(19)日本国特許庁(JP)　(12)公開特許公報(A)　(11)特許出願公開番号
特開2012-111804
(P2012-111804A)
(43)公開日　平成24年6月14日(2012.6.14)

(51)Int.Cl.			F I			テーマコード（参考）
C10J	3/46	(2006.01)	C10J	3/46	F	
C10J	3/50	(2006.01)	C10J	3/50		

審査請求 未請求　請求項の数 10　ＯＬ　（全 16 頁）

(21)出願番号　特願2010-259654 (P2010-259654)
(22)出願日　平成22年11月22日 (2010.11.22)

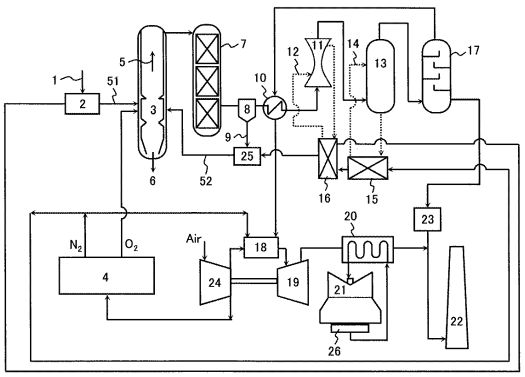
(71)出願人　000005441
バブコック日立株式会社
東京都千代田区外神田四丁目１４番１号
(74)代理人　110000350
ポレール特許業務法人
(72)発明者　石賀　琢也
茨城県日立市大みか町七丁目２番１号　株式会社日立製作所エネルギー・環境システム研究所内
(72)発明者　木曽　文彦
茨城県日立市大みか町七丁目２番１号　株式会社日立製作所エネルギー・環境システム研究所内

最終頁に続く

(54)【発明の名称】ガス化発電プラントの石炭ガス化石炭搬送システム

(57)【要約】　（修正有）
【課題】ガス化炉で発生する生成ガスの処理過程において生じる廃熱を石炭搬送の不活性ガスの予熱に有効利用して搬送ガス流量を削減し、プラント効率の向上を可能にした石炭ガス化発電プラントの石炭搬送システムを提供する。
【解決手段】石炭ホッパ２から石炭１をガス化炉３に不活性ガスを用いて気流搬送する石炭搬送系統５１と、チャーホッパ２５からチャー９をガス化炉３に不活性ガスを用いて気流搬送するチャー搬送系統５２を備えた石炭ガス化発電プラントの石炭搬送システムにおいて、ガス化炉３で生成した生成ガス５の処理系統で発生する熱源を用いて石炭搬送系統５１及びチャー搬送系統５２のうち、少なくとも石炭搬送系統５１を通じて石炭１の気流搬送を行う不活性ガスを予熱する不活性ガスの予熱手段を設置した。
【選択図】図１

図 1



【特許請求の範囲】
【請求項１】
石炭を貯蔵する石炭ホッパと、石炭をガス化するガス化炉と、ガス化炉で石炭をガス化する際に生じたチャーを貯蔵するチャーホッパと、前記ガス化炉で石炭をガス化した生成ガスを燃焼して駆動するガスタービン装置と、前記石炭ホッパから石炭を前記ガス化炉に不活性ガスを用いて気流搬送する石炭搬送系統と、前記チャーホッパからチャーを前記ガス化炉に不活性ガスを用いて気流搬送するチャー搬送系統を備えた石炭ガス化発電プラントの石炭搬送システムにおいて、
前記ガス化炉で生成した生成ガスの処理系統で発生する熱源を用いて前記石炭搬送系統及びチャー搬送系統のうち、少なくとも前記石炭搬送系統を通じて石炭の気流搬送を行う不活性ガスを予熱する不活性ガスの予熱手段を設置したことを特徴とする石炭ガス化発電プラントの石炭搬送システム。
【請求項２】
請求項１に記載の石炭ガス化発電プラントの石炭搬送システムにおいて、
不活性ガスの予熱する前記予熱手段は、前記ガス化炉で生成した生成ガスの処理系統で発生する熱源を用いて前記石炭搬送系統を通じて石炭の気流搬送を行う不活性ガス及び前記チャー搬送系統を通じてチャーの気流搬送を行う不活性ガスの双方をそれぞれ予熱するように構成したことを特徴とする石炭ガス化発電プラントの石炭搬送システム。
【請求項３】
石炭を貯蔵する石炭ホッパと、石炭をガス化するガス化炉と、ガス化炉で石炭をガス化する際に生じたチャーを貯蔵するチャーホッパと、前記ガス化炉で石炭をガス化した生成ガスを燃焼して駆動するガスタービン装置と、前記石炭ホッパから石炭を前記ガス化炉に不活性ガスを用いて気流搬送する石炭搬送系統と、前記チャーホッパからチャーを前記ガス化炉に不活性ガスを用いて気流搬送するチャー搬送系統を備えた石炭ガス化発電プラントの石炭搬送システムにおいて、
前記ガス化炉で生成した生成ガスの処理系統を構成する生成ガスを冷却するベンチュリ及び水洗塔で発生する高温水のうち、少なくとも前記水洗塔で発生する高温水を熱源として用いて前記石炭搬送系統を通じて石炭の気流搬送を行う不活性ガス及び前記チャー搬送系統を通じてチャーの気流搬送を行う不活性ガスの双方をそれぞれ予熱する熱交換装置を設置したことを特徴とする石炭ガス化発電プラントの石炭搬送システム。
【請求項４】
請求項３に記載の石炭ガス化発電プラントの石炭搬送システムにおいて、
不活性ガスを予熱する前記熱交換装置は、前記水洗塔で発生する高温水を熱源とする第１の熱交換装置、及び前記ベンチュリで発生する高温水を熱源とする第２の熱交換装置から構成されていることを特徴とする石炭ガス化発電プラントの石炭搬送システム。
【請求項５】
石炭を貯蔵する石炭ホッパと、石炭をガス化するガス化炉と、ガス化炉で石炭をガス化する際に生じたチャーを貯蔵するチャーホッパと、前記ガス化炉で生成した生成ガスの脱硫装置を備えた生成ガスの処理系統と、
前記ガス化炉で石炭をガス化した生成ガスを燃焼して駆動するガスタービン装置と、前記石炭ホッパから石炭を前記ガス化炉に不活性ガスを用いて気流搬送する石炭搬送系統と、前記チャーホッパからチャーを前記ガス化炉に不活性ガスを用いて気流搬送するチャー搬送系統を備えた石炭ガス化発電プラントの石炭搬送システムにおいて、
前記脱硫装置による脱硫後の生成ガスをシフト反応させるシフト反応器と、前記シフト反応器でシフト反応させた生成ガスをCO_2吸収液を気液接触させるCO_2吸収塔と、前記CO_2吸収液を加熱してCO_2を分離して回収するCO_2再生塔を備えたCO_2回収設備を備え、
前記CO_2再生塔からCO_2吸収液の一部を抜き出して蒸気で加熱して該CO_2再生塔に再投入するCO_2吸収液の循環系統を備え、このCO_2吸収液を加熱する蒸気を熱源として利用して前記石炭搬送系統を通じて石炭の気流搬送を行う不活性ガスを予熱する熱交

換装置を設置したことを特徴とする石炭ガス化発電プラントの石炭搬送システム。
【請求項６】
請求項１又は請求項３に記載の石炭ガス化発電プラントの石炭搬送システムにおいて、
前記不活性ガスの予熱手段又は不活性ガスを予熱する熱交換装置で予熱した不活性ガスを、ガス化炉で生じたチャーを前記チャーホッパからチャー搬送系統を通じてガス化炉に再投入するチャーの気流搬送を行う不活性ガスとしても供給するように構成したことを特徴とする石炭ガス化発電プラントの石炭搬送システム。
【請求項７】
石炭を貯蔵する石炭ホッパと、石炭をガス化するガス化炉と、ガス化炉で石炭をガス化する際に生じたチャーを貯蔵するチャーホッパと、前記ガス化炉で石炭をガス化した生成ガスを燃焼して駆動するガスタービン装置と、前記石炭ホッパから石炭を前記ガス化炉に不活性ガスを用いて気流搬送する石炭搬送系統と、前記チャーホッパからチャーを前記ガス化炉に不活性ガスを用いて気流搬送するチャー搬送系統を備えた石炭ガス化発電プラントの石炭搬送システムにおいて、
前記ガス化炉で生成した生成ガスの処理系統を構成する生成ガスを冷却するベンチュリ及び水洗塔で発生する高温水を熱源として用いて前記石炭搬送系統を通じて石炭の気流搬送を行う不活性ガスを予熱する第１の熱交換装置、及び前記チャー搬送系統を通じてチャーの気流搬送を行う不活性ガスを予熱する第２の熱交換装置をそれぞれ設置し、
前記石炭搬送系統及びチャー搬送系統に、前記第２の熱交換装置及び第２の熱交換装置によって予熱した不活性ガスと、前記石炭及びチャーを気流搬送する常温の不活性ガスとを供給する供給系統をそれぞれ配設したことを特徴とする石炭ガス化発電プラントの石炭搬送システム。
【請求項８】
請求項７に記載の石炭ガス化発電プラントの石炭搬送システムにおいて、
ガス化炉の炉内温度と、石炭搬送系統及びチャー搬送系統の不活性ガスの温度を計測する計測装置をそれぞれ備え、前記計測装置で計測したガス化炉の炉内温度と石炭搬送系統及びチャー搬送系統の不活性ガス温度の計測値に基づいて、予熱した不活性ガスと常温の不活性ガスの流量をそれぞれ調節する制御装置を備えたことを特徴とする石炭ガス化発電プラントの石炭搬送システム。
【請求項９】
請求項７に記載の石炭ガス化発電プラントの石炭搬送システムにおいて、
石炭ホッパの下流側にロータリーバルブ及びエジェクタを順に備え、常温の不活性ガスは前記石炭ホッパに、予熱した不活性ガスは前記エジェクタに、それぞれ供給するように構成したことを特徴とする石炭ガス化発電プラントの石炭搬送システム。
【請求項１０】
請求項７に記載の石炭ガス化発電プラントの石炭搬送システムにおいて、
前記石炭ホッパには、ガス化炉３に石炭を気流搬送する搬送窒素を供給する石炭搬送配管が直接配設されていることを特徴とする石炭ガス化発電プラントの石炭搬送システム。
【発明の詳細な説明】
【技術分野】
【０００１】
本発明は、石炭等の固体燃料を用いたガス化炉を備えたガス化発電プラントの石炭ガス化石炭搬送システムに関する。
【背景技術】
【０００２】
公知例の特開平５－３２９７７号公報には、石炭の搬送ガス、ホッパの加圧及び石炭流動化用に常温の窒素を用い、ホッパからロータリーバルブを介してガス化炉に石炭を定量搬送する石炭搬送方法が記載されている。
【０００３】
また、公知例の特開２０００－１１９６６６号公報には、ホッパとガス化炉に圧力差を

つけることで、ホッパとガス化炉の搬送管の固／気比を高めて、常温の搬送ガスを用いる石炭搬送方法が記載されている。

【先行技術文献】

【特許文献】

【０００４】

【特許文献１】特開平５－３２９７７号公報（第１図）

【特許文献２】特開２０００－１１９６６６号公報（第１図）

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

【０００５】

しかしながら、前記特開平５－３２９７７号公報及び特開２０００－１１９６６６号公報に記載された石炭ガス化石炭搬送システムにおいては、下記の課題がある。

【０００６】

課題の一つ目は、１００～２００℃程度の水又は蒸気の廃熱の有効利用促進である。前記特開平５－３２９７７号公報及び特開２０００－１１９６６６号公報に記載された石炭ガス化複合発電プラントでは、ガス化炉で発生する生成ガスの冷却過程において１００～２００℃程度の水又は蒸気の廃熱は有効利用されずに、そのまま系外に排出されており、プラント効率の低下を招いていることである。

【０００７】

また、化学吸収方式のCO_2回収設備を追設した場合、上記の廃熱がさらに増加する。CO_2の再生塔では、CO_2吸収液の一部を蒸気等で１００℃以上に再加熱・再循環させるプロセスが必要となるが、ここで発生する１００℃以上の蒸気が、そのまま廃熱となって系外に排出されている。

【０００８】

課題の二つ目は、ガス化複合発電プラントの石炭ガス化石炭搬送システムにおいて、石炭をガス化炉に搬送する不活性ガスの流量が多く、プラント効率の低下を招いていることである。

【０００９】

本発明の目的は、ガス化炉で発生する生成ガスの処理過程において生じる廃熱を石炭搬送の不活性ガスの予熱に有効利用して搬送ガス流量を削減し、プラント効率の向上を可能にしたガス化発電プラントの石炭ガス化石炭搬送システムを提供することにある。

【課題を解決するための手段】

【００１０】

本発明の石炭ガス化発電プラントの石炭搬送システムは、石炭を貯蔵する石炭ホッパと、石炭をガス化するガス化炉と、ガス化炉で石炭をガス化する際に生じたチャーを貯蔵するチャーホッパと、前記ガス化炉で石炭をガス化した生成ガスを燃焼して駆動するガスタービン装置と、前記石炭ホッパから石炭を前記ガス化炉に不活性ガスを用いて気流搬送する石炭搬送系統と、前記チャーホッパからチャーを前記ガス化炉に不活性ガスを用いて気流搬送するチャー搬送系統を備えた石炭ガス化発電プラントの石炭搬送システムにおいて、前記ガス化炉で生成した生成ガスの処理系統で発生する熱源を用いて前記石炭搬送系統及びチャー搬送系統のうち、少なくとも前記石炭搬送系統を通じて石炭の気流搬送を行う不活性ガスを予熱する不活性ガスの予熱手段を設置したことを特徴とする。

【００１１】

また、本発明の石炭ガス化発電プラントの石炭搬送システムは、石炭を貯蔵する石炭ホッパと、石炭をガス化するガス化炉と、ガス化炉で石炭をガス化する際に生じたチャーを貯蔵するチャーホッパと、前記ガス化炉で石炭をガス化した生成ガスを燃焼して駆動するガスタービン装置と、前記石炭ホッパから石炭を前記ガス化炉に不活性ガスを用いて気流搬送する石炭搬送系統と、前記チャーホッパからチャーを前記ガス化炉に不活性ガスを用いて気流搬送するチャー搬送系統を備えた石炭ガス化発電プラントの石炭搬送システムにおいて、前記ガス化炉で生成した生成ガスの処理系統を構成する生成ガスを冷却するベン

チュリ及び水洗塔で発生する高温水のうち、少なくとも前記水洗塔で発生する高温水を熱源として用いて前記石炭搬送系統を通じて石炭の気流搬送を行う不活性ガス及び前記チャー搬送系統を通じてチャーの気流搬送を行う不活性ガスの双方をそれぞれ予熱する熱交換装置を設置したことを特徴とする。

【００１２】

また、本発明の石炭ガス化発電プラントの石炭搬送システムは、石炭を貯蔵する石炭ホッパと、石炭をガス化するガス化炉と、ガス化炉で石炭をガス化する際に生じたチャーを貯蔵するチャーホッパと、前記ガス化炉で生成した生成ガスの脱硫装置を備えた生成ガスの処理系統と、前記ガス化炉で石炭をガス化した生成ガスを燃焼して駆動するガスタービン装置と、前記石炭ホッパから石炭を前記ガス化炉に不活性ガスを用いて気流搬送する石炭搬送系統と、前記チャーホッパからチャーを前記ガス化炉に不活性ガスを用いて気流搬送するチャー搬送系統を備えた石炭ガス化発電プラントの石炭搬送システムにおいて、前記脱硫装置による脱硫後の生成ガスをシフト反応させるシフト反応器と、前記シフト反応器でシフト反応させた生成ガスをCO_2吸収液を気液接触させるCO_2吸収塔と、前記CO_2吸収液を加熱してCO_2を分離して回収するCO_2再生塔を備えたCO_2回収設備を備え、前記CO_2再生塔からCO_2吸収液の一部を抜き出して蒸気で加熱して該CO_2再生塔に再投入するCO_2吸収液の循環系統を備え、このCO_2吸収液を加熱する蒸気を熱源として利用して前記石炭搬送系統を通じて石炭の気流搬送を行う不活性ガスを予熱する熱交換装置を設置したことを特徴とする。

【００１３】

また、本発明の石炭ガス化発電プラントの石炭搬送システムは、石炭を貯蔵する石炭ホッパと、石炭をガス化するガス化炉と、ガス化炉で石炭をガス化する際に生じたチャーを貯蔵するチャーホッパと、前記ガス化炉で石炭をガス化した生成ガスを燃焼して駆動するガスタービン装置と、前記石炭ホッパから石炭を前記ガス化炉に不活性ガスを用いて気流搬送する石炭搬送系統と、前記チャーホッパからチャーを前記ガス化炉に不活性ガスを用いて気流搬送するチャー搬送系統を備えた石炭ガス化発電プラントの石炭搬送システムにおいて、前記ガス化炉で生成した生成ガスの処理系統を構成する生成ガスを冷却するベンチュリ及び水洗塔で発生する高温水を熱源として用いて前記石炭搬送系統を通じて石炭の気流搬送を行う不活性ガスを予熱する第１の熱交換装置、及び前記チャー搬送系統を通じてチャーの気流搬送を行う不活性ガスを予熱する第２の熱交換装置をそれぞれ設置し、前記石炭搬送系統及びチャー搬送系統に、前記第２の熱交換装置及び第２の熱交換装置によって予熱した不活性ガスを供給する供給系統と、前記石炭及びチャーを気流搬送する常温の不活性ガスを供給する供給系統をそれぞれ配設したことを特徴とする。

【発明の効果】

【００１４】

本発明によれば、ガス化炉で発生する生成ガスの処理過程において生じる廃熱を石炭搬送の不活性ガスの予熱に有効利用して搬送ガス流量を削減し、プラント効率の向上を可能にしたガス化発電プラントの石炭ガス化石炭搬送システムが実現できる。

【図面の簡単な説明】

【００１５】

【図１】本発明の第１実施例である石炭ガス化発電プラントを示す概略構成図。

【図２】本発明の第２実施例である石炭ガス化発電プラントを示す概略構成図。

【図３】本発明の第３実施例である石炭ガス化発電プラントを示す概略構成図。

【図４】本発明の第４実施例である石炭ガス化発電プラントを示す概略構成図。

【図５】第１実施例乃至第４実施例の石炭ガス化複合発電プラントに用いる石炭供給系統の詳細構成を示す一例。

【図６】第１実施例乃至第４実施例の石炭ガス化複合発電プラントに用いる石炭供給系統の詳細構成を示す他の一例。

【発明を実施するための形態】

【００１６】

本発明の実施例であるガス化発電プラントの石炭搬送システムについて、図面を用いて以下に説明する。

【実施例１】

【００１７】

本発明の第１実施例であるガス化発電プラントの石炭搬送システムは、図１に示すように、ガス化複合発電プラントのガス化炉３で発生した生成ガス５の冷却過程で発生する高温水を熱源とし、石炭及びチャー搬送の不活性ガスを予熱する熱交換器１５、１６を備えた石炭搬送システムを開示している。

【００１８】

図１に示した本実施例の石炭ガス化発電プラントでは、ガス化炉３で発生した生成ガス５を冷却するベンチュリ１１、及び水洗塔１３で発生する高温水を熱源とし、石炭１及びチャー９を搬送する不活性ガスを予熱する熱交換器１５、１６を備えた、石炭ガス化複合発電プラントのプロセスフローを示している。

【００１９】

石炭１は石炭ホッパ２に貯蔵されており、不活性ガスによる気流搬送によって該石炭１はガス化炉３に供給される。ここで不活性ガスは、空気分離器４で製造した窒素N_2を用いている。

【００２０】

前記ガス化炉３において、石炭１は空気分離器４で製造されて該ガス化炉３に供給された酸素O_2とガス化する。そして石炭１中の可燃分はＣＯやH_2を主成分とする高温の生成ガス５に、石炭１中の灰分は溶融してスラグ６となる。

【００２１】

ガス化炉３で発生した生成ガス５は、生成ガスの処理系統を構成するガス化炉３の下流側に設置された熱回収部７で約３５０℃に冷却され、更に熱回収部７の下流側に設置された生成ガスの処理系統を構成する脱塵装置８で生成ガス５中のチャー９が分離されてチャーホッパ２５に排出され、更に脱塵装置８の下流側に設置された生成ガスの処理系統を構成する熱交換器１０で約３００℃に冷却される。

【００２２】

次に、前記熱交換器１０を経た生成ガス５は、該熱交換器１０の下流側に設置された生成ガスの処理系統を構成するベンチュリ１１及び水洗塔１３において、常温の冷却水との気液接触により、それぞれ約２００℃、約１００℃に冷却される。

【００２３】

前記ベンチュリ１１及び水洗塔１３で冷却された生成ガス５は、該水洗塔１３の下流側に設置された生成ガスの処理系統を構成する脱硫装置１７で脱硫された後に上記熱交換器１０によって再加熱され、加熱された生成ガス５がガスタービン装置の燃焼器１８に燃料として供給されて燃焼し、ガスタービン装置を駆動する。

【００２４】

ガスタービン装置を構成するコンプレッサ２４は、空気を加圧して前記燃焼器１８に供給すると共に、空気分離器４にも加圧した空気を供給するように構成している。

【００２５】

そして燃焼器１８で生成ガス５を燃焼して生じた燃焼排ガスは、発電機（図示せず）に連結されたガスタービン１９を駆動し、該ガスタービン１９を流下した排ガスをボイラ２０に導いて、排ガスの廃熱をボイラ２０で回収して蒸気を発生させ、この発生した蒸気を蒸気タービン２１に供給して発電機（図示せず）に連結された前記蒸気タービン２１を駆動する。

【００２６】

ここで、生成ガスの処理系統を構成する上記ベンチュリ１１にて冷却水１２は約２００℃、水洗塔１３にて冷却水１４は約１００℃にそれぞれ加熱されており、これらの冷却水１２及び冷却水１４を再循環するためには、常温（３５℃）に冷却する必要がある。

【００２７】

そこで、ベンチュリ１１と水洗塔１３において、常温の冷却水との気液接触により、それぞれ約２００℃、約１００℃に冷却された１００～２００℃の冷却水１２、１４を熱源として利用して、石炭１をガス化炉３に搬送する搬送窒素を予熱する低温熱交換器１５及び、該低温熱交換器１５によって予熱された搬送窒素を更に高温に予熱する高温熱交換器１６をそれぞれ設置し、これらの低温熱交換器１５及び高温熱交換器１６によって予熱した搬送窒素を前記石炭ホッパ２を経由してガス化炉３に供給する石炭搬送系統５１を配設している。

【００２８】

上記の構成によって石炭１をガス化炉３に搬送する搬送窒素は、約１００℃の水洗塔１３の冷却水１４を熱源とする低温熱交換器１５によって最大１００℃に予熱され、更に約２００℃のベンチュリ１１の冷却水１２を熱源とする高温熱交換器１６によって最大２００℃に予熱されて前記石炭搬送系統５１を通じて供給される。

【００２９】

以上説明したように、本実施例のガス化複合発電プラントの石炭ガス化石炭搬送システムにおいて、石炭１を搬送する搬送窒素を２００℃に予熱できれば、常温（３５℃）の窒素を石炭の搬送に使用する場合と比較して、搬送窒素の流量を約３５％削減できる。これは、石炭１の搬送窒素流速を一定とするため、（１）式が成り立つことによる。尚、（１）式の温度はケルビン表示している。

【００３０】

１００×（１－（２７３＋３５）／（２７３＋２００））　３５％　・・・（１）

また、チャー９をチャーホッパ２５からガス化炉３に再投入する場合に使用するチャー９の搬送窒素も、上記したように、低温熱交換器１５及び高温熱交換器１６から予熱した搬送窒素を前記チャーホッパ２５を経由してガス化炉３に供給するチャー搬送系統５２が配設されている。

【００３１】

よって、チャー９の搬送窒素としても、約１００℃の水洗塔１３の冷却水１４を熱源とする低温熱交換器１５によって最大１００℃に予熱され、更に約２００℃のベンチュリ１１の冷却水１２を熱源とする高温熱交換器１６によって最大２００℃に予熱される予熱窒素を用いることで、石炭１の搬送窒素の場合と同様に、搬送窒素の流量を削減できる。

【００３２】

上記した本実施例の石炭ガス化複合発電プラントの石炭搬送システムによれば、ガス化炉で発生する生成ガスの冷却過程において生じる１００～２００℃の高温水の廃熱を有効利用できる。

【００３３】

更に、石炭１の搬送窒素量を削減できることにより、生成ガス５中の窒素量も削減され、精製ガス５中の窒素ガスの顕熱ロスを削減できるためプラントの廃熱を削減でき、この結果、プラント効率の向上を図ることが可能となる。

この結果、本実施例の石炭ガス化複合発電プラントの石炭ガス化石炭搬送システムにおいては、これまで利用されなかった１００～２００℃の水又は蒸気の廃熱を有効利用でできる。

【００３４】

また、石炭搬送の不活性ガスを最大２００℃に予熱することで、石炭搬送流速を一定とした場合の搬送ガス流量は、常温のガスを用いた場合よりも約３５％削減できる。これにより、排ガス中に含まれる不活性ガスの顕熱を削減できるため、発電プラントの廃熱をさらに削減できる。

【００３５】

さらに、予熱しない常温の不活性ガス供給系も備えることで、搬送ガスの温度調整が可能となる。搬送ガスの温度調整は、ガス化炉に投入する石炭粒子の温度を調整することとなり、ガス化炉内の火炎温度の調整手段となる。

【００３６】

本実施例によれば、ガス化炉で発生する生成ガスの処理過程において生じる水又は蒸気の廃熱を石炭搬送の不活性ガスの予熱に有効利用して搬送ガス流量を削減し、プラント効率の向上を可能にしたガス化発電プラントの石炭搬送システムが実現できる。

【実施例２】

【００３７】

次に本発明の第２実施例である石炭ガス化発電プラントの石炭搬送システムについて図２を用いて説明する。

【００３８】

第２実施例の石炭ガス化発電プラントの石炭搬送システムは、図１に示した第１実施例である石炭ガス化複合発電プラントの石炭搬送システムと基本的な構成は同じであるので、両者に共通した構成の説明は省略し、相違する部分だけを以下に説明する。

【００３９】

図２に示した本実施例である石炭ガス化複合発電プラントの石炭搬送システムにおいては、生成ガス中のCO_2をCO_2吸収液を用いて吸収・再生方式で化学回収するCO_2回収設備を備えており、第１実施例の熱交換器１５、１６の代わりに、CO_2再生塔３０でCO_2吸収液の一部を加熱する蒸気の廃熱を熱源とし、石炭及びチャー搬送の不活性ガスを予熱する熱交換器３６を備えた、石炭ガス化複合発電プラントを開示している。

【００４０】

図２に示した本実施例の石炭ガス化複合発電プラントの石炭搬送システムでは、石炭１は石炭ホッパ２に貯蔵されており、不活性ガスによる気流搬送によって該石炭１はガス化炉３に供給される。ここでも不活性ガスは、空気分離器４で製造した窒素N_2を用いている。

【００４１】

前記ガス化炉３において、石炭１は空気分離器４で製造されて該ガス化炉３に供給された酸素O_2とガス化する。そして石炭１中の可燃分はＣＯやH_2を主成分とする高温の生成ガス５に、石炭１中の灰分は溶融してスラグ６となる。

【００４２】

ガス化炉３で発生した生成ガス５は、ガス化炉３の下流側に設置された熱回収部７で４００℃以下に冷却され、更に熱回収部７の下流側に設置された脱塵装置８で生成ガス５中のチャー９が分離されてチャーホッパ２５に排出される。

【００４３】

次に、脱塵装置８を経た生成ガス５は、脱塵装置８の下流側に設置されたベンチュリ１１と水洗塔１３において、常温の冷却水との気液接触により、約１００℃に冷却される。

【００４４】

前記ベンチュリ１１及び水洗塔１３で冷却された生成ガス５は、該水洗塔１３の下流側に設置された脱硫装置１７で脱硫された後に、該脱硫装置１７の下流側に設置された熱交換器１０及び加熱器２７によって再加熱されて、該加熱器２７の下流側に設置されたシフト反応器２８に投入される。

【００４５】

前記シフト反応器２８においては、生成ガス５に水蒸気が添加され、生成ガス５中のＣＯは、シフト反応によりCO_2となる。そして、前記シフト反応器２８では、シフト反応の反応熱によって、CO_2を多く含む生成ガス５は高温化する。

【００４６】

従って、CO_2を多く含む生成ガス５は、前記シフト反応器２８を経た後で熱交換器１０によって冷却された後に、CO_2吸収塔２９に投入される。

【００４７】

前記CO_2吸収塔２９においては、CO_2を多く含む生成ガス５は、該CO_2吸収塔２９のCO_2吸収液３１と接触することで、CO_2が分離・回収される。これにより、CO_2吸収塔２９を出た生成ガス５の可燃分は、H_2が中心となる。

【００４８】

前記CO_2吸収塔２９を出た生成ガス５は、ガスタービン装置の燃焼器１８に燃料として供給されて燃焼する。

【００４９】

そして前記燃焼器１８によって生成ガス５を燃焼して生じた燃焼排ガスは、ガスタービン１９を駆動し、該ガスタービン１９を流下した排ガスをボイラ２０に導いて、排ガスの廃熱をボイラ２０で回収して蒸気を発生させ、この発生した蒸気を蒸気タービン２１に供給して該蒸気タービン２１を駆動する。

【００５０】

CO_2吸収塔２９でCO_2を吸収したCO_2吸収液３１は、CO_2吸収塔２９とCO_2再生塔３０との間に設置されたCO_2吸収液の熱交換器３２及びCO_2吸収液の加熱器３３で１００℃以上に加熱されてCO_2再生塔３０に供給される。そしてCO_2再生塔３０でCO_2吸収液３１中のCO_2が分離・回収される。

【００５１】

前記CO_2再生塔３０において、CO_2吸収液３１の多くは、上記CO_2吸収液の熱交換器３２で冷却されてCO_2吸収塔２９に投入され、再度、生成ガス５中のCO_2を吸収する。

【００５２】

一方、一部のCO_2吸収液は、CO_2再生塔３０内の保温用として抽出され、CO_2吸収液の循環系統３４を循環して再生加熱用のCO_2吸収液となり、熱交換器３５で再加熱されて、CO_2再生塔３０に再び投入される。

【００５３】

CO_2吸収液の循環系統３４に設置した上記熱交換器３５で、再生加熱用のCO_2吸収液を加熱する熱源に、ボイラ２０で発生した蒸気の一部を用いる。即ち、ボイラ２０で加熱した蒸気の一部を、CO_2吸収液の加熱用蒸気３７として抜き出し、この加熱用蒸気３７を熱交換器３５にて再生加熱用のCO_2吸収液を加熱する熱源として用いている。

【００５４】

熱交換器３５に供給するCO_2吸収液の加熱用蒸気３７の温度は、２００～３００℃程度で十分であり、ボイラ２０で加熱中の蒸気を用いると良い。これは、再生加熱用のCO_2吸収液３４の加熱温度が、最大１５０℃程度のためである。

【００５５】

熱交換器３５を出たCO_2吸収液の加熱用蒸気３７の温度は、CO_2吸収液と同じ、最大１５０℃程度である。石炭ガス化複合発電プラントでは、１５０℃程度の蒸気は、一般に復水器２６に戻され、蒸気の熱は廃熱となる。

【００５６】

そこで、１５０℃程度のCO_2吸収液の加熱用蒸気３７を熱源として、搬送窒素予熱の熱交換器３６にて、石炭１及びチャー９の搬送窒素を予熱する。

【００５７】

石炭１及びチャー９の搬送窒素流量に対し、CO_2吸収液の加熱用蒸気３７の流量が多いこともあり、搬送窒素は１００℃以上への予熱が可能となる。これにより、搬送窒素の流量を削減できる。

【００５８】

上記した本実施例の石炭ガス化複合発電プラントの石炭搬送システムによれば、CO_2吸収液の加熱用蒸気３７である１５０℃程度の蒸気の廃熱を有効利用できる。また、石炭やチャーの搬送窒素量の削減し、生成ガス５中の窒素量も削減され、生成ガス５中の窒素ガスの顕熱ロスを削減できるため、プラントの廃熱を削減できる。

【００５９】

本実施例によれば、ガス化炉で発生する生成ガスの処理過程において生じる水又は蒸気の廃熱を石炭搬送の不活性ガスの予熱に有効利用して搬送ガス流量を削減し、プラント効率の向上を可能にしたガス化発電プラントの石炭搬送システムが実現できる。

【実施例３】

【００６０】
次に本発明の第３実施例である石炭ガス化発電プラントの石炭搬送システムについて図３を用いて説明する。
【００６１】
第３実施例の石炭ガス化複合発電プラントの石炭搬送システムは、図１に示した第１実施例の石炭ガス化複合発電プラントの石炭搬送システムと基本的な構成は同じであるので、両者に共通した構成の説明は省略し、相違する部分だけを以下に説明する。
【００６２】
図３に示した本実施例の石炭ガス化複合発電プラントの石炭搬送システムにおいては、第１実施例に記載の石炭搬送システムの石炭及びチャーを搬送する搬送ガスに、予熱した不活性ガスの窒素だけでなく、常温の不活性ガスの窒素の供給系統を備えた構成である。
【００６３】
図３に示した本実施例の石炭ガス化複合発電プラントの石炭搬送システムにおいて、まず、石炭１をガス化炉３に搬送する搬送窒素の石炭搬送系統５１について説明する。空気分離器４で製造された窒素から、低温熱交換器１５と高温熱交換器１６を経由して予熱した石炭搬送窒素３８と、低温熱交換器１５と高温熱交換器１６を経由しない常温の石炭搬送窒素３９を、それぞれ石炭ホッパ２に供給する。
【００６４】
ここで、予熱した石炭搬送窒素３８と常温の石炭搬送窒素３９の両者の流量を変えることで、混合後の窒素温度が可変となる。すなわち、石炭ホッパ２からガス化炉３までの石炭搬送系統５１を流れる石炭搬送窒素の温度調整が可能となる。
【００６５】
次に、チャー９をガス化炉３に搬送する搬送窒素のチャー搬送系統５２について説明すると、上記石炭搬送窒素と同様に、予熱したチャー搬送窒素４０と、常温のチャー搬送窒素４１を、それぞれチャーホッパ２５に供給する。予熱したチャー搬送窒素４０と常温のチャー搬送窒素４１の両者の流量を変えることで、混合後の窒素温度が可変となる。すなわち、チャーホッパ２５からガス化炉３までのチャー搬送系統５２を流れるチャー搬送窒素の温度調整が可能となる。
【００６６】
本実施例によれば、ガス化炉で発生する生成ガスの処理過程において生じる水又は蒸気の廃熱を石炭搬送の不活性ガスの予熱に有効利用して搬送ガス流量を削減し、プラント効率の向上を可能にした石炭ガス化複合発電プラントの石炭搬送システムが実現できる。
【実施例４】
【００６７】
次に本発明の第４実施例である石炭ガス化発電プラントの石炭搬送システムについて図４を用いて説明する。
【００６８】
第４実施例の石炭ガス化発電プラントの石炭搬送システムは、図３に示した第３実施例の石炭ガス化発電プラントの石炭搬送システムと基本的な構成は同じであるので、両者に共通した構成の説明は省略し、相違する部分だけを以下に説明する。
【００６９】
図４に示した本実施例の石炭ガス化発電プラントの石炭搬送システムにおいては、第３実施例に記載の石炭ガス化発電プラントの石炭搬送システムにおいて、ガス化炉温度に応じて、石炭及びチャーの搬送窒素温度を調整する制御装置、温度測定器及び流量調整器を備えた構成である。
【００７０】
図４に示した本実施例の石炭ガス化発電プラントの石炭搬送システムは、ガス化炉温度に応じて石炭及びチャーの搬送窒素温度を調整できる制御装置と、温度測定器及び流量調整器を備えている。
【００７１】

ガス化炉３内の温度は、ガス化炉３に設置したガス化炉温度測定器１０２で計測し、ガス化炉内の温度データを制御装置１０１に入力させている。

【００７２】

前記制御装置１０１にはガス化炉３内の温度の許容値が設定値として備えており、ガス化炉温度測定器１０２で計測したガス化炉３内の温度の測定値と前記設定値とを比較してガス化炉内温度が異常に高い、或いは異常に低い場合を判断する。

【００７３】

ガス化炉３内の温度が異常に高い場合、火炎温度を低下させる手段の一つとして、予熱した石炭１及びチャー９の搬送窒素温度を低下させることが有効である。

【００７４】

そこで、ガス化炉温度測定器１０２で計測したガス化炉内温度が異常に高いと前記制御装置１０１で判断した場合は、前記制御装置１０１からの操作指令に基づいて予熱した石炭搬送窒素３８の流量を調節する石炭搬送窒素の流量調整器１０５の開度を調節して予熱した石炭搬送窒素３８の流量を減少させ、更に、前記制御装置１０１からの操作指令に基づいて常温の石炭搬送窒素３９の流量を調節する石炭搬送窒素の流量調整器１０６の開度を調節して常温の石炭搬送窒素３９の流量を増加させる。

【００７５】

また、ガス化炉温度測定器１０２で計測したガス化炉３内の温度が異常に低い場合は、上記と逆に、前記制御装置１０１からの操作指令に基づいて予熱した石炭搬送窒素３８の流量を調節する石炭搬送窒素の流量調整器１０５の開度を調節して予熱した石炭搬送窒素３８の流量を増加させ、更に、前記制御装置１０１からの操作指令に基づいて常温の石炭搬送窒素３９の流量を調節する石炭搬送窒素の流量調整器１０６の開度を調節して常温の石炭搬送窒素３９の流量を減少させる。

【００７６】

以上より、窒素流速一定で、石炭搬送窒素の温度を調整することが可能となる。

【００７７】

また、石炭搬送窒素の温度監視は、石炭１をガス化炉３に搬送する搬送窒素の石炭搬送系統５１に設置した石炭搬送窒素の温度測定器１０３で計測して、その計測値を前記制御装置１０１に入力させて監視している。

【００７８】

同様に、チャー搬送窒素の温度監視は、チャー９をガス化炉３に搬送する搬送窒素のチャー供給系統５２に設置したチャー搬送窒素の温度測定器１０４で計測して、その計測値を前記制御装置１０１に入力して監視している。

【００７９】

また、チャー９を搬送する予熱したチャー搬送窒素４０の流量は、予熱したチャー搬送窒素の流量調整器１０７で計測し、チャー９を搬送する常温のチャー搬送窒素４１の流量は、常温のチャー搬送窒素の流量調整器１０８で計測し、前記予熱したチャー搬送窒素の流量調整器１０７及び常温のチャー搬送窒素の流量調整器１０８で計測した計測値は前記制御装置１０１に入力して、前記制御装置１０１から出力する指令信号に基づいてガス化炉３に供給する前記予熱したチャー搬送窒素の流量及び常温のチャー搬送窒素の流量を夫々制御するようにしている。

【００８０】

本実施例によれば、ガス化炉で発生する生成ガスの処理過程において生じる水又は蒸気の廃熱を石炭搬送の不活性ガスの予熱に有効利用して搬送ガス流量を削減し、プラント効率の向上を可能にしたガス化発電プラントの石炭搬送システムが実現できる。

【実施例５】

【００８１】

本実施例は、第１実施例乃至第４実施例に記載の石炭ガス化発電プラントに設置された石炭搬送システムにおけるホッパ２を含めた石炭供給系統５１の詳細について説明したものである。

【００８２】
石炭供給系統５１として石炭１をガス化炉３に定量搬送する方式は、図５と図６に示す２方式が考えられる。一つ目の方式は、図５に示したロータリーバルブ＋エジェクタ方式であり、二つ目の方式は、図６に示した押込み方式である。
【００８３】
図５に示したロータリーバルブ＋エジェクタ方式では、ミルで粉砕した石炭１は、それぞれ石炭ホッパを構成する常圧ホッパ４２に貯蔵され、次に粉体弁４８を介してロックホッパ４３に供給される。ロックホッパ４３内の石炭は、フィードホッパ４４と同等以上の圧力に高められることで、ロックホッパ４３からフィードホッパ４４に供給される。
【００８４】
ここで、ホッパ間の石炭移動促進のために、常圧ホッパ４２とロックホッパ４３の間、及びロックホッパ４３とフィードホッパ４４との間に設置された各均圧弁４９を開けたり、常温の石炭搬送窒素３９をこれらの各ホッパ４２、４３、４４に投入しても良い。
【００８５】
フィードホッパ４４内の石炭は、重力でフィードホッパ４４の下流側に設置されたロータリーバルブ４５、及びエジェクタ４６に落下する。ガス化炉３に供給する石炭１の流量は、ロータリーバルブ４５の回転数で制御する。ロータリーバルブ４５の軸シール材等の保護のため、ロータリーバルブ４５の内部温度を１００℃以下とする運用が安全である。
【００８６】
従って、ロータリーバルブ４５より上流側で使用する窒素には、常温の石炭搬送窒素３９を用いると良い。また、エジェクタ４６に投入する窒素については、予熱した石炭搬送窒素３８を用いると良い。
【００８７】
エジェクタ４６に投入する窒素流量は、流速一定で制御される。これにより、予熱した石炭搬送窒素３８を用いることで、常温の石炭搬送窒素３９のみを用いる場合よりも、窒素使用量を削減できる。
【００８８】
次に、図６に示した押込み方式について説明する。常圧ホッパ４２からフィードホッパ４４までの石炭１の移送方法は、上述の図５に示したロータリーバルブ＋エジェクタ方式の場合と同じである。フィードホッパ４２、４３、４４には、予熱した石炭搬送窒素３８及び常温の石炭搬送窒素３９をそれぞれ供給することで、最下段のフィードホッパ４４の圧力を、ガス化炉３以上に高める。
【００８９】
最下段のフィードホッパ４４には、ガス化炉３に石炭１を気流搬送する搬送窒素を供給する石炭搬送管４７が直接配設されており、この石炭搬送管４７を通じて最下段のフィードホッパ４４の中の石炭１を、搬送窒素に同伴させてガス化炉３に押込むことで搬送する。
【００９０】
搬送する石炭１の流量は、制御装置１０１によって、フィードホッパ４４からガス化炉３に至る石炭搬送管４７内の窒素流速、及びフィードホッパ４４とガス化炉３の圧力差で制御している。
【００９１】
石炭搬送管４７内の窒素流速を一定とし、フィードホッパ４２に供給する予熱した石炭搬送窒素３８を用いることで、常温の石炭搬送窒素３９のみを用いる場合よりも、窒素使用量を削減できる。
【００９２】
尚、ガス化炉３の温度を下げる手段として、常温の石炭搬送窒素３９を使用することも可能である。
【００９３】
本実施例によれば、ガス化炉で発生する生成ガスの処理過程において生じる水又は蒸気

の廃熱を石炭搬送の不活性ガスの予熱に有効利用して搬送ガス流量を削減し、プラント効率の向上を可能にしたガス化発電プラントの石炭搬送システムが実現できる。

【産業上の利用可能性】

【００９４】

石炭等の固体燃料を用いたガス化炉、並びにガス化複合発電プラントの石炭搬送システムに利用できる。特に、化学吸収方式のCO_2回収設備を追設した石炭ガス化発電プラントの石炭搬送システムへの適用が有望である。

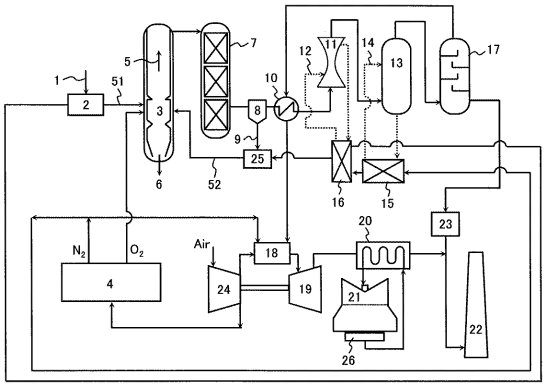
【符号の説明】

【００９５】

１：石炭、２：石炭ホッパ、３：ガス化炉、４：空気分離器、５：生成ガス、６：スラグ、７：熱回収部、８：脱塵装置、９：チャー、１０：熱交換器、１１：ベンチュリ、１２：ベンチュリの冷却水、１３：水洗塔、１４：水洗塔の冷却水、１５：低温熱交換器、１６：高温熱交換器、１７：脱硫装置、１８：燃焼器、１９：ガスタービン、２０：ボイラ、２１：蒸気タービン、２２：煙突、２３：硫黄分燃焼炉、２４：コンプレッサ、２５：チャーホッパ、２６：復水器、２７：加熱器、２８：シフト反応器、２９：CO_2吸収塔、３０：CO_2再生塔、３１：CO_2吸収液、３２：CO_2吸収液の熱交換器、３３：CO_2吸収液の加熱器、３４：CO_2吸収液の循環系統、３５：熱交換器、３６：搬送窒素予熱の熱交換器、３７：CO_2吸収液の加熱用蒸気、３８：予熱した石炭搬送窒素、３９：常温の石炭搬送窒素、４０：予熱したチャー搬送窒素、４１：常温のチャー搬送窒素、４２：常圧ホッパ、４３：ロックホッパ、４４：フィードホッパ、４５：ロータリーバルブ、４６：エジェクタ、４７：石炭搬送配管、４８：粉体弁、４９：均圧弁、５１：石炭搬送系統、５２：チャー搬送系統、１０１：制御装置、１０２：ガス化炉温度測定器、１０３：石炭搬送窒素の温度測定器、１０４：チャー搬送窒素の温度測定器、１０５：予熱した石炭搬送窒素の流量調整器、１０６：常温の石炭搬送窒素の流量調整器、１０７：予熱したチャー搬送窒素の流量調整器、１０８：常温のチャー搬送窒素の流量調整機。

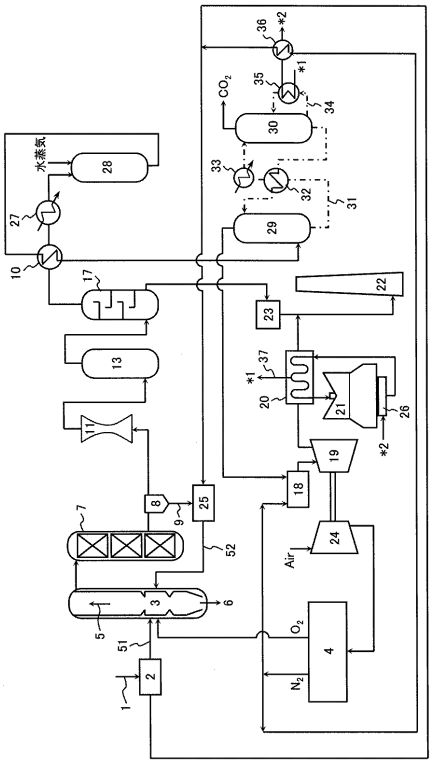
【図１】

図 1



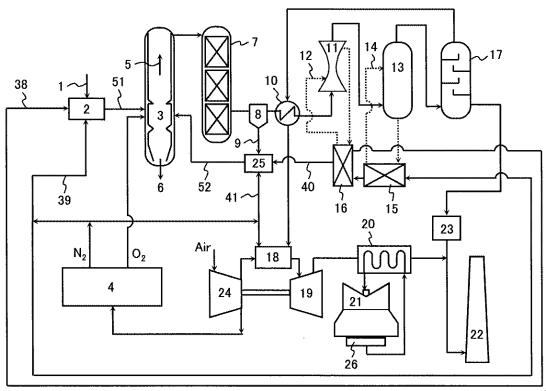
【図２】

図 2



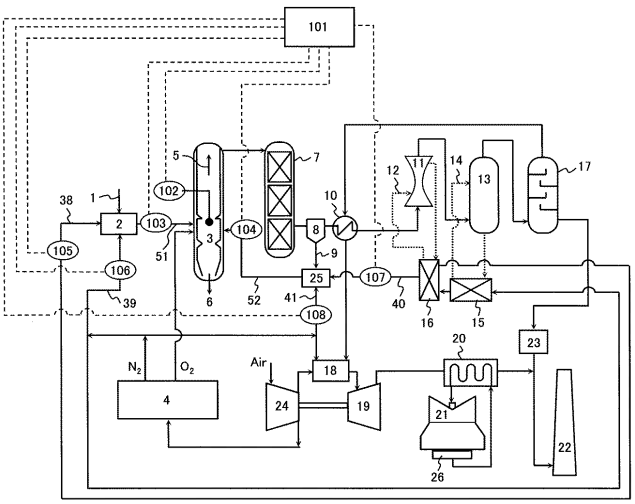
【図３】

図 3



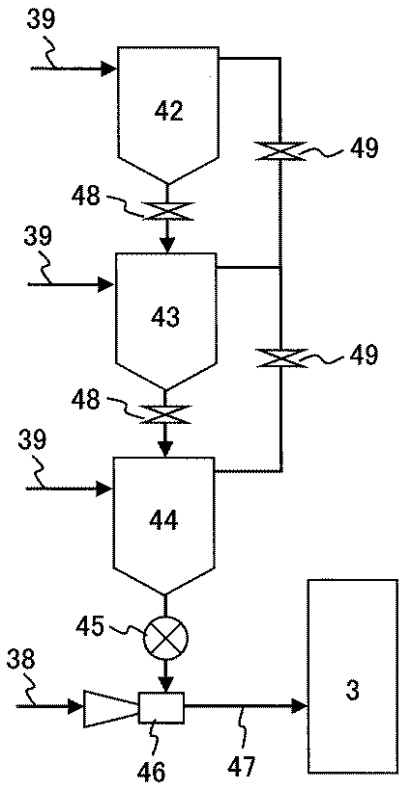
【図４】

図 4



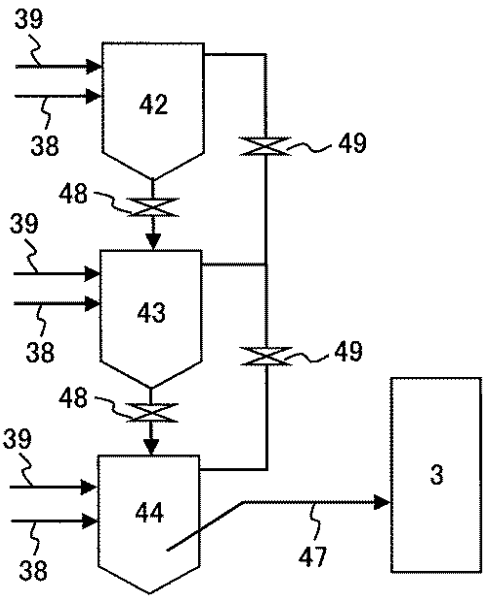
【図５】

図 ５


39
42
49
48
39
43
49
48
39
44
45
38
3
46
47

【図６】

図 ６


39
42
38
49
48
39
43
38
49
48
39
44
38
3
47

フロントページの続き

(72)発明者　田中　真二
茨城県日立市大みか町七丁目２番１号　株式会社日立製作所エネルギー・環境システム研究所内
(72)発明者　流森　文彦
広島県呉市宝町６番９号　バブコック日立株式会社呉事業所内
(72)発明者　熊谷　健志
広島県呉市宝町６番９号　バブコック日立株式会社呉事業所内