

(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2019-180253

(P2019-180253A)

(43) 公開日 令和1年10月24日(2019.10.24)

(51) Int.Cl.	F 1	テーマコード (参考)
AO1G 9/18 (2006.01)	AO1G 9/18	2B029
AO1G 9/24 (2006.01)	AO1G 9/24	P

審査請求 未請求 請求項の数 12 O L (全 14 頁)

(21) 出願番号	特願2018-71052 (P2018-71052)	(71) 出願人	000003078
(22) 出願日	平成30年4月2日 (2018.4.2)		株式会社東芝
			東京都港区芝浦一丁目1番1号
		(71) 出願人	317015294
			東芝エネルギーシステムズ株式会社
			神奈川県川崎市幸区堀川町7番地34
		(74) 代理人	100091982
			弁理士 永井 浩之
		(74) 代理人	100091487
			弁理士 中村 行孝
		(74) 代理人	100082991
			弁理士 佐藤 泰和
		(74) 代理人	100105153
			弁理士 朝倉 悟

最終頁に続く

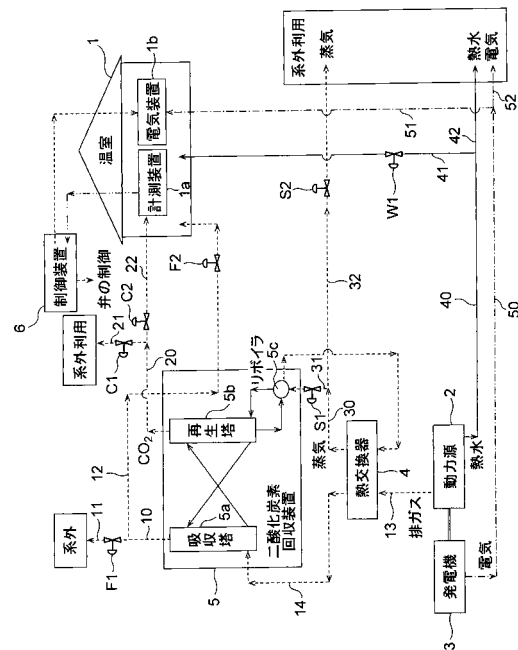
(54) 【発明の名称】 二酸化炭素供給システムおよび二酸化炭素供給方法

(57) 【要約】

【課題】温室に二酸化炭素を適切に供給することが可能な二酸化炭素供給システムおよび二酸化炭素供給方法を提供する。

【解決手段】一の実施形態によれば、二酸化炭素供給システムは、排ガス中の二酸化炭素ガスを吸収液に吸収させる吸収塔を備える。前記システムはさらに、前記吸収液から前記二酸化炭素ガスを放出させる再生塔を備える。前記システムはさらに、前記吸収塔から排出された前記排ガスを温室に供給する第1排ガス流路を備える。前記システムはさらに、前記第1排ガス流路に設けられた第1排ガス弁を備える。前記システムはさらに、前記第1排ガス弁を制御する制御装置を備える。

【選択図】 図1



【特許請求の範囲】**【請求項 1】**

排ガス中の二酸化炭素ガスを吸収液に吸収させる吸収塔と、
前記吸収液から前記二酸化炭素ガスを放出させる再生塔と、
前記吸収塔から排出された前記排ガスを温室に供給する第 1 排ガス流路と、
前記第 1 排ガス流路に設けられた第 1 排ガス弁と、
前記第 1 排ガス弁を制御する制御装置と、
を備える二酸化炭素供給システム。

【請求項 2】

前記温室は、前記温室内の二酸化炭素濃度を計測する計測装置を備え、
前記制御装置は、前記計測装置により計測された前記二酸化炭素濃度に基づいて、前記
第 1 排ガス弁を制御する、請求項 1 に記載の二酸化炭素供給システム。

10

【請求項 3】

前記再生塔から排出された前記二酸化炭素ガスを前記温室に供給する第 1 ガス流路と、
前記第 1 ガス流路に設けられ、前記制御装置により制御される第 1 ガス弁と、
を備える請求項 1 または 2 に記載の二酸化炭素供給システム。

【請求項 4】

燃料を燃焼させて動力を発生する動力源と、
前記動力源により駆動されて発電し、前記発電により得られた電気を前記温室内の電気
装置に供給する発電機とを備え、
前記吸収塔は、前記動力源から排出された前記排ガス中の前記二酸化炭素ガスを前記吸
収液に吸収させる、請求項 1 から 3 のいずれか 1 項に記載の二酸化炭素供給システム。

20

【請求項 5】

前記動力源からの前記排ガスの熱を利用して水蒸気を発生させる熱交換器を備え、
前記吸収塔は、前記熱交換器から排出された前記排ガス中の前記二酸化炭素ガスを前記
吸収液に吸収させ、
前記再生塔は、前記熱交換器で発生した前記水蒸気の熱を利用して、前記吸収液から前
記二酸化炭素ガスを放出させる、請求項 4 に記載の二酸化炭素供給システム。

【請求項 6】

前記温室は、前記温室内の温度および湿度を計測する計測装置を備え、
前記動力源を冷却することで発生した熱水、および / または、前記熱交換器で前記水蒸
気と共に発生した熱水を、前記温室に供給する熱水流路と、
前記熱水流路に設けられ、前記計測装置により計測された前記温度および前記湿度に基
づいて前記制御装置により制御される熱水弁と、
を備える請求項 5 に記載の二酸化炭素供給システム。

30

【請求項 7】

前記動力源から前記熱交換器へと向かう流路を流れる前記排ガスを前記温室に供給する
第 2 排ガス流路と、
前記第 2 排ガス流路に設けられ、前記制御装置により制御される第 2 排ガス弁と、
を備える請求項 5 または 6 に記載の二酸化炭素供給システム。

40

【請求項 8】

前記熱交換器から前記吸収塔へと向かう流路を流れる前記排ガスを前記温室に供給する
第 3 排ガス流路と、
前記第 3 排ガス流路に設けられ、前記制御装置により制御される第 3 排ガス弁と、
を備える請求項 5 から 7 のいずれか 1 項に記載の二酸化炭素供給システム。

【請求項 9】

前記温室は、前記温室内の温度および湿度を計測する計測装置を備え、
前記熱交換器で発生した前記水蒸気を前記温室に供給する第 1 水蒸气流路と、
前記第 1 水蒸气流路に設けられ、前記計測装置により計測された前記温度および前記湿
度に基づいて前記制御装置により制御される第 1 水蒸気弁と、

50

を備える請求項 5 から 8 のいずれか 1 項に記載の二酸化炭素供給システム。

【請求項 10】

前記発電機を前記駆動源と共に駆動する蒸気タービンと、
前記熱交換器で発生した前記水蒸気を前記蒸気タービンに供給する第 2 水蒸気流路と、
前記第 2 水蒸気流路に設けられ、前記制御装置により制御される第 2 水蒸気弁と、
を備える請求項 5 から 9 のいずれか 1 項に記載の二酸化炭素供給システム。

【請求項 11】

前記動力源により駆動されることで、前記再生塔から排出された前記二酸化炭素ガスを
圧縮する圧縮機と、

前記再生塔からの前記二酸化炭素ガスを前記圧縮機に供給する第 2 ガス流路と、
前記第 2 ガス流路に設けられ、前記制御装置により制御される第 2 ガス弁と、
を備える請求項 5 から 10 のいずれか 1 項に記載の二酸化炭素供給システム。

10

【請求項 12】

吸収塔内で排ガス中の二酸化炭素ガスを吸収液に吸収させ、
再生塔内で前記吸収液から前記二酸化炭素ガスを放出させ、
第 1 排ガス流路に設けられた第 1 排ガス弁を制御装置により制御することで、前記吸収
塔から排出された前記排ガスを前記第 1 排ガス流路を介して温室に供給する、
ことを含む二酸化炭素供給方法。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

20

【0001】

本発明の実施形態は、二酸化炭素供給システムおよび二酸化炭素供給方法に関する。

【背景技術】

【0002】

農業分野では、温室などの植物生育環境に二酸化炭素を供給し、植物生育環境の二酸化
炭素濃度を大気中の二酸化炭素濃度よりも高くすることで、植物の成長に必要な光合成を
加速することが行われている。

【0003】

温室への二酸化炭素の供給方法としては、二酸化炭素が充填されたボンベから温室に二
酸化炭素を供給する方法や、温室内で燃料を燃焼させることで温室に二酸化炭素を供給す
る方法が一般的である。近年は、トリジェネレーションと呼ばれる技術により、小型の発
電機を用いて電気、熱、二酸化炭素の 3 要素を温室に同時に供給する農業者の数が増大し
ている。

30

【0004】

実際の温室では、季節や天候や時間帯により温室内の温度は変動し、特に夏季の日中の
温室内は自然光だけで高温になってしまう。この場合、温室への熱の供給は不要であると
共に、温室内の空気を外気と交換することで温度上昇を抑える必要がある。

【0005】

また、温室内の二酸化炭素濃度は一般に、光合成を促進するために 1000 ~ 2000
ppm に保持されている。しかし、二酸化炭素濃度の低い外気を温室内に取り込むと温室
内の二酸化炭素濃度が低下するため、光合成で消費される二酸化炭素を上回る二酸化炭素
を温室に供給する必要がある。

40

【0006】

さらに、二酸化炭素を含有する排ガスから二酸化炭素を分離・回収し、回収した二酸化
炭素を化学反応の原料として利用したり、地球温暖化防止のために貯留したりする研究が
広く行われている。二酸化炭素回収方法は分離技術の違いにより複数存在するが、現時点
で最も進んだ技術はアミン系吸収液を使用した化学吸収法である。この技術では、二酸化
炭素を回収する際に熱エネルギーが必要であることが知られている。

【先行技術文献】

【特許文献】

50

【 0 0 0 7 】

【 特許文献 1 】 特許第 5 0 7 3 2 6 4 号公報

【 発明の概要 】

【 発明が解決しようとする課題 】

【 0 0 0 8 】

温暖な地区で夏季の晴天の日において、温室内の二酸化炭素濃度を光合成促進に最適な 1 0 0 0 ~ 2 0 0 0 p p m に上昇させるために排ガスを供給すると、排ガスそのものが高温のため、温室内の温度は植物の成長には不適切なほど高温になってしまう。そのため、温室内の冷却が必要となる。

【 0 0 0 9 】

この際、ヒートポンプを利用して温室内の熱を温室外に排出する方法を用いると、電力が膨大となる。そこで、温室内の空気を外気と交換するのが一般的である。その結果、外気の二酸化炭素濃度が約 4 0 0 p p m であることに起因して、温室内の二酸化炭素濃度は下がってしまう。

【 0 0 1 0 】

そこで、本発明の実施形態は、温室に二酸化炭素を適切に供給することが可能な二酸化炭素供給システムおよび二酸化炭素供給方法を提供することを課題とする。

【 課題を解決するための手段 】

【 0 0 1 1 】

一の実施形態によれば、二酸化炭素供給システムは、排ガス中の二酸化炭素ガスを吸収液に吸収させる吸収塔を備える。前記システムはさらに、前記吸収液から前記二酸化炭素ガスを放出させる再生塔を備える。前記システムはさらに、前記吸収塔から排出された前記排ガスを温室に供給する第 1 排ガス流路を備える。前記システムはさらに、前記第 1 排ガス流路に設けられた第 1 排ガス弁を備える。前記システムはさらに、前記第 1 排ガス弁を制御する制御装置を備える。

【 発明の効果 】

【 0 0 1 2 】

本発明の実施形態によれば、温室に二酸化炭素を適切に供給することが可能となる。

【 図面の簡単な説明 】

【 0 0 1 3 】

【 図 1 】 第 1 実施形態の二酸化炭素供給システムの構成を示す模式図である。

【 図 2 】 第 2 実施形態の二酸化炭素供給システムの構成を示す模式図である。

【 図 3 】 第 3 実施形態の二酸化炭素供給システムの構成を示す模式図である。

【 図 4 】 第 4 実施形態の二酸化炭素供給システムの構成を示す模式図である。

【 図 5 】 第 5 実施形態の二酸化炭素供給システムの構成を示す模式図である。

【 図 6 】 第 6 実施形態の二酸化炭素供給システムの構成を示す模式図である。

【 発明を実施するための形態 】

【 0 0 1 4 】

以下、本発明の実施形態を、図面を参照して説明する。図 1 から図 6 では、同一または類似の構成には同一の符号を付し、重複する説明は省略する。

【 0 0 1 5 】

(第 1 実施形態)

図 1 は、第 1 実施形態の二酸化炭素供給システムの構成を示す模式図である。

【 0 0 1 6 】

図 1 の二酸化炭素供給システムは、植物栽培用の温室 1 に二酸化炭素を供給するシステムであり、動力源 2 と、発電機 3 と、熱交換器 4 と、二酸化炭素回収装置 5 と、制御装置 6 とを備えている。温室 1 は、計測装置 1 a と、電気装置 1 b とを備え、二酸化炭素回収装置 5 は、吸収塔 5 a と、再生塔 5 b と、リボイラ 5 c とを備えている。

【 0 0 1 7 】

図 1 の二酸化炭素供給システムはさらに、配管等で構成される流路 1 0 ~ 1 4 、 2 0 ~

10

20

30

40

50

2 2、3 0 ~ 3 2、4 0 ~ 4 2 と、電線 5 0 ~ 5 2 と、制御弁 F 1、F 2、C 1、C 2、S 1、S 2、W 1 とを備えている。

【 0 0 1 8 】

[温室 1]

計測装置 1 a は、温室 1 内の状態を示す物理量を計測し、計測した物理量を示す信号を制御装置 6 に出力する。物理量の例は、温室 1 内の二酸化炭素濃度、温度、および湿度である。計測装置 1 a は例えば、二酸化炭素濃度を計測する濃度計と、温度を計測する温度計と、湿度を計測する湿度計とを含んでいる。

【 0 0 1 9 】

電気装置 1 b は、電気により動作する装置である。電気装置 1 b は例えば、温室 1 内の空気を循環させたり、温室 1 内の状態を調整したりするために使用される。電気装置 1 b の例は、空気循環器やポンプである。

10

【 0 0 2 0 】

[動力源 2]

動力源 2 は、温室 1 の内部または近傍に配置されており、燃料を燃焼させて動力を発生する。動力源 2 は、例えばガスエンジンやガスタービンである。動力源 2 から排出された高温の排気ガスは、流路 1 3 を介して熱交換器 4 に高温熱媒として供給される。また、動力源 2 の機能を維持するために、動力源 2 は一般に冷却水（例えば常温の水）により冷却される。その結果、冷却水が高温の熱水に変化し、熱水が流路 4 0 に排出される。

【 0 0 2 1 】

20

流路 4 0 は、流路 4 1 と流路 4 2 とに分岐している。流路 4 1 に流入した熱水は、温室 1 に供給され、流路 4 2 に流入した熱水は、余剰分として系外に供給される。このようにして、動力源 2 の熱が熱水として回収され、温室 1 や系外で利用される。制御弁 W 1 は、流路 4 1 に設けられており、温室 1 への熱水の供給を制御するために使用される。流路 4 1 は熱水流路の一例であり、制御弁 W 1 は熱水弁の一例である。

【 0 0 2 2 】

[発電機 3]

発電機 3 は、動力源 2 に回転軸を介して接続されている。発電機 3 は、動力源 2 により駆動されて発電し、発電により得られた電気（電力）を電線 5 0 に出力する。

【 0 0 2 3 】

30

電線 5 0 は、電線 5 1 と電線 5 2 とに分岐している。電線 5 0 に出力された電気は、電線 5 1 を介して電気装置 1 b に供給され、電線 5 2 を介して余剰分として系外に供給される。このようにして、発電機 3 で得られた電気が、温室 1 や系外で利用される。

【 0 0 2 4 】

[熱交換器 4]

熱交換器 4 は、動力源 2 から排出された排ガスを流路 1 3 から受け取り、排ガスと液体の水との熱交換を行う。その結果、液体の水が、排ガスの熱により水蒸気や高温の熱水に変化する。熱交換器 4 は、熱交換後の排ガスを流路 1 4 に排出し、熱交換により発生した水蒸気を流路 3 0 に排出する。なお、熱交換器 4 に流入する液体の水は、水蒸気を伴っていてもよい。

40

【 0 0 2 5 】

流路 3 0 は、流路 3 1 と流路 3 2 とに分岐している。流路 3 1 に流入した水蒸気は、リボイラ 5 c に供給され、流路 3 2 に流入した水蒸気は、余剰分として系外に供給される。このようにして、熱交換器 4 で発生した水蒸気が、リボイラ 5 c や系外で利用される。制御弁 S 1 は、流路 3 1 に設けられており、リボイラ 5 c への水蒸気の供給を制御するために使用される。制御弁 S 2 は、流路 3 2 に設けられており、系外への水蒸気の供給を制御するために使用される。

【 0 0 2 6 】

一方、熱交換により発生した熱水は、例えば流路 4 0 に排出される。この熱水は、動力源 2 から排出された熱水と同様に、流路 4 1 を介して温室 1 に供給され、流路 4 2 を介し

50

て系外に供給される。このようにして、熱交換器 4 で発生した熱水が、温室 1 や系外で利用される。

【 0 0 2 7 】

[二酸化炭素回収装置 5]

吸収塔 5 a は、熱交換器 4 から排出された排ガスを流路 1 4 から受け取り、排ガス中の二酸化炭素ガスを吸収液に吸収させる。吸収液は、例えばアミン系吸収液（水溶液）である。二酸化炭素ガスを吸収した吸収液（リッチ液）は、吸収塔 5 a から排出され、再生塔 5 b に導入される。一方、二酸化炭素ガスが除去された排ガスは、吸収塔 5 a から流路 1 0 に排出される。この排ガスは一般に窒素酸化物を含有しているため、この窒素酸化物を流路 1 0 上の脱硝装置により除去することが望ましい。窒素酸化物は例えば、アンモニア類を用いて脱硝される。

10

【 0 0 2 8 】

流路 1 0 は、流路 1 1 と流路 1 2 とに分岐している。流路 1 1 に流入した排ガスは、系外に排出され、流路 1 2 に流入した排ガスは、温室 1 に供給される。このようにして、排ガス中に残存する二酸化炭素ガスが、温室 1 で利用される。制御弁 F 1 は、流路 1 1 に設けられており、系外への排ガスの排出を制御するために使用される。制御弁 F 2 は、流路 1 2 に設けられており、温室 1 への排ガスの供給を制御するために使用される。流路 1 2 は第 1 排ガス流路の一例であり、制御弁 F 2 は第 1 排ガス弁の一例である。

【 0 0 2 9 】

リボイラ 5 c は、熱交換器 4 で発生した水蒸気を流路 3 1 から受け取り、再生塔 5 b から排出された吸収液を、水蒸気の熱を利用して加熱する。その結果、吸収液から水蒸気と二酸化炭素ガスが放出される。吸収液から放出された水蒸気と二酸化炭素ガスは、吸収液と共に再生塔 5 b に戻される。一方、吸収液を加熱した水蒸気は、流路 3 1 を介して熱交換器 4 に戻される。

20

【 0 0 3 0 】

再生塔 5 b は、リボイラ 5 c から受け取った水蒸気と二酸化炭素ガスの熱を利用して、吸収塔 5 a からの吸収液を加熱する。その結果、吸収液から二酸化炭素ガスと水蒸気が放出され、これらの二酸化炭素ガスと水蒸気が流路 2 0 に排出される。二酸化炭素ガスを放出した吸収液（リーン液）は、再生塔 5 b から排出され、吸収塔 5 a に戻される。

【 0 0 3 1 】

流路 2 0 には、水蒸気を水に戻す凝縮器と、二酸化炭素ガスを水と分離する気液分離器が設けられている。その結果、流路 2 0 から分岐した流路 2 1 と流路 2 2 に、高濃度の二酸化炭素ガスが流入する。流路 2 1 内の二酸化炭素ガスは系外に供給され、流路 2 2 内の二酸化炭素ガスは温室 1 に供給される。このようにして、吸収液から放出された二酸化炭素ガスが、温室 1 や系外で利用される。制御弁 C 1 は、流路 2 1 に設けられており、系外への二酸化炭素ガスの供給を制御するために使用される。制御弁 C 2 は、流路 2 2 に設けられており、温室 1 への二酸化炭素ガスの供給を制御するために使用される。流路 2 2 は第 1 ガス流路の一例であり、制御弁 C 2 は第 1 ガス弁の一例である。

30

【 0 0 3 2 】

[制御装置 6]

制御装置 6 は、二酸化炭素供給システムの種々の動作を制御する。制御装置 6 の例は、プロセッサ、電気回路、P C (Personal Computer) などである。制御装置 6 は例えば、制御弁 F 1、F 2、C 1、C 2、S 1、S 2、W 1 の開度や、電気装置 1 b の動作を制御する。これにより、温室 1 への熱水、排ガス、二酸化炭素ガスの供給や、リボイラ 5 c への水蒸気の供給や、発電機 3 からの電気による電気装置 1 b の動作を制御することが可能となる。

40

【 0 0 3 3 】

制御装置 6 は、計測装置 1 a により計測された物理量に基づいて、二酸化炭素供給システムの動作を制御することができる。例えば、制御装置 6 は、計測された二酸化炭素濃度に基づいて制御弁 F 2 や制御弁 C 2 を制御することで、温室 1 内の二酸化炭素濃度を調整

50

することができる。また、制御装置 6 は、計測された温度や濃度に基づいて制御弁 W 1 を制御することで、温室 1 内の温度や湿度を調整することができる。また、制御装置 6 は、計測された二酸化炭素濃度が高すぎる場合に、温室 1 内の二酸化炭素濃度を下げするために動力源 2 の回転数を低下させることや、これに伴う発電機 3 の出力低下に対処するために電気装置 1 b の消費電力を低減することができる。これは、計測された温度または湿度が高すぎる場合にも同様に適用可能である。

【 0 0 3 4 】

以下、図 1 の二酸化炭素供給システムの動作をより詳細に説明する。

【 0 0 3 5 】

流路 1 2 から温室 1 に供給される排ガスは、低濃度の二酸化炭素 (CO_2) を含有している。この排ガスの CO_2 濃度は、例えば 0.5 ~ 1.5 % であり、具体的には 1.0 % 程度 (10000 ppm 程度) である。このような低 CO_2 濃度の排ガスは、温室 1 全体に供給して、温室 1 全体の CO_2 濃度を調整するのに適している。よって、本実施形態の制御装置 6 は、温室 1 全体の CO_2 濃度を調整するために、流路 1 2 上の制御弁 F 2 の開度を制御する。本実施形態では例えば、制御弁 F 2 を常時開放して、流路 1 2 から温室 1 に排ガスを供給し続けてもよい。

10

【 0 0 3 6 】

計測装置 1 a は、温室 1 内の典型的な CO_2 濃度を計測可能な位置に設置されることが望ましい。本実施形態の制御装置 6 は、この計測装置 1 a により計測される CO_2 濃度が 0.1 ~ 0.2 % (1000 ~ 2000 ppm) に保持されるように、制御弁 F 2 の開度を制御する。これにより、温室 1 内の CO_2 濃度を、光合成を促進するのに適した値に制御することが可能となる。

20

【 0 0 3 7 】

流路 1 2 内の排ガスの温度は、例えば 35 ~ 45 であり、具体的には 40 程度である。このような排ガスによれば、温室 1 内の温度を大きく変えずに、温室 1 内の CO_2 濃度を制御することができる。温室 1 内の温度は、流路 4 1 から温室 1 に供給される熱水を制御弁 W 1 により調整することで制御可能である。

【 0 0 3 8 】

一方、流路 2 2 から温室 1 に供給される二酸化炭素ガスは、高濃度の CO_2 を含有している。この二酸化炭素ガスの CO_2 濃度は、例えば 99 % 以上である。このような高 CO_2 濃度の二酸化炭素ガスは、光合成を行う葉のそばに少量を供給することが望ましい。これにより、この二酸化炭素ガスを効率よく利用することが可能となる。

30

【 0 0 3 9 】

この場合、計測装置 1 a はさらに、葉のそばの CO_2 濃度を計測する濃度計を含んでもよい。制御装置 6 は、この濃度計により計測される CO_2 濃度が所定値または所定範囲に維持されるように、流路 2 2 上の制御弁 C 2 の開度を制御する。

【 0 0 4 0 】

また、計測装置 1 a は、温室 1 内の典型的な温度や湿度を計測可能な位置に設置されることが望ましい。制御装置 6 は、この計測装置 1 a により計測される温度や湿度が光合成に適した値に保持されるように、流路 4 1 上の制御弁 W 1 の開度を制御して、温室 1 に供給する熱水の量を制御する。これにより、温室 1 内の温度や湿度を、光合成を促進するのに適した値に制御することが可能となる。流路 4 1 内の熱水の温度は、例えば 60 程度である。

40

【 0 0 4 1 】

なお、温室 1 内の CO_2 濃度、温度、および湿度は、温室 1 内の空気を循環させながら制御してもよいし、温室 1 内の空気を換気しながら制御してもよい。

【 0 0 4 2 】

以上のように、本実施形態の二酸化炭素供給システムは、吸収塔 5 a からの排ガスにより温室 1 内の CO_2 濃度を制御する。よって、本実施形態によれば、低 CO_2 濃度の排ガスにより温室 1 内の CO_2 濃度を適切に制御することが可能となる。

50

【 0 0 4 3 】

また、本実施形態の二酸化炭素供給システムは、再生塔 5 b からの二酸化炭素ガスにより温室 1 内の CO_2 濃度を制御する。よって、本実施形態によれば、高 CO_2 濃度の二酸化炭素ガスにより温室 1 内の CO_2 濃度を適切に制御することが可能となる。

【 0 0 4 4 】

また、本実施形態の二酸化炭素供給システムは、動力源 2 や熱交換器 4 からの熱水により温室 1 内の温度や湿度を制御する。よって、本実施形態によれば、熱水を有効利用することで温室 1 内の温度や湿度を制御することが可能となる。

【 0 0 4 5 】

本実施形態によれば、温室 1 での植物栽培において、効率よく温室 1 に電気、熱、二酸化炭素を供給することや、余剰の電気、熱、二酸化炭素を系外で有効活用することが可能となる。

10

【 0 0 4 6 】

(第 2 実施形態)

図 2 は、第 2 実施形態の二酸化炭素供給システムの構成を示す模式図である。

【 0 0 4 7 】

図 2 の二酸化炭素供給システムは、図 1 に示す構成要素に加え、流路 1 3 から分岐した流路 1 5 と、流路 1 5 に設けられた制御弁 F 3 とを備えている。流路 1 5 は第 2 排ガス流路の一例であり、制御弁 F 3 は第 2 排ガス弁の一例である。

【 0 0 4 8 】

流路 1 5 は、動力源 2 から熱交換器 4 へと向かう流路 1 3 を流れる排ガスを温室 1 に供給するように設置されている。制御弁 F 3 は、流路 1 5 から温室 1 への排ガスの供給を制御するために使用される。制御弁 F 3 が開放されると、流路 1 3 を流れる排ガスの一部が流路 1 5 を介して温室 1 に供給される。流路 1 5 には脱硝装置を設けてもよい。制御弁 F 3 の開度は、制御装置 6 により制御される。

20

【 0 0 4 9 】

流路 1 5 から温室 1 に供給される排ガスは、高濃度の CO_2 を含有している。この排ガスの CO_2 濃度は、例えば数 % ~ 十数 % であり、具体的には 10 . 0 % 程度 (1 0 0 0 0 0 p p m 程度) である。このような高 CO_2 濃度の二酸化炭素ガスは、光合成を行う葉のそばに少量を供給することが望ましい。これにより、この二酸化炭素ガスを効率よく利用

30

【 0 0 5 0 】

この場合、計測装置 1 a はさらに、葉のそばの CO_2 濃度を計測する濃度計を含んでもよい。制御装置 6 は、この濃度計により計測される CO_2 濃度が所定値または所定範囲に維持されるように、流路 1 5 上の制御弁 F 3 の開度を制御する。

【 0 0 5 1 】

ただし、流路 1 5 の排ガスの CO_2 濃度は高濃度とはいっても、流路 2 2 の二酸化炭素ガスの CO_2 濃度よりは低濃度である。よって、流路 1 5 の排ガスは、流路 1 2 の排ガスと同様に、温室 1 全体の CO_2 濃度を調整するために使用してもよい。この場合、制御装置 6 は、計測装置 1 a により計測される温室 1 内の典型的な CO_2 濃度が 0 . 1 ~ 0 . 2 % (1 0 0 0 ~ 2 0 0 0 p p m) に保持されるように、制御弁 F 3 の開度を制御する。流路 1 5 の排ガスを温室 1 全体に供給すると、温室 1 内の CO_2 濃度が急激に上昇する可能性があることから、流路 1 5 の排ガスは、温室 1 内の空気を換気しながら温室 1 に供給することが望ましい。一方、流路 1 5 の排ガスを温室 1 全体に供給する時間が短い場合などには、必ずしも温室 1 内の空気を換気しなくともよい。

40

【 0 0 5 2 】

動力源 2 から直接取り出した流路 1 5 の排ガスの温度は、例えば数 1 0 0 である。しかし、温室 1 に併設される動力源 2 は比較的小型であることが多く、その排ガス流量は多くないため、温室 1 に導入されると比較的速やかに温度が低下する。このような排ガスによれば、例えば温室 1 が冷え切っている場合に、温室 1 内の温度を速やかに上昇させるこ

50

とが可能となる。一方、温室 1 内の温度を大きく変えたくない場合には、流路 1 5 の排ガスは、温室 1 内の空気を換気しながら温室 1 に供給することが望ましい。

【 0 0 5 3 】

以上のように、本実施形態の二酸化炭素供給システムは、動力源 2 からの排ガスにより温室 1 内の CO_2 濃度を制御する。よって、本実施形態によれば、 CO_2 濃度や温度がある程度高い排ガスにより温室 1 内の CO_2 濃度や温度を適切に制御することが可能となる。

【 0 0 5 4 】

(第 3 実施形態)

図 3 は、第 3 実施形態の二酸化炭素供給システムの構成を示す模式図である。

10

【 0 0 5 5 】

図 3 の二酸化炭素供給システムは、図 1 に示す構成要素に加え、流路 1 4 から分岐した流路 1 6 と、流路 1 6 に設けられた制御弁 F 4 とを備えている。流路 1 6 は第 3 排ガス流路の一例であり、制御弁 F 4 は第 3 排ガス弁の一例である。

【 0 0 5 6 】

流路 1 6 は、熱交換器 4 から吸収塔 5 a へと向かう流路 1 4 を流れる排ガスを温室 1 に供給するように設置されている。制御弁 F 4 は、流路 1 6 から温室 1 への排ガスの供給を制御するために使用される。制御弁 F 4 が開放されると、流路 1 4 を流れる排ガスの一部が流路 1 6 を介して温室 1 に供給される。流路 1 6 には脱硝装置を設けてもよい。制御弁 F 4 の開度は、制御装置 6 により制御される。

20

【 0 0 5 7 】

流路 1 6 から温室 1 に供給される排ガスは、高濃度の CO_2 を含有している。この排ガスの CO_2 濃度は、例えば数 % ~ 十数 % であり、具体的には 10 . 0 % 程度 (1 0 0 0 0 0 p p m 程度) である。このような高 CO_2 濃度の二酸化炭素ガスは、光合成を行う葉のそばに少量を供給することが望ましい。これにより、この二酸化炭素ガスを効率よく利用することが可能となる。

【 0 0 5 8 】

この場合、計測装置 1 a はさらに、葉のそばの CO_2 濃度を計測する濃度計を含んでもよい。制御装置 6 は、この濃度計により計測される CO_2 濃度が所定値または所定範囲に維持されるように、流路 1 6 上の制御弁 F 4 の開度を制御する。

30

【 0 0 5 9 】

ただし、流路 1 6 の排ガスの CO_2 濃度は高濃度とはいっても、流路 2 2 の二酸化炭素ガスの CO_2 濃度よりは低濃度である。よって、流路 1 6 の排ガスは、流路 1 2 の排ガスと同様に、温室 1 全体の CO_2 濃度を調整するために使用してもよい。この場合、制御装置 6 は、計測装置 1 a により計測される温室 1 内の典型的な CO_2 濃度が 0 . 1 ~ 0 . 2 % (1 0 0 0 ~ 2 0 0 0 p p m) に保持されるように、制御弁 F 4 の開度を制御する。流路 1 6 の排ガスを温室 1 全体に供給すると、温室 1 内の CO_2 濃度が急激に上昇する可能性があることから、流路 1 6 の排ガスは、温室 1 内の空気を換気しながら温室 1 に供給することが望ましい。一方、流路 1 6 の排ガスを温室 1 全体に供給する時間が短い場合などには、必ずしも温室 1 内の空気を換気しなくともよい。

40

【 0 0 6 0 】

流路 1 6 の排ガスの温度は、例えば 8 0 ~ 1 2 0 であり、具体的には 1 0 0 程度である。このような排ガスによれば、例えば温室 1 が冷え切っている場合に、温室 1 内の温度を速やかに上昇させることが可能となる。一方、温室 1 内の温度を大きく変えたくない場合には、流路 1 6 の排ガスは、温室 1 内の空気を換気しながら温室 1 に供給することが望ましい。

【 0 0 6 1 】

以上のように、本実施形態の二酸化炭素供給システムは、熱交換器 4 からの排ガスにより温室 1 内の CO_2 濃度を制御する。よって、本実施形態によれば、 CO_2 濃度や温度がある程度高い排ガスにより温室 1 内の CO_2 濃度や温度を適切に制御することが可能とな

50

る。

【0062】

(第4実施形態)

図4は、第4実施形態の二酸化炭素供給システムの構成を示す模式図である。

【0063】

図4の二酸化炭素供給システムは、図1に示す構成要素に加え、流路32から分岐した流路33と、流路33に設けられた制御弁S3とを備えている。流路33は第1水蒸気流路の一例であり、制御弁S3は第1水蒸気弁の一例である。

【0064】

流路33は、熱交換器4から系外に向かう流路32を流れる水蒸気を温室1に供給するように設置されている。制御弁S3は、流路33から温室1への水蒸気の供給を制御するために使用される。制御弁S3が開放されると、流路32を流れる水蒸気の少なくとも一部が流路33を介して温室1に供給される。制御弁S3の開度は、制御装置6により制御される。

10

【0065】

この場合、計測装置1aは、温室1内の典型的な温度や湿度を計測可能な位置に設置されることが望ましい。制御装置6は、この計測装置1aにより計測される温度や湿度が光合成に適した値に保持されるように、流路33上の制御弁S3の開度を制御して、温室1に供給する水蒸気の量を制御する。これにより、温室1内の温度や湿度を、光合成を促進するのに適した値に制御することが可能となる。この水蒸気は例えば、温室1全体の温度や湿度を調整するために、温室1全体に供給される。

20

【0066】

温室1内の湿度は、光合成を促進するための要素である。光合成は、葉の裏にある気孔から二酸化炭素が取り込まれることで開始される。また、植物内の水分量を調整するために、葉の周囲の湿度が低いと葉からの水蒸気放散を防ぐために気孔が閉じ、逆に葉の周囲の湿度が高いと気孔が開くことが知られている。二酸化炭素を気孔から取り込ませるためには、温室1内の湿度をある程度高く保ち、気孔を開けておく必要がある。本実施形態によれば、温室1内に水蒸気を供給することで、温室1内の湿度を適切に調整することが可能となる。

30

【0067】

なお、制御弁W1が設けられた流路41と、制御弁S3が設けられた流路33に関しては、両方を二酸化炭素供給システムに設置してもよいし、一方のみを二酸化炭素供給システムに設置してもよい。

【0068】

(第5実施形態)

図5は、第5実施形態の二酸化炭素供給システムの構成を示す模式図である。

【0069】

図5の二酸化炭素供給システムは、図1に示す構成要素に加え、流路30から分岐した流路34と、流路34に設けられた制御弁S4と、流路34に接続された蒸気タービン7と、蒸気タービン7に接続された流路35とを備えている。流路34は第2水蒸気流路の一例であり、制御弁S4は第2水蒸気弁の一例である。

40

【0070】

流路34は、熱交換器4から延伸する流路30を流れる水蒸気を蒸気タービン7に供給するように設置されている。制御弁S4は、流路34から蒸気タービン7への水蒸気の供給を制御するために使用される。制御弁S4が開放されると、流路30を流れる水蒸気の一部が流路34を介して蒸気タービン7に供給される。制御弁S4の開度は、制御装置6により制御される。

【0071】

蒸気タービン7は、動力源2と発電機3とに回転軸を介して接続されている。発電機3は、動力源2と蒸気タービン7により駆動されて発電し、発電により得られた電気を電線

50

50に出力する。このように、蒸気タービン7は、発電機3を動力源2と共に駆動する第2の動力源として機能する。蒸気タービン7を通過した水蒸気は、流路35に排出され、流路35から流路31に流入する。

【0072】

本実施形態によれば、熱交換器4からの水蒸気を蒸気タービン7にも供給することで、発電機3による発電量を増加させることが可能となる。

【0073】

(第6実施形態)

図6は、第6実施形態の二酸化炭素供給システムの構成を示す模式図である。

【0074】

図6の二酸化炭素供給システムは、図1に示す構成要素に加え、流路20から分岐した流路23と、流路23に設けられた制御弁C3と、流路23に接続された圧縮機8と、圧縮機8に接続された流路24とを備えている。流路23は第2ガス流路の一例であり、制御弁C3は第2ガス弁の一例である。

【0075】

流路23は、再生塔5bから延伸する流路20を流れる二酸化炭素ガスを圧縮機8に供給するように設置されている。制御弁C3は、流路23から圧縮機8への二酸化炭素ガスの供給を制御するために使用される。制御弁C3が開放されると、流路20を流れる二酸化炭素ガスの一部が流路23を介して圧縮機8に導入される。制御弁C3の開度は、制御装置6により制御される。

【0076】

圧縮機8は、動力源2と発電機3とに回転軸を介して接続されている。圧縮機8は、動力源2により駆動されることで、流路23から圧縮機8に導入された二酸化炭素ガスを圧縮し、高圧の二酸化炭素ガスを流路24に排出する。その結果、高圧の二酸化炭素ガスが流路24を介して系外に供給される。

【0077】

本実施形態によれば、系外に供給する二酸化炭素ガスを、利用しやすいように圧縮することが可能となる。さらに、本実施形態によれば、二酸化炭素ガスの圧縮を、二酸化炭素供給システム内の動力源2を利用して実行することが可能となる。

【0078】

なお、第1から第6実施形態の二酸化炭素供給システムの構成は、互いに組み合わせて適用してもよい。例えば、第1実施形態の二酸化炭素供給システムに、第2実施形態の流路15および制御弁F3と、第3実施形態の流路16および制御弁F4とを設置してもよい。また、第5実施形態の二酸化炭素供給システムに、第6実施形態の圧縮機8等を設置してもよい。

【0079】

以上、いくつかの実施形態を説明したが、これらの実施形態は、例としてのみ提示したものであり、発明の範囲を限定することを意図したものではない。本明細書で説明した新規なシステムおよび方法は、その他の様々な形態で実施することができる。また、本明細書で説明したシステムおよび方法の形態に対し、発明の要旨を逸脱しない範囲内で、種々の省略、置換、変更を行うことができる。添付の特許請求の範囲およびこれに均等な範囲は、発明の範囲や要旨に含まれるこのような形態や変形例を含むように意図されている。

【符号の説明】

【0080】

1：温室、1a：計測装置、1b：電気装置、2：動力源、3：発電機、
4：熱交換器、5：二酸化炭素回収装置、5a：吸収塔、5b：再生塔、
5c：リボイラ、6：制御装置、7：蒸気タービン、8：圧縮機、
10～16、20～24、30～35、40～42：流路、50～52：電線、
F1～F4、C1～C3、S1～S4、W1：制御弁

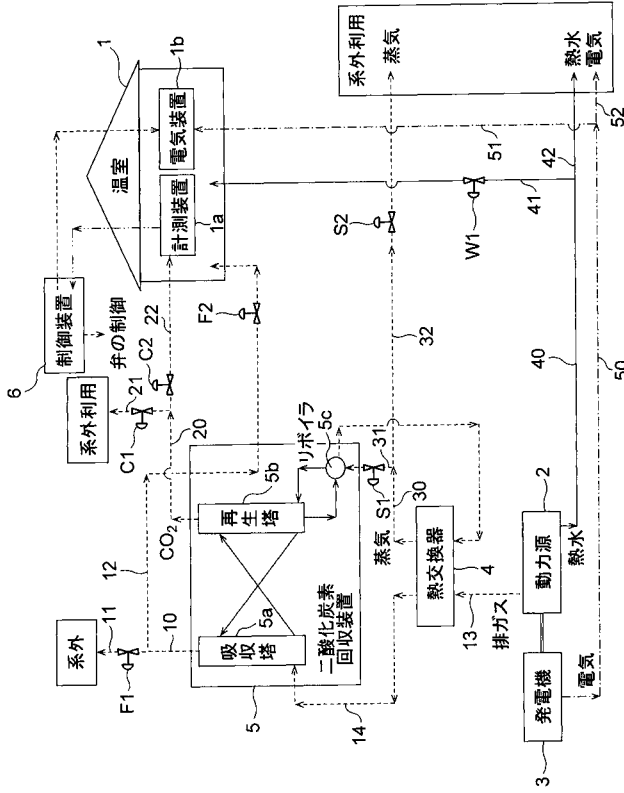
10

20

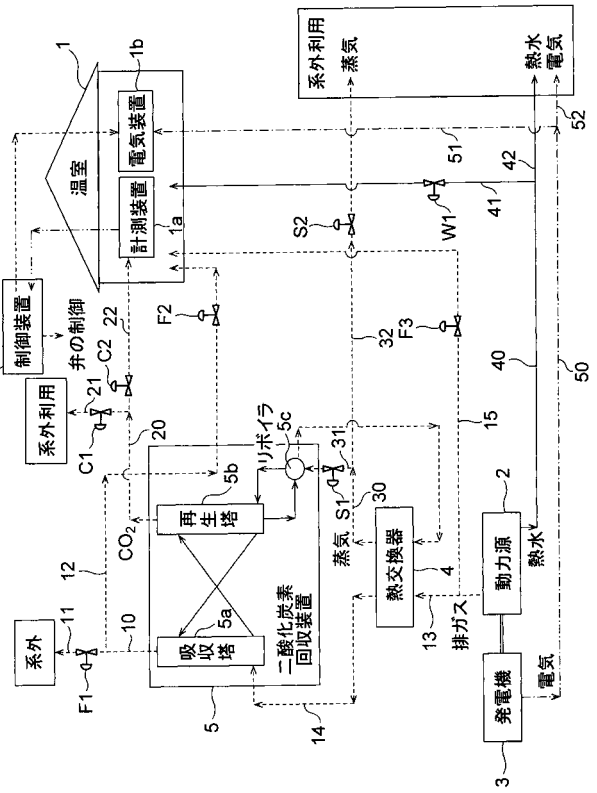
30

40

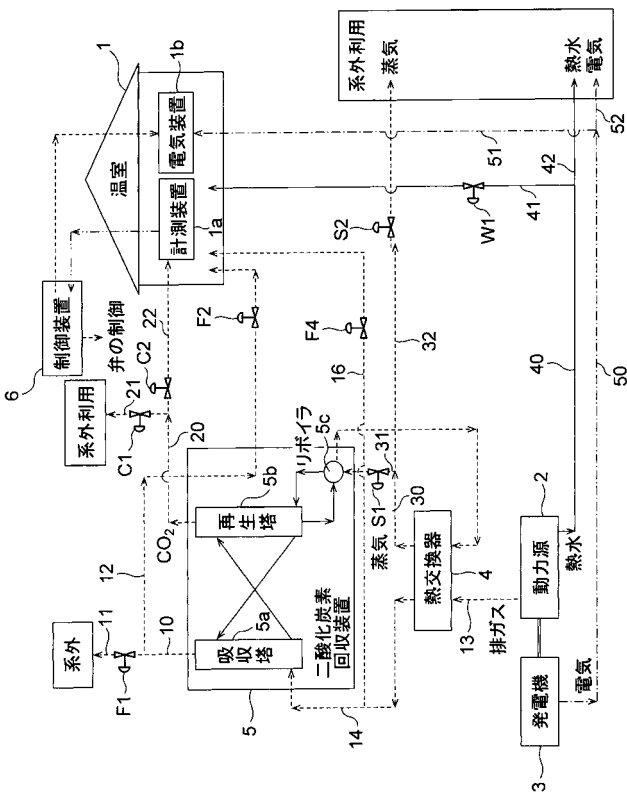
【図 1】



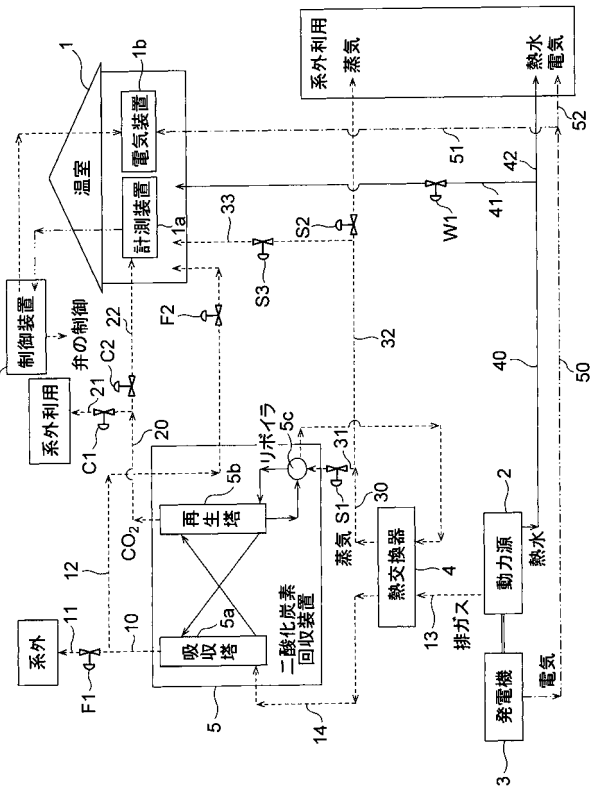
【図 2】



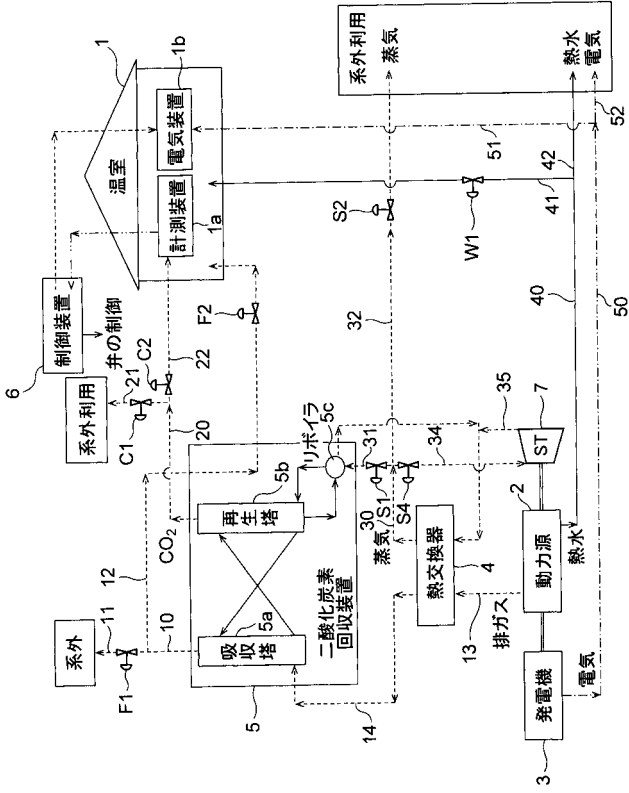
【図 3】



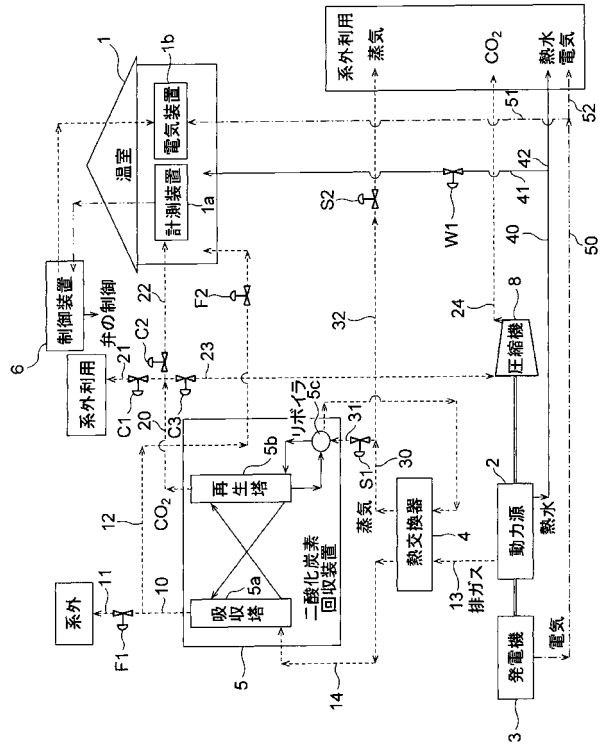
【図 4】



【 図 5 】



【 図 6 】



フロントページの続き

(74)代理人 100107582

弁理士 関根 毅

(74)代理人 100124372

弁理士 山ノ井 傑

(72)発明者 程塚 正敏

神奈川県川崎市幸区堀川町7番地34 東芝エネルギーシステムズ株式会社内

(72)発明者 宇田津 満

神奈川県川崎市幸区堀川町7番地34 東芝エネルギーシステムズ株式会社内

(72)発明者 千葉 典子

神奈川県川崎市幸区堀川町7番地34 東芝エネルギーシステムズ株式会社内

Fターム(参考) 2B029 JA03 JA04 MA06 MA07 SA04 SE04 TA01 TA04