

(12) 特許協力条約に基づいて公開された国際出願

(19) 世界知的所有権機関
国際事務局

(43) 国際公開日
2020年3月5日(05.03.2020)



(10) 国際公開番号

WO 2020/044966 A1

(51) 国際特許分類:
H01M 8/04089 (2016.01) H01M 8/04537 (2016.01)
B60L 50/70 (2019.01) H01M 8/04746 (2016.01)
H01M 8/00 (2016.01)

(21) 国際出願番号: PCT/JP2019/030667

(22) 国際出願日: 2019年8月5日(05.08.2019)

(25) 国際出願の言語: 日本語

(26) 国際公開の言語: 日本語

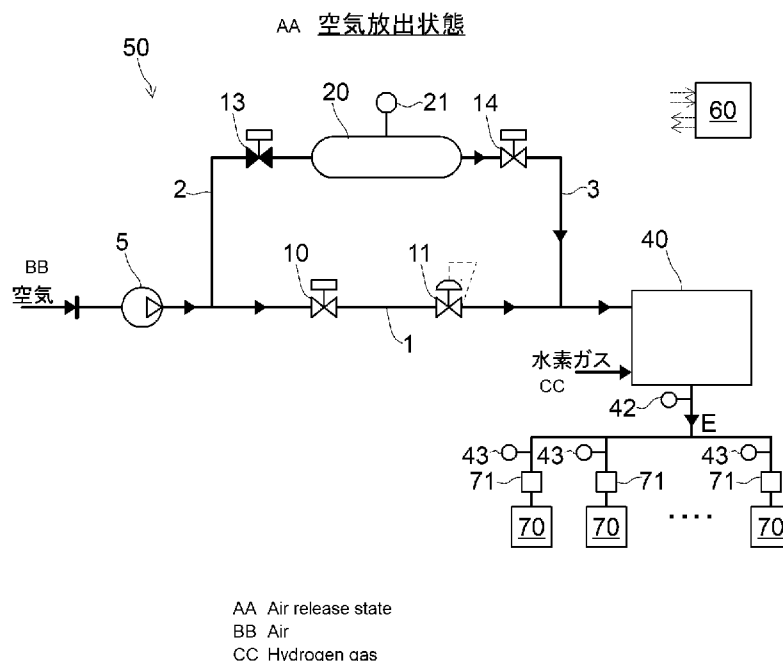
(30) 優先権データ:
特願 2018-160486 2018年8月29日(29.08.2018) JP

(71) 出願人: ヤンマー株式会社 (YANMAR CO., LTD.) [JP/JP]; 〒5300013 大阪府大阪市北区茶屋町1番32号 Osaka (JP).

(72) 発明者: 平 岩 琢 也 (HIRAIWA Takuya); 〒5300013 大阪府大阪市北区茶屋町1番32号 ヤンマー株式会社内 Osaka (JP). 丸山 剛広 (MARUYAMA Takehiro); 〒5300013 大阪府大阪市北区茶屋町1番32号 ヤンマー株式会社内 Osaka (JP). 灰庭 照緒 (HAINIWA Teruyoshi); 〒5300013 大阪府大阪市北区茶屋町1番32号 ヤンマー株式会社内 Osaka (JP). 行實 文明 (YUKIZANE Fumiaki); 〒5300013 大阪府大阪市北区茶屋町1番32号 ヤンマー株式会社内 Osaka (JP). 上原 洋志 (UEHARA Hiroshi); 〒5300013 大阪府大阪市北区茶屋町1番32号 ヤンマー株式会社内 Osaka (JP).

(54) Title: FUEL CELL SYSTEM AND FUEL CELL-POWERED SHIP

(54) 発明の名称: 燃料電池システム及び燃料電池船



(57) Abstract: Provided is a technique relating to a fuel cell system in which protection coordination control is executed upon detecting an overcurrent while electric power generated by a fuel cell is being supplied to multiple electrical loads via corresponding breakers, such that performance deterioration of and damage to the fuel cell due to the lack of air can be suppressed while reliably separating from the fuel cell an electrical load experiencing a short-circuit fault and the like. The system is provided with: an air storage unit (20) for storing compressed air; and an air release valve (14) capable of

(74) 代理人: 宮 地 正 浩 (MIYAJI Masahiro);
〒5300047 大阪府大阪市北区西天満五丁目 1 番
1 号 みおつくし特許意匠事務所 Osaka (JP).

(81) 指定国(表示のない限り、全ての種類の国内保護が可能): AE, AG, AL, AM, AO, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BH, BN, BR, BW, BY, BZ, CA, CH, CL, CN, CO, CR, CU, CZ, DE, DJ, DK, DM, DO, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, GT, HN, HR, HU, ID, IL, IN, IR, IS, JO, KE, KG, KH, KN, KP, KR, KW, KZ, LA, LC, LK, LR, LS, LU, LY, MA, MD, ME, MG, MK, MN, MW, MX, MY, MZ, NA, NG, NI, NO, NZ, OM, PA, PE, PG, PH, PL, PT, QA, RO, RS, RU, RW, SA, SC, SD, SE, SG, SK, SL, SM, ST, SV, SY, TH, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA, UG, US, UZ, VC, VN, ZA, ZM, ZW.

(84) 指定国(表示のない限り、全ての種類の広域保護が可能): ARIPO (BW, GH, GM, KE, LR, LS, MW, MZ, NA, RW, SD, SL, ST, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), ユーラシア (AM, AZ, BY, KG, KZ, RU, TJ, TM), ヨーロッパ (AL, AT, BE, BG, CH, CY, CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR, GB, GR, HR, HU, IE, IS, IT, LT, LU, LV, MC, MK, MT, NL, NO, PL, PT, RO, RS, SE, SI, SK, SM, TR), OAPI (BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GQ, GW, KM, ML, MR, NE, SN, TD, TG).

添付公開書類:

— 国際調査報告 (条約第21条(3))

releasing the compressed air stored in the air storage unit (20) to a fuel cell (40) as air for power generation. During the protection coordination control, a control means (60) executes air-release processing for causing the air release valve (14) to open so as to release the compressed air stored in the air storage unit (20) into an air supply path (1).

(57) 要約: 燃料電池の発電電力を複数の電力負荷に対して夫々の遮断器を介して供給するにあたり、過電流が検出されたときに保護協調制御を実行する燃料電池システムにおいて、短絡事故等が発生した電力負荷を確実に燃料電池から切り離しながら、空気枯れに起因する燃料電池の性能低下や損傷を抑制できる技術を提供する。圧縮空気を貯留する空気貯留部 (20) を備えると共に、当該空気貯留部 (20) に貯留されている圧縮空気を発電用空気として燃料電池 (40) に放出可能な空気放出弁 (14) を備え、制御手段 (60) が、保護協調制御において、空気放出弁 (14) を開弁させて空気貯留部 (20) に貯留されている圧縮空気を空気供給路 (1) に放出させる空気放出処理を実行する。

明 細 書

発明の名称： 燃料電池システム及び燃料電池船

技術分野

[0001] 本発明は、燃料電池の発電電力を複数の電力負荷に対して夫々の遮断器を介して供給するにあたり、過電流が検出されたときに保護協調制御を実行する燃料電池システム、及びそれを備えた燃料電池船に関する。

背景技術

[0002] 燃料電池システムでは、燃料電池から発電電力が供給される一部の電力負荷で短絡事故等が発生した際に、その電力負荷を速やかに切り離して、健全な他の電力負荷に対する発電電力の供給を継続するための保護協調制御を実行することがある。特に船舶に設置される燃料電池システムでは、動力源となる燃料電池を確実に保護するべく、信頼性の高い保護協調制御の実行が求められる。

[0003] かかる保護協調制御では、一部の電力負荷での短絡事故等に起因して燃料電池の出力が急増することで過電流が検出されると、燃料電池への発電用燃料及び発電用空気の供給量が一時的に増加される。すると、急増する出力に加えて遮断器の開放に必要な電流又は電力を確保することができるので、短絡事故等が発生した電力負荷の遮断器を有効に開放させて、当該電力負荷を燃料電池から確実に切り離すことができる。

[0004] 一方、従来の燃料電池システムとして、燃料電池の出力の増加に追従させて、空気供給ポンプから燃料電池への発電用空気の供給量を増加させるように構成されたものが知られている（例えば、特許文献1を参照。）。かかる特許文献1に記載の燃料電池システムでは、出力の増加時において、空気供給ポンプから燃料電池に至る流路を、発電運転時の空気供給路から、当該空気供給路よりも大容量のバイパス路に切り替えることで、燃料電池への発電用空気の供給量を増加させている。

先行技術文献

特許文献

[0005] 特許文献1：特開2013-120674号公報

発明の概要

発明が解決しようとする課題

[0006] 空気供給ポンプから発電用空気を燃料電池に供給する燃料電池システムにおいて、保護協調制御の実行時において、出力の急激な増加に対して燃料電池への発電用空気の供給量を迅速に追従させて増加させることができない場合がある。例えば、上述の特許文献1に記載の技術では、通常の実出力の増加に対しては発電用空気の供給量を追従させて増加できるものの、短絡事故等に起因する急激な出力の増加に対しては、それに追従させて発電用空気の供給量を急激に増加させることができない。

このように保護協調制御の実行時において燃料電池への発電用空気の供給量を急激に増加させることができない場合には、短絡事故等が発生した電力負荷の遮断器を開放させるための電流又は電力を確保できず、当該電力負荷を燃料電池から切り離すことができないという問題が生じる。更には、カソード電極において空気が消費尽くされる所謂空気枯れが発生して、燃料電池の性能低下や損傷を招く虞がある。

[0007] この実情に鑑み、本発明の主たる課題は、燃料電池の発電電力を複数の電力負荷に対して夫々の遮断器を介して供給するにあたり、過電流が検出されたときに保護協調制御を実行する燃料電池システムにおいて、短絡事故等が発生した電力負荷を確実に燃料電池から切り離しながら、空気枯れに起因する燃料電池の性能低下や損傷を抑制できる技術を提供する点にある。

課題を解決するための手段

[0008] 本発明の第1特徴構成は、複数の電力負荷に対して夫々の遮断器を介して発電電力を供給する燃料電池と、

前記燃料電池に空気供給路を通じて発電用空気を供給する空気供給ポンプと、

前記燃料電池の発電制御を行う制御手段と、

過電流を検出する過電流検出手段と、を備え、

前記制御手段が、前記過電流検出手段で過電流を検出したときに前記燃料電池への発電用空気の供給量を一時的に増加させる保護協調制御を実行する燃料電池システムであって、

圧縮空気を貯留する空気貯留部を備えると共に、当該空気貯留部に貯留されている圧縮空気を前記発電用空気として前記燃料電池に放出可能な空気放出弁を備え、

前記制御手段が、前記保護協調制御において、前記空気放出弁を開弁させて前記空気貯留部に貯留されている圧縮空気を前記空気供給路に放出させる空気放出処理を実行する点にある。

[0009] また、本発明に係る燃料電池船の特徴構成は、本発明に係る燃料電池システムと、

前記燃料電池システムに供給される燃料ガスを貯留する燃料ガス貯留部と、を備え、

前記燃料電池システムの発電電力を船内における複数の電力負荷に対して夫々の遮断器を介して供給する点にある。

[0010] 本構成によれば、信頼性の高い保護協調制御の実行が求められる燃料電池船等に搭載される燃料電池システムにおいて、圧縮空気を貯留する空気貯留部と、当該空気貯留部に貯留されている圧縮空気を発電用空気として燃料電池に放出可能な空気放出弁とを備えることにより、空気放出弁の開弁操作に伴って空気貯留部に貯留されている圧縮空気を燃料電池に通じる空気供給路に迅速に放出させる空気放出処理が実行可能となる。

そして、一部の電力負荷での短絡事故等に起因して燃料電池の出力が急増して燃料電池から電力負荷への過電流が検出された際に燃料電池での発電を継続するために実行される保護協調制御において、上記のような空気放出処理が実行されるので、出力の急激な増加に対して燃料電池への発電用空気の供給量を迅速に追従させて一時的に増加させることができる。このことによ

り、カソード電極の空気枯れを回避しながら、短絡事故等が発生した電力負荷の遮断器を開放させるための電流又は電力を確保することができる。

[0011] 従って、本発明により、燃料電池の発電電力を複数の電力負荷に対して夫々の遮断器を介して供給するにあたり、過電流が検出されたときに保護協調制御を実行する燃料電池システムにおいて、短絡事故等が発生した電力負荷を確実に燃料電池から切り離しながら、空気枯れに起因する燃料電池の性能低下や損傷を抑制できる技術を提供することができる。

[0012] 本発明の第2特徴構成は、上記第1特徴構成に加えて、前記空気貯留部に圧縮空気を充填可能な空気充填手段を備え、

前記制御手段が、前記空気放出処理の実行に先立って前記空気充填手段を作動させて前記空気貯留部に圧縮空気を充填する空気充填処理を実行する点にある。

[0013] 本構成によれば、上記空気充填手段を備えることにより、当該空気充填手段を作動させて空気貯留部に圧縮空気を充填する空気充填処理が実行可能となる。

そして、制御手段により、空気放出処理の実行に先立って上記のような空気充填処理を実行するので、空気貯留部に貯留されている圧縮空気を空気供給路に放出させる空気放出処理の実行時には必ず空気貯留手段に適切に圧縮空気が貯留されて状態とすることができる。

[0014] 本発明の第3特徴構成は、上記第2特徴構成に加えて、前記空気供給ポンプから吐出された圧縮空気を所定の設定供給圧に減圧して前記発電用空気として前記燃料電池に供給可能な減圧部を備えたと共に、

前記空気充填手段が、前記空気供給ポンプから吐出された圧縮空気を前記空気貯留部に導入する空気充填路と、前記空気充填路に設けられて当該空気充填路を開閉可能な空気充填弁とで構成され、

前記制御手段が、前記空気供給ポンプの吐出圧を前記設定供給圧よりも高い設定充填圧に設定しながら前記空気充填弁を開弁させる形態で前記空気充填処理を実行する点にある。

[0015] 本構成によれば、空気充填弁を開弁させる形態で、空気供給ポンプから吐出された設定充填圧の圧縮空気を空気充填路の空気充填弁を通じて空気貯留部に充填する空気充填処理を実行することができる。この場合、空気供給ポンプから吐出された圧縮空気は、燃料電池に供給すべき発電用空気の設定供給圧よりも高い設定充填圧に設定されているため、調圧弁やオリフィス等の上記減圧部を備えることで、その圧縮空気を設定供給圧に減圧して発電用空気として燃料電池に供給することができる。

従って、空気供給ポンプから燃料電池に発電用空気を供給して当該燃料電池で発電を行う発電運転を継続しながら、共通の空気供給ポンプを利用して空気貯留部に圧縮空気を充填する空気充填処理を実行することができる。

[0016] 本発明の第4特徴構成は、上記第3特徴構成に加えて、前記減圧部が、前記空気供給路に設けられている点にある。

[0017] 本構成によれば、発電運転時において空気充填弁が閉弁されて空気充填処理が実行されないときであっても、空気供給ポンプでの吐出圧を設定充填圧に維持して、空気供給ポンプから吐出される圧縮空気を空気供給路に設けられた減圧部により設定供給圧に減圧して発電用空気として燃料電池に供給することができる。

そして、この状態から空気充填弁を開弁させるだけで、発電運転を継続しながら空気充填処理を実行することができる。

[0018] 本発明の第5特徴構成は、上記第3特徴構成に加えて、前記空気供給路に設けられて当該空気供給路を開閉可能な空気供給弁と、

前記空気供給路における前記空気供給弁をバイパスするバイパス路と、を備え、

前記減圧部が、前記バイパス路に設けられており、

前記制御手段が、前記空気供給弁を閉弁させると共に前記空気充填弁を開弁させる形態で前記空気充填処理を実行する点にある。

[0019] 本構成によれば、発電運転時において空気充填弁が閉弁されて空気充填処理が実行されないときには、空気供給ポンプの吐出圧を比較的低い設定供給

圧に設定しながら、空気供給路に設けられた空気供給弁を開弁して、空気供給ポンプから吐出された空気を、減圧部で減圧させることなく、空気供給弁と減圧部とを通じて発電用空気として燃料電池に供給することができる。よって、この際の空気供給ポンプの作動エネルギーの消費を抑制することができる。

そして、この状態から空気供給ポンプの吐出圧を設定充填圧に設定し、空気供給弁を閉弁させると共に空気充填弁を開弁させる形態で、発電運転を継続しながら空気充填処理を実行することができる。即ち、空気供給ポンプから吐出される設定充填圧の圧縮空気を、バイパス路に設けられた減圧部により設定供給圧に減圧して発電用空気として燃料電池に供給することができる。同時に、空気供給ポンプから吐出される設定充填圧の圧縮空気を、空気充填路の空気充填弁を通じて空気貯留部に充填することができる。

[0020] 本発明の第6特徴構成は、上記第2特徴構成に加えて、前記空気供給路に設けられて当該空気供給路を開閉可能な空気供給弁を備え、

前記空気充填手段が、前記空気供給ポンプから吐出された圧縮空気を前記空気貯留部に導入する空気充填路と、前記空気充填路に設けられて当該空気充填路を開閉可能な空気充填弁とで構成され、

前記制御手段が、前記空気供給ポンプから前記燃料電池への発電用空気の供給を行う発電運転時に、前記空気供給ポンプの吐出圧を所定の設定供給圧に設定すると共に、前記燃料電池への発電用空気の供給を停止する発電停止時に、前記空気供給ポンプの吐出圧を前記設定供給圧よりも高い設定充填圧に設定しながら前記空気充填弁を開弁させる形態で前記空気充填処理を実行する点にある。

[0021] 本構成によれば、発電停止時において、空気供給弁を閉弁せると共に空気充填弁を開弁させる形態で空気充填処理を実行して、空気供給ポンプから吐出された設定充填圧の圧縮空気を空気充填路の空気充填弁を通じて空気貯留部に充填する空気充填処理を実行することができる。

一方、発電運転時において、空気供給ポンプの吐出圧を比較的低い設定供

給圧に設定しながら、空気充填弁を閉弁すると共に空気供給路に設けられた空気供給弁を開弁して、空気供給ポンプから吐出された設定供給圧の空気を、空気供給路を通じて発電用空気として燃料電池に供給することができる。よって、この際の空気供給ポンプの作動エネルギーの消費を抑制することができる。

[0022] 本発明の第7特徴構成は、上記第1乃至第6特徴構成の何れかに加えて、前記空気貯留部の複数を並列状態で備えると共に、当該複数の空気貯留部の夫々に前記空気放出弁を備え、

前記制御手段が、前記空気放出処理において、前記複数の空気貯留部から選択される一部の空気貯留部に備えられた空気放出弁を開弁させて当該一部の空気貯留部に貯留されている圧縮空気を前記空気供給路に放出させる点にある。

[0023] 本構成によれば、一部の電力負荷での短絡事故等に起因して実行される保護協調制御において、一部の空気放出弁を開弁させて当該一部の空気貯留部が備えられた一部の空気貯留部に貯留されている圧縮空気を空気供給路に放出させる空気放出処理を実行した直後であっても、他部の空気貯留部には圧縮空気が貯留された状態となる。従って、その空気放出処理の実行直後に他の電力負荷での短絡事故等に起因して保護協調制御を実行する際に、その他部の空気貯留部に備えられた空気放出弁を開弁させて当該他部の空気貯留部が備えられた他部の空気貯留部に貯留されている圧縮空気を空気供給路に放出させる空気放出処理を確実且つ瞬時に実行することができる。

[0024] 本発明の第8特徴構成は、上記第1乃至第7特徴構成の何れかに加えて、前記過電流検出手段として、前記燃料電池からの出力電力の電流値の過剰な上昇を前記過電流として検出する燃料電池側過電流検出手段を備えた点にある。

[0025] 本構成によれば、複数の電力負荷の何れかで短絡事故等が発生した場合に、燃料電池側に設置された共通の燃料電池側電流検出手段によって、当該短絡事故等の発生を過電流として検出することができる。従って、過電流検出

手段の設置が少なく済むので、システムの低廉化を図ることができる。

[0026] 本発明の第9特徴構成は、上記第1乃至第8特徴構成の何れかに加えて、前記過電流検出手段として、前記複数の電力負荷の夫々に設けられ、当該電力負荷の消費電力の電流値の過剰な上昇を前記過電流として検出する電力負荷側過電流検出手段を備えた点にある。

[0027] 本構成によれば、複数の電力負荷の何れかで短絡事故等が発生した場合に、その電力負荷側に設置された個別の電力負荷側過電流検出手段によって、当該短絡事故等の発生を迅速且つ確実に過電流として検出することができる。従って、安全性及び信頼性が高いシステムを構築することができる。

図面の簡単な説明

[0028] [図1]第1実施形態の燃料電池システムの通常発電状態を示すブロック図

[図2]第1実施形態の燃料電池システムの空気放出状態を示すブロック図

[図3]第1実施形態の燃料電池システムの運転中空気充填状態を示すブロック図

[図4]第1実施形態の燃料電池システムの停止中空気充填状態を示すブロック図

[図5]第2実施形態の燃料電池システムの通常発電状態を示すブロック図

[図6]第2実施形態の燃料電池システムの空気放出状態を示すブロック図

[図7]第2実施形態の燃料電池システムの運転中空気充填状態を示すブロック図

[図8]第3実施形態の燃料電池システムの通常発電状態を示すブロック図

[図9]第3実施形態の燃料電池システムの空気放出状態を示すブロック図

[図10]第3実施形態の燃料電池システムの停止中空気充填状態を示すブロック図

[図11]別実施形態の燃料電池システムの停止中空気充填状態を示すブロック図

[図12]第4実施形態の燃料電池システムの通常発電状態を示すブロック図

[図13]第4実施形態の燃料電池システムの空気放出状態を示すブロック図

[図14]第4実施形態の燃料電池システムの空気充填状態を示すブロック図

[図15]燃料電池船の概略構成を示す図

発明を実施するための形態

[0029] [第1実施形態]

本発明の第1実施形態について、図1～図4等に基づいて説明する。尚、各図において、閉弁状態にある弁は黒塗りで表し、開弁状態にある弁は白抜きで表している。

図1～図4に示す本実施形態の燃料電池システム50は、水素と発電用空気との電気化学反応により発電を行う燃料電池40と、燃料電池40の発電制御を行う運転制御装置60（制御手段の一例）等とを備えて構成されている。

空気供給路1の上流側には、燃料電池40のカソードに空気供給路1を通じて発電用空気を供給する空気供給ポンプ5が設けられている。この空気供給ポンプ5の運転・停止や吐出圧等の出力が運転制御装置60により制御される。尚、図示は省略するが、燃料電池40のカソードの空気出口側に設置した調圧弁の開度を制御して、空気供給路1内の圧力を所望の圧力値に設定する構成としても良い。

[0030] 尚、本実施形態の燃料電池システム50は、図15に示すように、燃料電池船100に動力源として搭載されている。かかる燃料電池船100は、燃料電池システム50と、燃料電池システム50に供給される水素（燃料ガスの一例）を貯留する水素ボンベ57（燃料ガス貯留部の一例）と、を備える。更に、推進用プロペラ73を回転駆動する電動モータ70A等の船内に設けられた複数の電力負荷70（図1参照）に対して燃料電池システム50の発電電力を供給するように構成されている。尚、船内の電力負荷70としては、駆動用の電動モータ70A以外に、照明やポンプ等の船内の付帯設備（図示省略）がある。そして、燃料電池システム50は、電動モータ70Aや付帯設備の少なくとも一部に対して発電電力を供給するものとして船内に設置することができる。例えば、電動モータ70Aのみ、又は付帯設備のみ、

或いは電動モータ 70A と付帯設備の両方に対して、燃料電池システム 50 の発電電力を供給することができる。

[0031] 燃料電池 40 に接続された複数の電力負荷 70 には、過電流の発生により自動的に開放する過電流開放式の遮断器 71 が設けられている。即ち、複数の電力負荷 70 の夫々に対して、燃料電池 40 の発電電力が、夫々の遮断器 71 を介して供給される。

[0032] 燃料電池システム 50 には、燃料電池 40 から電力負荷 70 への過電流を検出する過電流検出器 42, 43 (過電流検出手段) が設けられている。尚、この過電流検出器 42, 43 は、燃料電池 40 から複数の電力負荷 70 に対して供給される発電電力の電流値が所定値以上となって過剰に上昇した場合にそれを過電流として検出する。そして、その検出結果が運転制御装置 60 に入力される。

[0033] また、過電流検出器 42, 43 としては、燃料電池 40 側に設けられた一の燃料電池側過電流検出器 42 (燃料電池側過電流検出手段の一例) と、夫々の電力負荷 70 側に設けられた複数の電力負荷側過電流検出器 43 (電力負荷側過電流検出手段の一例) とが設けられている。

[0034] 燃料電池側過電流検出器 42 は、燃料電池 40 からの出力電力の電流値の過剰な上昇を過電流として検出するものとして構成されている。このことにより、複数の電力負荷 70 の何れかで短絡事故等が発生した場合に、この共通の燃料電池側過電流検出器 42 によって、当該短絡事故等の発生を過電流として検出することができる。

[0035] 電力負荷側過電流検出器 43 は、電力負荷 70 の消費電力の電流値の過剰な上昇を過電流として検出するものとして構成されている。このことにより、複数の電力負荷 70 の何れかで短絡事故等が発生した場合に、その電力負荷 70 側に設置された個別の電力負荷側過電流検出器 43 によって、当該短絡事故等の発生を迅速且つ確実に過電流として検出することができる。

[0036] 一部の電力負荷 70 での短絡事故等が原因で、過電流検出器 42, 43 で過電流が検出される場合がある。そのときに、運転制御装置 60 は、その過

電流が発生した一部の電力負荷 70 を速やかに切り離して、健全な他の電力負荷 70 に対する発電電力の供給を継続するための保護協調制御を実行するように構成されている。

[0037] 具体的に、この保護協調制御では、過電流検出器 42, 43 にて過電流が検出されると、その出力の急激な増加に追従させて、燃料電池 40 への水素及び発電用空気の供給量が一時的（例えば 2 秒間）に増加（例えば 3 倍に増加）される。すると、急増する出力に加えて遮断器 71 の開放に必要な電流又は電力が確保されることになる。結果、短絡事故等が発生した一部の電力負荷 70 に設けられた遮断器 71 が有効に開放されて、当該電力負荷 70 が燃料電池 40 から確実に切り離されることになる。

[0038] 燃料電池 40 に対して、水素は、水素ポンプ 57（図 15 参照）から比較的高圧で供給されることから、保護協調制御の実行時において、水素の供給弁開度を増加させるだけで、迅速にその供給量が増加される。

一方、発電用空気については、空気供給ポンプ 5 の応答性に限度があることから、保護協調制御の実行時において、当該空気供給ポンプ 5 の出力を増加させるだけでは、その供給量を迅速に増加させることが困難である。

そこで、本実施形態の燃料電池システム 50 では、上記保護協調制御の実行時において、出力の急激な増加に対して燃料電池 40 への発電用空気の供給量を迅速に追従させて増加させるように構成されており、その構成について以下に説明を加える。

[0039] 本実施形態の燃料電池システム 50 において、空気供給路 1 には、当該空気供給路 1 を開閉可能な空気供給弁 10 が設けられている。更に、空気供給路 1 における空気供給弁 10 の下流側には、上流側から供給された空気を所定の設定供給圧に減圧して下流側に流す調圧弁 11（減圧部の一例）が設けられている。この調圧弁 11 は、空気供給ポンプ 5 から吐出された圧縮空気を所定の設定供給圧に減圧して発電用空気として燃料電池 40 に供給可能な減圧部として機能する。

[0040] 空気供給路 1 に直列状態で配置された空気供給弁 10 及び調圧弁 11 をバ

イパスする形態で設けられた流路 2, 3 には、圧縮空気を貯留する空気タンク 20（空気貯留部の一例）が設けられている。流路 2, 3 は、空気供給路 1 における空気供給弁 10 の上流側と空気タンク 20 の一次側とを接続する空気充填路 2 と、空気タンク 20 の二次側と空気供給路 1 における調圧弁 11 の下流側とを接続する空気放出路 3 とで構成されている。

尚、この空気タンク 20 の容量は、当該空気タンク 20 に所定の設定充填圧で貯留されている圧縮空気を空気供給路 1 に放出させた場合に、燃料電池 40 への発電用空気の供給量が、所望の時間（例えば 2 秒間）所望の割合（例えば 3 倍）で増加させることができる容量に設定されている。

[0041] 空気放出路 3 には、当該空気放出路 3 を開閉可能な空気放出弁 14 が設けられている。空気放出弁 14 は、開弁操作に伴って、空気タンク 20 に貯留されている圧縮空気を空気放出路 3 及び空気供給路 1 を通じて発電用空気として燃料電池 40 に放出可能なものとなる。尚、図示は省略するが、空気供給路 1 における空気放出路 3 との合流部よりも上流側には、空気放出路 3 から放出された空気の逆流を防止するための逆止弁（図示省略）を適宜設置することができる。

一方、空気充填路 2 には、当該空気充填路 2 を開閉可能な空気充填弁 13 が設けられている。即ち、空気充填路 2 は、空気充填弁 13 の開弁操作に伴って空気供給ポンプ 5 から吐出された圧縮空気を空気タンク 20 に導入する流路となる。このことから、空気充填路 2 と空気充填弁 13 とは、空気供給ポンプ 5 と共に、空気タンク 20 に圧縮空気を充填可能な空気充填手段として機能する。

空気タンク 20 には、当該空気タンク 20 の内圧を検出する圧力センサ 21 が設けられており、その検出結果が運転制御装置 60 に入力される。

[0042] 本実施形態の燃料電池システム 50 では、運転制御装置 60 による運転制御により、空気供給ポンプ 5 からの空気の供給状態が、通常発電状態（図 1 参照）、空気放出状態（図 2 参照）、運転中空気充填状態（図 3 参照）、及び、停止中空気充填状態（図 4 参照）から選択される状態に切り替えられる

。以下では、夫々の状態について詳細に説明する。

[0043] (通常発電状態)

図1に示す通常発電状態は、保護協調制御が実行されていないときに、空気供給ポンプ5から燃料電池40へ発電用空気を供給して当該燃料電池40で発電運転を行う状態である。

かかる通常発電状態では、空気供給ポンプ5の吐出圧が、燃料電池40に供給すべき発電用空気の設定供給圧に設定される。更に、空気充填弁13及び空気放出弁14が閉弁され、空気供給弁10が開弁される。すると、空気供給ポンプ5から吐出された設定供給圧の圧縮空気が、空気供給弁10を通じて空気供給路1に設けられた調圧弁11に供給され、その調圧弁11を設定供給圧のまま通過して燃料電池40に供給されて、当該燃料電池40での発電に利用される。

尚、この通常発電状態において、空気タンク20には、上記設定供給圧よりも高い所定の設定充填圧の圧縮空気が貯留されている。

[0044] (空気放出状態)

図2に示す空気放出状態は、上述の保護協調制御において、燃料電池40への発電用空気の供給量を一時的に増加させるべく、所定の空気放出処理が実行された状態である。

かかる空気放出処理では、空気放出弁14が開弁される。すると、空気タンク20に充填されていた設定充填圧の圧縮空気が、空気放出路3を通じて空気供給路1における調圧弁11と燃料電池40との間に放出されることになる。

このことにより、過電流の発生に伴って燃料電池40の出力が急激に増加するのに対して、燃料電池40への発電用空気の供給量が迅速に追従して一時的に増加することになる。結果、燃料電池40のカソード電極の空気枯れが回避されつつ、短絡事故等が発生した電力負荷70の遮断器71を開放させるための電流又は電力が確保されることになる。

尚、この空気放出処理の終了時には、空気供給弁10が開弁状態に維持さ

れて、燃料電池 40 への発電用空気の供給が継続されて、当該燃料電池 40 による発電が継続されることになる。

[0045] (運転中空気充填状態)

図 3 に示す運転中空気充填状態では、空気供給ポンプ 5 から燃料電池 40 への発電用空気の供給を行う発電運転時に、上述の空気放出処理の実行に先立って空気タンク 20 に圧縮空気を充填する運転中空気充填処理（空気充填処理の一例）が実行された状態である。

かかる運転中空気充填処理は、空気供給弁 10 を開弁させると共に、空気供給ポンプ 5 の回転数を増加させて当該空気供給ポンプ 5 の吐出流量を増加させながら、空気充填弁 13 を開弁させる形態で実行される。このとき、調圧弁 11 は、燃料電池 40 へ供給される空気流量を制限して当該空気の圧力を所定の設定供給圧に減圧する減圧部として機能する。よって、空気供給ポンプ 5 の吐出圧は、吐出流量の増加に伴って上昇し、結果、上記調圧弁 11 の設定供給圧よりも高い所定の設定充填圧に設定されることになる。

[0046] すると、空気供給ポンプ 5 から吐出された設定充填圧の空気の一部が、空気充填路 2 を通じて空気タンク 20 に供給されて、当該空気タンク 20 に貯留されることになる。

更に、空気供給ポンプ 5 から吐出された設定充填圧の空気の残部が、空気供給路 1 の調圧弁 11 で設定供給圧に減圧された上で燃料電池 40 に供給されて、当該燃料電池 40 での発電に利用される。

尚、この運転中空気充填処理は、圧力センサ 21 で検出される空気タンク 20 の内圧が設定充填圧に到達した時点で、空気充填弁 13 を閉弁させると共に空気供給ポンプ 5 の吐出圧が設定充填圧から設定供給圧に低下させる形態で終了される。そして、このように運転中空気充填処理が終了されて、空気供給弁 10 が開弁状態で維持されることで、上述した通常発電状態となって、燃料電池 40 での発電が継続される。

[0047] (停止中空気充填状態)

図 4 に示す停止中空気充填状態では、空気供給弁 10 を閉弁させて燃料電

池40への発電用空気の供給を停止する発電停止時に、上述の空気放出処理の実行に先立って空気タンク20に圧縮空気を充填する停止中空気充填処理（空気充填処理の一例）が実行された状態である。

かかる停止中空気充填処理は、空気供給弁10を閉弁させると共に、空気供給ポンプ5の作動を開始し、その空気供給ポンプ5の吐出圧を設定供給圧よりも高い所定の設定充填圧に設定しながら空気充填弁13を開弁させる形態で実行される。

すると、空気供給ポンプ5から吐出された設定充填圧の空気の全部が、空気充填路2を通じて空気タンク20に供給されて、当該空気タンク20に貯留されることになる。

尚、この停止中空気充填処理は、圧力センサ21で検出される空気タンク20の内圧が設定充填圧に到達した時点で、空気充填弁13を閉弁させると共に空気供給ポンプ5の作動を停止させる形態で終了される。

[0048] 〔第2実施形態〕

本発明の第2実施形態について、図5～図7等に基づいて説明する。尚、各図において、閉弁状態にある弁は黒塗りで表し、開弁状態にある弁は白抜きで表している。

上述の実施形態と同様の構成については、詳細な説明を割愛する場合がある。

[0049] 図5～図7に示す本実施形態の燃料電池システム50において、空気供給路1には、当該空気供給路1を開閉可能な空気供給弁10が設けられている。また、この空気供給路1において空気供給弁10をバイパスするバイパス路4には、上流側から供給された空気を所定の設定供給圧に減圧して下流側に流す調圧弁11（減圧部の一例）が設けられている。即ち、この調圧弁11は、空気供給ポンプ5から吐出された圧縮空気を所定の設定供給圧に減圧して発電用空気として燃料電池40に供給可能な減圧部として機能する。尚、空気供給弁10を閉弁させて燃料電池40への発電用空気の供給を停止する発電停止時において、バイパス路4での空気の通流を確実に停止するため

に、調圧弁 11 とは別に当該バイパス路 4 に設けた開閉弁を閉弁させるように構成しても構わない。

[0050] 空気供給路 1 に並列状態で配置された空気供給弁 10 及び調圧弁 11 をバイパスする形態で設けられた流路 2, 3 には、空気タンク 20（空気貯留部の一例）が設けられている。そして、空気充填路 2 には空気充填弁 13 が設けられており、空気放出路 3 には空気放出弁 14 が設けられている。尚、図示は省略するが、空気供給路 1 における空気放出路 3 との合流部よりも上流側には、空気放出路 3 から放出された空気の逆流を防止するための逆止弁（図示省略）を適宜設置することができる。

[0051] 本実施形態の燃料電池システム 50 では、運転制御装置 60 による運転制御により、空気供給ポンプ 5 からの空気の供給状態が、通常発電状態（図 5 参照）、空気放出状態（図 6 参照）、及び、運転中空気充填状態（図 7 参照）から選択される状態に切り替えられる。以下では、夫々の状態について詳細に説明する。

[0052] （通常発電状態）

図 5 に示す通常発電状態は、保護協調制御が実行されていないときに、空気供給ポンプ 5 から燃料電池 40 へ発電用空気を供給して当該燃料電池 40 で発電運転を行う状態である。

かかる通常発電状態では、空気供給ポンプ 5 の吐出圧が、燃料電池 40 に供給すべき発電用空気の設定供給圧に設定される。更に、空気充填弁 13 及び空気放出弁 14 が閉弁され、空気供給弁 10 が開弁される。すると、空気供給ポンプ 5 から吐出された設定供給圧の圧縮空気が、空気供給弁 10 を通じて燃料電池 40 に供給されて、当該燃料電池 40 での発電に利用される。

即ち、本実施形態の通常発電状態では、空気供給ポンプ 5 から吐出された空気は、減圧部としての調圧弁 11 で減圧されることなく、調圧弁 11 と空気供給弁 10 とを通じて燃料電池 40 に供給される。よって、このときの空気供給ポンプ 5 の吐出圧は比較的低めの設定供給圧に設定されることから、当該空気供給ポンプ 5 の作動エネルギーの消費が抑制される。

尚、この通常発電状態において、空気タンク 20 には、上記設定供給圧よりも高い所定の設定充填圧の圧縮空気が貯留されている。

また、この通常発電状態において、制御簡素化のために、調圧弁 11 又はその調圧弁 11 と共にバイパス路 4 に設けられた開閉弁を閉弁して、空気供給弁 10 のみを通じて燃料電池 40 に空気を供給するように構成しても構わない。

[0053] (空気放出状態)

図 6 に示す空気放出状態は、上述の保護協調制御において、燃料電池 40 への発電用空気の供給量を一時的に増加させるべく、所定の空気放出処理が実行された状態である。

かかる空気放出処理では、空気放出弁 14 が開弁される。すると、空気タンク 20 に充填されていた比較的高い設定充填圧の圧縮空気が、空気放出路 3 を通じて空気供給路 1 における空気供給弁 10 と燃料電池 40 との間に放出されることになる。

このことにより、過電流の発生に伴って燃料電池 40 の出力が急激に増加するのに対して、燃料電池 40 への発電用空気の供給量が迅速に追従して一時的に増加することになる。結果、燃料電池 40 のカソード電極の空気枯れが回避されつつ、短絡事故等が発生した電力負荷 70 の遮断器 71 を開放させるための電流又は電力が確保されることになる。

尚、この空気放出処理の終了時には、空気供給弁 10 が開弁状態に維持されて、燃料電池 40 への発電用空気の供給が継続されて、当該燃料電池 40 による発電が継続されることになる。

[0054] (運転中空気充填状態)

図 7 に示す運転中空気充填状態では、空気供給ポンプ 5 から燃料電池 40 への発電用空気の供給を行う発電運転時に、上述の空気放出処理の実行に先立って空気タンク 20 に圧縮空気を充填する運転中空気充填処理（空気充填処理の一例）が実行された状態である。

かかる運転中空気充填処理は、空気供給弁 10 を閉弁させると共に、空気

供給ポンプ５の吐出圧の回転数を増加させて当該空気供給ポンプ５の吐出流量を増加させながら、空気充填弁１３を開弁させる形態で実行される。このとき、調圧弁１１は、燃料電池４０へ供給される空気流量を制限して当該空気の圧力を所定の設定供給圧に減圧する減圧部として機能する。よって、空気供給ポンプ５の吐出圧は、吐出流量の増加に伴って上昇し、結果、上記調圧弁１１の設定供給圧よりも高い所定の設定充填圧に設定されることになる。

[0055] すると、空気供給ポンプ５から吐出された設定充填圧の空気の一部が、空気充填路２を通じて空気タンク２０に供給されて、当該空気タンク２０に貯留されることになる。

更に、空気供給ポンプ５から吐出された設定充填圧の空気の残部が、バイパス路４の調圧弁１１で設定供給圧に減圧された上で燃料電池４０に供給されて、当該燃料電池４０での発電に利用される。

尚、この運転中空気充填処理は、圧力センサ２１で検出される空気タンク２０の内圧が設定充填圧に到達した時点で、空気充填弁１３を閉弁させると共に空気供給ポンプ５の吐出圧が設定充填圧から設定供給圧に低下させる形態で終了される。そして、このように運転中空気充填処理が終了されて、空気供給弁１０が開弁されることで、上述した通常発電状態となって、燃料電池４０での発電が継続される。

[0056] 〔第３実施形態〕

本発明の第３実施形態について、図８～図１０等に基づいて説明する。尚、各図において、閉弁状態にある弁は黒塗りで表し、開弁状態にある弁は白抜きで表している。

上述の実施形態と同様の構成については、詳細な説明を割愛する場合がある。

[0057] 図８～図１０に示す本実施形態の燃料電池システム５０において、空気供給路１には、当該空気供給路１を開閉可能な空気供給弁１０が設けられている。

[0058] 空気供給路 1 に配置された空気供給弁 10 をバイパスする形態で設けられた流路 2, 3 には、空気タンク 20（空気貯留部の一例）が設けられている。そして、空気充填路 2 には空気充填弁 13 が設けられており、空気放出路 3 には空気放出弁 14 が設けられている。尚、図示は省略するが、空気供給路 1 における空気放出路 3 との合流部よりも上流側には、空気放出路 3 から放出された空気の逆流を防止するための逆止弁（図示省略）を適宜設置することができる。

[0059] 本実施形態の燃料電池システム 50 では、運転制御装置 60 による運転制御により、空気供給ポンプ 5 からの空気の供給状態が、通常発電状態（図 8 参照）、空気放出状態（図 9 参照）、及び、停止中空気充填状態（図 10 参照）から選択される状態に切り替えられる。以下では、夫々の状態について詳細に説明する。

[0060] （通常発電状態）

図 8 に示す通常発電状態は、保護協調制御が実行されていないときに、空気供給ポンプ 5 から燃料電池 40 へ発電用空気を供給して当該燃料電池 40 で発電運転を行う状態である。

かかる通常発電状態では、空気供給ポンプ 5 の吐出圧が、燃料電池 40 に供給すべき発電用空気の設定供給圧に設定される。更に、空気充填弁 13 及び空気放出弁 14 が閉弁され、空気供給弁 10 が開弁される。すると、空気供給ポンプ 5 から吐出された設定供給圧の圧縮空気が、空気供給弁 10 を通じて燃料電池 40 に供給されて、当該燃料電池 40 での発電に利用される。

尚、この通常発電状態において、空気タンク 20 には、上記設定供給圧よりも高い所定の設定充填圧の圧縮空気が貯留されている。

[0061] （空気放出状態）

図 9 に示す空気放出状態は、上述の保護協調制御において、燃料電池 40 への発電用空気の供給量を一時的に増加させるべく、所定の空気放出処理が実行された状態である。

かかる空気放出処理では、空気放出弁 14 が開弁される。すると、空気タ

ンク 20 に充填されていた設定充填圧の圧縮空気が、空気放出路 3 を通じて空気供給路 1 における空気供給弁 10 と燃料電池 40 との間に放出されることになる。

このことにより、過電流の発生に伴って燃料電池 40 の出力が急激に増加するのに対して、燃料電池 40 への発電用空気の供給量が迅速に追従して一時的に増加することになる。結果、燃料電池 40 のカソード電極の空気枯れが回避されつつ、短絡事故等が発生した電力負荷 70 の遮断器 71 を開放させるための電流又は電力が確保されることになる。

尚、この空気放出処理の終了時には、空気供給弁 10 が開弁状態に維持されて、燃料電池 40 への発電用空気の供給が継続されて、当該燃料電池 40 による発電が継続されることになる。

[0062] (停止中空気充填状態)

図 10 に示す停止中空気充填状態では、空気供給弁 10 を閉弁させて燃料電池 40 への発電用空気の供給を停止する発電停止時に、上述の空気放出処理の実行に先立って空気タンク 20 に圧縮空気を充填する停止中空気充填処理（空気充填処理の一例）が実行された状態である。

かかる停止中空気充填処理は、空気供給弁 10 を閉弁させると共に、空気供給ポンプ 5 の作動を開始し、その空気供給ポンプ 5 の吐出圧を設定供給圧よりも高い所定の設定充填圧に設定しながら空気充填弁 13 を開弁させる形態で実行される。

すると、空気供給ポンプ 5 から吐出された設定充填圧の空気の全部が、空気充填路 2 を通じて空気タンク 20 に供給されて、当該空気タンク 20 に貯留されることになる。

尚、この停止中空気充填処理は、圧力センサ 21 で検出される空気タンク 20 の内圧が設定充填圧に到達した時点で、空気充填弁 13 を閉弁させると共に空気供給ポンプ 5 の作動を停止させる形態で終了される。

[0063] また、図 8～図 10 では、単数の空気タンク 20 を設ける形態を説明したが、例えば、図 11 に示すように、複数の空気タンク 20 を並列状態で備え

ることもできる。

図 1 1 に示す形態では、複数の空気タンク 2 0 の夫々に空気放出弁 1 4 及び空気充填弁 1 3 が設けられている。そして、空気放出処理において、複数の空気タンク 2 0 から選択される一部の空気タンク 2 0 に備えられた空気放出弁 1 4 を開弁させて当該一部の空気タンク 2 0 に貯留されている圧縮空気が空気供給路 1 に放出される。また、停止中空気充填処理では、図 1 1 に示すように、全ての空気放出弁 1 4 及び空気供給弁 1 0 が閉弁され、全ての空気充填弁 1 3 が開弁されると共に、空気供給ポンプ 5 の作動が開始され、その空気供給ポンプ 5 の吐出圧が設定充填圧に設定される。すると、空気供給ポンプ 5 から吐出されて設定充填圧の圧縮空気が、複数の空気タンク 2 0 に分配供給されて充填されることになる。

[0064] 〔第 4 実施形態〕

本発明の第 4 実施形態について、図 1 2 ～図 1 4 等に基づいて説明する。尚、各図において、閉弁状態にある弁は黒塗りで表し、開弁状態にある弁は白抜きで表している。

上述の実施形態と同様の構成については、詳細な説明を割愛する場合がある。

[0065] 図 1 2 ～図 1 4 に示す本実施形態の燃料電池システム 5 0 において、空気供給路 1 には、当該空気供給路 1 を開閉可能な空気供給弁 1 0 が設けられている。

[0066] 空気供給路 1 における空気供給弁 1 0 の下流側に接続された流路 2, 3 には、空気タンク 2 0 (空気貯留部の一例) が設けられている。そして、空気充填路 2 には空気充填弁 1 3 が設けられており、空気放出路 3 には空気放出弁 1 4 が設けられている。尚、図示は省略するが、空気供給路 1 における空気放出路 3 との合流部よりも上流側には、空気放出路 3 から放出された空気の逆流を防止するための逆止弁 (図示省略) を適宜設置することができる。この場合、空気供給弁 1 0 を省略しても良い。

[0067] 空気充填路 2 の上流側には、空気供給路 1 に接続された空気供給ポンプ 5

とは別の充填用空気供給ポンプ 15 が接続されている。

即ち、空気充填路 2 は、空気充填弁 13 の開弁操作に伴って充填用空気供給ポンプ 15 から吐出された圧縮空気を空気タンク 20 に導入する流路となる。このことから、空気充填路 2 と空気充填弁 13 とは、充填用空気供給ポンプ 15 と共に、空気タンク 20 に圧縮空気を充填可能な空気充填手段として機能する。

[0068] 本実施形態の燃料電池システム 50 では、運転制御装置 60 による運転制御により、空気供給ポンプ 5 及び充填用空気供給ポンプ 15 からの空気の供給状態が、通常発電状態（図 12 参照）、空気放出状態（図 13 参照）、及び、空気充填状態（図 14 参照）から選択される状態に切り替えられる。以下では、夫々の状態について詳細に説明する。

[0069] （通常発電状態）

図 12 に示す通常発電状態は、保護協調制御が実行されていないときに、空気供給ポンプ 5 から燃料電池 40 へ発電用空気を供給して当該燃料電池 40 で発電運転を行う状態である。

かかる通常発電状態では、空気供給ポンプ 5 の吐出圧が、燃料電池 40 に供給すべき発電用空気の設定供給圧に設定される。更に、充填用空気供給ポンプ 15 が停止され、空気充填弁 13 及び空気放出弁 14 が閉弁され、空気供給弁 10 が開弁される。すると、空気供給ポンプ 5 から吐出された設定供給圧の圧縮空気が、空気供給弁 10 を通じて燃料電池 40 に供給されて、当該燃料電池 40 での発電に利用される。

尚、この通常発電状態において、空気タンク 20 には、上記設定供給圧よりも高い所定の設定充填圧の圧縮空気が貯留されている。

[0070] （空気放出状態）

図 13 に示す空気放出状態は、上述の保護協調制御において、燃料電池 40 への発電用空気の供給量を一時的に増加させるべく、所定の空気放出処理が実行された状態である。

かかる空気放出処理では、空気放出弁 14 が開弁される。すると、空気タ

ンク 20 に充填されていた設定充填圧の圧縮空気が、空気放出路 3 を通じて空気供給路 1 における空気供給弁 10 と燃料電池 40 との間に放出されることになる。

このことにより、過電流の発生に伴って燃料電池 40 の出力が急激に増加するのに対して、燃料電池 40 への発電用空気の供給量が迅速に追従して一時的に増加することになる。結果、燃料電池 40 のカソード電極の空気枯れが回避されつつ、短絡事故等が発生した電力負荷 70 の遮断器 71 を開放させるための電流又は電力が確保されることになる。

尚、この空気放出処理の終了時には、空気供給弁 10 が開弁状態に維持されて、燃料電池 40 への発電用空気の供給が継続されて、当該燃料電池 40 による発電が継続されることになる。

[0071] (空気充填状態)

図 14 に示す空気充填状態では、上述の空気放出処理の実行に先立って空気タンク 20 に圧縮空気を充填する空気充填処理（空気充填処理の一例）が実行された状態である。

尚、この空気充填状態において、空気供給ポンプ 5 が作動されて空気供給弁 10 が開弁されると燃料電池 40 への発電用空気の供給が継続され、逆に、空気供給ポンプ 5 が停止されて空気供給弁 10 が閉弁されると燃料電池 40 への発電用空気の供給が停止される。

[0072] かかる空気充填処理は、充填用空気供給ポンプ 15 の作動を開始し、その充填用空気供給ポンプ 15 の吐出圧を設定供給圧よりも高い所定の設定充填圧に設定しながら空気充填弁 13 を開弁させる形態で実行される。

すると、空気供給ポンプ 5 から吐出された設定充填圧の空気の全部が、空気充填路 2 を通じて空気タンク 20 に供給されて、当該空気タンク 20 に貯留されることになる。

尚、この空気充填処理は、圧力センサ 21 で検出される空気タンク 20 の内圧が設定充填圧に到達した時点で、空気充填弁 13 を閉弁させると共に充填用空気供給ポンプ 15 の作動を停止させる形態で終了される。このとき、

空気供給ポンプ５による燃料電池４０への発電用空気の供給を継続している場合には、空気供給弁１０は開弁状態に維持されることで、上述した通常発電状態となって、燃料電池４０での発電が継続される。

[0073] 〔別実施形態〕

本発明の他の実施形態について説明する。尚、以下に説明する各実施形態の構成は、それぞれ単独で適用することに限らず、他の実施形態の構成と組み合わせで適用することも可能である。

[0074] （１）上記実施形態では、燃料電池システム５０を燃料電池船１００の動力源として搭載した例を説明したが、本発明はそのような構成に限定されるものではなく、他の輸送機械又はエネルギー機器に搭載された燃料電池システムにおいて本発明を適用することもできる。

[0075] （２）上記実施形態では、圧縮空気を貯留する空気貯留部を空気タンク２０として構成したが、空気貯留部の態様はタンクに限るものではなく、圧縮空気を貯留できる空間を有するものであれば良い。

[0076] （３）上記第１実施形態及び上記第２実施形態では、空気供給ポンプ５から吐出された圧縮空気を所定の設定供給圧に減圧して発電用空気として燃料電池４０に供給可能な減圧部を調圧弁１１で構成したが、調圧弁１１の代わりに流路断面を絞るオリフィス（絞り部）などを減圧部として備えても構わない。

[0077] （４）上記実施形態では、燃料電池側過電流検出器４２と複数の電力負荷側過電流検出器４３との両方を過電流検出器４２，４３として設けたが、一方を省略しても構わない。

産業上の利用可能性

[0078] 本発明は、主に燃料電池船等に備えられ、燃料電池の発電電力を複数の電力負荷に対して夫々の遮断器を介して供給するにあたり、過電流が検出されたときに保護協調制御を実行する燃料電池システムに好適に利用できる。

符号の説明

[0079] １ 空気供給路

- 2 空気充填路
- 3 空気放出路
- 4 バイパス路
- 5 空気供給ポンプ
- 1 0 空気供給弁
- 1 1 調圧弁（減圧部）
- 1 3 空気充填弁
- 1 4 空気放出弁
- 2 0 空気タンク（空気貯留部）
- 4 0 燃料電池
- 4 2 燃料電池側過電流検出器（燃料電池側過電流検出手段）
- 4 3 電力負荷側過電流検出器（電力負荷側過電流検出手段）
- 5 0 燃料電池システム
- 6 0 運転制御装置（制御手段）
- 7 0 電力負荷
- 7 0 A 電動モータ（電力負荷）
- 7 1 遮断器
- 1 0 0 燃料電池船

請求の範囲

- [請求項1] 複数の電力負荷に対して夫々の遮断器を介して発電電力を供給する燃料電池と、
- 前記燃料電池に空気供給路を通じて発電用空気を供給する空気供給ポンプと、
- 前記燃料電池の発電制御を行う制御手段と、
- 過電流を検出する過電流検出手段と、を備え、
- 前記制御手段が、前記過電流検出手段で過電流を検出したときに前記燃料電池への発電用空気の供給量を一時的に増加させる保護協調制御を実行する燃料電池システムであって、
- 圧縮空気を貯留する空気貯留部を備えると共に、当該空気貯留部に貯留されている圧縮空気を前記発電用空気として前記燃料電池に放出可能な空気放出弁を備え、
- 前記制御手段が、前記保護協調制御において、前記空気放出弁を開弁させて前記空気貯留部に貯留されている圧縮空気を前記空気供給路に放出させる空気放出処理を実行する燃料電池システム。
- [請求項2] 前記空気貯留部に圧縮空気を充填可能な空気充填手段を備え、
- 前記制御手段が、前記空気放出処理の実行に先立って前記空気充填手段を作動させて前記空気貯留部に圧縮空気を充填する空気充填処理を実行する請求項1に記載の燃料電池システム。
- [請求項3] 前記空気供給ポンプから吐出された圧縮空気を所定の設定供給圧に減圧して前記発電用空気として前記燃料電池に供給可能な減圧部を備えると共に、
- 前記空気充填手段が、前記空気供給ポンプから吐出された圧縮空気を前記空気貯留部に導入する空気充填路と、前記空気充填路に設けられて当該空気充填路を開閉可能な空気充填弁とで構成され、
- 前記制御手段が、前記空気供給ポンプの吐出圧を前記設定供給圧よりも高い設定充填圧に設定しながら前記空気充填弁を開弁させる形態

で前記空気充填処理を実行する請求項 2 に記載の燃料電池システム。

[請求項4] 前記減圧部が、前記空気供給路に設けられている請求項 3 に記載の燃料電池システム。

[請求項5] 前記空気供給路に設けられて当該空気供給路を開閉可能な空気供給弁と、

前記空気供給路における前記空気供給弁をバイパスするバイパス路と、を備え、

前記減圧部が、前記バイパス路に設けられており、

前記制御手段が、前記空気供給弁を閉弁させると共に前記空気充填弁を開弁させる形態で前記空気充填処理を実行する請求項 3 に記載の燃料電池システム。

[請求項6] 前記空気供給路に設けられて当該空気供給路を開閉可能な空気供給弁を備え、

前記空気充填手段が、前記空気供給ポンプから吐出された圧縮空気を前記空気貯留部に導入する空気充填路と、前記空気充填路に設けられて当該空気充填路を開閉可能な空気充填弁とで構成され、

前記制御手段が、前記空気供給ポンプから前記燃料電池への発電用空気の供給を行う発電運転時に、前記空気供給ポンプの吐出圧を所定の設定供給圧に設定すると共に、前記燃料電池への発電用空気の供給を停止する発電停止時に、前記空気供給ポンプの吐出圧を前記設定供給圧よりも高い設定充填圧に設定しながら前記空気充填弁を開弁させる形態で前記空気充填処理を実行する請求項 2 に記載の燃料電池システム。

[請求項7] 前記空気貯留部の複数を並列状態で備えると共に、当該複数の空気貯留部の夫々に前記空気放出弁を備え、

前記制御手段が、前記空気放出処理において、前記複数の空気貯留部から選択される一部の空気貯留部に備えられた空気放出弁を開弁させて当該一部の空気貯留部に貯留されている圧縮空気を前記空気供給

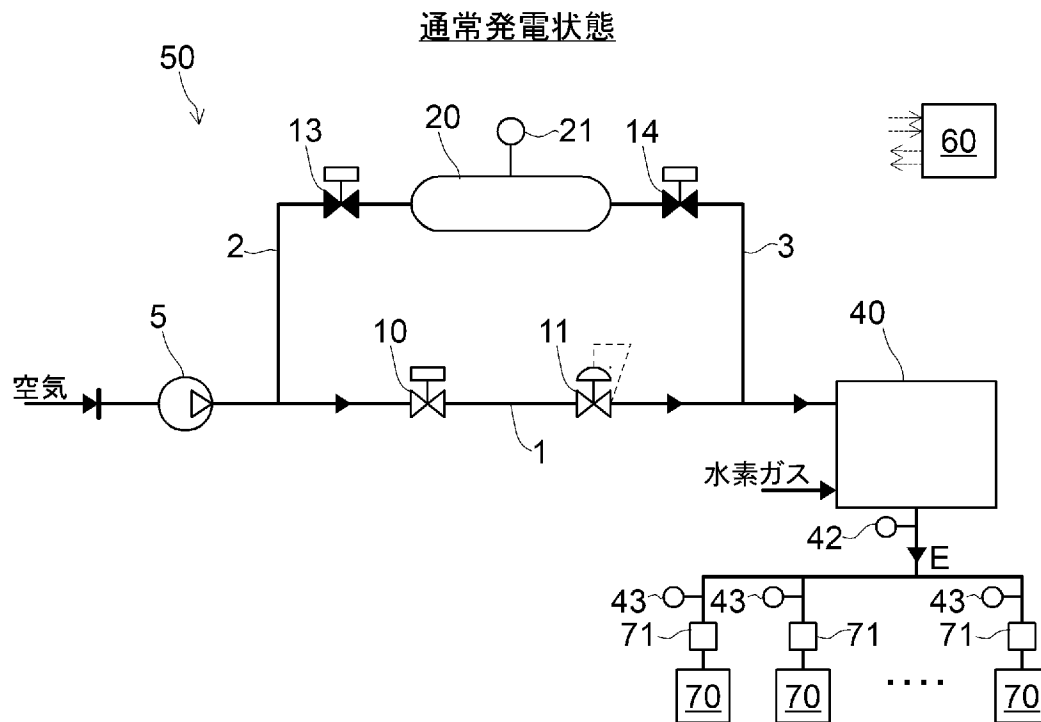
路に放出させる請求項 1 ～ 6 の何れか 1 項に記載の燃料電池システム。
。

[請求項8] 前記過電流検出手段として、前記燃料電池からの出力電力の電流値の過剰な上昇を前記過電流として検出する燃料電池側過電流検出手段を備えた請求項 1 ～ 7 の何れか 1 項に記載の燃料電池システム。

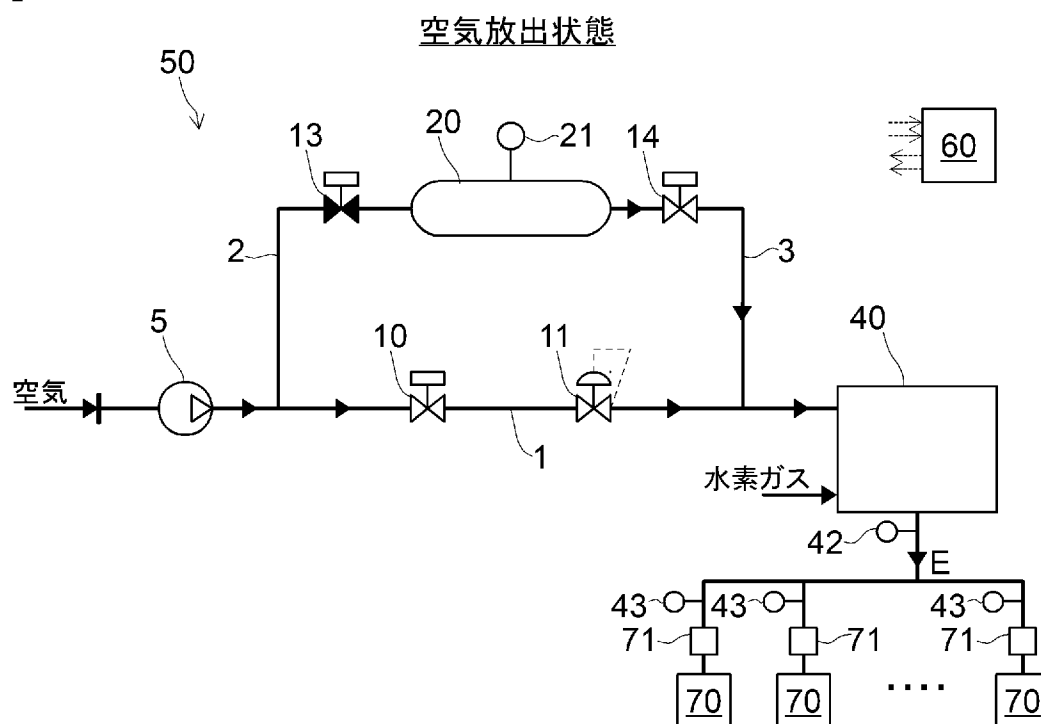
[請求項9] 前記過電流検出手段として、前記複数の電力負荷の夫々に設けられ、当該電力負荷の消費電力の電流値の過剰な上昇を前記過電流として検出する電力負荷側過電流検出手段を備えた請求項 1 ～ 8 の何れか 1 項に記載の燃料電池システム。

[請求項10] 請求項 1 ～ 9 の何れか 1 項に記載の燃料電池システムと、
前記燃料電池システムに供給される燃料ガスを貯留する燃料ガス貯留部と、を備え、
前記燃料電池システムの発電電力を船内における複数の電力負荷に対して夫々の遮断器を介して供給する燃料電池船。

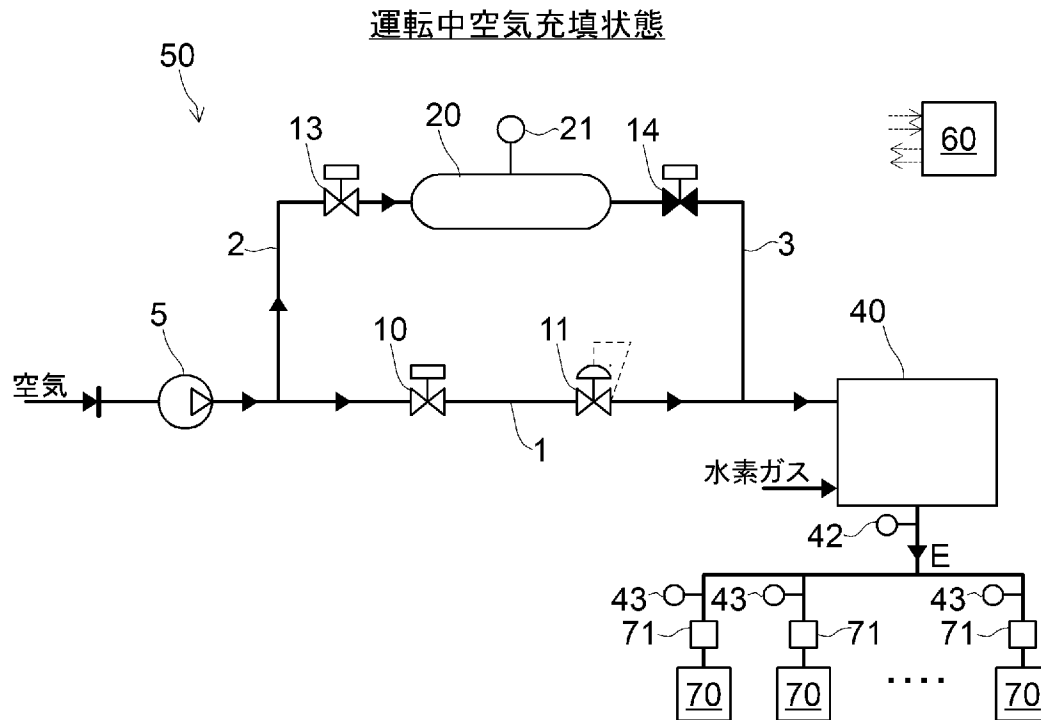
[図1]



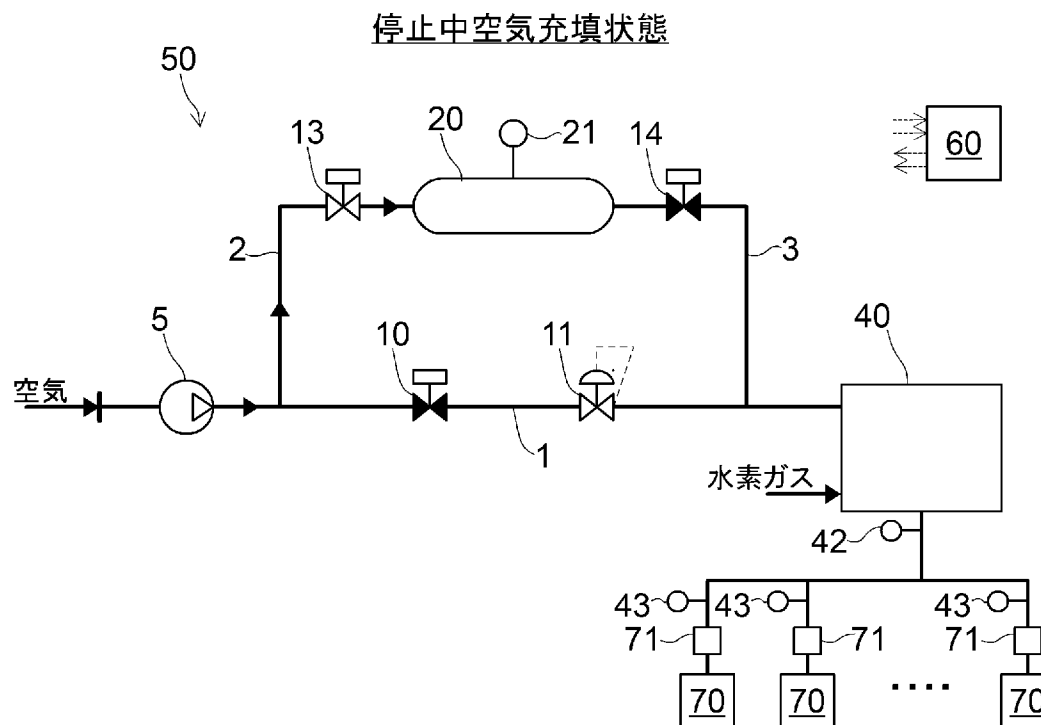
[図2]



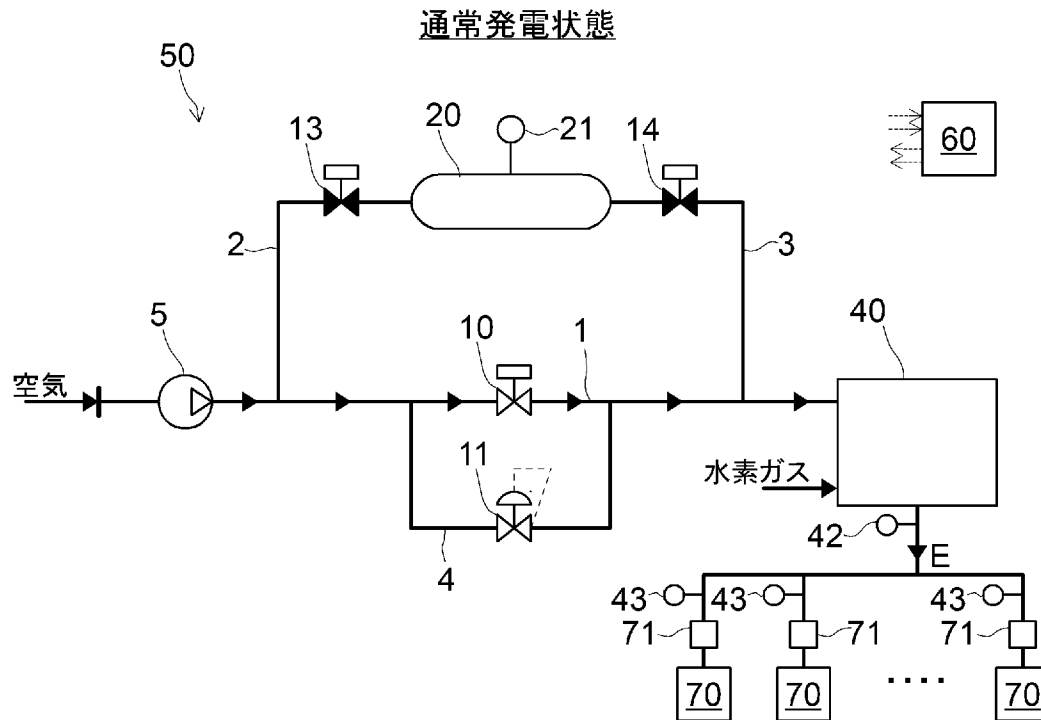
[図3]



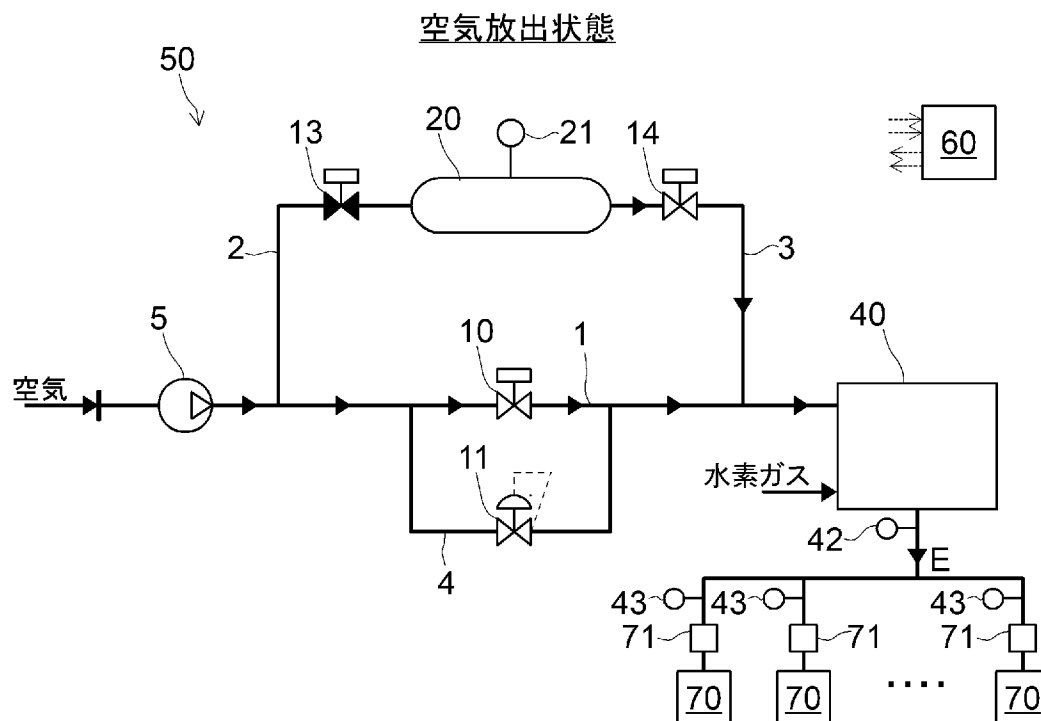
[図4]



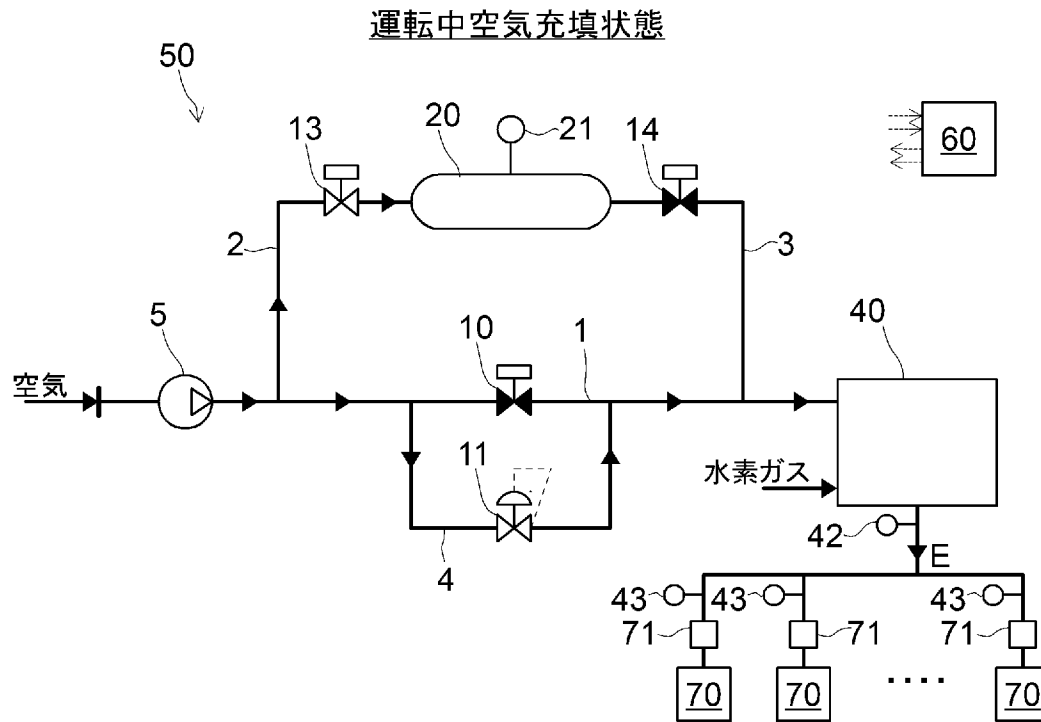
[図5]



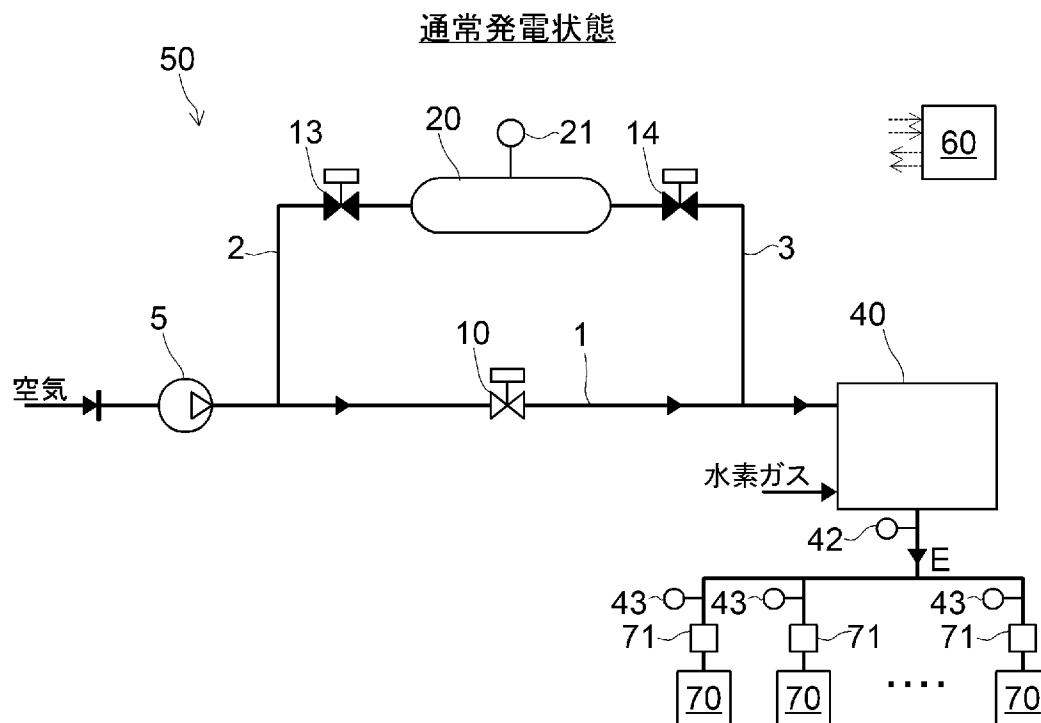
[図6]



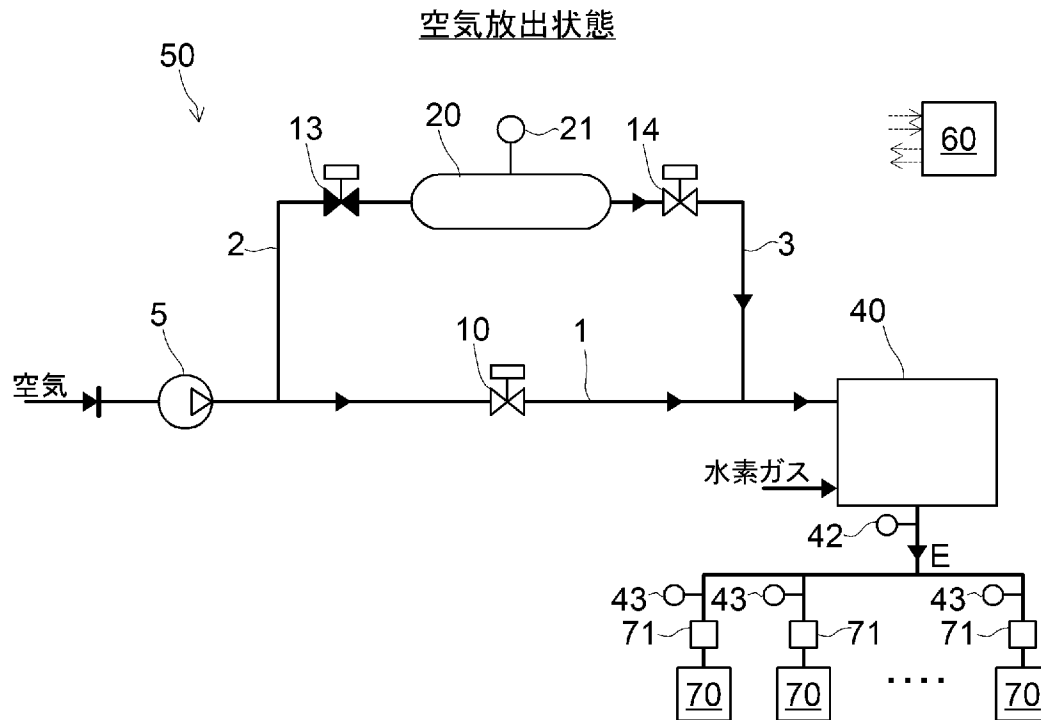
[図7]



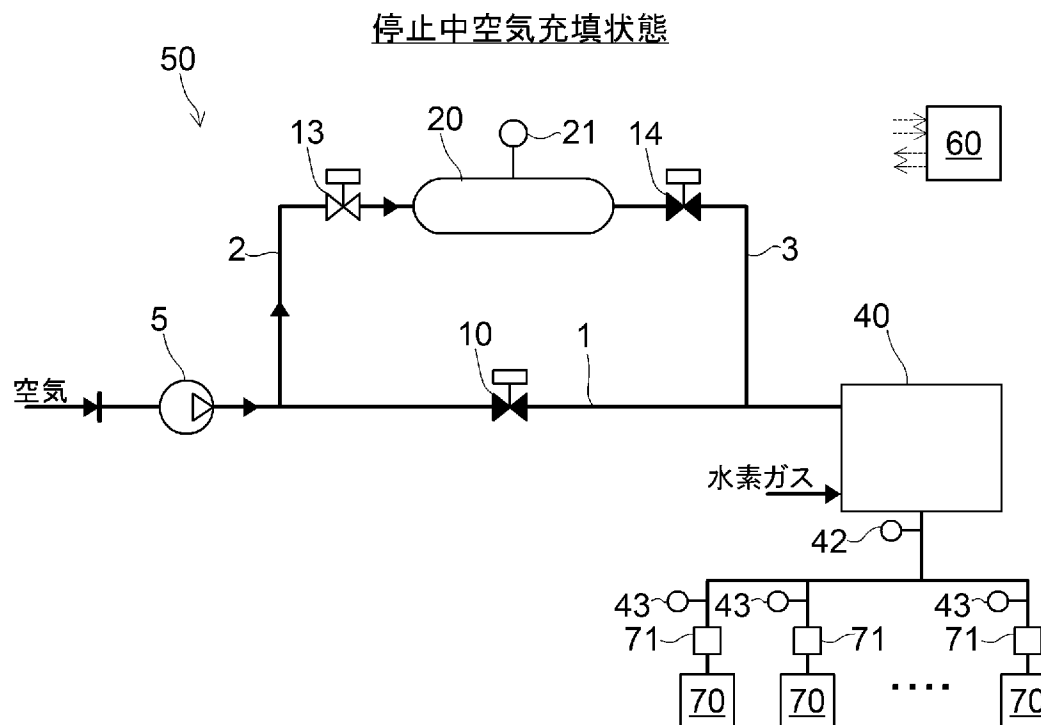
[図8]



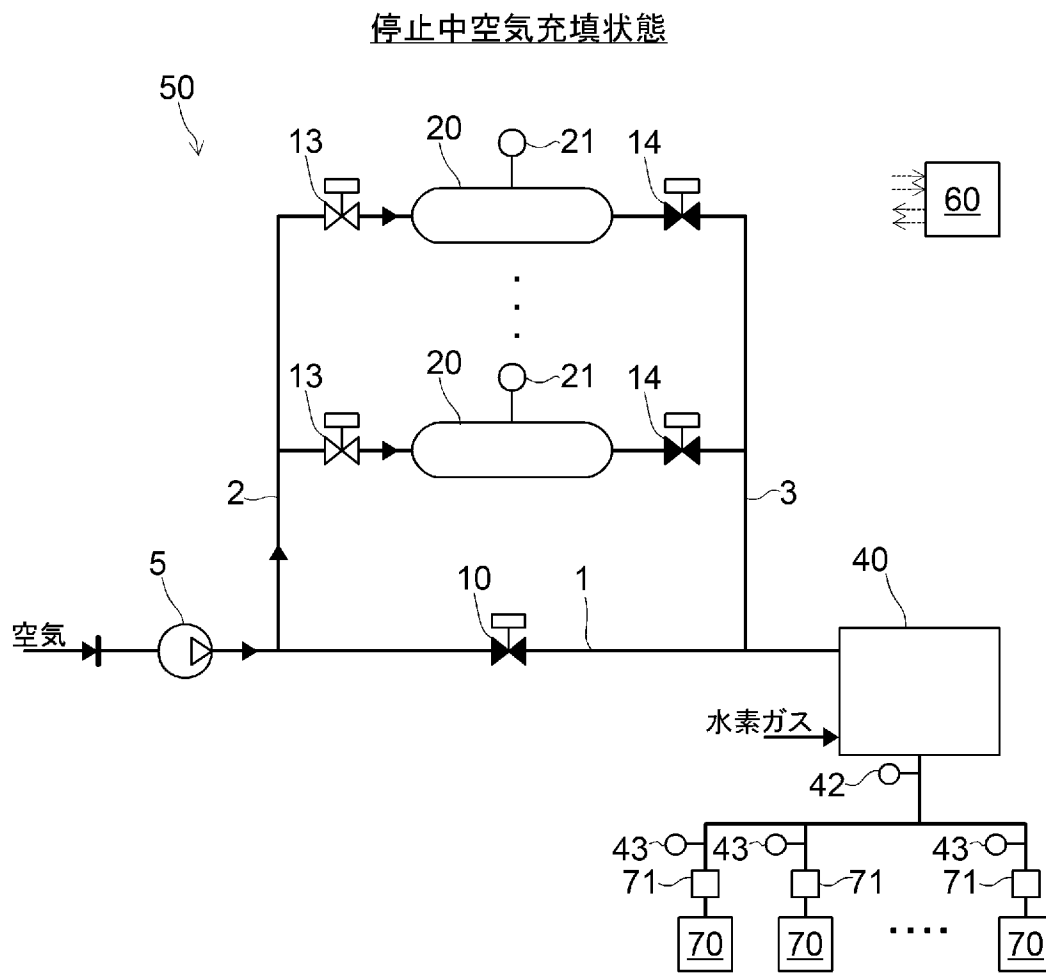
[図9]



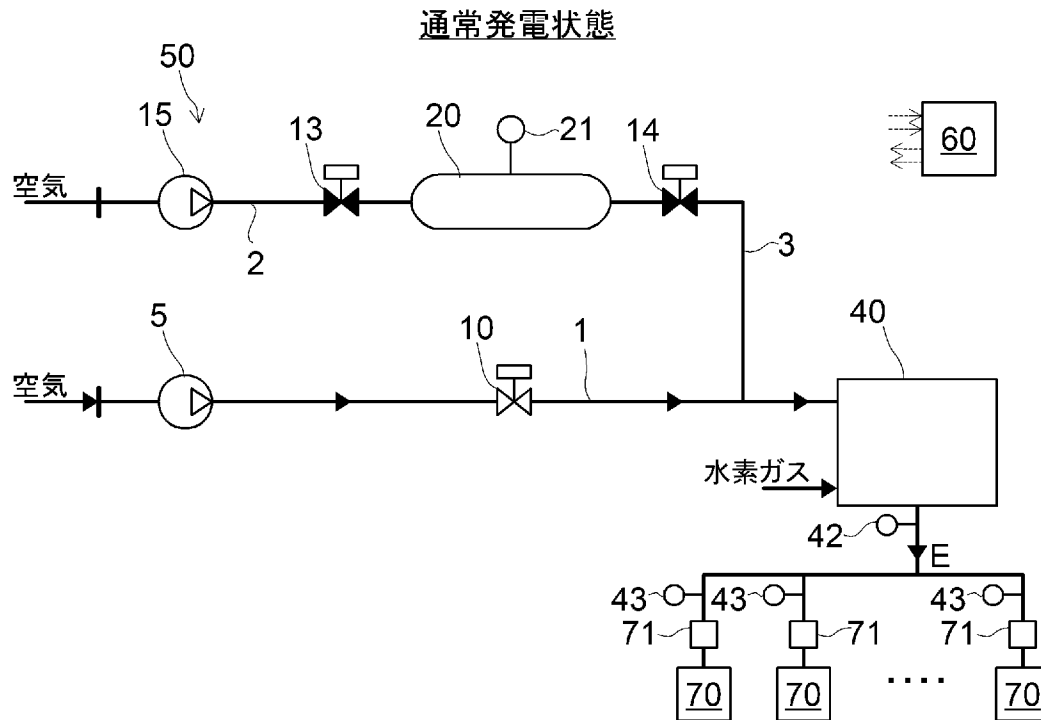
[図10]



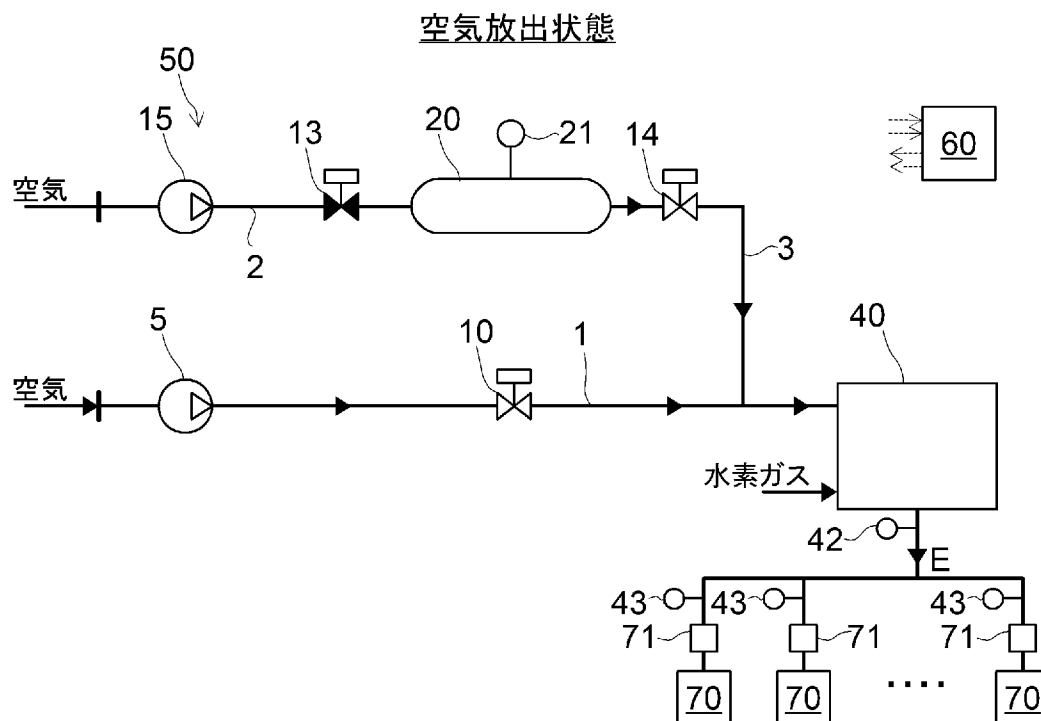
[図11]



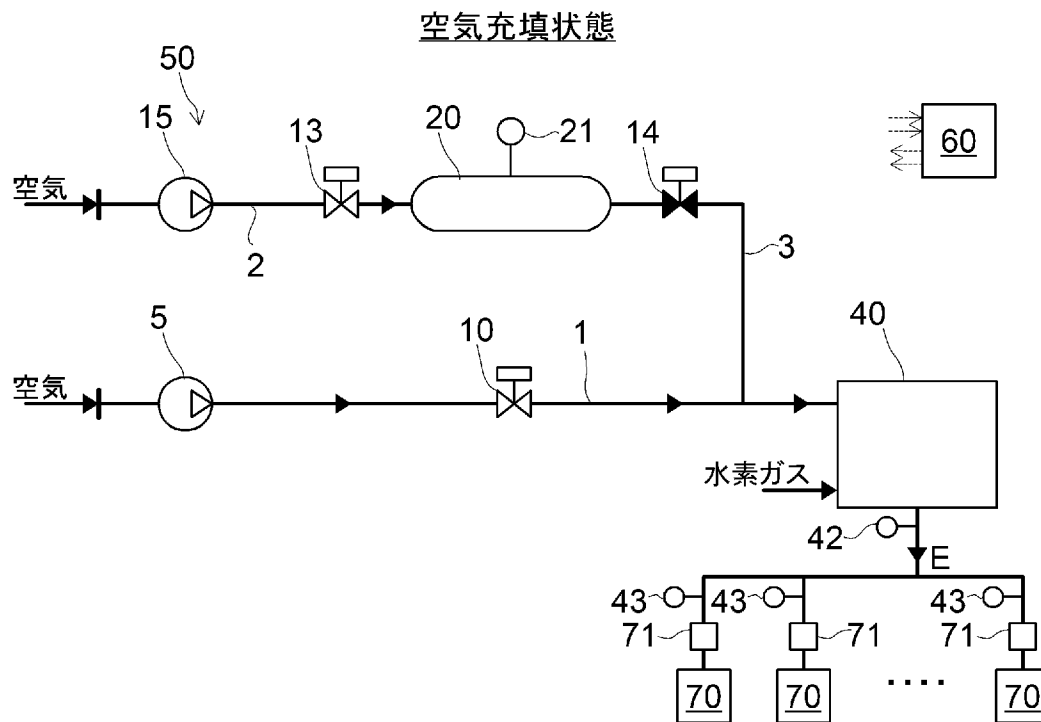
[図12]



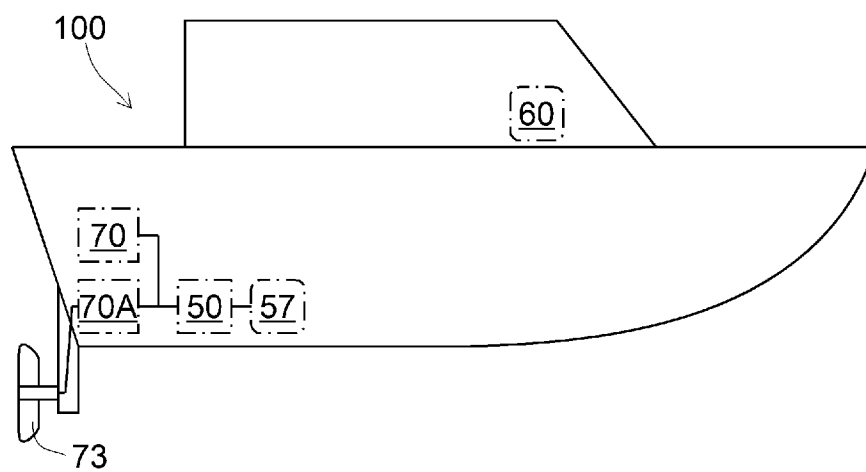
[図13]



[図14]



[図15]



INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2019/030667

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

Int.Cl. H01M8/04089(2016.01)i, B60L50/70(2019.01)i,
H01M8/00(2016.01)i, H01M8/04537(2016.01)i,
H01M8/04746(2016.01)i

According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC

B. FIELDS SEARCHED

Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)

Int.Cl. H01M8/04089, B60L50/70, H01M8/00, H01M8/04537, H01M8/04746

Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched

Published examined utility model applications of Japan	1922-1996
Published unexamined utility model applications of Japan	1971-2019
Registered utility model specifications of Japan	1996-2019
Published registered utility model applications of Japan	1994-2019

Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practicable, search terms used)

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
Y A	JP 2011-210567 A (MITSUBISHI MATERIALS CORP.) 20 October 2011, paragraphs [0044]-[0072], fig. 1 (Family: none)	1-2, 7-10 3-6
Y	JP 2009-99431 A (FUJI ELECTRIC HOLDINGS CO., LTD.) 07 May 2009, paragraph [0003] (Family: none)	1-2, 7-10
Y	JP 2004-66917 A (MITSUBISHI MATERIALS CORP.) 04 March 2004, paragraph [0028] (Family: none)	10

☐ Further documents are listed in the continuation of Box C.

☐ See patent family annex.

* Special categories of cited documents:

"A" document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance
"E" earlier application or patent but published on or after the international filing date
"L" document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified)
"O" document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means
"P" document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed

"T" later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention
"X" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone
"Y" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art
"&" document member of the same patent family

Date of the actual completion of the international search
21 October 2019 (21.10.2019)

Date of mailing of the international search report
29 October 2019 (29.10.2019)

Name and mailing address of the ISA/
Japan Patent Office
3-4-3, Kasumigaseki, Chiyoda-ku,
Tokyo 100-8915, Japan

Authorized officer

Telephone No.

A. 発明の属する分野の分類 (国際特許分類 (IPC))

Int.Cl. H01M8/04089(2016.01)i, B60L50/70(2019.01)i, H01M8/00(2016.01)i, H01M8/04537(2016.01)i, H01M8/04746(2016.01)i

B. 調査を行った分野

調査を行った最小限資料 (国際特許分類 (IPC))

Int.Cl. H01M8/04089, B60L50/70, H01M8/00, H01M8/04537, H01M8/04746

最小限資料以外の資料で調査を行った分野に含まれるもの

日本国実用新案公報	1922-1996年
日本国公開実用新案公報	1971-2019年
日本国実用新案登録公報	1996-2019年
日本国登録実用新案公報	1994-2019年

国際調査で使用した電子データベース (データベースの名称、調査に使用した用語)

C. 関連すると認められる文献

引用文献の カテゴリー*	引用文献名 及び一部の箇所が関連するときは、その関連する箇所の表示	関連する 請求項の番号
Y A	JP 2011-210567 A (三菱マテリアル株式会社) 2011.10.20, 段落[0044]-[0072], 第1図 (ファミリーなし)	1-2, 7-10 3-6
Y	JP 2009-99431 A (富士電機ホールディングス株式会社) 2009.05.07, 段落[0003], (ファミリーなし)	1-2, 7-10
Y	JP 2004-66917 A (三菱マテリアル株式会社) 2004.03.04, 段落[0028] (ファミリーなし)	10

☐ C欄の続きにも文献が列挙されている。

☐ パテントファミリーに関する別紙を参照。

* 引用文献のカテゴリー

「A」特に関連のある文献ではなく、一般的技術水準を示すもの
「E」国際出願日前の出願または特許であるが、国際出願日以後に公表されたもの
「L」優先権主張に疑義を提起する文献又は他の文献の発行日若しくは他の特別な理由を確立するために引用する文献 (理由を付す)
「O」口頭による開示、使用、展示等に言及する文献
「P」国際出願日前で、かつ優先権の主張の基礎となる出願

の日の後に公表された文献

「T」国際出願日又は優先日後に公表された文献であって出願と矛盾するものではなく、発明の原理又は理論の理解のために引用するもの
「X」特に関連のある文献であって、当該文献のみで発明の新規性又は進歩性がないと考えられるもの
「Y」特に関連のある文献であって、当該文献と他の1以上の文献との、当業者にとって自明である組合せによって進歩性がないと考えられるもの
「&」同一パテントファミリー文献

国際調査を完了した日

21.10.2019

国際調査報告の発送日

29.10.2019

国際調査機関の名称及びあて先

日本国特許庁 (ISA/J P)

郵便番号 100-8915

東京都千代田区霞が関三丁目4番3号

特許庁審査官 (権限のある職員)

笹岡 友陽

3H

5780

電話番号 03-3581-1101 内線 3316