係る乾燥器 301 としては、間接加熱方式の乾燥器を用いることが好ましい。間接加熱方式の乾燥器としては、例えば、スチームチューブドライヤ（Steam Tube Dryer : STD）や、コールインチューブ（Coal-In-Tube : CIT）ドライヤ等のチューブドライヤを挙げることができる。間接加熱方式の乾燥器を用いることで、石炭 C301 を加熱するための加熱ガス G301 が乾燥器 301 内で発生しうるガスと混ざってしまうことを防止でき、加熱ガス G301 の熱量を維持することが可能となる。

[0080] 乾燥器 301 には、後述する乾留器 303 から排出された例えば 300℃ 程度の高温ガスを利用してボイラー 305 で生成した蒸気が、加熱ガス G301 として供給される。または、乾留器 303 から排出された高温ガスが、ボイラー 305 を介さずに直接、加熱ガス G301 として乾燥器 301 に供給されてもよい。

[0081] 乾燥器 301 では、供給される加熱ガスによって内部の雰囲気温度が 100℃ 程度に維持されており、乾燥器 301 の出口における乾燥石炭 C302 の温度が数十℃～100℃ 程度（好ましくは、例えば 80～100℃ 程度）

となるように、供給された石炭C301が加熱される。これにより、供給された石炭C301に含まれる水分が除去される。乾燥器301の出口における乾燥石炭C302の温度が設備設計上許容される下限温度を下回る（例えば80℃未満）場合には、乾燥石炭C302中に所定の目標値以上の水分が残存している可能性があり、好ましくない。また、乾燥器301の出口における乾燥石炭C302の温度が100℃を大きく超える場合には、乾燥石炭C302の乾留が開始してしまう可能性があり、好ましくない。

[0082] 乾燥器301の内部温度は、例えば、乾燥器301に供給する加熱ガスG301の流量等を調整することで制御可能である。また、乾燥器301の出側における乾燥石炭C302の水分含有量については、後段の乾留器303に供給する乾燥石炭C302中の水分量の目標値や所定の操業規定等に応じて適宜設定すればよい。

[0083] 乾燥器301によって所定の水分量（例えば、水分量10%等）まで水分が除去された乾燥石炭C302は、後段に設けられた乾留器303へと搬送される。また、乾燥器301から排出された加熱ガスG302は排ガスとして処理されるが、例えば図4に示した配管L301を利用して、加熱ガスG302の少なくとも一部を、後述する燃焼器311から乾留器303に供給される燃焼ガスG303と混合してもよい。この場合、配管L301からの排ガスを調整することで、乾留器303の乾留温度を制御することが容易となるため、より好ましい。

[0084] 乾留器303には、乾燥器301により所定の水分量となるまで乾燥された石炭である乾燥石炭C302が送入され、この送入された乾燥石炭C302を乾留する装置である。本実施形態に係る乾留器303としては、循環流動層や内熱式ロータリーキルン等といった直接加熱方式の乾留器を用いてもよいが、外熱式ロータリーキルン等の間接加熱方式の乾留器を用いることが好ましい。外熱式ロータリーキルン等の間接加熱方式の乾留器を用いることで、乾燥石炭C302を乾留する際に利用される加熱ガスと、乾燥石炭C302の乾留によって発生する揮発分からなる乾留ガスD301と、が混合し

てしまうことを防止することが可能となり、乾留ガスD301（タール成分を含む）の発熱量を高いままに維持することが可能となる。

[0085] この乾留器303には、加熱ガスとして、後述する燃焼器311内での物質の燃焼により発生する燃焼ガスG303が供給され、供給された燃焼ガスG303により乾燥石炭C302の乾留が進行し、ガスやタール等の乾留ガスD301と、チャーC304と、が生成される。

[0086] 乾燥石炭C302を乾留する際の、乾留器303内部の雰囲気温度は、乾留条件にもよるが、400℃～1200℃程度となっている。乾留器303内部の雰囲気温度が400℃未満である場合には、乾燥石炭C302の熱分解反応が進行せず、乾留ガスD301やチャーC304を生成することが困難となる。また、乾留器303内部の雰囲気温度が1200℃超過となる場合には、乾燥石炭C302の熱分解反応は終了しており、揮発分の放出も終了しているため、石炭改質装置310全体としての熱効率が低下する可能性がある。なお、乾留器303として、外熱式ロータリーキルン等の間接加熱方式の乾留器を用いる場合には、構造や材質等の関係から、乾留器303内部の雰囲気温度を900℃以下とすることが好ましい。

[0087] 乾留器303により生成されたチャーC304は、乾留条件にもよるが600℃程度の温度となっているため、後述する冷却器307へと搬送されて冷却される。また、チャーC304の生成に伴って、乾留ガスD301（タール（常温時に液体となる成分）や、一酸化炭素（CO）、水素（H₂）、メタン（CH₄）等の炭化水素を主成分とするガスなどの各種のガス（常温時も気体である成分）を含むもの）が生成される。生成した乾留ガスD301の少なくとも一部は、後述する燃焼器311に供給されて燃焼され、石炭改質装置310で用いられる熱の熱源として用いられる。また、乾留ガスD301の一部は、製品として回収することも可能である。

[0088] 冷却器307は、乾留器303により生成されたチャーC304を、取り扱いが容易な程度の温度まで冷却する装置である。本実施形態に係る石炭改質装置310では、図4及び図5に示したように、冷却器307として、流

動層冷却分級器を使用する（以下、流動層冷却分級器 307 と称する）。

[0089] 図 5 に示すように、流動層乾燥分級器 307 は、内部空間 300S を形成する容器をなす、底壁 307a 及び側壁 307b 及び上壁 307c と、側壁 307b に設けられた高温チャー投入配管 307d 及び冷却後チャー排出配管 307e と、上壁 307c に設けられた冷却ガス排出配管 307f と、前記内部空間 300S 内に配置された分散板 307g と、を備えている。

この流動層乾燥分級器 307 を平面視してその周方向に沿って見た場合、高温チャー投入配管 307d と冷却後チャー排出配管 307e とは互いに反対位置に設けられている。言い換えると、例えば図 5 の縦断面図で見た場合には、側壁 307b に対し、高温チャー投入配管 307d は紙面左側に接続されている一方、冷却後チャー排出配管 307e はその反対側である紙面右側に接続されている。さらに言うと、鉛直方向に沿って見た場合、高温チャー投入配管 307d と側壁 307b との接続口 P301 の位置は、冷却後チャー排出配管 307e と側壁 307b との接続口 P302 の位置よりも高くなっている。

[0090] 前述したように、流動層冷却分級器 307 の内部空間 300S 内には、図 5 に示したように、投入される高温チャー C304 を流動化させるために、冷却ガス G307 を鉛直方向下から上に通すための小さな多数の通孔 307g1 が多数形成された分散板 307g が設けられている。

この分散板 307g は、前記接続口 P302 の下端とほぼ同じ高さ位置に、水平に配置されている。この分散板 307g は、その周縁が前記側壁 307b の内周面に固定され、さらに下面が底壁 307a の上方位置に支持されている。その結果、この分散板 307g により、前記内部空間 300S が、投入された高温チャー C304 を冷却分級する冷却分級室 S301 と、この冷却分級室 S301 の真下でかつ前記底壁 307a から取り込まれた冷却ガス G307 を受け入れる冷却ガス供給室 S302 とに区画している。

[0091] 流動層冷却分級器 307 をなす容器の底部である底壁 307a から供給される冷却ガス G307 は、分散板 307g に設けられた通孔 307g1 を、

冷却ガス供給室S 3 0 2から冷却分級室S 3 0 1に向かって通過して容器内の上方部分である冷却分級室S 3 0 1に向かって流れていき、容器の上方の上壁3 0 7 cに設けられた排出部である前記冷却ガス排出配管3 0 7 fから排出される。

乾留器3 0 3により生成された高温チャーC 3 0 4は、分散板3 0 7 g上に送入され、容器の下方部分である冷却ガス供給室S 3 0 2から上方に向かって噴きあげる冷却ガスG 3 0 7により流動状態となって、冷却される。より詳しく言うと、まず、高温チャーC 3 0 4が、高温チャー投入配管3 0 7 dを介して前記接続口P 3 0 1より冷却分級室S 3 0 1内に投入され、分散板3 0 7 g上に積層される。同時に、冷却ガス供給室S 3 0 2内に供給された冷却ガスG 3 0 7は、分散板3 0 7 gの下方から上方に向かって通孔3 0 7 g 1を通過していく。このようにして冷却分級室S 3 0 1内に送り込まれた冷却ガスG 3 0 7は、分散板3 0 7 g上に積み重ねられた高温チャーC 3 0 4の下層から上層に向かって吹き上げていく。この過程で、冷却ガスG 3 0 7の吹きつけにより、高温チャーC 3 0 4が風圧により流動すると同時に、冷却されていく。従って、本実施形態に係る流動層冷却分級器3 0 7では、容器の下方から供給される冷却ガスG 3 0 7が流動化ガスとしても機能している。

[0092] 流動層冷却分級器3 0 7に供給される冷却ガスG 3 0 7（すなわち、流動化ガス）としては、流動層冷却分級器3 0 7の内部で高温チャーC 3 0 4が燃焼することを防止するために、酸素を含まないガス（例えば、窒素ガス等）を用いることが好ましい。

本実施形態における冷却ガスG 3 0 7は、図示されないガス供給装置より流動層冷却分級器3 0 7に供給されている。なお、この形態以外に、後述の変形例に示すように、（１）集塵器3 0 9からの排ガスを流動層冷却分級器3 0 7に戻しても良いし、（２）乾燥器3 0 1からの排ガスG 3 0 2を流動層冷却分級器3 0 7に供給しても良いし、（３）集塵器3 0 9からの排ガスと乾燥器3 0 1からの排ガスG 3 0 2との双方を流動層冷却分級器3 0 7に

供給しても良い。乾燥器 301 からの排ガス G 302 を供給する場合には、必要に応じて、所定温度に冷やしてから供給するようにしても良い。

[0093] 流動層冷却分級器 307 に供給される冷却ガス G 307 により、冷却分級室 S 301 内の高温チャー C 304 は流動することとなるが、0.3 mm ～ 0.5 mm 程度の粒径を有する微粉チャー C 306 は、冷却分級室 S 301 内を鉛直方向上方に向かって流れる冷却ガス G 307 に乗って、上壁 307c にある冷却ガス排出配管 307f から排出される。

また、微粉チャー C 306 よりも大きい粒径を有する冷却後チャー C 305 は、流動層冷却分級器 307 の分散板 307g の近傍に設けられた排出口（接続口 P 302）から排出される。すなわち、本実施形態に係る流動層冷却分級器 307 の内部では、高温チャー C 304 を冷却するとともに、冷却ガス G 307（流動化ガス）を用いて高温チャー C 304 の分級が行われている。また、このような分級処理により、所定の粒径を有する微粉チャー C 306（所定の分級点以下の粒径を有する微粉チャー、ただし、前記分級点よりも大きなチャーも少量混入）が取り除かれるため、製品として回収される冷却後チャー C 305 に微粉が混入している割合を低下させることが可能となり、製造されたチャーの発塵を効率良く低減することが可能となる。また、高温チャー C 304 の中から微粉チャー C 306 が取り除かれることで、製造された冷却後チャー C 305 を搬送する配管に発生しうる配管の目詰まり等をより抑制又は防止することも可能となる。

[0094] 流動層冷却分級器 307 から得られる微粉チャー C 306 の量は、石炭改質装置 310 に投入される石炭 C 301 の初期粒度分布や、流動層冷却分級器 307 における流動化ガスである冷却ガス G 307 の流量（流速）によって決まる。なお、分級点（粒度分布を有する高温チャー C 304 を、微粉チャー C 306 と微粉チャー C 306 よりも大きな粒度を有する冷却後チャー C 305 とに分ける目標粒径）は冷却ガス G 307 の流量の増減により調整可能であり、分級点の設定を変えることで、流動層冷却分級器 307 の上部から排出される微粉チャー C 306 の、高温チャー C 304 に対する割合を

変えることができる。

[0095] 流動層冷却分級器 307 から排出された微粉チャー C 306 を含む冷却ガス G 308 は、図 4 及び図 5 に示したように、集塵器 309 へと導入される。集塵器 309 は、導入された冷却ガス G 308 に含まれる微粉チャー C 306 を、ガス成分から分離する装置である。本実施形態に係る集塵器 309 としては、例えば、サイクロンやバグフィルタ等を使用することができる。集塵器 309 によって分離された微粉チャー C 306 は、後述する燃焼器 311 へと搬送される。また、微粉チャー C 306 が取り除かれたガスは、排ガスとして系外へと排出される。

[0096] 燃焼器 311 は、本実施形態に係る石炭改質装置 310 で用いられる熱を創出する装置である。燃焼器 311 には、乾留器 303 によって生成された乾留ガス D 301 の少なくとも一部と、集塵器 309 によって回収された微粉チャー C 306 とが、燃料として供給される。燃焼器 311 は、乾留ガス及び微粉チャーを燃焼させることで、例えば 1000℃～1500℃程度という高温の燃焼ガス G 303 を発生させる。この燃焼ガス G 303 は、乾留器 303 へと導入され、乾留器 303 における熱分解反応を進行させるための熱源として使用される。

[0097] 燃焼器 311 として、乾留ガス D 301 を燃焼させるための燃焼器と、微粉チャー C 306 を燃焼させるための燃焼器と、を別々に設けてもよいが、乾留ガス D 301 を燃焼させるための燃焼器の燃焼空間に、微粉チャー C 306 を投入するバーナー（例えばチャー投入管等）を設置した共通の燃焼器を用いることが好ましい。乾留ガス D 301 を燃焼させるための燃焼器と、微粉チャー C 306 を燃焼させるための燃焼器とを共通とすることで、一般的に燃焼の容易な乾留ガス D 301 が燃焼している高温場に対して微粉チャー C 306 を投入することが可能となり、微粉チャー C 306 を容易に燃焼させることが可能となる。

[0098] また、別の形態として、乾留器 303 に、外熱式ロータリーキルン等の外部から加熱ガスが供給される間接加熱方式の乾留器を用い、乾留器 303 か

ら排出された加熱ガスG301を乾燥器301へと供給する場合では、外熱部（外熱式ロータリーキルンでは外周部）を燃焼空間とし、乾留器303が燃焼器311を兼ねる形態としても良い。

[0099] 乾留器303の乾留条件によっては、燃焼器311から排出される1000℃～1500℃程度の燃焼ガスでは、温度が高すぎるという場合も生じうる。その際には、図4に示した配管L301を利用して、乾燥器301からの排ガスG302を燃焼器311からの燃焼ガスG303と混合させることが好ましい。乾燥器301からの排ガスG302の温度は、約100℃程度であり、燃焼器311からの燃焼ガスG303に比べて低いため、この排ガスG302を燃焼ガスG303に混合することで、燃焼器311からの燃焼ガスG303の温度を適切な温度に調整することが可能となる。また、乾燥器301からの排ガスG302を混合しない場合には、燃焼器311からの燃焼ガスG303を供給する配管L302の途中にボイラー等の熱交換器（不図示）を配置して、燃焼ガスG303の温度を低下させてもよい。

[0100] 以上、図4及び図5を参照しながら、本実施形態に係る石炭改質装置310の構成について、詳細に説明した。

[0101] 水分含有量の高い石炭C301を原料として用いた場合、乾留器303により生成された乾留ガスD301を用いたとしても、乾燥及び乾留に必要な熱を賄いきれない場合がある。しかしながら、本実施形態に係る石炭改質装置310を利用した石炭改質方法では、冷却器として流動層冷却分級器307を採用し、流動層冷却分級器307により分級された微粉チャーC306を燃焼器311へと導入する。これにより、水分含有量の高い石炭C301を用いる場合であっても、外部から別の燃料を供給することなく、乾燥及び乾留に必要な熱量を賄うことが可能となる。

[0102] 一方、水分含有量が高くない石炭C301を原料として用いる場合には、発生する乾留ガスD301を燃焼させることで乾燥及び乾留の熱源を賄うことが可能であるが、本実施形態に係る石炭改質装置310を利用した石炭改質方法では、流動層冷却分級器307から排出された微粉チャーC306も

燃焼器 311 へと導入して燃焼させることにより、燃焼器 311 への乾留ガス D301 の供給量を削減することが可能となる。その結果、製品として回収されるガスやタール等の量を増加させることが可能となる。

[0103] 流動層冷却分級器 307 から得られる微粉チャー C306 の量は、前述のように、石炭改質装置 310 に投入される石炭 C301 の初期粒度分布や、流動層冷却分級器 307 に供給される冷却ガス G307 の流量によって決まるものであるが、石炭 C301 の水分含有量が高くなって、乾燥器 301 の出口における乾燥石炭 C302 の水分含有量が高くなった場合には、流動化ガスである冷却ガス G307 の流量を上げて燃焼器 311 に送る微粉チャー C306 の量を多くして燃焼量を増すことで、必要な熱量を生成することが可能となる。

一方、乾燥器 301 の出口における乾燥石炭 C302 の水分含有量が低くなった場合には、流動化ガスである冷却ガス G307 の流量を下げて燃焼器 311 に送る微粉チャー C306 の量を少なくすることで、燃焼器 311 から乾留器 303 に与える熱量を抑えることができる。その結果、乾留器 303 に供給される乾燥石炭 C302 の量や水分含有量を調整することができる。このように、本実施形態では、石炭 C301 や乾燥石炭 C302 の含有水分量の変動した場合であっても、石炭改質装置 310 全体としての熱量バランスを制御することが可能となる。

[0104] なお、乾燥器 301 の出側における乾燥石炭 C302 の水分含有量の把握や、流動層冷却分級器 307 における冷却ガス G307 の流量制御については、石炭改質装置 310 のオペレータが手動で行ってもよいし、石炭改質装置 310 に設けられた各種の制御装置（図示せず）により自動的に実施されてもよい。

[0105] <変形例>

続いて、図 6 を参照しながら、上記第 2 の実施形態に係る石炭改質装置 310 の変形例について説明する。図 6 は、本変形例に係る石炭改質装置 310 A を示すプロセスフロー図である。なお、以下の説明に含まれていない部

分については、上記第2の実施形態と同様であるので、その説明を省略する。

[0106] 図4に示した石炭改質装置310では、流動層冷却分級器307に供給された冷却ガスG307は、集塵器309により微粉チャーC306を分離された後に、排ガスとして系外へと排出されていた。一方、本変形例に係る石炭改質装置310Aでは、以下で説明するように、流動層冷却分級器307に供給される冷却ガスG307を循環させて利用することが可能である。

[0107] すなわち、本変形例に係る石炭改質装置310Aでは、集塵器309から排出された、微粉チャーC306が分離されたガスを、図6に示した配管L302を利用して、再び流動層冷却分級器307に冷却ガスG307として供給する。

[0108] また、集塵器309からの排ガス以外にも、図6に示したように、乾燥器301から排出される排ガスG302の一部を、配管L303を利用して流動層冷却分級器307に冷却ガスG307として供給してもよい。

[0109] このように、集塵器309から排出される排ガス、又は、乾燥器301から排出される排ガスの少なくとも何れか一方を流動層冷却分級器307に供給する冷却ガスG307として利用することによって、流動層冷却分級器307に供給される冷却ガスG307の流量を容易に調整することが可能となる。その結果、流動層冷却分級器307に供給される排ガスの供給量を増減させることで、冷却ガスG307の流量を増減させ、その結果として流動化ガスの流量を調整することで、微粉チャーC306の量を増減させることができる。これにより、本実施形態に係る石炭改質装置310Aを、より効率良く稼働させることが可能となる。

[0110] なお、集塵器309からの排ガスの温度や乾燥器301からの排ガスの温度が、所定の温度よりも高く冷却ガスG307として用いるのに適さない場合には、配管L302や配管L303の途中に公知の冷却器（不図示）を設け、冷却ガスG307として利用可能な程度まで温度を低下させるようにしてもよい。

[0111] (第3の実施形態)

上記第2の実施形態に係る石炭改質装置310は、乾留器303の後段に設けられる冷却器を流動層冷却分級器307とするものであったが、以下で説明する第3の実施形態に係る石炭改質装置410は、冷却器だけでなく、乾留器303の前段に設けられる乾燥器についても、流動層を用いた乾燥器（流動層乾燥分級器351）としている。以下、本実施形態に係る石炭改質装置410について、図7及び図8を参照しながら説明する。なお、以下の説明においては、主に、上記第2の実施形態との相違点を中心に説明する。

[0112] 本実施形態に係る石炭改質装置410は、図7に示したように、流動層乾燥分級器351と、乾留器303と、流動層冷却分級器307と、集塵器309、353と、燃焼器311と、を主に備えている。

[0113] 本実施形態に係る石炭改質装置410が備える乾留器303、流動層冷却分級器307、集塵器309及び燃焼器311については、第2の実施形態で説明した石炭改質装置310の乾留器303、流動層冷却分級器307、集塵器309及び燃焼器311と同様の構成を有し、同様の効果を奏するものであるため、以下ではそれらの詳細な説明を省略する。

[0114] 乾燥器は、先述のように、石炭改質装置410に供給された、粒度分布を有する石炭C301を加熱することで、石炭C301中に含まれる水分を所定の水分量まで除去して、石炭C301を乾燥させる装置である。本実施形態に係る石炭改質装置410では、図7及び図8に示したように、乾燥器として、流動層乾燥分級器351を使用する。

[0115] 図8に示すように、流動層乾燥分級器351は、内部空間S400を形成する容器をなす、底壁351a及び側壁351b及び上壁351cと、側壁351bに設けられた石炭投入配管351d及び乾燥石炭排出配管351eと、上壁351cに設けられた加熱ガス排出配管351fと、前記内部空間S400内に配置された分散板351gと、を備えている。

この流動層乾燥分級器351を平面視してその周方向に沿って見た場合、石炭投入配管351dと乾燥石炭排出配管351eとは互いに反対位置に設

けられている。言い換えると、例えば図 8 の縦断面図で見た場合には、側壁 3 5 1 b に対し、石炭投入配管 3 5 1 d は紙面左側に接続されている一方、乾燥石炭排出配管 3 5 1 e はその反対側である紙面右側に接続されている。さらに言うと、鉛直方向に沿って見た場合、石炭投入配管 3 5 1 d と側壁 3 5 1 b との接続口 P 3 5 1 の位置は、乾燥石炭排出配管 3 5 1 e と側壁 3 5 1 b との接続口 P 3 5 2 の位置よりも高くなっている。

[0116] 前述したように、流動層乾燥分級器 3 5 1 の内部空間 S 4 0 0 内には、図 8 の縦断面図に示したように、投入された石炭 C 3 0 1 を流動化させるために、加熱ガス G 3 0 1 を通すための小さな通孔 3 5 1 g 1 が多数形成された分散板 3 5 1 g が設けられている。

この分散板 3 5 1 g は、前記接続口 P 3 5 2 の下端とほぼ同じ高さ位置に、水平に配置されている。この分散板 3 5 1 g は、その周縁が前記側壁 3 5 1 b の内周面に固定され、さらに下面が底壁 3 5 1 a の上方位置に支持されている。その結果、この分散板 3 5 1 g により、前記内部空間 S 4 0 0 が、投入された前記石炭 C 3 0 1 を乾燥分級する乾燥分級室 S 4 0 1 と、この乾燥分級室 S 4 0 1 の真下でかつ前記底壁 3 5 1 a から取り込まれた加熱ガス G 3 0 1 を受け入れる加熱ガス供給室 S 4 0 2 とに区画している。

[0117] 流動層乾燥分級器 3 5 1 をなす容器の底部である底壁 3 5 1 a から供給される加熱ガス G 3 0 1 は、分散板 3 5 1 g に設けられた通孔 3 5 1 g 1 を、加熱ガス供給室 S 4 0 2 から上に向かって通過して容器内の上方部分である乾燥分級室 S 4 0 1 に向かって流れていき、容器の上方の上壁 3 5 1 c に設けられた排出部である前記加熱ガス排出配管 3 5 1 f から排出される。

粒度分布を有する石炭 C 3 0 1 は、分散板 3 5 1 g 上に送入され、容器の下方部分である加熱ガス供給室 S 4 0 2 から上方に向かって噴きあげる加熱ガス G 3 0 1 により流動状態となって、加熱される。より詳しく言うと、まず、石炭 C 3 0 1 が、石炭投入配管 3 5 1 d を介して前記接続口 P 3 5 1 より乾燥分級室 S 4 0 1 内に連続的に投入され、分散板 3 5 1 g 上に積層される。同時に、加熱ガス供給室 S 4 0 2 内に供給された加熱ガス G 3 0 1 は、

分散板 351 g の下方から上方に向かって通孔 351 g 1 を通過していく。このようにして乾燥分級室 S401 内に送り込まれた加熱ガス G301 は、分散板 351 g 上に積み重ねられた石炭 C301 の下層から上層に向かって吹き上げていく。この過程で、加熱ガス G301 の吹きつけにより、石炭 C301 が風圧により流動すると同時に、加熱により乾燥されていく。従って、本実施形態に係る流動層乾燥分級器 351 では、容器の下方から供給される加熱ガス G301 は、加熱乾燥ガスとしての機能に加えて、流動化ガスとしても機能している。

[0118] 流動層乾燥分級器 351 に供給される加熱ガス G301 により、流動層乾燥分級器 351 内の石炭 C301 は流動状態となるとともに、加熱ガス G301 で加熱されて含有している水分が除去される。ここで、流動層乾燥分級器 351 では、供給される加熱ガス G301 によって内部の雰囲気温度が 100℃程度になるように維持されており、流動層乾燥分級器 351 の出口における石炭 C302 の温度が数十℃～100℃程度（好ましくは、例えば、80～100℃程度）となるように、供給された石炭 C301 が加熱される。これにより、供給された石炭 C301 に含まれる水分が除去される。流動層乾燥分級器 351 の出口での乾燥石炭 C302 の温度が設備設計上許容される下限温度を下回る（例えば 80℃未満）である場合には、乾燥石炭 C302 中に所定の目標値以上の水分が残存している可能性があり、好ましくない。また、流動層乾燥分級器 351 の出口での乾燥石炭 C302 の温度が 100℃を大きく超える場合には、乾燥石炭 C302 の乾留が開始してしまう可能性があり、好ましくない。

[0119] 流動層乾燥分級器 351 の内部温度は、例えば流動層乾燥分級器 351 に供給する加熱ガス G301 の流量等により制御することが可能である。また、流動層乾燥分級器 351 の出側における乾燥石炭 C302 の水分含有量については、後段の乾留器 303 に供給する際の乾燥石炭 C302 中に求められる水分量の目標値や所定の操業規定等に応じて適宜設定すればよい。

[0120] また、流動層乾燥分級器 351 に加熱ガス G301 が供給されて石炭 C3

01が流動状態となることによって、例えば0.3mm～0.5mm程度の粒径を有する微粉炭C303は、流動層乾燥分級器351内を上方に向かって流れる加熱ガスG301に乗って、流動層乾燥分級器351の上部から排出される。また、微粉炭C303よりも大きい粒径を有する粗粒炭は、流動層乾燥分級器351の分散板351g近傍に設けられた排出口である、乾燥石炭排出配管351eの接続口P352から排出される。そして、前記粗粒炭は、最終的には所定の水分量（例えば、水分量10%等）まで水分が除去されて、後段に設けられた乾留器303へと搬送される。また、流動層乾燥分級器351から排出された微粉炭C303を含む加熱ガスG302は、図7及び図8に示したように、後述する集塵器353へと導入される。

[0121] このように、本実施形態に係る流動層乾燥分級器351の内部では、水分を含む石炭C301を乾燥させると同時に、加熱ガス（流動化ガス）G301を用いて石炭C301の分級が行われている。また、このような分級処理により、所定の粒径を有する微粉炭C303（分級点以下の粒径を有する微粉炭、ただし、分級点よりも大きな石炭も少量は混入する）が取り除かれるため、乾留器303に供給される乾燥石炭C302（乾燥後の粗粒炭）に微粉が混入している割合を低下させることが可能となる。また、乾留器303で生成されて排出される乾留ガスD301（タールを含む）内に微粉炭が混入するキャリブレーションの問題を低減することがより容易となり、配管の目詰まり等をより効果的に抑制又は防止することができる。

また、微粉炭C303が取り除かれた乾燥石炭C302を乾留器303で改質し、その後、更に流動層冷却分級器307によって微粉チャーC306を取り除くため、製品として回収されるチャーC305の中から微粉を更に効率良く取り除くことが可能となり、チャーC305の発塵を極めて効率良く低減することが可能となる。

[0122] なお、流動層乾燥分級器351から得られる微粉炭C303の量は、石炭改質装置410に投入される石炭C301の初期粒度分布や、流動層乾燥分級器351における流動化ガスである加熱ガスG301の流量によって決ま

る。また、分級点（粒度分布を有する石炭C301を微粉炭C303と粗粒炭C302とに分ける目標粒径）も流動化ガスである加熱ガスG301の流量で調整可能であり、分級点の設定を変えることで、流動層乾燥分級器351の上部から排出される微粉炭C303の割合を変えることができる。

[0123] 流動層乾燥分級器351から排出された微粉炭C303を含む排ガスG302は、図7及び図8に示したように、集塵器353に導入される。集塵器353は、導入された排ガスG302に含まれる微粉炭C303を、ガス成分から分離する装置である。本実施形態に係る集塵器353としては、例えば、サイクロンやバグフィルタ等を使用することができる。集塵器353によって分離された微粉炭（乾燥微粉炭）C303は、燃焼器311へと搬送される。また、微粉炭C303が取り除かれたガスは、排ガスとして系外へと排出される。

[0124] 更に、流動層乾燥分級器351から乾留器303へと搬送される乾燥石炭C302の量が少ない場合や、流動層乾燥分級器351の出口における乾燥石炭C302の水分含有量が所定値と同等又は低い場合には、集塵器353によって回収された微粉炭C303の一部を、図7に示した配管L304を利用して、乾留器303へと供給してもよい。そうすることで、乾燥石炭C302の量を増やしたり、乾燥石炭C302の水分含有量を高めたりして、操業を適正化することができる。また、その際、図示されない成型機又は造粒機などの成形機を用いて、乾留器303へ供給する微粉炭C303を、単独又は乾燥石炭C302と共に、成型又は造粒してもよい。

微粉炭C303を予め成型物又は造粒物とすることにより、前記乾留器303内での発塵抑制を図ることができると共に、ガスに同伴されて飛散する微粉チャー量が減ることから、生成されるチャーC305の収率を向上させることができる。成型は圧縮成型や押出成形等で行うことが可能であり、造粒は転動造粒等で行うことが可能である。成型性や造粒性を向上させるために、微粉炭C303にタールやセメント等のバインダを添加してもよい。成型物や造粒物の大きさは、発塵抑制、飛散防止の面からは、直径（直径は、

篩い分けを前提とした径であり、短径相当を示す) が数mm程度以上であることが好ましい。また、この直径の上限は特に限定されないが、成型・造粒やハンドリングのし易さ、及び、チャー内部への伝熱のし易さを考慮すると、十数mm以下が好ましい。成型物や造粒物の大きさは、成型機や造粒機的能力によっても影響を受け、例えば、ブリケット成型の場合は、数cm～10cm程度が一般的である。

[0125] 上記説明では、加熱ガス兼流動化ガスとして、乾留器303から排出された排ガスを利用する場合について説明したが、例えば図7に示したように、燃焼器311から排出された燃焼ガスを、必要に応じて、配管L301から供給される排ガスによって冷却した後に、直接、流動層乾燥分級器351に供給するようにしてもよい。燃焼器311から排出された燃焼ガスG303を利用する場合には、配管L301からの排ガスの混合量を調整することで、乾留器303の乾留温度を制御することが容易となるため、より好ましい。また、流動層乾燥分級器351の内部温度が100℃超過に制御される場合には、乾留器303から供給される配管の途中に不図示のボイラーを別途設置した上で、このボイラーによって発生する蒸気を加熱ガスG301として利用してもよい。

[0126] また、上記説明では、流動層乾燥分級器351に対して、加熱ガス兼流動化ガスとして、乾留器303から排出された排ガスを供給する場合について説明したが、集塵器353から排出された排ガスの少なくとも一部を、図7に示した配管L305を利用して、循環ガスとして加熱ガスG301に混合してもよい。集塵器353から排出される排ガスを流動層乾燥分級器351に混合することによって、流動層乾燥分級器351に供給されるガスの流量や温度を容易に調整することが可能になるとともに、より効率良く石炭改質装置410を稼働させることができる。

[0127] 以上、図7及び図8を参照しながら、本実施形態に係る石炭改質装置410について説明した。

[0128] このように、本実施形態に係る石炭改質装置410を利用した石炭改質方

法では、乾燥器を流動層乾燥分級器 351 とするとともに冷却器を流動層冷却分級器 307 とし、それぞれから発生した微粉炭 C303 及び微粉チャー C306 を燃焼器 311 へと導入する。これにより、水分含有量の高い石炭 C301 を用いる場合であっても、外部から別の燃料を供給することなく、乾燥及び乾留に必要な熱量を供給することが可能となる。

[0129] また、水分含有量の高くない石炭 C301 を用いる場合は、発生する揮発分を燃焼させることで、乾燥及び乾留の熱源を賄うことが可能である。石炭改質装置 410 の熱源として流動層乾燥分級器 351 から得られる乾燥微粉炭 C303 や流動層冷却分級器 307 から得られる微粉チャー C306 を使用することで、製品として回収するガスやタールの量を増加させることができる。

[0130] ここで、流動層乾燥分級器 351 で得られる乾燥微粉炭 C303 の量は、前述のように、石炭改質装置 410 に投入される石炭 C301 の粒度分布や、流動層乾燥分級器 351 内における加熱ガス G301 の流量によって決まるが、石炭 C301 の水分含有量が高くなって、流動層乾燥分級器 351 の出口における乾燥石炭 C302 の水分含有量が高くなった場合には、流動化ガスである加熱ガス G301 の流量を上げて燃焼器 311 に送る乾燥微粉炭 C303 の量を多くすることで、必要な熱量を生成することが可能となる。また、流動層乾燥分級器 351 の出口における乾燥石炭 C302 の水分含有量が低くなった場合には、加熱ガス G301 の流量を下げて燃焼器 311 に送る乾燥微粉炭 C303 の量を少なくするか、または、図 7 に示した配管 L304 から乾燥微粉炭 C303 を乾留器 303 に送ることで、乾留器 303 に供給される乾燥石炭 C302 の量や水分含有量を調整することができる。その際、乾燥微粉炭 C302 を予め、単独又は乾燥石炭 C302 と共に、成型又は造粒してもよいことは、上述した通りである。このように、本実施形態では、乾燥石炭 C302 の水分含有量が変動した場合であっても、石炭改質装置 410 全体としての熱量バランスを制御することが可能となる。

[0131] また、集塵器 353 で回収される乾燥微粉炭 C303 の量の調整は、例え

ば、図 7 に示した配管 L 3 0 5 を利用して、集塵器 3 5 3 から排出された排ガスを循環ガスとして流動層乾燥分級器 3 5 1 へと供給し、この供給量を増減することで、加熱ガス G 3 0 1 の流量を増減させ、流動化ガスの流量を調整することで、乾燥微粉炭 C 3 0 3 の量を増減させることができる。この場合には、配管 L 3 0 5 から供給される循環ガスが混合された場合であっても加熱ガス G 3 0 1 が所望の熱量を維持できるように、乾留器 3 0 3 から供給される加熱ガスの流量が調整される。

ところで、流動層冷却分級器 3 0 7 に供給する冷却ガス G 3 0 7 としては、集塵器 3 0 9 からの排ガス及び集塵器 3 5 3 からの排ガスの少なくとも何れか一方、または、図示されないガス供給装置からの冷却ガスを用いても良い。

[0132] なお、流動層乾燥分級器 3 5 1 の出側における乾燥石炭 C 3 0 2 の水分含有量の把握や、集塵器 3 5 3 からの微粉炭 C 3 0 3 の導入制御や、流動層乾燥分級器 3 5 1 及び流動層冷却分級器 3 0 7 における流動化ガスの流量制御については、石炭改質装置 4 1 0 のオペレータが手動で行ってもよいし、石炭改質装置 4 1 0 に設けられた各種の制御装置（図示せず）により自動的に実施してもよい。

[0133] <変形例>

続いて、図 9 を参照しながら、第 3 の実施形態に係る石炭改質装置 4 1 0 の変形例である石炭改質装置 4 1 0 A について説明する。図 9 は、本変形例に係る石炭改質装置 4 1 0 A を示すプロセスフロー図である。なお、以下の説明においては、主に、上記第 3 の実施形態との相違点を中心に説明するが、その他については上記第 3 の実施形態と同様であるとしてその説明を省略する。

[0134] 本変形例に係る石炭改質装置 4 1 0 A では、第 2 の実施形態の変形例として示した前記石炭改質装置 3 1 0 A と同様に、流動層冷却分級器 3 0 7 に供給される冷却ガスを循環させて利用することが可能である。

[0135] すなわち、本変形例に係る石炭改質装置 4 1 0 A では、集塵器 3 0 9 から

排出されてかつ微粉チャーC 3 0 3 が分離された排ガスを、図 9 に示した配管 L 3 0 2 を利用して、再び流動層冷却分級器 3 0 7 に冷却ガス G 3 0 7 として供給する。

[0136] また、集塵器 3 0 9 からの排ガス以外にも、図 9 に示したように、流動層乾燥分級器 3 5 1 から排出され、集塵器 3 5 3 で微粉炭 C 3 0 3 が除去された排ガスの一部を、配管 L 3 0 1 及び L 3 0 3 を利用して流動層冷却分級器 3 0 7 に冷却ガス G 3 0 7 として供給してもよい。

[0137] このように、集塵器 3 0 9, 3 5 3 から排出される排ガスの少なくとも何れか一方を流動層冷却分級器 3 0 7 への冷却ガス G 3 0 7 として利用することによって、流動層冷却分級器 3 0 7 に供給される冷却ガス G 3 0 7 の流量を容易に調整することが可能となる。その結果、流動層冷却分級器 3 0 7 に供給される排ガスの供給量を増減させて冷却ガス G 3 0 7 の流量を増減させ、これにより流動化ガスの流量を調整することで、微粉チャー C 3 0 6 の量を増減させることができる。よって、本変形例に係る石炭改質装置 4 1 0 A では、より効率良く稼働させることが可能となる。

[0138] なお、集塵器 3 0 9 から送られてくる排ガスの温度や、流動層乾燥分級器 3 5 1 から送られてくる排ガスの温度が、所定の温度よりも高い場合には、配管 L 3 0 2 や配管 L 3 0 3 の途中に公知の冷却器（不図示）を設け、冷却ガス G 3 0 7 として利用可能な程度まで温度を低下させてもよい。

[0139] 以上、図 9 を参照しながら、第 3 の実施形態の変形例について簡単に説明した。

[0140] 上述した第 2 及び第 3 の実施形態、ならびにそれらの変形例では、外部からの燃料供給を必要とせずに、効率的に石炭 C 3 0 1 を改質する方法及び装置について説明したが、比較的低コストで外部燃料が手に入る場合には、本発明の別の実施形態として、外部燃料を使用することで製造した加熱ガスを用いて乾留を行い、生成した乾留ガスを製品として回収することも可能である。

[0141] 例えば、発熱量は低いが高コストのガス（例えば、鉄鋼業で発生する高炉

ガス（Blast Furnace Gas：BFG）等）が入手できるような環境においては、このガスを燃焼器 311 で燃焼させ、発生した燃焼ガス G303 を加熱ガスとして乾留器 303 で使用し、生成した高発熱量の乾留ガス D301 を製品として回収することができる。この場合でも、微粉炭 C303 や微粉チャー C306 は燃焼器 311 で燃焼させるため、比較的効率よく運転しつつ、乾留ガス D301 に微粉炭や微粉チャーが混入するキャリブレーションを低減することもできる。

[0142] また、上記のように外部燃料を使用する場合、乾留ガス D301 は、ガスとタールとに分離して回収したり、タールを更に分解して回収したり、ガス改質やタール改質して回収したりしても良い。

[0143] [実施例]

続いて、実施例 4～6 及び比較例 2 を示しながら、上記第 2 の実施形態に係る石炭改質装置 310（図 4）と、上記第 3 の実施形態に係る石炭改質装置 410（図 7）とのそれぞれについて、より具体的に説明する。なお、以下に示す各実施例は、あくまでも例示であって、本発明が下記に示す実施例 4～6 のみに限定解釈されるものではない。

[0144] なお、以下に示す実施例 4～6 及び比較例 2 では、以下の表 2 に示す粒度分布を示す石炭を、原料として使用した。

[0145] [表 2]

表 2 石炭の粒度分布

粒径	分布 [質量%]
5 mm 以上	0.0
3 ～ 5 mm	1.0
1 ～ 3 mm	33.0
0.5 ～ 1 mm	35.8
0.25 ～ 0.5 mm	17.6
0.25 mm 未満	12.6
計	100.0

[0146] <実施例 4>

本実施例 4 は、図 4 を用いて説明した上記第 2 の実施形態に対応するもの

である。本実施例4では、上記表2に示したような粒度分布を有する粗破碎した石炭C301（水分含有量：60%）を、スチームチューブ式の間接加熱型の乾燥器301に600kg/h（水分を除くと240kg/h）で投入し、水分含有量が10%になるまで乾燥させた。得られた乾燥石炭C302を、外熱式ロータリーキルンを用いた乾留器303で600℃に昇温し、乾留を行った。その結果、138kg/hのチャー、69Nm³/hのガス（CO、H₂、CH₄を主成分とする、熱量3450kcal/Nm³のガス）、及び、19kg/hのタールを得ることができ、得られた全量を燃焼器311に送って燃焼させて1500℃の燃焼ガスとした。燃焼器311では、これらの揮発分に加えて、流動層冷却分級器307から回収した9kg/hの微粉チャーC306を同時に燃焼させた。本実施例4において最終的に製品として回収されたチャーC305の量は、129kg/hとなった。なお、この実施例4においては、図4に示した配管L301を利用して、燃焼ガスG303の冷却を行っている。

[0147] <実施例5>

本実施例5は、図7を用いて説明した上記第3の実施形態に対応するものである。本実施例5では、上記表2に示したような粒度分布を有する粗破碎した石炭C301（水分含有量：60%）を、流動層乾燥分級器351に600kg/h（水分を除くと240kg/h）で投入し、流動層乾燥分級器351において350℃かつ2600Nm³/hの加熱ガスG301を用いて、水分含有量が10%になるまで乾燥させた。得られた乾燥石炭C302を、外熱式ロータリーキルンを用いた乾留器303で600℃に昇温し、乾留を行った。その結果、135kg/hのチャーC305、68Nm³/hのガス（CO、H₂、CH₄を主成分とする、熱量3450kcal/Nm³のガス）、及び、19kg/hのタールを得ることができ、得られた全量を燃焼器311に送って1500℃の燃焼ガスG303を得た。燃焼器311では、これらの揮発分に加えて、流動層乾燥分級器351から回収した10kg/hの乾燥微粉炭C303、及び、流動層冷却分級器307から回収した5k

g/hの微粉チャーC306を同時に燃焼させた。本実施例5において最終的に製品として回収されたチャーC305の量は、130kg/hとなった。なお、この実施例5においては、図7に示した配管L301を利用して、燃焼ガスG303を冷却している。操業後に乾留器303から燃焼器311への配管内部を検査したところ、ダスト付着は殆ど生じておらず、キャリーオーバーは殆ど生じていなかった。

[0148] <実施例6>

本実施例6も、図7を用いて説明した上記第3の実施形態に対応するものである。本実施例6では、上記表2に示したような粒度分布を有する粗破碎した石炭C301（水分含有量：58%）を、流動層乾燥分級器351に571kg/h（水分を除くと240kg/h）で投入し、流動層乾燥分級器351において320℃でかつ2600Nm³/hの加熱ガスG301を用いて、水分含有量が10%になるまで乾燥させた。得られた乾燥石炭C302を、外熱式ロータリーキルンを用いた乾留器303で600℃に昇温し、乾留を行った。その結果、135kg/hのチャー、68Nm³/hのガス（CO、H₂、CH₄を主成分とする、熱量3450kcal/Nm³のガス）、及び、19kg/hのタールを得ることができ、得られた全量を燃焼器311に送って1500℃の燃焼ガスG303を得た。燃焼器311では、これらの揮発分に加えて、流動層乾燥分級器351から回収した7kg/hの乾燥微粉炭C303、及び、流動層冷却分級器307から回収した2kg/hの微粉チャーC306を同時に燃焼させた。本実施例6において最終的に製品として回収されたチャーC305の量は133kg/hとなり、チャーの回収量（回収率）が向上した。なお、この実施例6においては、図7に示したL304のラインを用いて流動層乾燥分級器351で回収した15kgの微粉炭C303のうちの8kgを、成型機（図示せず）を用いて圧縮成型した後に乾留器302に投入するとともに、図7に示した配管L301を利用して、燃焼ガスG303の冷却を行っている。操業後に乾留器303から燃焼器311への配管内部を検査したところ、ダスト付着は殆ど生じておらず、

キャリーオーバーは殆ど生じていなかった。

[0149] <比較例 2>

図示されない従来の装置を用いて従来の方法で石炭改質を行った比較例 2 を以下に示す。

まず、上記表 2 に示したような粒度分布を有する粗破碎した石炭（水分含有量：60%）を、バンド乾燥器に 600 kg/h で投入し、バンド乾燥器において 330℃ のガス 2700 Nm³/h を用いて、水分含有量が 10% になるまで乾燥させた。得られた乾燥石炭を、外熱式ロータリーキルンを用いた乾留器で 600℃ に昇温し、乾留を行った。その結果、139 kg/h のチャー、69 Nm³/h のガス（CO, H₂, CH₄ を主成分とする、熱量 3450 kcal/Nm³ のガス）、及び、19 kg/h のタールを得ることができ、得られた全量を燃焼器に送って燃焼させて 1500℃ の燃焼ガスを得た。その結果、乾燥器及び乾留器で求められる熱量を賄うことが出来なかったため、燃焼器に 16 kg/h の重油を供給して燃焼させ、処理に求められる熱量を確保した。このように、流動層冷却分級器からの微粉チャーを用いない場合には、16 kg/h の重油が必要となった。操業後に乾留器から燃焼器への配管内部を検査したところ、ダスト付着が生じており（特に曲げ部において顕著であった）、キャリーオーバーが生じていることが判った。従って、長時間の操業では、配管詰まりの発生が懸念される。

[0150] 以上、本発明の実施形態及び変形例について説明したが、その骨子について以下に纏める。

（15）この石炭改質方法は、石炭 C301 を乾燥器 301 で乾燥させる工程と；乾燥石炭 C302 を乾留器 303 で乾留して、乾留ガス D301 及びチャー C304 に改質する工程と；チャー C304 を流動層冷却分級器 307 で冷却しながら分級して微粉チャー C306 を分離する工程と；微粉チャー C306 と乾留ガス D301 の少なくとも一部とを燃焼器 311 へと供給して燃焼させて得た熱を、乾燥器 301 及び乾留器 303 の少なくとも何れか一方に熱源として供給する工程と；を備える。

(16) 上記(15)に記載の石炭改質方法は、乾燥器301及び流動層冷却分級器307の少なくとも何れか一方から排出される排ガスを冷却ガスとして流動層冷却分級器307に供給する工程を更に備えてもよい。

(17) 上記(15)又は(16)に記載の石炭改質方法は、乾燥器301から排出される排ガスG302の少なくとも一部を、燃焼器311から、乾燥器301及び乾留器303の少なくとも何れか一方へと供給される燃焼ガスG303に混合する工程をさらに備えてもよい。

(18) 上記(15)～(17)の何れか1項に記載の石炭改質方法では、乾留器303が、外部から加熱ガスの供給を受ける間接加熱方式であり；乾留器303から排出された後の加熱ガスG301を、乾燥器301へと供給する工程をさらに備える；ようにしてもよい。

(19) 上記(15)～(18)の何れか1項に記載の石炭改質方法では、石炭C301を乾燥器で乾燥させる工程で、乾燥器として流動層乾燥分級器351を用いることで、石炭C301を乾燥させながら乾燥石炭C302である粗粒炭と微粉炭C303とに分級し；微粉炭C303を燃焼器311へと供給する工程をさらに備える；ようにしてもよい。

(20) 上記(19)に記載の石炭改質方法は、流動層乾燥分級器351から排出される排ガスG302の少なくとも一部を、流動層乾燥分級器351に前記熱源として供給される加熱ガスG303に混合する工程をさらに備えてもよい。

(21) 上記(19)又は(20)に記載の石炭改質方法は、流動層乾燥分級器351から得られる微粉炭C303の少なくとも一部を、乾留器303へと供給する工程をさらに備えてもよい。

(22) 上記(21)に記載の石炭改質方法では、流動層乾燥分級器351から得られる微粉炭C303の少なくとも一部を、単独で成形、又は乾燥石炭C302と共に成形した後に、乾留器303へと供給してもよい。

(23) 上記(15)～(22)の何れか1項に記載の石炭改質方法では、燃焼器311に供給する微粉チャーC306及び乾留ガスD301のうちの

乾留ガスD301の代わりに、外部燃料を用いてもよい。

(24) 石炭改質装置310は、石炭C301を乾燥させる乾燥器301と；乾燥石炭C302を乾留して、乾留ガスD301及びチャーC304に改質する乾留器303と；チャーC304を冷却しながら分級してチャーC304より微粉チャーC306を分離する流動層冷却分級器307と；微粉チャーC306と、乾留ガスD301の少なくとも一部と、が供給され、乾留ガスD301及び微粉チャーC304を燃焼させることで得られる熱を、乾燥器301又は乾留器303の少なくとも何れか一方に熱源として供給する燃焼器311と；を備える。

(25) 上記(24)に記載の石炭改質装置310では、乾燥器301又は流動層冷却分級器307の少なくとも何れか一方から排出される排ガスが、冷却ガスとして流動層冷却分級器307に供給されるようにしてもよい。

(26) 上記(24)又は(25)に記載の石炭改質装置310では、乾燥器301から排出される排ガスG302の少なくとも一部が、燃焼器311から乾燥器301及び乾留器303の少なくとも何れか一方に前記熱源として供給される燃焼ガスG303に混合されるように構成してもよい。

(27) 上記(24)～(26)の何れか1項に記載の石炭改質装置310では、乾留器303が、外部からの加熱ガスの供給を受ける間接加熱方式であり；乾留器303から排出された加熱ガスG301が、乾燥器301へと供給される；構成を採用してもよい。

(28) 上記(24)～(27)の何れか1項に記載の石炭改質装置310の他の態様である石炭改質装置410では、前記乾燥器が、石炭C301を乾燥させながら乾燥石炭C302である粗粒炭と微粉炭C303とに分級する流動層乾燥分級器351であり；微粉炭C303が燃焼器311へと供給される；構成を採用してもよい。

(29) 上記(28)に記載の石炭改質装置410では、流動層乾燥分級器351から排出される排ガスG302の少なくとも一部が、流動層乾燥分級器351に前記熱源として供給される加熱ガスG301に混合されるように

構成してもよい。

(30) 上記(28)又は(29)に記載の石炭改質装置410では、流動層乾燥分級器351から得られる微粉炭C303の少なくとも一部が、乾留器303へと供給される構成を採用してもよい。

(31) 上記(30)に記載の石炭改質装置410では、微粉炭C303を単独で成形、又は乾燥石炭C302と共に成形する成形機を更に備え；流動層乾燥分級器351から得られる微粉炭C303の少なくとも一部が、前記成形機により、単独で成形、又は前記乾燥石炭C302と共に成形された後に、乾留器303へと供給される；構成を採用してもよい。

(32) 上記(24)～(31)の何れか1項に記載の石炭改質装置では、燃焼器311に供給する微粉チャーC306及び乾留ガスD301のうちの乾留ガスD301の代わりに、外部燃料を用いてもよい。

[0151] 以上説明したように、上記第2及び第3の実施形態によれば、石炭を改質する際に用いられる冷却器として流動層冷却分級器307を採用し、流動層冷却分級器307から得られる微粉チャーC306を燃料として利用することで、より効率良く石炭C301の改質を行うことが可能となる。

[0152] [実施例]

本発明の石炭改質方法及び石炭改質装置は、追加の外部燃料を用いることなく石炭改質プロセスを行えることにも特徴があり、その結果として、製造効率の向上を実現している。以下、この点を確認するために、実施例7～9と比較例3とを示す。

[0153] <実施例7>

本実施例7は、図1を用いて説明した上記第1の実施形態に対応する。

本実施例7では、前述の表1に示した粒度分布を有する粗破碎した石炭C1（水分含有量：60%）を、流動層乾燥分級器101に560kg/h（水分を除くと240kg/h）で投入し、流動層乾燥分級器101において230℃でかつ2800Nm³/hの加熱ガスG1を用いて、水分含有量が10%になるまで乾燥させた。

[0154] 得られた乾燥石炭C2を、外熱式ロータリーキルンである乾留器103で600℃に昇温させ、乾留を行った。その結果、132kg/hのチャー、67Nm³/hのガス(CO, H₂, CH₄を主成分とする、熱量3450kcal/Nm³のガス)及び、18.7kg/hのタールを得ることができ、得られた全量(乾留器103で発生した製品チャーを除くガスおよびタールの全量)を燃焼器109に送って燃焼させ、1500℃の燃焼ガスG3を発生させた。

燃焼器109では、流動層乾燥分級器101から回収した15kg/hのうちの6kg/hの乾燥微粉炭C3を同時に燃焼させた。残りの9kg/hの乾燥微粉炭C3は、図1中の配管L3上に設けられた成型機(図中表示なし)で圧縮成型を行ってから乾留器103へ投入した。

その結果、チャーの回収量(回収率)が向上すると共に、回収されたチャー中の微粉も後述の比較例3に比べて少なく、発塵の少ないチャーであることが確認された。なお、この実施例7においては、図1に示した配管L1を利用して集塵器105からの排ガスを混合させることで、加熱ガスG1の冷却を行った。

[0155] <実施例8>

本実施例8は、図4を用いて説明した上記第2の実施形態に対応するものである。

本実施例8では、前述の表2に示したような粒度分布を有する粗破碎した石炭C301(水分含有量:60%)を、スチームチューブ式の間接加熱型の乾燥器301に600kg/h(水分を除くと240kg/h)で投入し、水分含有量が10%になるまで乾燥させた。

[0156] 得られた乾燥石炭C302を、外熱式ロータリーキルンを用いた乾留器303で600℃に昇温し、乾留を行った。その結果、132kg/hのチャー、69Nm³/hのガス(CO, H₂, CH₄を主成分とする、熱量3450kcal/Nm³のガス)、及び、19kg/hのタールを得ることができ、得られたガスとタールの全量を燃焼器311に送って燃焼させて1500℃

の燃焼ガスを発生させた（乾留器303からガスやタールとともに飛散したチャー量は約6 kg/hと推定される）。

燃焼器311では、これらの揮発分に加えて、流動層冷却分級器307から回収した3 kg/hの微粉チャーC306を同時に燃焼させた。本実施例8において最終的に製品として回収されたチャーC305の量は、129 kg/hとなった。なお、この実施例8においては、図4に示した配管L301を利用して、排ガスの一部を混合することで燃焼ガスG303の冷却を行っている。

[0157] <実施例9>

本実施例9は、図7を用いて説明した上記第3の実施形態に対応するものである。

本実施例9では、前述の表2に示した粒度分布を有する粗破碎した石炭C301（水分含有量：60%）を、流動層乾燥分級器351に560 kg/h（水分を除くと240 kg/h）で投入し、流動層乾燥分級器351において230℃でかつ2800 Nm³/hの加熱ガスG301を用いて、水分含有量が10%になるまで乾燥させた。

[0158] 得られた乾燥石炭C302を、外熱式ロータリーキルンを用いた乾留器303で600℃に昇温し、乾留を行った。その結果、136 kg/hのチャー、68 Nm³/hのガス（CO、H₂、CH₄を主成分とする、熱量3450 kcal/Nm³のガス）、及び、19 kg/hのタールを得ることができ、得られたガスとタルの全量を燃焼器311に送って1500℃の燃焼ガスG303を得た。燃焼器311では、これらの揮発分に加えて、流動層乾燥分級器351から回収した7 kg/hの乾燥微粉炭C303、及び、流動層冷却分級器307から回収した2 kg/hの微粉チャーC306を同時に燃焼させた。本実施例9において最終的に製品として回収されたチャーC305の量は134 kg/hとなり、チャーの回収量（回収率）が向上した。

[0159] なお、この実施例9においては、図7に示したL304のラインを用いて流動層乾燥分級器351で回収した15 kgの微粉炭C303のうちの8 k

g を、成型機（図示せず）を用いて圧縮成型した後に乾留器 302 に投入するとともに、図 7 に示した配管 L 301 を利用して、排ガスの一部を混合させることで燃焼ガス G 303 の冷却を行っている。操業後に乾留器 303 から燃焼器 311 への配管内部を検査したところ、ダスト付着は殆ど生じておらず、キャリーオーバーは殆ど生じていなかった。

[0160] <比較例 3>

前述の表 1 に示した粒度分布を有する粗破碎した石炭（水分含有量：60%）をスチームチューブ式乾燥器に 600 kg/h で投入し、水分含有量が 10% になるまで乾燥させた。

得られた乾燥石炭を、外熱式ロータリーキルンである乾留器で 600℃ に昇温させ、乾留を行った。その結果、139 kg/h のチャー、69 Nm³/h のガス（CO, H₂, CH₄ を主成分とする、熱量 3450 kcal/Nm³ のガス）、及び、19 kg/h のタールを得ることができ、得られたガスとタールの全量および飛散したチャー 7 kg/h を燃焼器において燃焼させ、1500℃ の燃焼ガスとした。

[0161] 本比較例 3 では、乾燥器及び乾留器で求められる熱量を賄うことが出来なかったため、燃焼器に 17 kg/h の重油を供給して燃焼させることで、処理に求められる熱量を確保した。このように、流動層乾燥分級器からの乾燥微粉炭を用いない場合には、17 kg/h の重油が必要となった。

操業後に乾留器から燃焼器への配管内部を検査したところ、ダスト付着が生じており（特に曲げ部において顕著であった）、キャリーオーバーが生じていることが判った。さらに燃焼器出口ガスをサンプリングしたところ、未反応の固体粒子が測定された。従って、長時間の操業では、配管詰まりの発生が懸念される。

[0162] 以上説明の実施例 7～9 及び比較例 3 の結果を一覧に纏めたものを、表 3 に示す。この表 3 より解るように、実施例 7～9 の製造効率が、比較例 3 に比べて、約 7% から 10% 近くまで向上する結果が得られた。一般的には、熱効率（製造効率）を数% でも向上させることは難しいが、本発明を適用し

た実施例 7 ～ 9 では、顕著な熱効率の向上を確認することが出来た。

[0163]

[表3]

表3

項目		実施例7	実施例8	実施例9	比較例3
原料石炭	チャージ量	kg-wet	600	560	600
	水分含有量	wt%	60	60	60
加熱ガス	流量	Nm ³ /h	-	2800	-
	温度	°C	-	230	-
乾燥微粉炭の分級・燃焼		-	無し	有り	無し
乾燥微粉炭の成型・造粒		-	無し	有り	無し
微粉チャヤーの分級・燃焼		-	有り	有り	無し
キャリアーオーバー有無		-	無し	無し	有り
外部燃料有無		-	無し	無し	有り
炭材回収量		kg	134	134	132
製造効率(*)		%	74.4	74.4	65.0
比較例1に対する製造効率向上			9.4	9.4	-

* 製造効率(%) = (製品炭材発熱量 / (投入石炭量発熱量 + 外部燃料発熱量)) × 100

[0164] 以上、添付図面を参照しながら本発明の好適な実施形態及び変形例について詳細に説明したが、本発明はかかる例のみに限定解釈されない。本発明の属する技術の分野における通常の知識を有する者であれば、請求の範囲に記載された技術的思想の範疇内において、各種の変更例または修正例に想到し得ることは明らかであり、これらについても、当然に本発明の技術的範囲に属するものと了解される。

産業上の利用可能性

[0165] 本発明によれば、改質処理に伴う外部燃料として石炭に由来する成分を利用する場合であっても、より効率良く石炭の改質を行うことが可能な、石炭改質方法及び石炭改質装置を提供することができる。

符号の説明

[0166] 10, 310, 310A, 410, 410A 石炭改質装置
101, 351 流動層乾燥分級器
103, 303 乾留器
105, 309, 353 集塵器
107 冷却器
109, 311 燃焼器
301 乾燥器
305 ボイラー
307 流動層冷却分級器

請求の範囲

- [請求項1] 石炭を流動層乾燥分級器で乾燥させながら粗粒炭及び微粉炭に分級する工程と；
- 前記粗粒炭を乾留器によって乾留して、乾留ガスとチャーとに改質する工程と；
- 前記微粉炭の少なくとも一部と前記乾留ガスの少なくとも一部とを燃焼器に供給して燃焼させて得た熱を、前記流動層乾燥分級器及び前記乾留器の少なくとも何れか一方に熱源として供給する工程と；
- を備えることを特徴とする、石炭改質方法。
- [請求項2] 前記流動層乾燥分級器から排出される排ガスの少なくとも一部を、前記燃焼器から前記流動層乾燥分級器及び前記乾留器の少なくとも何れか一方へと供給される燃焼ガスに混合する工程
- をさらに備えることを特徴とする、請求項1に記載の石炭改質方法。
- [請求項3] 前記流動層乾燥分級器で得られる前記微粉炭の少なくとも一部を、前記乾留器へと供給する工程
- をさらに備えることを特徴とする、請求項1に記載の石炭改質方法。
- [請求項4] 前記乾留器に供給される前記微粉炭を、単独で成形した後、又は前記粗粒炭と共に成形した後に、前記乾留器へと供給することを特徴とする、請求項3に記載の石炭改質方法。
- [請求項5] 前記乾留器が、外部からの加熱ガスの供給を受ける間接加熱方式であり；
- 前記乾留器から排出された後の前記加熱ガスを、前記流動層乾燥分級器へと供給する工程をさらに備える；
- ことを特徴とする、請求項1に記載の石炭改質方法。
- [請求項6] 前記流動層乾燥分級器から排出される排ガスの少なくとも一部を、前記流動層乾燥分級器に供給される加熱ガスに混合する工程をさらに備える
- ことを特徴とする、請求項1に記載の石炭改質方法。

- [請求項7] 前記燃焼器に供給する前記微粉炭及び前記乾留ガスのうちの前記乾留ガスの代わりに、外部燃料を用いることを特徴とする、請求項1に記載の石炭改質方法。
- [請求項8] 石炭を乾燥させながら粗粒炭と微粉炭とに分級する流動層乾燥分級器と；
乾燥後の前記粗粒炭を乾留して、乾留ガス及びチャーに改質する乾留器と；
前記乾留ガスの少なくとも一部と前記微粉炭とが供給され、前記乾留ガス及び前記微粉炭を燃焼させることで得られる熱を、前記流動層乾燥分級器及び前記乾留器の少なくとも何れか一方に熱源として供給する燃焼器と；
を備えることを特徴とする、石炭改質装置。
- [請求項9] 前記流動層乾燥分級器から排出される排ガスの少なくとも一部が、前記燃焼器から、前記流動層乾燥分級器及び前記乾留器の少なくとも何れか一方に前記熱源として供給される燃焼ガスに混合されることを特徴とする、請求項8に記載の石炭改質装置。
- [請求項10] 前記流動層乾燥分級器で得られる前記微粉炭の少なくとも一部が、前記乾留器へと供給されることを特徴とする、請求項8に記載の石炭改質装置。
- [請求項11] 前記微粉炭を単独で成形、又は前記粗粒炭と共に成形する成形機を更に備え；
前記流動層乾燥分級器から得られる前記微粉炭の少なくとも一部が、前記成形機により単独で成形された後、又は前記粗粒炭と共に成形された後に、前記乾留器へと供給される；
ことを特徴とする、請求項10に記載の石炭改質装置。
- [請求項12] 前記乾留器が、外部から加熱ガスの供給を受ける間接加熱方式であり；
前記乾留器から排出された後の前記加熱ガスが、前記流動層乾燥分

級器へと供給される；

ことを特徴とする、請求項 8 に記載の石炭改質装置。

[請求項13] 前記流動層乾燥分級器から排出される排ガスの少なくとも一部が、前記流動層乾燥分級器に前記熱源として供給される加熱ガスに混合される

ことを特徴とする、請求項 8 に記載の石炭改質装置。

[請求項14] 前記燃焼器に供給する前記微粉炭及び前記乾留ガスのうちの前記乾留ガスの代わりに、外部燃料を用いる

ことを特徴とする、請求項 8 に記載の石炭改質装置。

[請求項15] 石炭を乾燥器で乾燥させる工程と；

乾燥後の前記石炭を乾留器で乾留して、乾留ガス及びチャーに改質する工程と；

前記チャーを流動層冷却分級器で冷却しながら分級して微粉チャーを分離する工程と；

前記微粉チャーと前記乾留ガスの少なくとも一部とを燃焼器へと供給して燃焼させて得た熱を、前記乾燥器及び前記乾留器の少なくとも何れか一方に熱源として供給する工程と；

を備えることを特徴とする、石炭改質方法。

[請求項16] 前記乾燥器及び前記流動層冷却分級器の少なくとも何れか一方から排出される排ガスを冷却ガスとして前記流動層冷却分級器に供給する工程

を更に備えることを特徴とする、請求項 15 に記載の石炭改質方法。

[請求項17] 前記乾燥器から排出される排ガスの少なくとも一部を、前記燃焼器から、前記乾燥器及び前記乾留器の少なくとも何れか一方へと供給される燃焼ガスに混合する工程をさらに備える

ことを特徴とする、請求項 15 に記載の石炭改質方法。

[請求項18] 前記乾留器が、外部から加熱ガスの供給を受ける間接加熱方式であり；

前記乾留器から排出された後の前記加熱ガスを、前記乾燥器へと供給する工程をさらに備える；

ことを特徴とする、請求項 15 に記載の石炭改質方法。

[請求項19] 前記石炭を前記乾燥器で乾燥させる工程で、前記乾燥器として流動層乾燥分級器を用いることで、前記石炭を乾燥させながら粗粒炭と微粉炭とに分級し；

前記微粉炭を前記燃焼器へと供給する工程をさらに備える；

ことを特徴とする、請求項 15 に記載の石炭改質方法。

[請求項20] 前記流動層乾燥分級器から排出される排ガスの少なくとも一部を、前記流動層乾燥分級器に前記熱源として供給される加熱ガスに混合する工程をさらに備える

ことを特徴とする、請求項 19 に記載の石炭改質方法。

[請求項21] 前記流動層乾燥分級器から得られる前記微粉炭の少なくとも一部を、前記乾留器へと供給する工程をさらに備える

ことを特徴とする、請求項 19 に記載の石炭改質方法。

[請求項22] 前記流動層乾燥分級器から得られる前記微粉炭の少なくとも一部を、単独で成形又は前記粗粒炭と共に成形した後に、前記乾留器へと供給する

ことを特徴とする、請求項 21 に記載の石炭改質方法。

[請求項23] 前記燃焼器に供給する前記微粉チャー及び前記乾留ガスのうちの前記乾留ガスの代わりに、外部燃料を用いる

ことを特徴とする、請求項 15 に記載の石炭改質方法。

[請求項24] 石炭を乾燥させる乾燥器と；

乾燥後の前記石炭を乾留して、乾留ガス及びチャーに改質する乾留器と；

前記チャーを冷却しながら分級して前記チャーより微粉チャーを分離する流動層冷却分級器と；

前記微粉チャーと、前記乾留ガスの少なくとも一部と、が供給され

、前記乾留ガス及び前記微粉チャーを燃焼させることで得られる熱を、前記乾燥器又は前記乾留器の少なくとも何れか一方に熱源として供給する燃焼器と；

を備える

ことを特徴とする、石炭改質装置。

[請求項25] 前記乾燥器又は前記流動層冷却分級器の少なくとも何れか一方から排出される排ガスが、冷却ガスとして前記流動層冷却分級器に供給される

ことを特徴とする、請求項24に記載の石炭改質装置。

[請求項26] 前記乾燥器から排出される排ガスの少なくとも一部が、前記燃焼器から前記乾燥器及び前記乾留器の少なくとも何れか一方に前記熱源として供給される燃焼ガスに混合される

ことを特徴とする、請求項24に記載の石炭改質装置。

[請求項27] 前記乾留器が、外部からの加熱ガスの供給を受ける間接加熱方式であり；

前記乾留器から排出された前記加熱ガスが、前記乾燥器へと供給される；

ことを特徴とする、請求項24に記載の石炭改質装置。

[請求項28] 前記乾燥器は、前記石炭を乾燥させながら粗粒炭と微粉炭とに分級する流動層乾燥分級器であり；

前記微粉炭が前記燃焼器へと供給される；

ことを特徴とする、請求項24に記載の石炭改質装置。

[請求項29] 前記流動層乾燥分級器から排出される排ガスの少なくとも一部が、前記流動層乾燥分級器に前記熱源として供給される加熱ガスに混合される；

ことを特徴とする、請求項28に記載の石炭改質装置。

[請求項30] 前記流動層乾燥分級器から得られる前記微粉炭の少なくとも一部が、前記乾留器へと供給される

ことを特徴とする、請求項 28 に記載の石炭改質装置。

[請求項31] 前記微粉炭を単独で成形、又は前記粗粒炭と共に成形する成形機を更に備え；

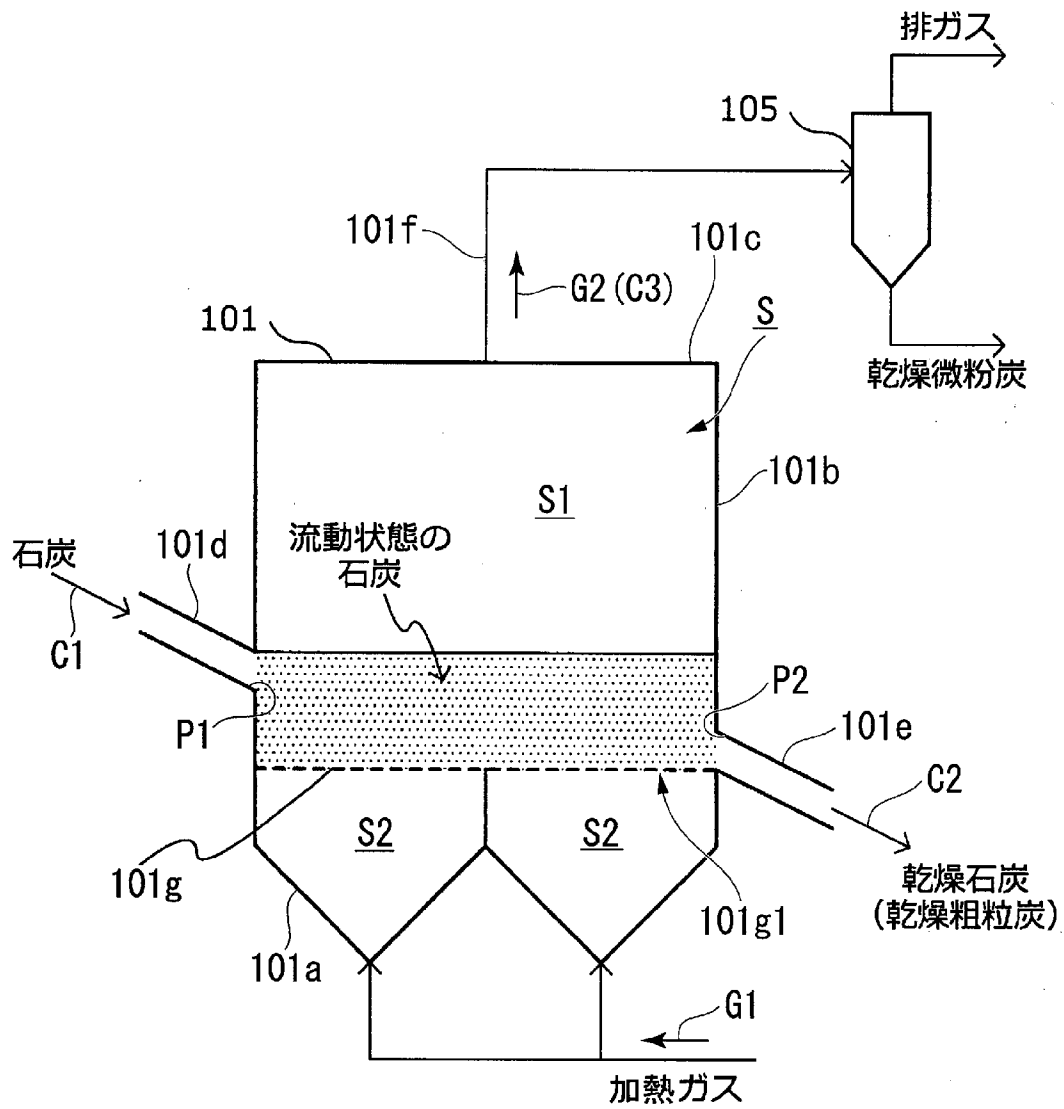
前記流動層乾燥分級器から得られる前記微粉炭の少なくとも一部が、前記成形機により、単独で成形、又は前記粗粒炭と共に成形された後に、前記乾留器へと供給される；

ことを特徴とする、請求項 30 に記載の石炭改質装置。

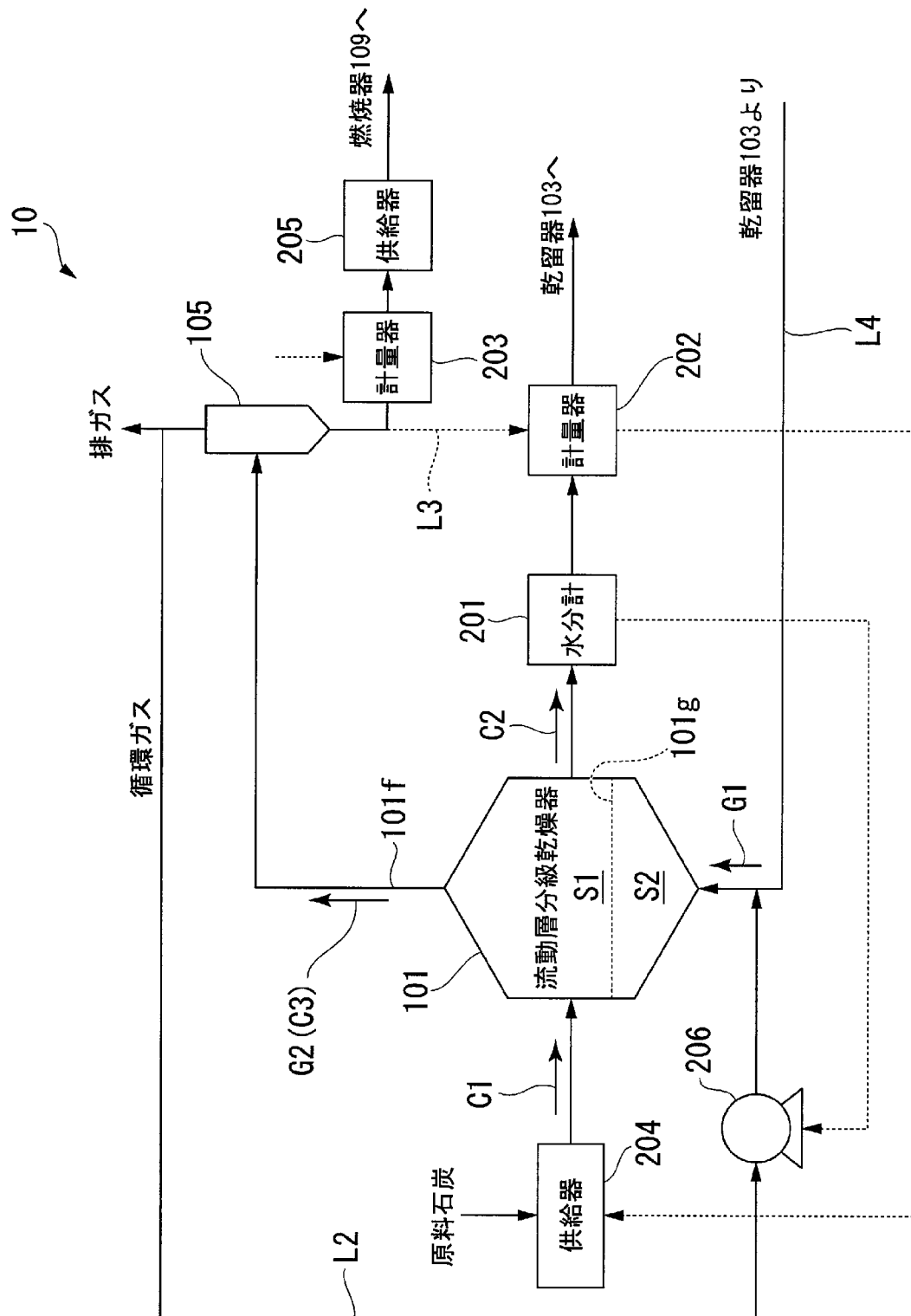
[請求項32] 前記燃焼器に供給する前記微粉チャー及び前記乾留ガスのうちの前記乾留ガスの代わりに、外部燃料を用いる

ことを特徴とする、請求項 24 に記載の石炭改質装置。

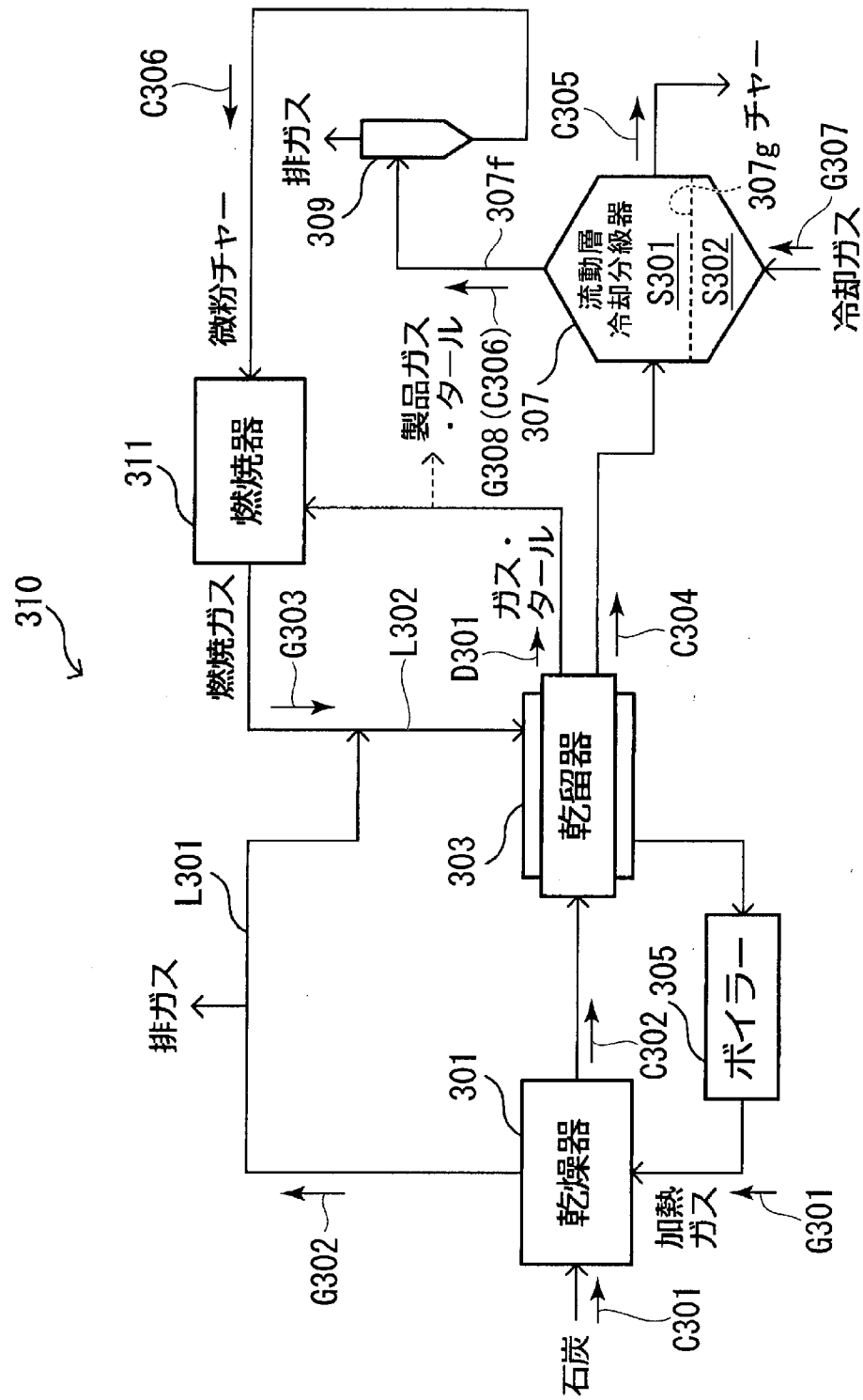
[図2]



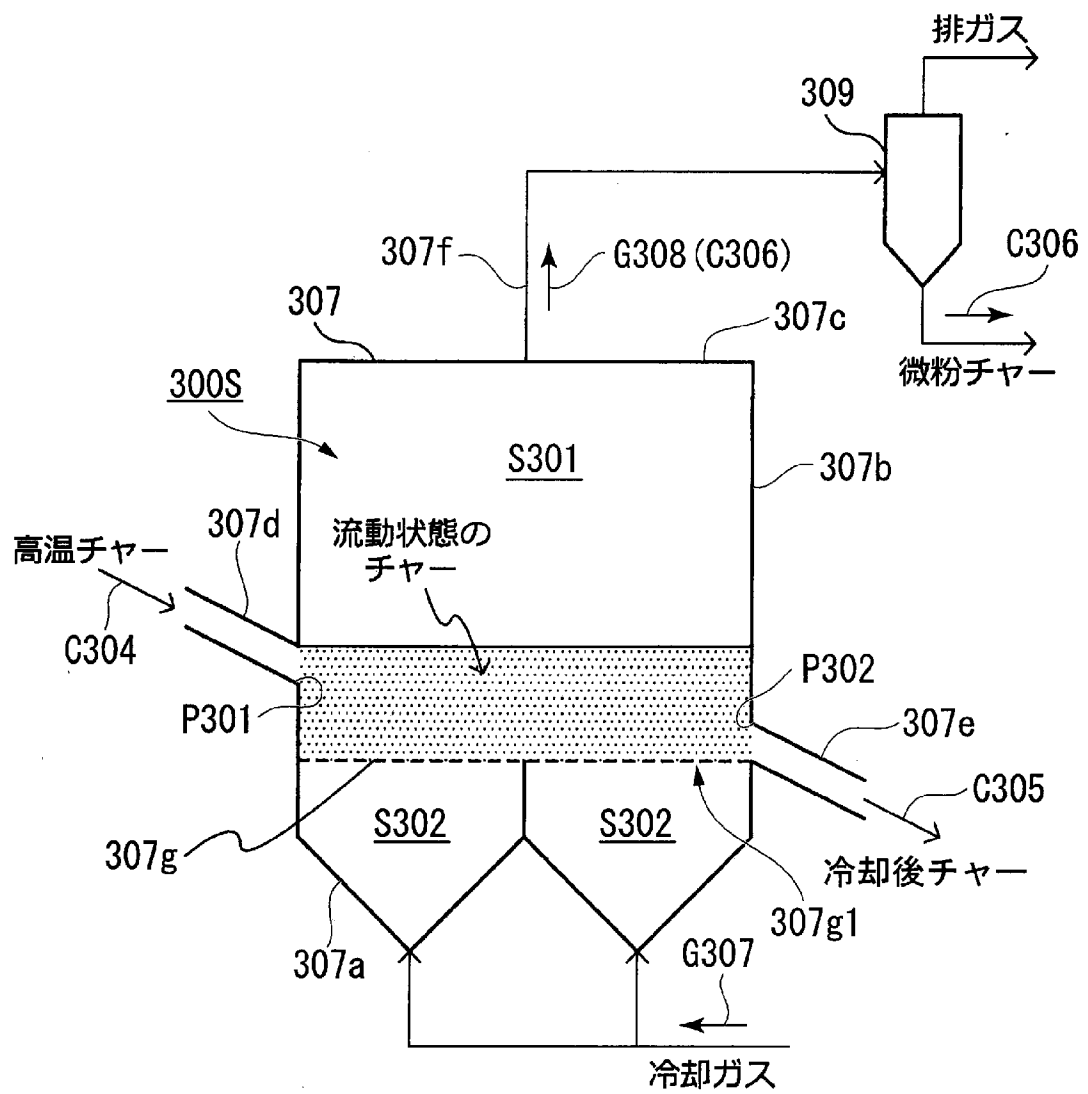
[図3]



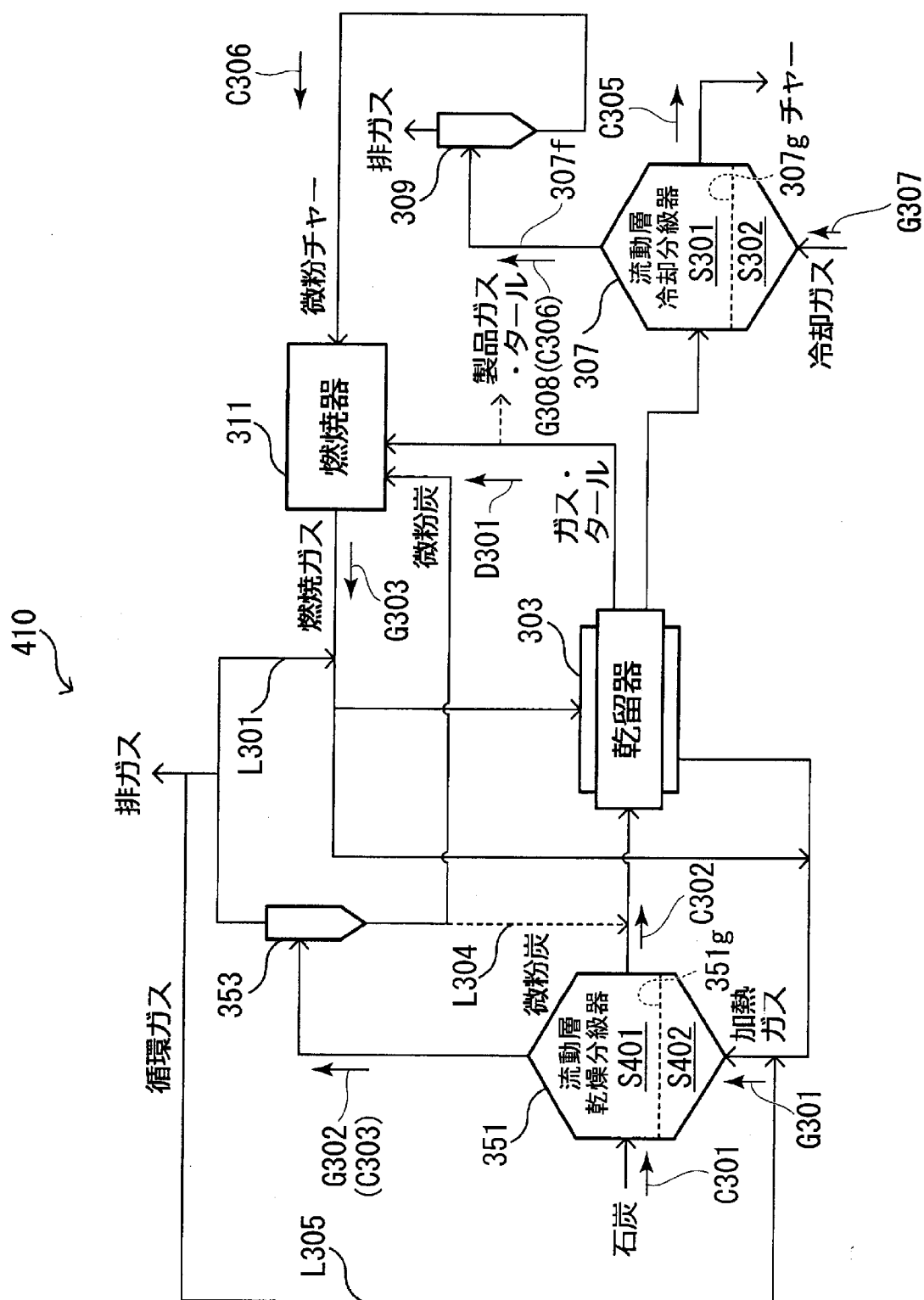
[図4]



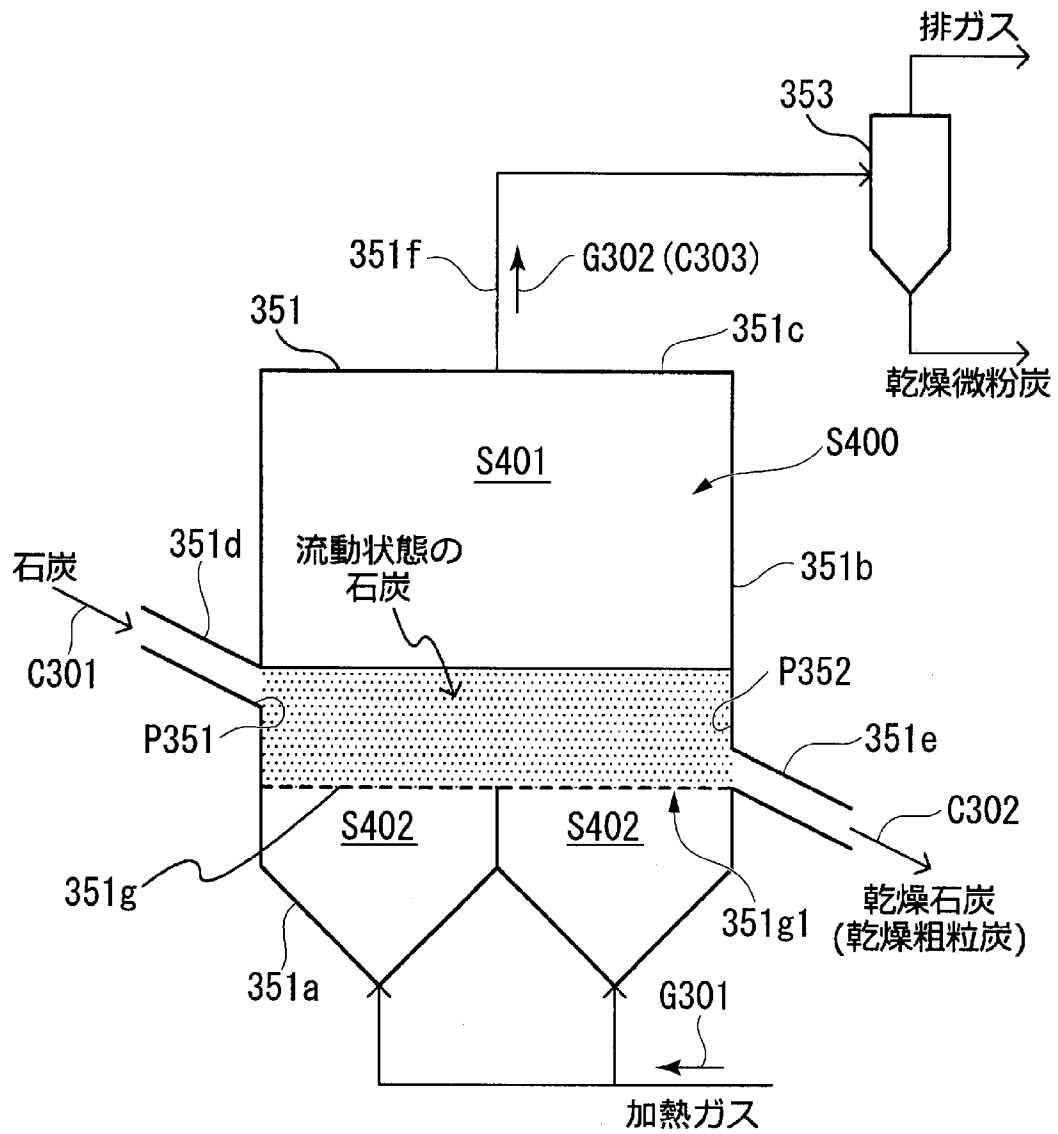
[図5]



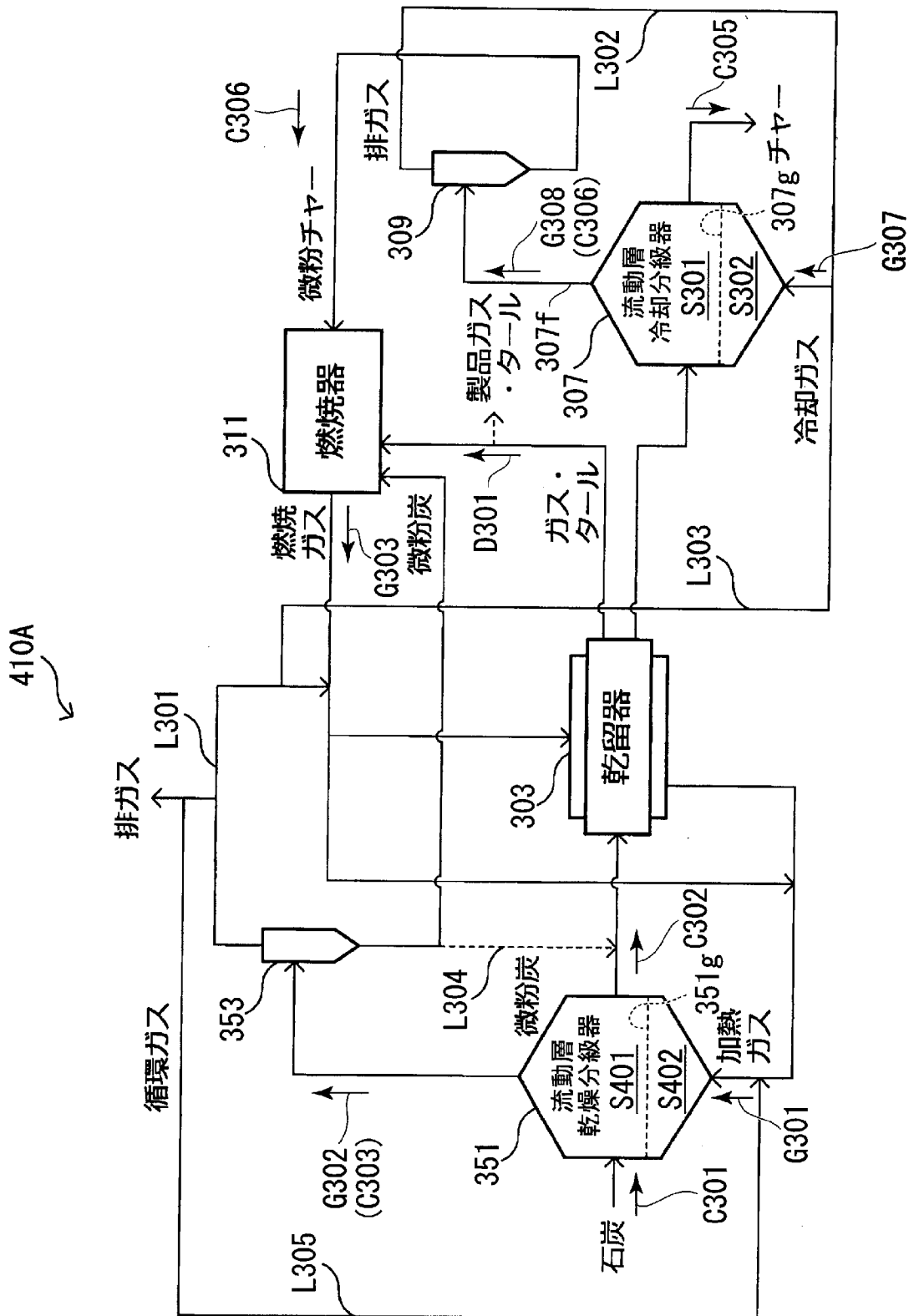
[図7]



[図8]



[図9]



INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2013/069671

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

C10L9/08(2006.01)i, C10B53/00(2006.01)i, C10B57/08(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, C10B53/00, C10B57/08, C10B57/10

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	1996-2013
Kokai Jitsuyo Shinan Koho	1971-2013	Toroku Jitsuyo Shinan Koho	1994-2013

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 2008-138021 A (Nippon Steel Corp.), 19 June 2008 (19.06.2008), entire text (Family: none)	1-32
A	JP 11-181443 A (Mitsubishi Chemical Corp.), 06 July 1999 (06.07.1999), entire text (Family: none)	1-32
A	JP 10-287882 A (Nippon Steel Chemical Co., Ltd.), 27 October 1998 (27.10.1998), entire text (Family: none)	1-32

☒ 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
15 October, 2013 (15.10.13)

Date of mailing of the international search report
22 October, 2013 (22.10.13)

Name and mailing address of the ISA/
Japanese Patent Office

Authorized officer

Facsimile No.

Telephone No.

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2013/069671

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 2005-36078 A (Nippon Steel Corp.), 10 February 2005 (10.02.2005), entire text (Family: none)	1-32
A	JP 5-65487 A (Nippon Steel Corp.), 19 March 1993 (19.03.1993), entire text (Family: none)	1-32

A. 発明の属する分野の分類（国際特許分類（I P C））

Int.Cl. C10L9/08(2006.01)i, C10B53/00(2006.01)i, C10B57/08(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（I P C））

Int.Cl. C10L9/08, C10B53/00, C10B57/08, C10B57/10

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 3 年
日本国実用新案登録公報	1 9 9 6 - 2 0 1 3 年
日本国登録実用新案公報	1 9 9 4 - 2 0 1 3 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 2008-138021 A（新日本製鐵株式会社）2008.06.19, 全文 （ファミリーなし）	1-32
A	JP 11-181443 A（三菱化学株式会社）1999.07.06, 全文 （ファミリーなし）	1-32
A	JP 10-287882 A（新日鐵化学株式会社）1998.10.27, 全文 （ファミリーなし）	1-32

☒ 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

1 5 . 1 0 . 2 0 1 3

国際調査報告の発送日

2 2 . 1 0 . 2 0 1 3

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）

藤代 亮

4 V

3 8 5 0

電話番号 0 3 - 3 5 8 1 - 1 1 0 1 内線 3 4 8 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
A	JP 2005-36078 A (新日本製鐵株式会社) 2005.02.10, 全文 (ファミリーなし)	1-32
A	JP 5-65487 A (新日本製鐵株式会社) 1993.03.19, 全文 (ファミリーなし)	1-32