

明 細 書

発明の名称：燃料電池発電システム

技術分野

[0001] 本発明は、燃料電池発電システムに関する。

背景技術

[0002] 一般に、燃料電池の燃料としてLNG（液化天然ガス：liquefied natural gas）が使用される。

[0003] しかしながら、燃料電池に供給されたLNGに含まれる一部の水素は、反応せずに排出される。さらに、燃料電池の燃料としてLNGを使用する場合、燃料電池から二酸化炭素が排出される。二酸化炭素の排出は、地球環境への影響が懸念されるため、抑制することが求められる。

発明の概要

[0004] 本発明の実施形態の目的は、燃料に含まれる水素の消費効率を向上し、二酸化炭素の排出を抑制する燃料電池発電システムを提供することにある。

本発明の観点に従った燃料電池発電システムは、燃料により発電する燃料電池と、前記燃料電池から排出される水蒸気に含まれる水素と二酸化炭素の混合ガスを抽出する復水器と、前記復水器により抽出された前記混合ガスから前記水素及び前記二酸化炭素を分離する成分分離手段と、前記成分分離手段により分離された前記水素を前記燃料電池に供給する水素供給経路と、前記成分分離手段により分離された前記二酸化炭素を液化する二酸化炭素液化手段とを備える。

図面の簡単な説明

[0005] [図1]図1は、本発明の第1の実施形態に係る燃料電池発電システムの構成を示す構成図である。

[図2]図2は、第1の実施形態に係る燃料電池から排出された水蒸気に含まれる水素を再利用する構成の一例を示す構成図である。

[図3]図3は、第1の実施形態に係る二酸化炭素液化装置の構成の一例を示す

構成図である。

[図4]図4は、本発明の第2の実施形態に係る燃料電池発電システムの構成を示す構成図である。

[図5]図5は、本発明の第3実施形態に係る船舶の構成を示す構成図である。

[図6]図6は、第3の実施形態に係る船舶におけるエネルギー及び物質の流れの概要を示す概略図である。

発明を実施するための形態

[0006] (第1の実施形態)

図1は、本発明の第1の実施形態に係る燃料電池発電システム10の構成を示す構成図である。なお、図面における同一部分には同一符号を付して、重複する説明を適宜省略する。

[0007] 燃料電池発電システム10は、陸上又は海上等に固定されて設置される場合に限らず、船舶、車両、又は、航空機等の移動体に設けられてもよい。

[0008] 燃料電池発電システム10は、燃料電池1、LNGタンク2、蒸気タービン3、復水器4、二酸化炭素分離装置5、二酸化炭素液化装置6、及び、二酸化炭素貯蔵タンク7を備える。

[0009] なお、ここでは、燃料電池1の燃料としてLNGを用いて説明するが、LPG（液化石油ガス：liquefied petroleum gas）を用いて、LNGと同様に構成してもよい。この他に、燃料電池1の燃料は、水素原子及び炭素原子を含む物質であれば、どのような物質でもよい。例えば、このような燃料は、エタノール又はメタノール等のアルコールである。さらに、燃料として、アンモニア及び水素を利用してもよい。

[0010] 燃料電池1は、大気から取り込まれる空気中の酸素と、LNGタンク2から供給されるLNGが気化した天然ガスに含まれる水素を利用して発電する固体酸化物形の燃料電池（SOFC、solid oxide fuel cell）である。なお、ここでは、燃料電池1は、固体酸化物形として説明するが、他の形式の燃料電池を適用してもよい。

[0011] 燃料電池1は、発電した電力を負荷（電力機器）に供給する。燃料電池1

から排出され、二酸化炭素及び水素を含む水蒸気は、蒸気タービン 3 に送られる。水蒸気に含まれる水素は、燃料電池 1 に供給されたガスが燃料電池 1 内で改質されたものであり、燃料電池 1 で反応せずに排出されたものである。

[0012] LNG タンク 2 は、LNG を貯蔵する設備である。LNG タンク 2 は、需用電力量に応じて、LNG を気化させたガスを燃料電池 1 に供給する。なお、LNG タンク 2 は、LNG を貯蔵できる設備であれば、どのようなものでもよい。また、燃料電池発電システム 10 を船舶に適用する場合、LNG タンク 2 は、LNG を運搬するための LNG タンクでもよいし、LNG を動力源の燃料として貯蔵するための燃料タンクでもよい。また、LNG タンク 2 は、いくつ設けられてもよいし、燃料電池発電システム 10 の構成の一部でなくてもよい。さらに、LNG タンクから LNG ガスを供給するためのガス圧縮機が設けられてもよい。

[0013] 蒸気タービン 3 は、燃料電池 1 から排気される水蒸気により、蒸気タービン発電を行う。蒸気タービン 3 による発電は、どのように利用されてもよい。例えば、蒸気タービン 3 は、発電電力を燃料電池 1 による発電電力とともに負荷（電力機器）に供給してもよい。なお、蒸気タービン 3 を設けずに、燃料電池 1 から排気される水蒸気が復水器 4 に直接送り込まれてもよい。

[0014] 復水器 4 は、蒸気タービン 3 に接続されている。復水器 4 は、燃料電池 1 から蒸気タービン 3 を介して送られてきた水蒸気を水に戻し、水蒸気に含まれる水素及び二酸化炭素を抽出する。このようにして、復水器 4 から抽出された水素及び二酸化炭素を含む混合ガスは、二酸化炭素分離装置 5 に送られる。

[0015] 例えば、復水器 4 から二酸化炭素分離装置 5 に混合ガスを送る経路（例えば、パイプライン）には、混合ガスを圧縮するためのコンプレッサ C 1 が設けられる。コンプレッサ C 1 は、混合ガスを圧縮して、二酸化炭素分離装置 5 に送り込む。なお、復水器 4 から抽出された水は再利用されてもよいし、廃棄されてもよい。復水器 4 から外部に排水する場合は、排水するための復

水ポンプが設けられてもよい。

- [0016] 二酸化炭素分離装置（C C S、carbon capture system）5 は、復水器 4 から送り込まれた水素と二酸化炭素の混合ガスを、二酸化炭素ガスと水素ガスに物理的に分離する。例えば、二酸化炭素分離装置 5 は、圧力変動吸着（P S A、pressure swing adsorption）方式で、混合ガスを分離するが、どのような方式で、混合ガスを分離してもよい。二酸化炭素分離装置 5 は、混合ガスを分離後、水素ガスを燃料電池 1 に供給し、二酸化炭素ガスを二酸化炭素液化装置 6 に送る。
- [0017] 例えば、二酸化炭素分離装置 5 は、分離した水素ガスを L N G タンク 2 から燃料電池 1 に送る経路（例えば、パイプライン）に送り込む。このようにして、二酸化炭素分離装置 5 から燃料電池 1 に水素が供給されることで、燃料電池 1 で反応せずに排出された水素が再利用される。なお、二酸化炭素分離装置 5 から燃料電池 1 に水素ガスを送る経路（例えば、パイプライン）には、水素ガスを圧縮するためのコンプレッサが設けられてもよい。二酸化炭素液化装置 6 は、二酸化炭素分離装置 5 から送られてきた二酸化炭素ガスを冷却して、二酸化炭素を液化する。二酸化炭素液化装置 6 は、液化された二酸化炭素を二酸化炭素貯蔵タンク 7 に貯蔵する。なお、二酸化炭素液化装置 6 は、二酸化炭素ガスが液化できれば、どのように構成されてもよい。
- [0018] 二酸化炭素貯蔵タンク 7 に貯蔵された二酸化炭素は、任意の場所で、自由に処分することができる。例えば、二酸化炭素は、地中又は海中に埋めて処分されてもよいし、装置等で処理されるようにしてもよいし、資源として二酸化炭素を必要とする用途に利用されてもよい。なお、二酸化炭素貯蔵タンク 7 を設けずに、二酸化炭素液化装置 6 により液化された二酸化炭素をそのまま処分するようにしてもよい。
- [0019] 図 2 は、本実施形態に係る燃料電池 1 から排出された水蒸気に含まれる水素を再利用する構成の一例を示す構成図である。なお、ここで説明する構成に限らず、どのように構成されてもよい。
- [0020] 復水器 4 から二酸化炭素分離装置 5 に水素及び二酸化炭素を含む混合ガス

を供給する経路（例えば、パイプライン）には、真空ポンプ P 1 及びセパレータ S P が設けられる。

[0021] 真空ポンプ P 1 には、復水器 4 から水素及び二酸化炭素を含む混合ガスが供給される。真空ポンプ P 1 は、復水器 4 を真空に保ちながら、復水器 4 から供給される水素及び二酸化炭素を含む混合ガスをセパレータ S P に送る。

[0022] セパレータ S P は、真空ポンプ P 1 から供給された混合ガスから水素ガス及び二酸化炭素ガス以外の不純物（例えば、水）を取り除く。セパレータ S P は、抽出した水素及び二酸化炭素を含む混合ガスを二酸化炭素分離装置 5 に供給する。二酸化炭素分離装置 5 は、混合ガスを水素ガスと二酸化炭素ガスに分離する。分離された水素ガスは、燃料電池 1 で再利用される。分離された二酸化炭素ガスは、二酸化炭素液化装置 6 を介して、二酸化炭素貯蔵タンク 7 に貯蔵される。

[0023] なお、真空ポンプ P 1 及びセパレータ S P を設けずに、復水器 4 から排出された混合ガスが二酸化炭素分離装置 5 に直接送られてもよい。

[0024] 図 3 は、本実施形態に係る二酸化炭素液化装置 6 の構成の一例を示す構成図である。なお、ここで説明する二酸化炭素液化装置 6 の構成は、一例であり、二酸化炭素ガスが液化できれば、どのような構成でもよい。

[0025] 二酸化炭素液化装置 6 は、二酸化炭素圧縮機 6 1、脱湿装置 6 2、第 1 熱交換器 6 3、二酸化炭素液化器 6 4、冷凍機 6 5、冷媒コンデンサ 6 6、及び、第 2 熱交換器 6 7 を備える。

[0026] 二酸化炭素圧縮機 6 1 は、二酸化炭素分離装置 5 により分離された二酸化炭素ガスを取り込んで、圧縮する。二酸化炭素圧縮機 6 1 は、圧縮した二酸化炭素ガスを脱湿装置 6 2 に送る。二酸化炭素圧縮機 6 1 は、二酸化炭素分離装置 5 からの二酸化炭素ガスに加えて、二酸化炭素貯蔵タンク 7 の内部で気化した二酸化炭素も取り込んで、一緒に圧縮してもよい。

[0027] 脱湿装置 6 2 は、二酸化炭素圧縮機 6 1 から送り込まれた二酸化炭素ガスを乾燥させる。これにより、二酸化炭素ガスからパージガスが抜ける。脱湿装置 6 2 は、乾燥させた二酸化炭素ガスを第 1 熱交換器 6 3 に送る。なお、

脱湿装置 6 2 は、設けなくてもよい。

[0028] 第 1 熱交換器 6 3 は、脱湿装置 6 2 から送り込まれた二酸化炭素ガスを清水により冷却する。第 1 熱交換器 6 3 は、冷却した二酸化炭素ガスを二酸化炭素液化器 6 4 に送る。なお、燃料電池発電システム 1 0 が船舶に実装される場合、清水の代わりに、取水ポンプ等により、船外から汲み上げた水（海水等）を用いてもよい。

[0029] 二酸化炭素液化器 6 4 は、第 1 熱交換器 6 3 から送り込まれた二酸化炭素ガスを冷却して液化する。これにより、凝縮されない非凝縮ガスが二酸化炭素から抜ける。二酸化炭素液化器 6 4 は、液化した二酸化炭素を第 2 熱交換器 6 7 に送る。

[0030] 二酸化炭素液化器 6 4 は、冷媒により二酸化炭素ガスを冷却する。二酸化炭素ガスの冷却に使用された冷媒は、冷凍機 6 5 に送られて、冷却される。冷凍機 6 5 で冷却された冷媒は、冷媒コンデンサ 6 6 に送られて、圧縮される。冷媒コンデンサ 6 6 で圧縮された冷媒は、二酸化炭素液化器 6 4 に供給され、二酸化炭素ガスの冷却に使用される。

[0031] 第 2 熱交換器 6 7 は、二酸化炭素液化器 6 4 から送り込まれた液化された二酸化炭素を B O G (boil off gas) により冷却する。B O G は、L N G タンク 2 に蓄積された L N G の一部が入熱により気化することで発生する気体状の天然ガスである。第 2 熱交換器 6 7 は、液化された二酸化炭素を冷却して、二酸化炭素貯蔵タンク 7 に送る。例えば、冷却に使用されて温められた B O G は、燃料として燃料電池 1 に供給される。

[0032] 本実施形態によれば、復水器 4 及び二酸化炭素分離装置 5 を設けることで、燃料電池 1 から排出される水蒸気に含まれる水素及び二酸化炭素を別々に取り出すことができる。取り出した水素を燃料電池 1 に供給することで、L N G に含まれる水素の消費効率を向上させることができる。燃料電池 1 から排出される水蒸気から二酸化炭素を取り出すことで、燃料電池 1 から排出される二酸化炭素を管理することができる。これにより、燃料電池発電システム 1 0 は、大気中に二酸化炭素を排出しないようにすることができる。

- [0033] 燃料電池 1 から復水器 4 に水蒸気が排出される経路の途中に、蒸気タービン 3 を設けることで、燃料電池 1 から排出される水蒸気により発電することができる。
- [0034] 二酸化炭素液化装置 6 において、B O G を利用して二酸化炭素を冷却し、冷却に使用した B O G を燃料電池 1 に供給することで、燃料電池発電システム 10 のエネルギー効率を向上させることができる。
- [0035] (第 2 の実施形態)
- 図 4 は、本発明の第 2 の実施形態に係る燃料電池発電システム 10 A の構成を示す構成図である。
- [0036] 燃料電池発電システム 10 A は、図 1 に示す第 1 の実施形態に係る燃料電池発電システム 10 において、第 1 熱交換器 8 及び第 2 熱交換器 9 を追加したものである。その他の点は、第 1 の実施形態と同様である。
- [0037] 第 1 熱交換器 8 は、燃料電池 1 に燃料として供給されるガスを燃料電池 1 から排出される水蒸気により加熱するように熱交換を行う。これにより、燃料電池 1 に供給されるガスが加熱され、燃料電池 1 から排出される水蒸気が冷却される。第 1 熱交換器 8 により加熱されたガスは、燃料電池 1 に供給される。第 1 熱交換器 8 により冷却された水蒸気は、第 2 熱交換器 9 に送られる。なお、第 1 熱交換器 8 が加熱する燃料であるガスには、二酸化炭素分離装置 5 から供給される水素ガスが含まれてもよいし、含まなくてもよい。
- [0038] 第 2 熱交換器 9 は、燃料電池 1 に供給するために大気中から取り込まれる空気（酸素）を、第 1 熱交換器 8 から送り込まれる水蒸気により加熱するように熱交換を行う。これにより、燃料電池 1 に供給される空気が加熱され、燃料電池 1 から排出される水蒸気が冷却される。第 2 熱交換器 9 により加熱された空気は、燃料電池 1 に供給される。第 2 熱交換器 9 により冷却された水蒸気は、蒸気タービン 3 を介して、復水器 4 に送られる。
- [0039] このようにして、燃料電池 1 から排出される水蒸気は、第 1 熱交換器 8 及び第 2 熱交換器 9 により冷却される。一方、燃料電池 1 に供給されるガス（水素を含むガス）及び空気（酸素）は、第 1 熱交換器 8 及び第 2 熱交換器 9

により加熱される。

[0040] なお、第1熱交換器8及び第2熱交換器9は、互いに入れ替えて配置されてもよい。具体的には、燃料電池1から排出される水蒸気が、最初に第2熱交換器9で冷却され、次に第1熱交換器8で冷却されるように配置されてもよい。また、第1熱交換器8及び第2熱交換器9は、いずれか一方のみが設けられてもよい。

[0041] 本実施形態によれば、第1の実施形態による作用効果に加え、燃料電池発電システム10Aの全体のエネルギー効率を向上させることができる。

[0042] (第3の実施形態)

図5は、本発明の第3実施形態に係る船舶20の構成を示す構成図である。図6は、本実施形態に係る船舶20におけるエネルギー及び物質の流れの概要を示す概略図である。

[0043] 船舶20は、図1に示す第1の実施形態に係る燃料電池発電システム10が実装された船舶である。その他の点は、第1の実施形態と同様である。

[0044] 船舶20は、船内に貯蔵されているLNGを燃料として、発電する船舶である。船舶20は、LNGを貯蔵する設備を備えていれば、どのような船舶でもよい。例えば、船舶20は、LNGの運搬を目的とするLNG船でもよいし、LNGを動力源の燃料として使用し、LNG以外の物の運搬を目的とする船舶でもよいし、物の運搬を目的としない船舶でもよい。

[0045] 船舶20は、燃料電池1、複数のLNGタンク2、蒸気タービン3、復水器4、二酸化炭素分離装置5、二酸化炭素液化装置6、二酸化炭素貯蔵タンク7、複数の太陽電池11、蓄電池12、配電盤13、推進モータ14、及び、推進器15を備える。なお、以下で説明する機器等の設置場所は、一例であり、船内又は船外の適当な位置に配置してよい。

[0046] 燃料電池1は、発電した電力を、配電盤13を介して、推進モータ14に供給する。燃料電池1は、推進モータ14以外の船内の電気設備に発電した電力を供給してもよい。例えば、燃料電池1は、船体の甲板上に設けられてもよいし、塩害などの外部要因から保護するために建屋内に設置されてもよい。

い。

[0047] LNGタンク2は、LNG船の場合は、船体の内部に設けられる。LNGタンク2は、LNG船であれば、LNGを運搬するために貯蔵するタンクであるが、動力源の燃料としてLNGを貯蔵する燃料タンクでもよい。LNGタンク2は、少なくとも1つあればよい。

[0048] 例えば、船舶20は、次のように構成される。蒸気タービン3及び復水器4は、船体の内部に設けられる。二酸化炭素分離装置5、二酸化炭素液化装置6、及び、二酸化炭素貯蔵タンク7は、船体の甲板上に設けられる。復水器4から二酸化炭素分離装置5に混合ガスを送る経路には、コンプレッサC1及び真空ポンプP1が設けられる。その他に、コンプレッサ又はポンプ等の任意の機器がこの経路に設けられてもよい。

[0049] 具体的には、二酸化炭素分離装置5及び二酸化炭素液化装置6は、船体の甲板上に設置された建屋BDの内部に設けられる。二酸化炭素貯蔵タンク7は、建屋BDの外部で、建屋BDの近傍に設けられる。建屋BDは、二酸化炭素分離装置5及び二酸化炭素液化装置6等の内部に設けられた装置類を塩害などの外部要因から保護する。二酸化炭素分離装置5、二酸化炭素液化装置6、及び、二酸化炭素貯蔵タンク7は、互いに近くに設けることで、これらを接続する二酸化炭素を送る経路を短くできる。

[0050] 二酸化炭素貯蔵タンク7は、貯蔵された二酸化炭素を陸揚げし易い箇所に設置されるのが望ましい。二酸化炭素貯蔵タンク7は、船舶20から取り外し可能に設置されてもよいし、船外に液化された二酸化炭素を送るために、輸送ポンプP2と接続されるように構成されてもよいし、これらの両方を備えてもよい。また、二酸化炭素貯蔵タンク7には、二酸化炭素貯蔵タンク7に貯蔵された二酸化炭素を取り出すために、輸送ポンプとは別に、荷役ポンプが設けられてもよい。このようにして、二酸化炭素貯蔵タンク7に貯蔵された二酸化炭素は、陸上に持ち運ぶことができる。

[0051] 太陽電池11は、太陽光を電気エネルギーに変換する電池である。太陽電池11は、船舶20の表面にある太陽光が照射される場所（例えば、甲板等

）に設置される。太陽電池 1 1 は、発電した電力を、配電盤 1 3 を介して、推進モータ 1 4 に供給する。また、太陽電池 1 1 は、推進モータ 1 4 以外の船内の電気設備に発電した電力を供給してもよい。なお、太陽電池 1 1 は、船舶 2 0 に設けられなくてもよい。

[0052] 蓄電池 1 2 は、配電盤 1 3 に接続される。燃料電池 1 及び太陽電池 1 1 からの供給電力よりも、推進モータ 1 4 等で消費される需用電力が多い場合は、蓄電池 1 2 は、蓄電された電気エネルギーで、供給電力を補う。一方、燃料電池 1 及び太陽電池 1 1 からの供給電力よりも、需用電力が少ない場合は、蓄電池 1 2 は、充電する。このようにして、蓄電池 1 2 は、需要電力と供給電力のバランスをとるように充放電をする。なお、蓄電池 1 2 は、船舶 2 0 に設けられなくてもよい。

[0053] なお、燃料電池 1 及び太陽電池 1 1 は、それぞれ自身の動作を制御するための制御部、及び、出力電力を所望の電力に変換するための電力変換器を備えてもよい。同様に、蓄電池 1 2 は、自身の動作（充電又は放電等）を制御する制御部、及び、充放電電力を所望の電力に変換するための電力変換器を備えてもよい。

[0054] 配電盤 1 3 は、燃料電池 1、太陽電池 1 1、及び、蓄電池 1 2 から供給される電力を推進モータ 1 4 等に供給するための機器である。蓄電池 1 2 が充電する場合、配電盤 1 3 は、燃料電池 1 及び太陽電池 1 1 から供給される電気エネルギーを蓄電池 1 2 に供給する。なお、配電盤 1 3 は、蒸気タービン 3 により発電された電力が供給されてもよい。また、配電盤 1 3 は、いくつ設けられてもよいし、配電盤 1 3 を無くして、代わりにスイッチ等を設けてもよい。

[0055] 推進モータ 1 4 は、船舶 2 0 の推進力を得るための動力源である。例えば、推進モータ 1 4 は、直流モータである。推進モータ 1 4 は、燃料電池 1、太陽電池 1 1、及び、蓄電池 1 2 から供給される直流電力により駆動するため、直流モータを採用することで、インバータ等の電力変換回路の数を少なくでき、船舶 2 0 の全体のエネルギー効率が向上する。なお、推進モータ 1

4 は、交流モータを採用してもよい。

[0056] 推進器 15 は、推進モータ 14 に接続され、推進モータ 14 の回転力を船舶 20 の推進力に変換する機器である。

[0057] 図 6 を参照して、船舶 20 におけるエネルギー及び物質の流れについて説明する。

LNG タンク 2 から燃料電池 1 に、LNG が気化した天然ガスが供給される。燃料電池 1 が発電動作（化学反応）をすることにより、燃料電池 1 から水素及び二酸化炭素を含む水蒸気が排出される。復水器 4 は、燃料電池 1 から送り込まれた水蒸気から水分を取り除き、水素と二酸化炭素の混合ガスを抽出する。二酸化炭素分離装置 5 は、混合ガスを水素ガスと二酸化炭素ガスに分離する。

[0058] 二酸化炭素分離装置 5 により分離された水素ガスは、燃料電池 1 に供給されることで、再利用される。二酸化炭素分離装置 5 により分離された二酸化炭素ガスは、二酸化炭素液化装置 6 で液化され、二酸化炭素貯蔵タンク 7 に貯蔵される。二酸化炭素貯蔵タンク 7 に貯蔵された二酸化炭素は、陸揚げされ、その後処分される。

[0059] 燃料電池 1 及び太陽電池 11 により発電された電力は、配電盤 13 を介して、推進モータ 14 に供給される。蓄電池 12 は、燃料電池 1 及び太陽電池 11 による供給電力と推進モータ 14 等で消費される需用電力のバランスをとるように充放電をする。供給された電力により推進モータ 14 が駆動することで、船舶 20 の推進力が得られる。

[0060] 本実施形態によれば、第 1 の実施形態に係る燃料電池発電システム 10 を船舶 20 に実装することで、船舶 20 において、第 1 の実施形態と同様の作用効果を得ることができる。即ち、船舶 20 から排出される二酸化炭素を管理することができ、船舶 20 の燃料である LNG を使用したエネルギー効率を向上させることができる。

[0061] なお、船舶 20 は、第 2 の実施形態に係る燃料電池発電システム 10A を実装してもよい。これにより、第 1 の実施形態に係る燃料電池発電システム

10を船舶20に実装するよりも、船舶20の全体のエネルギー効率をさらに向上させることができる。

[0062] なお、追加の利点及び修正について当業者により容易に生じることがある。したがって、そのより広い態様における本発明は、本明細書に示して説明される特定の詳細で代表的な実施形態に限定されない。したがって、添付の特許請求の範囲及びそれらの均等物により定義される一般的な発明の概念の精神又は範囲から逸脱することなく、様々な修正を行うことができる。

請求の範囲

- [請求項1] 燃料により発電する燃料電池と、
前記燃料電池から排出される水蒸気に含まれる水素と二酸化炭素の混合ガスを抽出する復水器と、
前記復水器により抽出された前記混合ガスから前記水素及び前記二酸化炭素を分離する成分分離手段と、
前記成分分離手段により分離された前記水素を前記燃料電池に供給する水素供給経路と、
前記成分分離手段により分離された前記二酸化炭素を液化する二酸化炭素液化手段と
を備えることを特徴とする燃料電池発電システム。
- [請求項2] 前記復水器により抽出された前記混合ガスから前記水素及び前記二酸化炭素以外の不純物を取り除くセパレータ
を備えることを特徴とする請求項1に記載の燃料電池発電システム。
- [請求項3] 前記燃料電池から排出される前記水蒸気により発電する蒸気タービン
を備え、
前記復水器は、前記蒸気タービンを介して、前記燃料電池から排出される前記水蒸気が供給されること
を特徴とする請求項1に記載の燃料電池発電システム。
- [請求項4] 前記燃料であるガスを加熱し、前記燃料電池から排出される前記水蒸気を冷却するように熱交換を行う熱交換器
を備えることを特徴とする請求項1に記載の燃料電池発電システム。
- [請求項5] 前記燃料電池に供給される空気を加熱し、前記燃料電池から排出される前記水蒸気を冷却するように熱交換を行う熱交換器
を備えることを特徴とする請求項1に記載の燃料電池発電システム。
- [請求項6] 前記二酸化炭素液化手段により液化された前記二酸化炭素を貯蔵する二酸化炭素貯蔵手段
を備えたことを特徴とする請求項1に記載の燃料電池発電システム。

- [請求項7] 船体と、
燃料を貯蔵する燃料貯蔵タンクと、
前記船体に実装され、前記燃料貯蔵タンクに貯蔵された前記燃料により発電する燃料電池と、
前記燃料電池から排出される水蒸気に含まれる水素と二酸化炭素の混合ガスを抽出する復水器と、
前記復水器により抽出された前記混合ガスから前記水素及び前記二酸化炭素を分離する成分分離手段と、
前記成分分離手段により分離された前記水素を前記燃料電池に供給する水素供給経路と、
前記成分分離手段により分離された前記二酸化炭素を液化する二酸化炭素液化手段と、
前記二酸化炭素液化手段により液化された前記二酸化炭素を貯蔵する二酸化炭素貯蔵タンクと、
を備えることを特徴とする船舶。
- [請求項8] 前記燃料電池により発電された電力により駆動する推進器を備えることを特徴とする請求項7に記載の船舶。
- [請求項9] 前記燃料であるガスを加熱し、前記燃料電池から排出される前記水蒸気を冷却するように熱交換を行う熱交換器を備えることを特徴とする請求項7に記載の船舶。
- [請求項10] 前記燃料電池に供給される空気を加熱し、前記燃料電池から排出される前記水蒸気を冷却するように熱交換を行う熱交換器を備えることを特徴とする請求項7に記載の船舶。