

(19) 日本国特許庁 (JP)

(12) 特 許 公 報 (B2)

(11) 特許番号

特許第5917591号
(P5917591)

(45) 発行日 平成28年5月18日 (2016. 5. 18)

(24) 登録日 平成28年4月15日 (2016. 4. 15)

(51) Int. Cl.

F I

C 2 5 B 1/02 (2006. 01)

C 2 5 B 1/02

C 2 5 B 1/26 (2006. 01)

C 2 5 B 1/26

A

C 2 5 B 9/00 (2006. 01)

C 2 5 B 9/00

C

C O 1 B 3/00 (2006. 01)

C O 1 B 3/00

Z

F O 1 K 25/10 (2006. 01)

F O 1 K 25/10

R

請求項の数 8 (全 13 頁) 最終頁に続く

(21) 出願番号 特願2014-85102 (P2014-85102)
 (22) 出願日 平成26年4月17日 (2014. 4. 17)
 (65) 公開番号 特開2015-206060 (P2015-206060A)
 (43) 公開日 平成27年11月19日 (2015. 11. 19)
 審査請求日 平成27年9月8日 (2015. 9. 8)

早期審査対象出願

(73) 特許権者 514030104
 三菱日立パワーシステムズ株式会社
 神奈川県横浜市西区みなとみらい三丁目3
 番1号
 (74) 代理人 110000350
 ポレール特許業務法人
 (72) 発明者 三島 信義
 神奈川県横浜市西区みなとみらい三丁目3
 番1号 三菱日立パワーシステムズ株式会
 社内
 (72) 発明者 永淵 尚之
 神奈川県横浜市西区みなとみらい三丁目3
 番1号 三菱日立パワーシステムズ株式会
 社内

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 水素ガス発生システム

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項 1】

太陽電池を備え、直流電気を発電する太陽光発電装置と、
 第1の水素ガスタンクを備え、前記太陽光発電装置が発電した前記直流電気をを用いて海水を電気分解して水素ガスを発生させる海水電解装置と、
 太陽熱を利用して生成した蒸気でタービンを回転させて交流電気を発電する太陽熱発電装置と、
 前記太陽熱発電装置が発電した前記交流電気で駆動され、前記海水電解装置が発生させた前記水素ガスを圧縮する水素ガス圧縮機と、
 第2の水素ガスタンクと、
 を備え、
 前記太陽熱発電装置は、前記タービンを回転させた前記蒸気を海水で冷却する復水器をさらに備え、
 前記海水電解装置は、発生させた前記水素ガスを前記第1の水素ガスタンクに貯留し、前記復水器から排出された前記海水の一部が供給され、この海水を電気分解し、
 前記水素ガス圧縮機は、前記第1の水素ガスタンクに貯留された前記水素ガスを圧縮し、圧縮した前記水素ガスを前記第2の水素ガスタンクに貯留する、
 ことを特徴とする水素ガス発生システム。

【請求項 2】

太陽電池を備え、直流電気を発電する太陽光発電装置と、

10

20

第 1 の水素ガスタンクを備え、前記太陽光発電装置が発電した前記直流電気をを用いて海水を電気分解して水素ガスを発生させる海水電解装置と、

太陽熱を利用して生成した蒸気でタービンを回転させて交流電気を発電する太陽熱発電装置と、

前記太陽熱発電装置が発電した前記交流電気で駆動され、前記海水電解装置が発生させた前記水素ガスを圧縮する水素ガス圧縮機と、

第 2 の水素ガスタンクと、
を備え、

前記太陽熱発電装置は、前記タービンを回転させた前記蒸気を海水で冷却する復水器と、前記復水器での前記蒸気の冷却に使用された前記海水を収容する海水放水槽とをさらに備え、

前記海水電解装置は、発生させた前記水素ガスを前記第 1 の水素ガスタンクに貯留し、前記海水放水槽に収容された前記海水が供給され、この海水を電気分解し、

前記水素ガス圧縮機は、前記第 1 の水素ガスタンクに貯留された前記水素ガスを圧縮し、圧縮した前記水素ガスを前記第 2 の水素ガスタンクに貯留する、
ことを特徴とする水素ガス発生システム。

【請求項 3】

太陽電池を備え、直流電気を発電する太陽光発電装置と、

第 1 の水素ガスタンクを備え、前記太陽光発電装置が発電した前記直流電気をを用いて海水を電気分解して水素ガスを発生させる海水電解装置と、

太陽熱を利用して生成した蒸気でタービンを回転させて交流電気を発電する太陽熱発電装置と、

前記太陽熱発電装置が発電した前記交流電気で駆動され、前記海水電解装置が発生させた前記水素ガスを圧縮する水素ガス圧縮機と、

第 2 の水素ガスタンクと、
を備え、

前記海水電解装置は、発生させた前記水素ガスを前記第 1 の水素ガスタンクに貯留し、

前記水素ガス圧縮機は、前記第 1 の水素ガスタンクに貯留された前記水素ガスを圧縮し、圧縮した前記水素ガスを前記第 2 の水素ガスタンクに貯留し、

前記海水電解装置は、海水を電気分解して前記水素ガスを発生させる陰極槽と、前記太陽光発電装置が発電した前記直流電気をを用いて海水を電気分解して塩素ガスを発生させる陽極槽と、を備え、

前記陰極槽と前記陽極槽とは、海水が流通する配管で互いに接続され、

前記配管には、前記配管を流れる海水の量を制御する弁が設けられる、

ことを特徴とする水素ガス発生システム。

【請求項 4】

前記太陽熱発電装置は、前記復水器での前記蒸気の冷却に使用される前記海水を収容する海水取水槽をさらに備え、

前記海水電解装置は、前記海水取水槽に収容された前記海水が供給され、この海水を電気分解する、請求項 1 または 2 に記載の水素ガス発生システム。

【請求項 5】

前記太陽熱発電装置は、前記タービンを回転させた前記蒸気を海水で冷却する復水器と、前記復水器での前記蒸気の冷却に使用される前記海水を収容する海水取水槽とをさらに備え、

前記海水電解装置は、前記海水取水槽に収容された前記海水が供給され、この海水を電気分解する、請求項 3 に記載の水素ガス発生システム。

【請求項 6】

前記海水電解装置は、前記太陽光発電装置が発電した前記直流電気をを用いて海水を電気分解して塩素ガスをさらに発生させ、

前記太陽熱発電装置が発電した前記交流電気で駆動され、前記海水電解装置が発生させ

10

20

30

40

50

た前記塩素ガスを圧縮する塩素ガス圧縮機をさらに備える、請求項 1 または 2 に記載の水素ガス発生システム。

【請求項 7】

前記太陽熱発電装置が発電した前記交流電気で駆動され、前記海水電解装置が発生させた前記塩素ガスを圧縮する塩素ガス圧縮機をさらに備える、請求項 3 に記載の水素ガス発生システム。

【請求項 8】

前記海水電解装置は、発生させた前記塩素ガスを貯留する第 1 の塩素ガスタンクを備え、

前記水素ガス発生システムは、第 2 の塩素ガスタンクをさらに備え、

前記塩素ガス圧縮機は、前記第 1 の塩素ガスタンクに貯留された前記塩素ガスを圧縮し、圧縮した前記塩素ガスを前記第 2 の塩素ガスタンクに貯留する、請求項 6 または 7 に記載の水素ガス発生システム。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は、水素ガスを製造する水素ガス発生システムに関する。

【背景技術】

【0002】

水素ガスは、例えば、燃料電池車の燃料に使用される。今後、燃料電池車の生産が増加することが予想され、水素ガスの需要も増大することが見込まれる。このため、高圧の水素ガスを大量、安価、かつ安定的に製造し供給できる技術が望まれている。

【0003】

水素ガスは、海水を電気分解して製造することができる。特許文献 1 には、太陽光を使って直流電気を発生させ、この電力を使って海水を電気分解して水素ガスを製造する水素吸蔵装置が記載されている。この水素吸蔵装置は、浮きにより海に浮かぶパネル状の太陽電池と、水素吸蔵合金電極を内蔵し錘となるカセットを備え、太陽光を利用して発生した直流電気をを用いて海水の電気分解を行う。水素吸蔵合金電極は、負電極を介して太陽電池の負極と電氣的に接続されており、太陽電池の正極と電氣的に接続されている正電極と水素吸蔵合金電極とで、海水を電気分解する。電気分解により発生した水素は、水素吸蔵合金電極に吸蔵される。特許文献 1 に記載の水素吸蔵装置では、水素吸蔵合金電極を内蔵したカセットが装置から脱着可能であり、カセットを取り外して加熱するなどして、水素を取り出すことができる。

【先行技術文献】

【特許文献】

【0004】

【特許文献 1】特開 2008 - 174771 号公報

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

【0005】

特許文献 1 に記載された技術などのように、太陽電池で発電した直流電源を利用して海水を電気分解する従来の方法では、安価に水素を製造できる。しかし、このような方法では、太陽光の強度が変動すると発電する電気の電圧や電流が大きく変動するので、製造して供給できる高圧の水素ガスの量が太陽エネルギーの変動に影響されて不安定であるという課題がある。

【0006】

また、特許文献 1 に記載された水素吸蔵装置のように、海面に水素吸蔵装置を浮かべる方法は、波による海面の運動や海流の影響を受けるとともに、台風などによる大波の影響を受けやすく、水素吸蔵装置の固定化が難しいので、水素ガスを安定かつ大量に製造するのは困難であると懸念される。

10

20

30

40

50

【 0 0 0 7 】

また、特許文献 1 に記載された水素吸蔵装置を利用すると、大量の水素ガスを製造するためには、多数の水素吸蔵装置を海面に浮かべる必要があり、多数の水素吸蔵装置からカセットを取り外して水素吸蔵合金電極から水素を取り出し、取り外したカセットと水素を吸蔵していない水素吸蔵合金電極を内蔵するカセットとを交換する必要がある。このため、特許文献 1 に記載された水素吸蔵装置には、水素ガスの製造と供給にコストと手間がかかるという課題がある。

【 0 0 0 8 】

以上のように従来の技術では、高圧の水素ガスを大量、安価、かつ安定的に製造し供給するのが困難であるという課題がある。本発明の目的は、高圧の水素ガスを大量、安価、かつ安定的に製造し供給することが可能な水素ガス発生システムを提供することである。

10

【課題を解決するための手段】

【 0 0 0 9 】

本発明による水素ガス発生システムは、次のような特徴を有する。本発明による水素ガス発生システムは、太陽電池を備え、直流電気を発電する太陽光発電装置と、前記太陽光発電装置が発電した前記直流電気をを用いて海水を電気分解して水素ガスを発生させる海水電解装置と、太陽熱を利用して生成した蒸気でタービンを回転させて交流電気を発電する太陽熱発電装置と、前記太陽熱発電装置が発電した前記交流電気で駆動され、前記海水電解装置が発生させた前記水素ガスを圧縮する水素ガス圧縮機とを備える。

20

【発明の効果】

【 0 0 1 0 】

本発明によれば、高圧の水素ガスを大量、安価、かつ安定的に製造し供給することが可能な水素ガス発生システムを提供することができる。

【図面の簡単な説明】

【 0 0 1 1 】

【図 1】本発明の実施例による水素ガス発生システムの全体構成を示す図。

【図 2】本実施例による水素ガス発生システムの海水電解装置の構成を示す図。

【図 3】本実施例による水素ガス発生システムの太陽熱発電装置の構成を示す図。

【発明を実施するための形態】

【 0 0 1 2 】

30

本発明による水素ガス発生システムは、地上に設置され、太陽光発電装置と、太陽光発電装置で発電した直流電気を利用する海水電解装置と、太陽熱発電装置と、太陽熱発電装置で発電した交流電気で駆動される高圧ガス圧縮機とを備え、海水電解装置で海水を電気分解することで水素ガスを発生させ、発生した低圧の水素ガスを高圧ガス圧縮機で圧縮することで、高圧の水素ガスを大量、安価、かつ安定的に製造し供給することができる。また、本発明による水素ガス発生システムでは、海水の電気分解で発生した低圧の塩素ガスを高圧ガス圧縮機で圧縮することで、高圧の塩素ガスを大量、安価、かつ安定的に製造し供給することもできる。電気分解で発生した低圧の水素ガスと塩素ガスは、それぞれ低圧ガスタンクに一旦貯留された後、高圧ガス圧縮機で圧縮されて、それぞれ高圧ガスタンクに貯留される。本発明では、海水の電気分解には、太陽光発電装置で発電した直流電気を

40

【 0 0 1 3 】

上述したように、太陽電池で発電した直流電源を利用して海水を電気分解する従来の方法では、発電される電気の電圧や電流が太陽光の強度によって変動するので、製造し供給できる水素ガスの量が太陽エネルギーの変動に影響されて不安定である。本発明では、太陽エネルギーを高圧水素ガスや高圧塩素ガスのエネルギーに変換して高圧ガスタンクで保

50

存するので、太陽エネルギーが変動しても、太陽エネルギーから得られるエネルギーの変動を抑制でき、高圧水素ガスや高圧塩素ガスを安定して供給できるという利点がある。また、海水の電気分解で発生した低圧の水素ガスと塩素ガスは、太陽熱発電装置で発電した交流電気を利用する高圧ガス圧縮機で圧縮するので、高圧水素ガスと高圧塩素ガスを大量かつ安価に製造することができる。

【 0 0 1 4 】

このように、本発明による水素ガス発生システムは、地上に設置され、安価に入手可能な海水と太陽光と太陽熱という２種類の太陽エネルギーとを利用するので、太陽光を利用する海水の電気分解と海水を利用する太陽熱発電との利点を相乗的に生かすことができ、高圧水素ガスと高圧塩素ガスを大量、安価、かつ安定的に製造し供給することが可能である。

10

【 0 0 1 5 】

本発明による水素ガス発生システムでは、海水電解装置と高圧ガス圧縮機とを日中連続運転し、水素ガスと塩素ガスとを安価にかつ大量に連続製造が可能である。水素ガスと塩素ガスの原料となる海水は、自然界にほぼ無限に存在し、不足する恐れはない。本発明では、無料で使える太陽エネルギーを利用するので、化石燃料を燃焼させて二酸化炭素ガスを発生させずに、大量に安価な高圧水素ガスと高圧塩素ガスを製造して供給することができる。製造された高圧水素ガスは、例えば、水素ガスを多量に消費する燃料電池車に供給することができる。燃料電池車は、現在は価格が高いがここ数年内に量産化が進んで価格が下がり、燃料である水素ガスの需要が今後増大することが予想される。さらに、塩素ガスは、各種消毒材や化学製品の原材料としての需要がある。

20

【 0 0 1 6 】

また、本発明による水素ガス発生システムでは、海水電解装置で発生させた水素ガスと塩素ガスを、圧縮せずに低圧ガスとしてそれぞれ低圧ガスタンクに一旦貯留してから、高圧ガス圧縮機で圧縮する。このため、日中の天候の変化により太陽からの全日射量変動して太陽光発電（太陽電池）の発生電力が変化し、海水電解装置から発生する水素ガスと塩素ガスの量または圧力が変動しても、それぞれの低圧ガスタンクでは、水素ガスと塩素ガスの圧力変動は、低圧ガスタンクの容積により決まる一定の範囲内に制御される。また、日中の天候の変化により太陽からの直達日射量が大きく変動して太陽熱発電の発生電力が変化し、高圧ガス圧縮機で圧縮する水素ガスと塩素ガスの量が変動しても、それぞれの高圧ガスタンクでは、水素ガスと塩素ガスの圧力変動は、高圧ガスタンクの容積により決まる一定の範囲内に制御される。本発明では、このような方法により、太陽エネルギーが変動しても、太陽エネルギーから得られるエネルギーの変動を抑制できる。

30

【 0 0 1 7 】

さらに、海水電解装置で電気分解される海水として、太陽熱発電装置の冷却水として用いた海水（復水器から出た温排水）を使用することもできる。太陽熱発電装置の復水器の温排水の一部を海水電解装置の原料（電解用の海水）に再利用することにより、海水電解装置の分解活性が増加し、水素ガスと塩素ガスの電気分解に必要な電力量を減らせる効果がある。

【 0 0 1 8 】

以下、本発明の実施例による水素ガス発生システムを、図面を用いて詳細に説明する。上記以外の課題、構成及び効果は、以下の実施例の説明により明らかにされる。

40

【実施例】

【 0 0 1 9 】

図１は、本発明の一実施例による水素ガス発生システム１００の全体構成を示す図である。本実施例による水素ガス発生システム１００は、地上に設置され、太陽光発電装置３と、海水電解装置２００と、太陽熱発電装置３００と、高圧水素ガス圧縮機１０１と、高圧塩素ガス圧縮機１０２とを主要な構成要素として備え、高圧の水素ガスと塩素ガスを大量、安価、かつ安定的に製造し供給することができる。太陽光発電装置３は、太陽電池を備え、太陽電池による太陽光発電で直流電源を生成する。海水電解装置２００は、太陽光

50

発電装置 3 で発電した直流電気を利用して、海水を電気分解し、水素ガスと塩素ガスを発生させる。太陽熱発電装置 300 は、太陽熱を利用して生成した蒸気でタービンを回転させて交流電気を発電する。高圧水素ガス圧縮機 101 は、太陽熱発電装置 300 で発電した交流電気で、高圧水素ガス圧縮機用電動機 88 によって駆動され、海水電解装置 200 で発生した水素ガスを圧縮する。高圧塩素ガス圧縮機 102 は、太陽熱発電装置 300 で発電した交流電気で、高圧塩素ガス圧縮機用電動機 89 によって駆動され、海水電解装置 200 で発生した塩素ガスを圧縮する。

【0020】

図 2 は、本実施例による水素ガス発生システム 100 の海水電解装置 200 の構成を示す図である。海水電解装置 200 は、主要な構成要素として、海水電解槽 4 と、低圧水素ガスタンク 36 と、低圧塩素ガスタンク 46 を備える。海水電解槽 4 は、太陽光発電装置 3 で発電した直流電気を利用して、海水を電気分解し、水素ガスと塩素ガスを発生させる。低圧水素ガスタンク 36 は、海水電解槽 4 で発生した水素ガスを加圧せずに貯留する。低圧塩素ガスタンク 46 は、海水電解槽 4 で発生した塩素ガスを加圧せずに貯留する。

10

【0021】

図 3 は、本実施例による水素ガス発生システム 100 の太陽熱発電装置 300 の構成を示す図である。太陽熱発電装置 300 は、太陽熱受熱器 52 と、高圧蒸気タービン 54 と、中低圧蒸気タービン 58 と、発電機 29 と、復水器 60 とを主要な構成要素として備え、太陽熱受熱器 52 で生成した過熱蒸気により高圧蒸気タービン 54 と中低圧蒸気タービン 58 とを回転させて、発電機 29 で交流電気を発電する。蒸気タービン 54、58 を回転させた過熱蒸気は、復水器 60 にて海水で冷却される。

20

【0022】

海水電解装置 200 で電気分解される海水には、太陽熱発電装置 300 の復水器 60 で使用され加温された海水を使用することができる。さらに、復水器 60 で使用する海水を取水するための海水取水槽 16 の海水や、復水器 60 で使用した後の海水を放水するための海水放水槽 98 の海水を使用することができる。このようにして、海水電解槽 4 には、電気分解用の海水を大量に供給することができる。

【0023】

以下、本実施例による水素ガス発生システム 100 の海水電解装置 200 と太陽熱発電装置 300 について、図 1 ~ 図 3 を用いて詳しく説明する。

30

【0024】

初めに、海水電解装置 200 について説明する。

【0025】

図 2 に示すように、海水電解装置 200 の海水電解槽 4 は、陰極槽 9 と、陽極槽 10 と、水素ガス発生装置 5 と、塩素ガス発生装置 6 とを備える。陰極槽 9 と陽極槽 10 は、海水を収容し、連絡調整配管 150 で互いに接続される。連絡調整配管 150 は、陽極陰極槽流量バランス弁 15 を備え、陰極槽 9 と陽極槽 10 との間で海水を流通させる。

【0026】

陽極陰極槽流量バランス弁 15 は、連絡調整配管 150 を流れる海水の量を制御して、陰極槽 9 の海水量と陽極槽 10 の海水量を制御することができる。海水の電気分解により、陰極槽 9 では水素ガスが発生し、陽極槽 10 では塩素ガスが発生する。電気分解が進むにつれて陰極槽 9 と陽極槽 10 とでは海水が減少するが、陰極槽 9 と陽極槽 10 とでは海水の減少量が異なるので、陰極槽 9 内の海水量と陽極槽 10 内の海水量には差が生じる。そこで、陽極陰極槽流量バランス弁 15 は、減少した海水量に応じて連絡調整配管 150 を流れる海水量を調整し、陰極槽 9 と陽極槽 10 との海水量の差を減らす制御をする。

40

【0027】

水素ガス発生装置 5 は、陰極槽 9 に収容した海水中に設けられた陰極 7 と、水素ガス回収器 27 とを備える。塩素ガス発生装置 6 は、陽極槽 10 に収容した海水中に設けられた陽極 8 と、塩素ガス回収器 28 とを備える。水素ガス回収器 27 は、例えば、上部の一端が閉じられており下部の他端が開放された円筒状の容器から構成され、上部が水素ガス回

50

収器出口配管 3 1 に接続され、下部が陰極槽 9 の海水面下に沈められている。塩素ガス回収器 2 8 は、例えば、上部の一端が閉じられており下部の他端が開放された円筒状の容器から構成され、上部が塩素ガス回収器出口配管 4 1 に接続され、下部が陽極槽 1 0 の海水面下に沈められている。

【 0 0 2 8 】

太陽光発電装置 3 は、太陽 1 から放射された太陽光線 2 の放射エネルギーを使って、直流電気を発電する。太陽光発電装置 3 の陰極は、陰極電線 1 1 によって海水電解槽 4 の陰極 7 と接続される。太陽光発電装置 3 の陽極は、陽極電線 1 2 によって海水電解槽 4 の陽極 8 と接続される。太陽光発電装置 3 にて発電された直流電気により海水電解槽 4 内の海水を電気分解すると、水素ガス発生装置 5 内の陰極 7 の周りに水素ガスの気泡 3 0 が発生し、塩素ガス発生装置 6 内の陽極 8 の周りに塩素ガスの気泡 4 0 が発生する。

10

【 0 0 2 9 】

水素ガス発生装置 5 で発生した水素ガスは、水素ガス回収器 2 7 にて回収される。水素ガス回収器 2 7 は、電気分解により発生した水素ガスを、円筒状の容器内の海水面上部に集める。この集められた水素ガスは、水素ガス回収器出口配管 3 1 と水素ガス回収器出口弁 3 2 を通過して、水素ガス出口母管 3 3 に集められる。集められた水素ガスは、低圧水素ガスタンク圧力調整弁 3 4 と低圧水素ガスタンク入口配管 3 5 を通過して、加圧されずに低圧水素ガスとして低圧水素ガスタンク 3 6 に一旦貯留される。低圧水素ガスタンク 3 6 の圧力は、低圧水素ガスタンク圧力計 3 8 で検出する。水素ガスの発生量に応じて低圧水素ガスタンク圧力調整弁 3 4 を開閉して、低圧水素ガスタンク 3 6 の圧力が予め定めた範囲内に収まるように、低圧水素ガスタンク 3 6 の圧力を制御する。低圧水素ガスタンク 3 6 に予め定めた量の水素ガスが溜まったら、水素ガスは、低圧水素ガスタンク 3 6 から、水素ガス圧縮機入口配管 3 7 を通過して、高圧水素ガス圧縮機 1 0 1 に送られる。

20

【 0 0 3 0 】

塩素ガス発生装置 6 で発生した塩素ガスは、塩素ガス回収器 2 8 にて回収される。塩素ガス回収器 2 8 は、電気分解により発生した塩素ガスを、円筒状の容器内の海水面上部に集める。この集められた塩素ガスは、塩素ガス回収器出口配管 4 1 と塩素ガス回収器出口弁 4 2 を通過して、塩素ガス出口母管 4 3 に集められる。集められた塩素ガスは、低圧塩素ガスタンク圧力調整弁 4 4 と低圧塩素ガスタンク入口配管 4 5 を通過して、加圧されずに低圧塩素ガスとして低圧塩素ガスタンク 4 6 に一旦貯留される。低圧塩素ガスタンク 4 6 の圧力は、低圧塩素ガスタンク圧力計 4 8 で検出する。塩素ガスの発生量に応じて低圧塩素ガスタンク圧力調整弁 4 4 を開閉して、低圧塩素ガスタンク 4 6 の圧力が予め定めた範囲内に収まるように、低圧塩素ガスタンク 4 6 の圧力を制御する。低圧塩素ガスタンク 4 6 に予め定めた量の塩素ガスが溜まったら、塩素ガスは、低圧塩素ガスタンク 4 6 から、塩素ガス圧縮機入口配管 4 7 を通過して、高圧塩素ガス圧縮機 1 0 2 に送られる。

30

【 0 0 3 1 】

図 2 と図 1 に示すように、海水電解装置 2 0 0 の海水電解槽 4 で電気分解される海水は、太陽熱発電装置 3 0 0 の海水取水槽 1 6、海水放水槽 9 8、及び復水器 6 0 のうちの少なくとも 1 つから供給される。海水取水槽 1 6 は、復水器 6 0 で使用される海水を収容する設備である。復水器 6 0 で使用される海水は、海水取水槽 1 6 から取水される。海水放水槽 9 8 は、復水器 6 0 で使用された海水を収容する設備である。復水器 6 0 で使用された海水は、海水放水槽 9 8 に放水される。海水は、海水取水槽 1 6 からは海水取水槽 1 6 の近くに設置された海水ポンプ 1 8 により、海水放水槽 9 8 からは海水放水槽 9 8 の近くに設置された海水ポンプ 1 1 8 により、復水器 6 0 からは海水昇圧ポンプ 9 9 により、それぞれ供給される。

40

【 0 0 3 2 】

海水取水槽 1 6 の海水は、海水ポンプ入口配管 2 1 を流れ、海水ポンプ入口弁 1 7 を経て海水ポンプ 1 8 に送られて昇圧される。昇圧されたこの海水は、海水ポンプ出口逆止弁 1 9 と海水ポンプ出口弁 2 0 を通過して、海水ポンプ出口配管 2 2 を通って海水母管 2 6 に送られる。

50

【 0 0 3 3 】

海水放水槽 9 8 の海水は、海水ポンプ入口配管 1 2 1 を流れ、海水ポンプ入口弁 1 1 7 を経て海水ポンプ 1 1 8 に送られて昇圧される。昇圧されたこの海水は、海水ポンプ出口逆止弁 1 1 9 と海水ポンプ出口弁 1 2 0 を通過して、海水ポンプ出口配管 1 2 2 を通って海水母管 2 6 に送られる。

【 0 0 3 4 】

復水器 6 0 から海水電解槽 4 に供給される海水は、復水器 6 0 で蒸気を冷却して温められた海水である。図 1 と図 3 に示すように、復水器 6 0 から排出された海水（温排水）は、復水器出口循環水配管 9 4 を流れる。この海水のうち大部分は、海水放水槽側循環水配管弁 9 6 と海水放水槽入口配管 9 7 を通って海水放水槽 9 8 に流れ、海に放流される。この海水のうち残りは、海水電解装置側海水取り出し元弁 9 5 にて復水器出口循環水配管 9 4 から取り出され、海水昇圧ポンプ入口弁 3 9 を通過して海水昇圧ポンプ 9 9 にて昇圧される。昇圧されたこの海水（温排水）は、海水昇圧ポンプ出口逆止弁 4 9 と海水昇圧ポンプ出口弁 7 9 を通過して、海水昇圧ポンプ出口配管 2 5 を流れて海水母管 2 6 に送られる。

10

【 0 0 3 5 】

図 2 に示すように、海水母管 2 6 に送られたこれらの海水は、2 系統に分かれ、陰極槽海水流量制御弁入口配管 2 3 と陽極槽海水流量制御弁入口配管 2 4 を流れる。陰極槽海水流量制御弁入口配管 2 3 に流れた海水は、陰極槽海水流量制御弁 1 3 を通過し、陰極槽 9 に送られる。陽極槽海水流量制御弁入口配管 2 4 に流れた海水は、陽極槽海水流量制御弁 1 4 を通過し、陽極槽 1 0 に送られる。

20

【 0 0 3 6 】

次に、太陽熱発電装置 3 0 0 について説明する。

【 0 0 3 7 】

図 3 には、太陽熱の集熱方式としてタワー式を採用した太陽熱発電装置 3 0 0 を示している。ただし、本発明による水素ガス発生システムでは、太陽熱発電装置 3 0 0 に任意の集熱方式（例えばトラフ式、フレネル式、及び複数の方式を組み合わせた集熱方式など）を用いることができる。

【 0 0 3 8 】

図 3 と図 1 に示すように、太陽熱発電装置 3 0 0 では、太陽 1 から太陽光線 2 によって運ばれた太陽熱エネルギーは、タワー 7 4 の周りに多数配置されたヘリオスタット 5 1 により反射され、太陽熱受熱器 5 2 に集められる。タワー 7 4 には、蒸気により高圧ヒータ 5 6 で加熱され、太陽熱集熱器給水配管 5 0 を流れた給水が供給される。高圧ヒータ 5 6 には、高圧蒸気タービン 5 4 から抽気された蒸気が、高圧ヒータ抽気管 5 5 を通って流れ込む。この蒸気により、給水ポンプ 6 4 によって高圧ヒータ 5 6 に流れ込んだ給水が加熱される。

30

【 0 0 3 9 】

タワー 7 4 に供給された給水は、太陽熱受熱器 5 2 にて太陽熱エネルギーによって加熱されて過熱蒸気となる。この過熱蒸気は、太陽熱集熱器出口母管 5 3 を流れ、高圧蒸気タービン 5 4 を回転させた後、連絡配管 5 7 を流れ、中低圧蒸気タービン 5 8 を回転させる。これらの蒸気タービンは、蒸気タービンに直結した発電機 2 9 を回して交流電気を生み出す。この交流電気は、主変圧器 8 0 と主遮断機 8 1 を経て、高圧系統母線 8 2 に送電される。

40

【 0 0 4 0 】

中低圧蒸気タービン 5 8 から排気された蒸気は、低圧蒸気タービン排気管 5 9 を流れて復水器 6 0 に流入する。復水器 6 0 に流入した蒸気は、復水器入口循環水配管 9 3 を流れてきた海水により冷却され、復水に変わる。この復水は、復水配管 6 7 を流れて復水ポンプ 6 8 に流入し、復水ポンプ 6 8 にて昇圧された後、低圧ヒータ 6 9 にて加温され、脱気器入口配管 7 0 を流れて脱気器 6 3 に入り、脱気器 6 3 にて加温脱気される。低圧ヒータ 6 9 には、復水を加温するために、中低圧蒸気タービン 5 8 から抽気された蒸気が、低圧

50

抽気管 6 2 を通って流れ込む。脱気器 6 3 には、復水を加温脱気するために、高圧蒸気タービン 5 4 から抽気された蒸気が、脱気器抽気管 6 1 を通って流れ込む。脱気器 6 3 で脱気された復水は、給水ポンプ 6 4 にて昇圧され、給水流量調節弁 6 5 を通過して給水ポンプ出口管 6 6 を通って高圧ヒータ 5 6 に流れ、タワー 7 4 に供給される給水となる。すなわち、脱気器 6 3 から高圧ヒータ 5 6 に流れた水は、高圧蒸気タービン 5 4 から抽気された蒸気により加熱され、太陽熱集熱器給水配管 5 0 を流れ、タワー 7 4 に送られ、太陽熱エネルギーによって過熱蒸気となる。

【 0 0 4 1 】

復水器入口循環水配管 9 3 を通って復水器 6 0 に流入する海水（冷却水）は、海水取水槽 1 6 から取り出される。海水取水槽 1 6 内の海水は、循環水ポンプ入口管 9 0 によって取り出され、循環水ポンプ 9 1 により昇圧され、循環水ポンプ出口弁 9 2 を通過して、復水器入口循環水配管 9 3 を流れ、復水器 6 0 に流入する。復水器 6 0 に流入した海水（冷却水）は、復水器 6 0 に流入した蒸気を冷却する。蒸気を冷却して加温された冷却水（温排水）は、上述したように、復水器出口循環水配管 9 4 を通り、一部が海水放水槽側循環水配管弁 9 6 と海水放水槽入口配管 9 7 を通って海水放水槽 9 8 に排出され、残りの一部が海水電解装置側海水取り出し元弁 9 5 と海水昇圧ポンプ入口弁 3 9 を通り、海水昇圧ポンプ 9 9 により昇圧させられ、海水昇圧ポンプ出口逆止弁 4 9 と海水昇圧ポンプ出口弁 7 9 と海水昇圧ポンプ出口配管 2 5 を流れて海水電解槽 4 に供給され、海水電解槽 4 で電気分解される海水として活用される。

【 0 0 4 2 】

図 1 を用いて、以上の海水電解装置 2 0 0 と太陽熱発電装置 3 0 0 の説明を踏まえ、本実施例による水素ガス発生システム 1 0 0 を説明する。水素ガス発生システム 1 0 0 は、後述するように、高圧水素ガスタンク 1 0 3 と高圧塩素ガスタンク 1 0 4 とをさらに備える。

【 0 0 4 3 】

太陽熱発電装置 3 0 0 の発電機 2 9 で発電された交流電気は、主変圧器 8 0 にて電圧が上げられ、次に主遮断機 8 1 を通過して高圧系統母線 8 2 に送電される。この交流電気の一部は、所内遮断機 8 3 を通過し、所内変圧器 8 4 にて電圧が降圧する。電圧が降圧した交流電気は、一部が、高圧水素ガス圧縮機遮断機 8 5 を通過して高圧水素ガス圧縮機用電動機 8 8 に配電され、一部が、高圧塩素ガス圧縮機遮断機 8 6 を通過して高圧塩素ガス圧縮機用電動機 8 9 に配電され、一部が、補機用遮断機 8 7 を通過して海水電解装置 2 0 0 と太陽熱発電装置 3 0 0 の各種補機の電動機に配電される。

【 0 0 4 4 】

高圧水素ガス圧縮機用電動機 8 8 は、高圧水素ガス圧縮機 1 0 1 を駆動する。高圧水素ガス圧縮機 1 0 1 は、低圧水素ガスタンク 3 6 と高圧水素ガスタンク 1 0 3 とに接続され、低圧水素ガスタンク 3 6 に貯留された水素ガスを圧縮し、圧縮した水素ガスを高圧水素ガスタンク 1 0 3 に貯留する。水素ガスは、用途に応じた圧力にまで圧縮され、例えば 7 ~ 7 0 M P a 程度の高圧にまで圧縮される。

【 0 0 4 5 】

高圧塩素ガス圧縮機用電動機 8 9 は、高圧塩素ガス圧縮機 1 0 2 を駆動する。高圧塩素ガス圧縮機 1 0 2 は、低圧塩素ガスタンク 4 6 と高圧塩素ガスタンク 1 0 4 とに接続され、低圧塩素ガスタンク 4 6 に貯留された塩素ガスを圧縮し、圧縮した塩素ガスを高圧塩素ガスタンク 1 0 4 に貯留する。塩素ガスは、用途に応じた圧力にまで圧縮される。

【 0 0 4 6 】

水素ガスと塩素ガスの圧縮には、メガワットオーダーの多量の電力を必要とする。本実施例による水素ガス発生システム 1 0 0 では、このような多量の電力を化石燃料からではなく太陽エネルギーから得るので、二酸化炭素ガスの発生を大幅に減少させて、安価な高圧水素ガスと高圧塩素ガスを大量に製造することができる。

【 0 0 4 7 】

高圧水素ガス圧縮機 1 0 1 を出た高圧水素ガスは、高圧水素ガスタンク圧力調整弁 1 0

10

20

30

40

50

5を通過して、高圧水素ガスタンク103に貯留される。高圧水素ガスタンク103の圧力は、高圧水素ガスタンク圧力計107で検出する。高圧水素ガスタンク圧力調整弁105を開閉して高圧水素ガスタンク103に流入する水素ガスの流量を変えることにより、高圧水素ガスタンク103の圧力が予め定めた範囲内に収まるように、高圧水素ガスタンク103の圧力を制御する。また、高圧水素ガス圧縮機101の中間段から水素ガスを取り出し、取り出した水素ガスを海水等の冷媒により冷却することにより、さらなる高圧水素ガスを得ることができる。高圧水素ガスタンク103に貯留された高圧水素ガスは、高圧水素ガス取り出し調整弁109を使って取り出して、高圧水素ガスポンプ75に貯留する。高圧水素ガスポンプ75は、高圧水素ガス運搬車77にて搬出する。本発明による水素ガス発生システムでは、このようにして高圧水素ガスを需要者に供給することができる。

10

【0048】

高圧塩素ガス圧縮機102を出た高圧塩素ガスは、高圧塩素ガスタンク圧力調整弁106を通過して、高圧塩素ガスタンク104に貯留される。高圧塩素ガスタンク104の圧力は、高圧塩素ガスタンク圧力計108で検出する。高圧塩素ガスタンク圧力調整弁106を開閉して高圧塩素ガスタンク104に流入する塩素ガスの流量を変えることにより、高圧塩素ガスタンク104の圧力が予め定めた範囲内に収まるように、高圧塩素ガスタンク104の圧力を制御する。また、高圧塩素ガス圧縮機102の中間段から塩素ガスを取り出し、取り出した塩素ガスを海水等の冷媒により冷却することにより、さらなる高圧塩素ガスを得ることができる。高圧塩素ガスタンク104に貯留された高圧塩素ガスは、高圧塩素ガス取り出し調整弁110を使って取り出して、高圧塩素ガスポンプ76に貯留する。高圧塩素ガスポンプ76は、高圧塩素ガス運搬車78にて搬出する。本発明による水素ガス発生システムでは、このようにして高圧塩素ガスを需要者に供給することができる。

20

【0049】

以上説明したように、本発明による水素ガス発生システム100では、化石燃料を燃焼させずに太陽熱エネルギーにて発電した交流電気を、高圧水素ガス圧縮機101と高圧塩素ガス圧縮機102の駆動用電源として活用するので、化石燃料を燃焼して発生する二酸化炭素ガスを大気中に排出しなくても交流電気を作れる。

【0050】

また、本実施例による水素ガス発生システム100では、図1～図3に示したように、復水器60で蒸気を冷却して加温された海水（温排水）の一部を、海水電解槽4で電気分解される海水として利用することもできる。加温された海水を電気分解される海水として利用することにより、電気分解で消費されるエネルギーを低減することができるという利点がある。

30

【0051】

一般的には、自然の海水は無料で活用できる。海水そのものは、地球上に大量に存在しており、電気分解の原料として活用する程度では、無限に地球上に存在すると言える。そこで、本実施例による水素ガス発生システム100では、図1～図3に示したように、海水取水槽16から取り出した海水を、太陽熱発電装置300の冷却水として使用せずに直接、海水電解槽4に送ることもできる。海水取水槽16から取り出した海水を、直接、海水電解槽4に送る方法では、大量の海水を電気分解に使え、大量の水素ガスと塩素ガスを発生させることができるという利点がある。

40

【符号の説明】

【0052】

1...太陽、2...太陽光線、3...太陽光発電装置、4...海水電解槽、5...水素ガス発生装置、6...塩素ガス発生装置、7...海水電解槽の陰極、8...海水電解槽の陽極、9...陰極槽、10...陽極槽、11...陰極電線、12...陽極電線、13...陰極槽海水流量制御弁、14...陽極槽海水流量制御弁、15...陽極陰極槽流量バランス弁、16...海水取水槽、17...海水ポンプ入口弁、18...海水ポンプ、19...海水ポンプ出口逆止弁、20...海水ポンプ

50

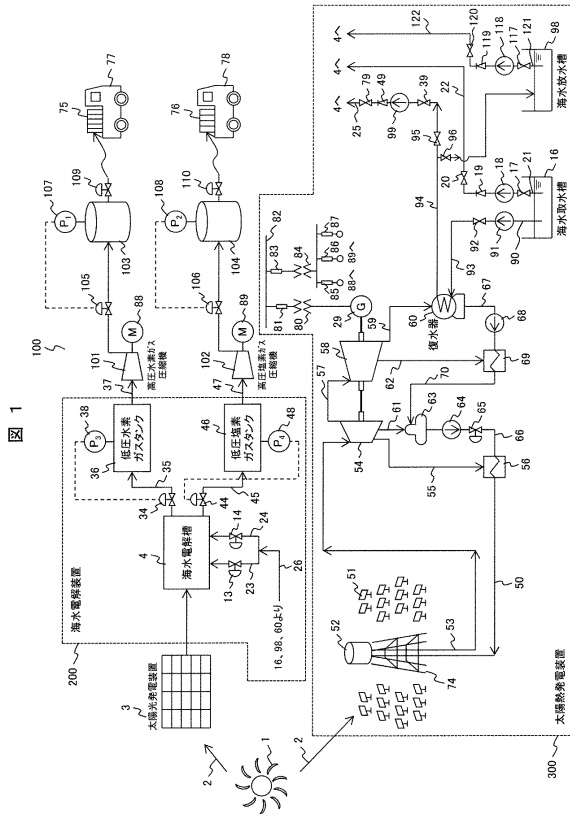
出口弁、2 1 ...海水ポンプ入口配管、2 2 ...海水ポンプ出口配管、2 3 ...陰極槽海水流量
 制御弁入口配管、2 4 ...陽極槽海水流量制御弁入口配管、2 5 ...海水昇圧ポンプ出口配管
 、2 6 ...海水母管、2 7 ...水素ガス回収器、2 8 ...塩素ガス回収器、2 9 ...発電機、3 0
 ...水素ガスの気泡、3 1 ...水素ガス回収器出口配管、3 2 ...水素ガス回収器出口弁、3 3
 ...水素ガス出口母管、3 4 ...低圧水素ガスタンク圧力調整弁、3 5 ...低圧水素ガスタンク
 入口配管、3 6 ...低圧水素ガスタンク、3 7 ...水素ガス圧縮機入口配管、3 8 ...低圧水素
 ガスタンク圧力計、3 9 ...海水昇圧ポンプ入口弁、4 0 ...塩素ガスの気泡、4 1 ...塩素ガ
 ス回収器出口配管、4 2 ...塩素ガス回収器出口弁、4 3 ...塩素ガス出口母管、4 4 ...低圧
 塩素ガスタンク圧力調整弁、4 5 ...低圧塩素ガスタンク入口配管、4 6 ...低圧塩素ガスタ
 ンク、4 7 ...塩素ガス圧縮機入口配管、4 8 ...低圧塩素ガスタンク圧力計、4 9 ...海水昇
 圧ポンプ出口逆止弁、5 0 ...太陽熱集熱器給水配管、5 1 ...ヘリオスタット、5 2 ...太陽
 熱受熱器、5 3 ...太陽熱集熱器出口母管、5 4 ...高圧蒸気タービン、5 5 ...高圧ヒータ抽
 気管、5 6 ...高圧ヒータ、5 7 ...連絡配管、5 8 ...中低圧蒸気タービン、5 9 ...低圧蒸気
 タービン排気管、6 0 ...復水器、6 1 ...脱気器抽気管、6 2 ...低圧抽気管、6 3 ...脱気器
 、6 4 ...給水ポンプ、6 5 ...給水流量調節弁、6 6 ...給水ポンプ出口管、6 7 ...復水配管
 、6 8 ...復水ポンプ、6 9 ...低圧ヒータ、7 0 ...脱気器入口配管、7 4 ...タワー、7 5 ...
 高圧水素ガスポンベ、7 6 ...高圧塩素ガスポンベ、7 7 ...高圧水素ガス運搬車、7 8 ...高
 圧塩素ガス運搬車、7 9 ...海水昇圧ポンプ出口弁、8 0 ...主変圧器、8 1 ...主遮断機、8
 2 ...高圧系統母線、8 3 ...所内遮断機、8 4 ...所内変圧器、8 5 ...高圧水素ガス圧縮機遮
 断機、8 6 ...高圧塩素ガス圧縮機遮断機、8 7 ...補機用遮断機、8 8 ...高圧水素ガス圧縮
 機用電動機、8 9 ...高圧塩素ガス圧縮機用電動機、9 0 ...循環水ポンプ入口管、9 1 ...循
 環水ポンプ、9 2 ...循環水ポンプ出口弁、9 3 ...復水器入口循環水配管、9 4 ...復水器出
 口循環水配管、9 5 ...海水電解装置側海水取り出し元弁、9 6 ...海水放水槽側循環水配管
 弁、9 7 ...海水放水槽入口配管、9 8 ...海水放水槽、9 9 ...海水昇圧ポンプ、1 0 0 ...水
 素ガス発生システム、1 0 1 ...高圧水素ガス圧縮機、1 0 2 ...高圧塩素ガス圧縮機、1 0
 3 ...高圧水素ガスタンク、1 0 4 ...高圧塩素ガスタンク、1 0 5 ...高圧水素ガスタンク圧
 力調整弁、1 0 6 ...高圧塩素ガスタンク圧力調整弁、1 0 7 ...高圧水素ガスタンク圧力計
 、1 0 8 ...高圧塩素ガスタンク圧力計、1 0 9 ...高圧水素ガス取り出し調整弁、1 1 0 ...
 高圧塩素ガス取り出し調整弁、1 1 7 ...海水ポンプ入口弁、1 1 8 ...海水ポンプ、1 1 9
 ...海水ポンプ出口逆止弁、1 2 0 ...海水ポンプ出口弁、1 2 1 ...海水ポンプ入口配管、1
 2 2 ...海水ポンプ出口配管、1 5 0 ...連絡調整配管、2 0 0 ...海水電解装置、3 0 0 ...太
 陽熱発電装置。

10

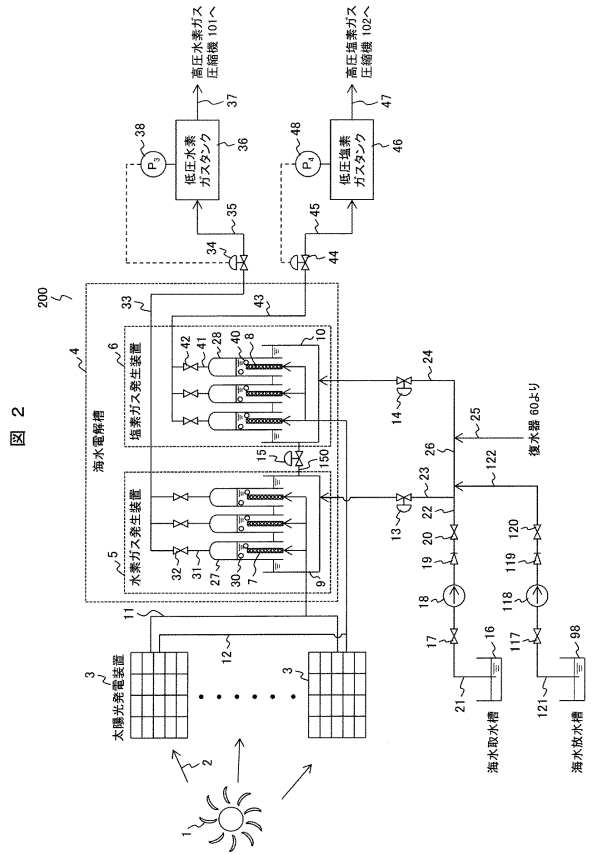
20

30

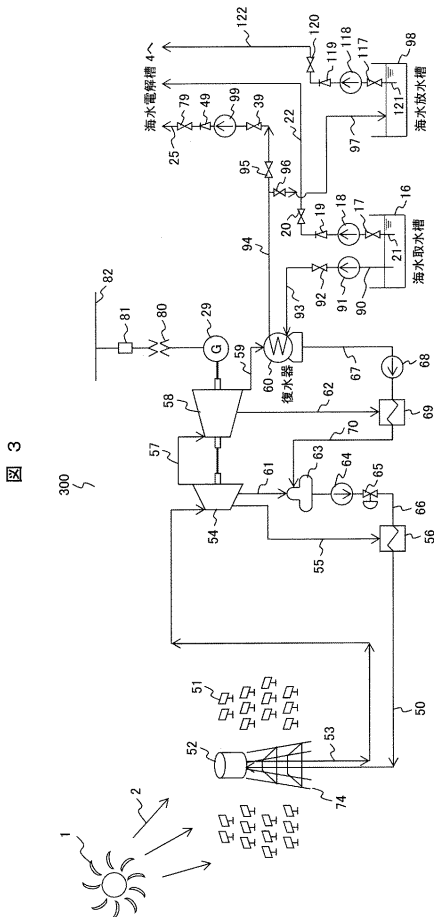
【図 1】



【図 2】



【図 3】



フロントページの続き

(51)Int.Cl. F I
F 0 3 G 6/00 (2006.01) F 0 3 G 6/00 5 1 1

審査官 菅原 愛

(56)参考文献 特開平 0 6 - 2 7 2 0 6 8 (J P , A)
特開昭 5 9 - 1 7 7 3 8 5 (J P , A)
特開 2 0 0 2 - 1 9 4 5 7 9 (J P , A)
特開 2 0 1 1 - 0 6 9 2 3 3 (J P , A)
特開 2 0 0 4 - 1 2 4 1 4 8 (J P , A)
特開 2 0 0 5 - 3 3 7 0 6 0 (J P , A)
特開昭 4 9 - 0 8 9 6 8 1 (J P , A)

(58)調査した分野(Int.Cl. , D B 名)
C 2 5 B 1 / 0 0 - 9 / 2 0
C 2 5 B 1 3 / 0 0 - 1 5 / 0 8