

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特 許 公 報(B2)

(11) 特許番号

特許第5637809号
(P5637809)

(45) 発行日 平成26年12月10日(2014.12.10)

(24) 登録日 平成26年10月31日(2014.10.31)

(51) Int.Cl.	F I		
FO1K 17/02 (2006.01)	FO1K 17/02	Z A B	
BO1D 53/62 (2006.01)	BO1D 53/34	1 3 5 Z	
BO1D 53/14 (2006.01)	BO1D 53/14	C	
FO1K 7/22 (2006.01)	FO1K 7/22	Z	
FO1K 17/04 (2006.01)	FO1K 17/04	Z	
請求項の数 5 (全 7 頁) 最終頁に続く			

(21) 出願番号	特願2010-236523 (P2010-236523)	(73) 特許権者	000003078
(22) 出願日	平成22年10月21日(2010.10.21)		株式会社東芝
(65) 公開番号	特開2012-87723 (P2012-87723A)		東京都港区芝浦一丁目1番1号
(43) 公開日	平成24年5月10日(2012.5.10)	(74) 代理人	100117787
審査請求日	平成25年7月5日(2013.7.5)		弁理士 勝沼 宏仁
		(74) 代理人	100082991
			弁理士 佐藤 泰和
		(74) 代理人	100103263
			弁理士 川崎 康
		(74) 代理人	100107582
			弁理士 関根 毅
		(74) 代理人	100118843
			弁理士 赤岡 明
		(74) 代理人	100144967
			弁理士 重野 隆之
最終頁に続く			

(54) 【発明の名称】 二酸化炭素回収方法及び二酸化炭素回収型汽力発電システム

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項1】

燃料を燃焼して蒸気を生成し排ガスを発生させるボイラーと、
前記ボイラーから前記排ガスが供給され、この排ガスに含まれる二酸化炭素を吸収液に吸収させる吸収塔と、

前記吸収塔から二酸化炭素を吸収した吸収液が供給され、この吸収液から二酸化炭素ガスを放出させ、水蒸気を含む二酸化炭素ガスを排出する再生塔と、

前記再生塔からの吸収液を加熱し、発生させた蒸気を前記再生塔に供給するリボイラーと、

前記ボイラーから蒸気が供給されて回転駆動するタービンと、

前記タービンからの排気蒸気を冷却して復水を生成する復水器と、

前記復水の一部が冷却水として供給され、前記二酸化炭素ガスに含有された前記水蒸気を凝縮するとともに熱水を生成する凝縮器と、

前記熱水が供給され、この熱水を前記タービンからの蒸気にスプレーして減温し、減温した蒸気を前記リボイラーに供給する減温器と、

を備える二酸化炭素回収型汽力発電システム。

【請求項2】

前記リボイラーで必要となる蒸気温度に基づいて、前記減温器が蒸気にスプレーする熱水の量を制御する制御部をさらに備えることを特徴とする請求項1に記載の二酸化炭素回収型汽力発電システム。

【請求項 3】

前記ボイラーは主蒸気を発生させる過熱器及び再熱蒸気を発生させる再熱器を有し、
前記タービンは、前記主蒸気が供給されて回転駆動する高圧タービン、前記再熱蒸気が供給されて回転駆動する中圧タービン、及び前記中圧タービンからの排気蒸気が供給されて回転駆動する低圧タービンを有し、

前記減温器は、前記高圧タービン、前記中圧タービン、又は前記低圧タービンからの蒸気に前記熱水をスプレーすることを特徴とする請求項 1 又は 2 に記載の二酸化炭素回収型汽力発電システム。

【請求項 4】

ボイラーが、タービンを駆動する蒸気を生成すると共に排ガスを発生させる工程と、
吸収塔において、前記ボイラーから排出される前記排ガスに含まれる二酸化炭素を吸収液に吸収させる工程と、

再生塔において、二酸化炭素を吸収した前記吸収液から二酸化炭素ガスを放出させ、水蒸気を含有する二酸化炭素ガスを排出する工程と、

リボイラーが、前記再生塔からの吸収液を加熱し、発生させた蒸気を前記再生塔に供給する工程と、

復水器が前記タービンからの排気蒸気を冷却して復水を生成する工程と、

凝縮器が、前記復水の一部を冷却水として、前記二酸化炭素ガスに含有された前記水蒸気を凝縮するとともに熱水を生成する工程と、

前記タービンからの蒸気に前記熱水をスプレーし、前記リボイラーに供給する工程と、
を備える二酸化炭素回収方法。

【請求項 5】

前記リボイラーで必要となる蒸気温度に基づいて、蒸気にスプレーする前記熱水の量を制御する工程をさらに備えることを特徴とする請求項 4 に記載の二酸化炭素回収方法。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は、二酸化炭素回収方法及び二酸化炭素回収型汽力発電システムに関する。

【背景技術】

【0002】

大量の化石燃料を使用する火力発電所等の発電システムでは、地球の温暖化現象の原因の 1 つである二酸化炭素を除去回収する方法として、アミン吸収法が採用されている（例えば、特許文献 1 参照）。しかし、アミン吸収法では、二酸化炭素を吸収した吸収液を再生するために、多大な低圧（例えば約 0.3 MPa）蒸気による熱エネルギーを必要とする。

【0003】

この熱エネルギーを補償するために、タービン復水系統から分岐させた復水を、再生された二酸化炭素が持つ熱量及び二酸化炭素を地中に圧入するために高圧（例えば約 8 MPa）に圧縮することによって発生する熱量と熱交換して、脱気器に合流させる方法が提案されている（例えば、特許文献 2 参照）。

【0004】

しかし、二酸化炭素の有する全熱量を回収しようとする、復水量が不足するという問題があった。また、結果的に、低圧ヒータに流れる復水量が減少し、タービンからの抽水量が減少して復水器へ捨てられる熱が増え、従来持っている再生サイクル効果が減るために、回収した熱量に対してタービン出力がさほど増えないという問題があった。発電システムは高い熱効率を有することが求められている。

【先行技術文献】

【特許文献】

【0005】

【特許文献 1】特開平 8 - 257355 号公報

10

20

30

40

50

【特許文献2】特開2004-323339号公報

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

【0006】

本発明は、熱エネルギーを効率良く回収し、高い熱効率を有する二酸化炭素回収方法及び二酸化炭素回収型汽力発電システムを提供することを目的とする。

【課題を解決するための手段】

【0007】

本発明の一態様による二酸化炭素回収型汽力発電システムは、燃料を燃焼して蒸気を生成し排ガスを発生させるボイラーと、前記ボイラーから前記排ガスが供給され、この排ガスに含まれる二酸化炭素を吸収液に吸収させる吸収塔と、前記吸収塔から二酸化炭素を吸収した吸収液が供給され、この吸収液から二酸化炭素ガスを放出させ、この二酸化炭素ガスを排出する再生塔と、前記再生塔からの吸収液を加熱し、発生させた蒸気を前記再生塔に供給するリボイラーと、前記ボイラーから蒸気が供給されて回転駆動するタービンと、前記タービンからの排気蒸気を冷却して復水を生成する復水器と、前記復水の一部が冷却水として供給され、前記二酸化炭素ガスを凝縮するとともに熱水を生成する凝縮器と、前記熱水が供給され、この熱水を前記タービンからの蒸気にスプレーして減温し、減温した蒸気を前記リボイラーに供給する減温器と、を備えるものである。

10

【0008】

本発明の一態様による二酸化炭素回収方法は、ボイラーが、タービンを駆動する蒸気を生成すると共に排ガスを発生させる工程と、吸収塔において、前記ボイラーから排出される前記排ガスに含まれる二酸化炭素を吸収液に吸収させる工程と、再生塔において、二酸化炭素を吸収した前記吸収液から二酸化炭素ガスを放出させ、この二酸化炭素ガスを排出する工程と、リボイラーが、前記再生塔からの吸収液を加熱し、発生させた蒸気を前記再生塔に供給する工程と、復水器が前記タービンからの排気蒸気を冷却して復水を生成する工程と、凝縮器が、前記復水の一部を冷却水として、前記二酸化炭素ガスを凝縮するとともに熱水を生成する工程と、前記タービンからの蒸気に前記熱水をスプレーし、前記リボイラーに供給する工程と、を備えるものである。

20

【発明の効果】

【0009】

本発明によれば、熱エネルギーを効率良く回収し、高い熱効率を有する二酸化炭素回収方法及び二酸化炭素回収型汽力発電システムを提供することができる。

30

【図面の簡単な説明】

【0010】

【図1】本発明の実施形態に係る二酸化炭素回収型汽力発電システムの概略構成図である。

【発明を実施するための形態】

【0011】

図1に本発明の実施形態に係る二酸化炭素回収型汽力発電システムの全体構成を示す。二酸化炭素回収型汽力発電システム1は、燃料を燃焼してタービン蒸気4を生成し、タービンを回転駆動させて発電を行う汽力発電プラント1aと、ボイラー6において生成された排ガス5から、この排ガス5に含まれる二酸化炭素を吸収する吸収液を用いて二酸化炭素を回収する二酸化炭素回収プラント1bとから構成されている。

40

【0012】

ボイラー6には燃料及び燃焼用空気が供給され、火炉において燃料が燃焼し、タービン蒸気4が生成されるとともに、排ガス5が発生する。ボイラー6は、火炉における燃焼によりタービン蒸気4を加熱し主蒸気を発生させる過熱器9と、過熱器9に隣接して設けられ、過熱器9から後述する高圧蒸気タービン21を介して供給されるタービン蒸気4を再加熱して再熱蒸気とする再熱器10とを有する。

【0013】

50

汽力発電プラント1 aは、ボイラー6の過熱器9から供給されるタービン蒸気4（主蒸気）により回転駆動する高圧蒸気タービン（高圧タービン）21と、この高圧タービン21にタービン軸20を介して連結され、高圧タービン21からボイラー6の再熱器10を介して供給されるタービン蒸気4（再熱蒸気）により回転駆動する中圧蒸気タービン（中圧タービン）22とを有している。また、この中圧タービン22にタービン軸20を介して低圧蒸気タービン（低圧タービン）23が連結され、この低圧タービン23は中圧タービン22から供給されるタービン蒸気4（中圧タービン22からの排気蒸気（中圧排気蒸気））により回転駆動するように構成されている。さらに、タービン軸20に、タービン軸20の回転により発電を行う発電機24が連結されている。

【0014】

なお、本実施形態では、高圧タービン21、中圧タービン22、低圧タービン23、及び発電機24の回転軸が連結されて1つのタービン軸20を構成する形としているが、このような構成に限定されず、それぞれ少なくとも1つの蒸気タービンを備える2軸以上のタービン軸と、各タービン軸に連結された複数の発電機により汽力発電プラント1 aを構成してもよい。

【0015】

低圧タービン23の下部に、低圧タービン23から排出されるタービン蒸気（低圧タービン23からの排気蒸気（低圧排気蒸気））を冷却し凝縮させて復水27とする復水器26が設けられている。復水器26から排出された復水27は、復水ポンプ31によりライン28の下流側へ送られ、給水ポンプ34によりライン33を介してボイラー6へ送られる。

【0016】

図1に示すように、二酸化炭素回収プラント1 bには、ボイラー6から排ガス5が供給され、この排ガス5に含まれる二酸化炭素を分離して回収する公知の二酸化炭素分離回収装置40が設けられている。二酸化炭素分離回収装置40は、排ガス5に含まれる二酸化炭素を二酸化炭素吸収液に吸収させる吸収塔（図示せず）と、吸収塔から二酸化炭素を吸収した吸収液（リッチ液）が供給され、リッチ液から二酸化炭素ガスを放出させて水蒸気を含む二酸化炭素ガス42を排出するとともに、吸収液を再生する再生塔（図示せず）とを備える。再生塔において再生された吸収液は、吸収塔に供給される。

【0017】

二酸化炭素を吸収するために用いる吸収液は、アミン化合物を水に溶かしたアミン化合物水溶液を用いることができる。

【0018】

再生塔にはリボイラー41が設けられている。リボイラー41は、再生塔に貯留されているリーン液（二酸化炭素の含有量の少ない再生された吸収液）の一部を加熱してその温度を上昇させて蒸気を生成し、再生塔に供給する。リボイラー41においてリーン液を加熱する際、リーン液から二酸化炭素ガスが放出され、吸収液蒸気とともに再生塔に供給される。この吸収液蒸気は、再生塔内を上昇し、リッチ液を加熱する。これによりリッチ液から二酸化炭素ガスが放出される。リボイラー41の熱源については後述する。

【0019】

再生塔の頂部から排出される水蒸気含有二酸化炭素ガス42はCO₂コンデンサ（凝縮器）51へ供給される。CO₂コンデンサ51によって凝縮された水43は、二酸化炭素分離回収装置40の再生塔へ戻される。

【0020】

復水ポンプ31の下流側においてライン28から分岐させた復水27が、冷却水としてCO₂コンデンサ51に供給され、水蒸気含有二酸化炭素ガス42が冷却される。再生塔から排出される水蒸気含有二酸化炭素ガス42は110程度であり、冷却水（復水27の一部）で冷却することで、40程度になる。冷却水（復水27の一部）は、水蒸気含有二酸化炭素ガス42を冷却したことにより例えば80程度の熱水60となる。言い換えれば、冷却水（復水27の一部）が、再生塔から排出された水蒸気含有二酸化炭素ガス

10

20

30

40

50

4 2 から熱回収を行い、熱水 6 0 が生成される。

【 0 0 2 1 】

C O₂ コンデンサ 5 1 により純度が高められた二酸化炭素 5 2 は、コンプレッサ 5 3、5 4 により、地中への圧入に適した高圧状態（例えば約 8 M P a）に圧縮される。コンプレッサ 5 3 により圧縮された二酸化炭素 5 2 は中間冷却器 5 5 により冷却された後、コンプレッサ 5 4 により圧縮される。また、コンプレッサ 5 4 に圧縮された二酸化炭素 5 2 は出口冷却器 5 6 により冷却される。このように、中間冷却器 5 5、出口冷却器 5 6 を設けることで、圧縮効率の向上を図ると共に、圧縮に伴い昇温した二酸化炭素 5 2 から熱を回収することができる。

【 0 0 2 2 】

次に、リボイラー 4 1 の熱源について説明する。図 1 に示すように、リボイラー 4 1 には、高圧タービン 2 1、中圧タービン 2 2、又は低圧タービン 2 3 から抽気又は排気されたリボイラー加熱用の蒸気 1 8 が供給される。この蒸気 1 8 は、減温器 4 4 により二酸化炭素吸収液を加温するのに適切な温度まで減温されてから、リボイラー 4 1 に供給される。高圧タービン 2 1、中圧タービン 2 2、低圧タービン 2 3 のうち、いずれからの蒸気をリボイラー加熱用蒸気 1 8 とするかは、弁 3 7 ~ 3 9 により切り替えることができる。

【 0 0 2 3 】

減温器 4 4 には、C O₂ コンデンサ 5 1 で生成された熱水 6 0 が供給され、蒸気 1 8 に熱水 6 0 がスプレーされる。このことにより、蒸気 1 8 が二酸化炭素吸収液を加温するのに適切な温度まで減温される。

【 0 0 2 4 】

リボイラー 4 1 から排出された蒸気は、ドレンとして復水ポンプ 3 1 と給水ポンプ 3 4 との間におけるライン 2 8 の適切な位置に合流される。

【 0 0 2 5 】

このように、本実施形態は、復水 2 7 の一部を用いて、C O₂ コンデンサ 5 1 において再生塔から排出された水蒸気含有二酸化炭素ガス 4 2 の熱を回収し、熱水 6 0 を生成して、リボイラー加熱用蒸気 1 8 の温度調整に用いている。従って、二酸化炭素回収型汽力発電システム 1 は、二酸化炭素 5 2 を地中に圧入する過程で発生する熱エネルギーを効率良く回収し、高い熱効率を実現することができる。

【 0 0 2 6 】

上記実施形態では、リボイラー 4 1 で必要とされる蒸気 1 8 の温度に基づいて、図示しない制御部により、減温器 4 4 が蒸気 1 8 にスプレーする熱水 6 0 の量を制御できるようにしてもよい。

【 0 0 2 7 】

上記実施形態では、二酸化炭素を圧縮するコンプレッサ及び圧縮された二酸化炭素を冷却する冷却器をそれぞれ 2 つ設ける構成を示したが、これらはそれぞれ 1 つでも良いし、3 つ以上でもよい。

【 0 0 2 8 】

なお、本発明は上記実施形態そのままに限定されるものではなく、実施段階ではその要旨を逸脱しない範囲で構成要素を変形して具体化できる。また、上記実施形態に開示されている複数の構成要素の適宜な組み合わせにより、種々の発明を形成できる。例えば、実施形態に示される全構成要素から幾つかの構成要素を削除してもよい。さらに、異なる実施形態にわたる構成要素を適宜組み合わせてもよい。

【 符号の説明 】

【 0 0 2 9 】

- 1 二酸化炭素回収型汽力発電システム
- 1 a 汽力発電プラント
- 1 b 二酸化炭素回収プラント
- 4 タービン蒸気
- 5 排ガス

10

20

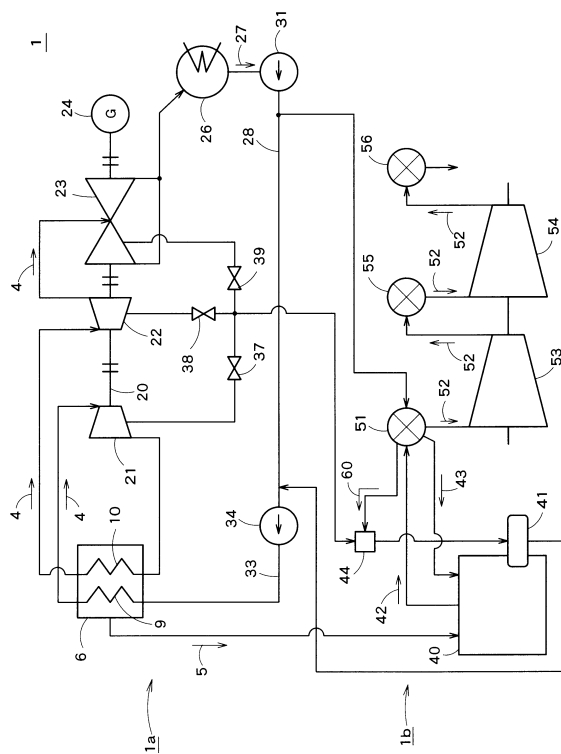
30

40

50

- 6 ボイラー
- 9 過熱器
- 10 再熱器
- 20 タービン軸
- 21 高圧タービン
- 22 中圧タービン
- 23 低圧タービン
- 24 発電機
- 26 復水器
- 27 復水
- 31 復水ポンプ
- 34 給水ポンプ
- 37 ~ 39 弁
- 40 二酸化炭素分離回収装置
- 41 リボイラー
- 42 水蒸気含有二酸化炭素ガス
- 44 減温器
- 51 CO₂ コンデンサ
- 52 二酸化炭素
- 53、54 コンプレッサ
- 55 中間冷却器
- 56 出口冷却器
- 60 熱水

【図1】



フロントページの続き

(51)Int.Cl. F I
 F 0 1 D 25/30 (2006.01) F 0 1 D 25/30 F
 B 0 1 D 53/14 1 0 3

- (72)発明者 笹 沼 健 史
 東京都港区芝浦一丁目1番1号 株式会社東芝内
- (72)発明者 沖 田 信 雄
 東京都港区芝浦一丁目1番1号 株式会社東芝内
- (72)発明者 高 橋 武 雄
 東京都港区芝浦一丁目1番1号 株式会社東芝内
- (72)発明者 高 柳 幹 男
 東京都港区芝一丁目12番7号 東芝テクニカルサービスインターナショナル株式会社内
- (72)発明者 須 賀 威 夫
 東京都港区芝浦一丁目1番1号 株式会社東芝内
- (72)発明者 村 上 裕 哉
 東京都港区芝浦一丁目1番1号 株式会社東芝内
- (72)発明者 清 國 寿 久
 東京都港区芝浦一丁目1番1号 株式会社東芝内
- (72)発明者 北 村 英 夫
 東京都港区芝浦一丁目1番1号 株式会社東芝内

審査官 西中村 健一

- (56)参考文献 特開平05-184868(JP,A)
 特開2005-127638(JP,A)
 特開昭59-219603(JP,A)
 国際公開第2009/076328(WO,A2)
 国際公開第2009/076327(WO,A1)
 特開平03-193116(JP,A)
 特開2006-213580(JP,A)

(58)調査した分野(Int.Cl., DB名)

F 0 1 K 1 7 / 0 2、0 4
 F 0 1 K 7 / 2 2、2 4
 F 0 1 D 2 5 / 3 0
 B 0 1 D 5 3 / 1 4、6 2