

(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  
2016年2月4日(04.02.2016)



(10) 国際公開番号  
WO 2016/017559 A1

- (51) 国際特許分類:  
H02P 9/04 (2006.01) F03B 15/04 (2006.01)
- (21) 国際出願番号: PCT/JP2015/071179
- (22) 国際出願日: 2015年7月27日(27.07.2015)
- (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 2014-152468 2014年7月28日(28.07.2014) JP
- (71) 出願人: 株式会社明電舎(MEIDENSHA CORPORATION) [JP/JP]; 〒1416029 東京都品川区大崎2丁目1番1号 Tokyo (JP).
- (72) 発明者: 増子 利健(MASUKO, Toshitake); 〒1416029 東京都品川区大崎2丁目1番1号 株式会社明電舎内 Tokyo (JP).
- (74) 代理人: 小林 博通, 外(KOBAYASHI, Hiromichi et al.); 〒1040044 東京都中央区明石町1番29号

掖済会ビル SHIG A内外国特許事務所内 Tokyo (JP).

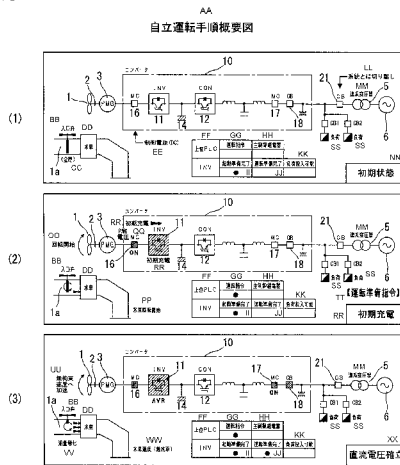
- (81) 指定国 (表示のない限り、全ての種類の国内保護が可能): AE, AG, AL, AM, AO, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BH, BN, BR, BW, BY, BZ, CA, CH, CL, CN, CO, CR, CU, CZ, DE, DK, DM, DO, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, GT, HN, HR, HU, ID, IL, IN, IR, IS, JP, KE, KG, KN, KP, KR, KZ, LA, LC, LK, LR, LS, LU, LY, MA, MD, ME, MG, 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),

[続葉有]

(54) Title: METHOD FOR AUTONOMOUS OPERATION OF ELECTRICITY-GENERATING DEVICE

(54) 発明の名称: 発電装置の自立運転方法

[図4]



- 10 Converter
- AA Overview of autonomous-operation procedure
- BB Inlet valve
- CC Fully closed
- DD Water turbine
- EE Control power supply
- FF Upper-level PLC
- GG Operation command
- HH Main control relay
- II Startup preparation complete
- JJ Operation preparation complete
- KK Loads can be connected
- LL Decoupled from system
- MM Coupling transformer
- NN Initial state
- OO Rotation starts
- PP Rotation of water turbine starts
- QQ PWM voltage
- RR Initial charging
- SS Load
- TT Operation-preparation command
- UU Accelerate to unconstrained speed
- VV Flow rate increases
- WW Water-turbine speed (unconstrained)
- XX DC voltage established

(57) Abstract: In this invention, when it is not possible for an electricity-generating device to operate coupled to an electric power system, within a speed range of an energy-source efficiency-characteristics curve from a rated speed to a maximum speed, said electricity-generating device operates autonomously with respect to the connection and disconnection of loads along said efficiency-characteristics curve. During autonomous operation, when an operation-preparation command is outputted by a control unit, a valve-position command is outputted to an inlet valve for a water turbine, a first converter is operated in a converter mode, a second converter is operated in an inverter mode when a voltage is established by a DC linkage unit, and when operation preparation is complete, the loads are connected.

(57) 要約: 発電装置が電力系統に連系運転出来ないときに、エネルギー源の効率特性曲線による定格速度から最高速度の速度範囲において、効率特性曲線に沿って発電装置の負荷の接続・離脱の自立運転を行う。自立運転時には、制御部による運転準備指令の出力時に水車の入口弁に開度指令を出力し、第1の変換器をコンバータ機能として運転し、直流リンク部の電圧確立時に第2の変換器をインバータ機能として運転し、運転準備完了時に負荷を接続する。

WO 2016/017559 A1

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))

## 明 細 書

発明の名称：発電装置の自立運転方法

### 技術分野

[0001] 本発明は、発電装置の自立運転方法に係わり、特に永久磁石発電機を用いた発電装置による自立運転方法に関するものである。

### 背景技術

[0002] 中小の発電装置として永久磁石発電機を用い、そのエネルギー源として風車や水車を用いた発電装置が注目されている。図7は永久磁石発電機を用いた水車発電装置の単結線図を示したもので、この水車発電装置は連系変圧器5を介して電力系統6に連系される。図7で、1は水車、2はフライホイール、3は永久磁石発電機で、これらは軸受け4を介して連結されている。

[0003] 10はコンバータ盤を示し、このコンバータ盤には第1の変換器（インバータ）11、第2の変換器（コンバータ）12、回生制動用のブレーキ回路13、平滑コンデンサ14、フィルタ部15、電磁開閉器16、17および遮断器18などの各部品が装備されている。20は発電機盤を示し、電力系統6との連系制御を行う遮断器21を有している。30はダミー抵抗装置を示し、抵抗値の異なる複数の抵抗33がそれぞれ遮断器31、電磁開閉器32を介して接続されている。

[0004] 40は上位の制御部を示し、この制御部40はエンコーダにより検出された永久磁石発電機3の回転信号をコンバータ盤10を介して入力する。また、コンバータ盤10に対しては速度指令を出力し、水車の入口弁1aに対して開度指令を出力し、ダミー抵抗装置30に対しては投入指令を出力するなどの制御指令を発する。なお、図1に示すような永久磁石発電機を用いた発電装置は、例えば、特許文献1などによって公知となっている。

[0005] 図7に示す発電装置を電力系統6に連系する場合、発電機盤20から連系・運転指令を出力することで遮断器21が投入され、次いでコンバータ盤10において遮断器18、電磁開閉器17を投入することで電力系統6からの

交流は、コンバータ 12 により直流に変換されて平滑コンデンサ 14 を充電する。平滑コンデンサ 14 が初期充電されて運転準備が完了した時点で電磁開閉器 16 に対する投入指令を出力する。また、制御部 40 はインバータ 11 に対し速度指令、力率指令を出力してインバータ 11 を動作させ、永久磁石発電機 3 を図 8 で示す点線を付した連系運転範囲で制御する。

[0006] 図 8 は縦軸に永久磁石発電機の軸入力、横軸に回転数を採ったもので、定格容量  $f_0$  としたとき、定格速度  $n_0$  を中心としたその前後  $n_1$ ,  $n_2$  が永久磁石発電機の運転範囲となって連系運転されている。

[0007] 連系運転中に、系統連系に異常が発生した場合、コンバータ 12 の運転を中止し、回生制御用のブレーキ回路 13 のスイッチング素子 19 をオンすることで回生用抵抗 19' に電流を流してエネルギーを消費する。

[0008] 中小規模の発電装置を電力系統に連系運用する場合、連系先である電力系統に何等かの異常が発生したときには系統連系ができない場合が生じる。風力発電の場合には十分な風量があり、また、水力発電の場合には十分な水量があり、両者とも発電可能なエネルギーが十分あっても、自立運転機能が備わっていない場合には連系する発電装置も停止せざるを得ない。勿論、発電装置にダミー抵抗装置や、電動サーボによる高速ガイドベーン制御装置を別途付加すれば自立運転は可能となるが、その際は、固有の運転機能を追加する必要があり、設置場所やコスト面で不利になる。

## 先行技術文献

## 特許文献

[0009] 特許文献1：特許第 4003414

## 発明の概要

[0010] 本発明が目的とするところは、従来必要であった自立運転のための装置を付加することなく風力や水車効率特性を利用した発電装置の自立運転方法を提供することにある。

[0011] 本発明は、エネルギー源に連結された永久磁石発電機と、順・逆変換機能を有する第 1、第 2 の変換器と、第 1、第 2 の変換器間の直流リンク部に接

続された平滑コンデンサと、第1、第2の変換器に対して制御指令を出力する制御部と、を備えた発電装置の自立運転方法であって、前記発電装置の自立運転時に、前記エネルギー源の効率特性曲線による定格速度から最高速度の速度範囲で、効率特性曲線に沿って前記発電装置を運転することを特徴とする。

[0012] また、その一態様として、発電装置に接続された負荷の接続・離脱を行うことを特徴とする。

[0013] また、その一態様として、前記エネルギー源を水車とし、自立運転時における前記制御部による運転準備指令の出力時に水車の入口弁に開度指令を出力し、前記第1の変換器をコンバータ機能として運転し、前記直流リンク部の電圧確立時に前記第2の変換器をインバータ機能として運転し、運転準備完了時に負荷を接続することを特徴とする。

[0014] また、その一態様として、水車の入口弁開度に応じた前記効率特性曲線を用いることを特徴とする。

[0015] 以上のとおり、本発明によれば、発電装置が電力系統から解列した場合でも、効率特性曲線の定格速度以上の速度範囲で、負荷に見合ったエネルギーバランスで発電装置を自立運転するものである。これによって、発電装置が系統連系できないときでも、ダミー抵抗装置や電動サーボによる高速ガイドベーン制御装置などの単独運転用の機器を別途用意することなく、自立制御が可能となるものである。

### 図面の簡単な説明

[0016] [図1]本発明の実施形態を示す発電装置の電力系統への連系状態図。

[図2]説明のための発電装置の自立運転範囲図。

[図3]自立運転時の状態説明図。

[図4]自立運転時の運転手順概要図。

[図5]自立運転時の運転手順概要図。

[図6]自立運転時の運転手順概要図。

[図7]従来の発電装置の電力系統への連系状態図。

[図8]永久磁石発電機の電力系統連系時の運転範囲図。

### 発明を実施するための形態

- [0017] 図1は、本実施形態1における発電装置を示す概略図である。従来の発電装置を示す図7とは、ダミーロード装置を省略している点が異なっている。その他の点は図7と同様であるため説明を省略する。
- [0018] 図2は、水車の効率特性曲線（以下C<sub>p</sub>特性曲線という）を示したものである。永久磁石発電機の定格容量 $f_0$ 、定格速度 $n_0$ としたとき、水車1の入口弁1aの開度に応じて軸入力が増加し、系統連系時には定格速度 $n_0$ 付近で運転されている。
- [0019] 本発明は、系統連系できない場合、永久磁石発電機の定格容量よりも小さい負荷容量に対して自立運転を行うもので、自立運転時には図3で示すように例えば線Aの開度100%のC<sub>p</sub>特性曲線を使用し、且つ定格速度 $n_0$ 以上の範囲を可変速範囲として使用する。以下、図4～6に基づいて自立運転方法について説明する。なお、図4～6では動作状態となった部品に対し斜線を付して表示する。
- [0020] 図4(1)～図6(3)が、図1の発電装置による自立運転時の運転手順を示す概要である。図4(1)において、発電装置の初期状態時にコンバータ盤10に直流の制御電源を接続する。この時点では水車1の入口弁1aは閉じられた状態となっている。図4(2)で、上位の制御部40から入口弁1aに対する開度指令と電磁開閉器16の投入、及び第1の変換器（インバータ）11の運転準備指令が出力される。これにより水車1は回転を開始して永久磁石発電機3は発電を開始し電圧を発生する。また、第1の変換器（インバータ）11により平滑コンデンサ14への初期充電が開始される。
- [0021] 図4(3)では、更に入口弁1aの開度が進行することで流量が増加し、水車1は無拘束速度（定格速度 $n_0$ 以上）へ加速される。これに伴い平滑コンデンサ14への充電も進み直流リンク部の電圧が確立した時点で電磁開閉器17、遮断器18が投入される。
- [0022] 図5(1)では、入口弁1aの開度100%で水車は無拘束速度となり、

第2の変換器（コンバータ）12に対して出力電圧の設定、出力周波数の設定を行い、この第2の変換器12をインバータ動作である自動電圧・自動周波数制御機能にすることで運転準備完了となる。この運転準備完了時点では無負荷状態であることから、水車速度は図3で示す最高回転数 $n_m$ で回転している。なお、図3で四角枠内の数字は、図4～6の図番号と対応させている。

[0023] 図5（2）では上位の制御部40から遮断器CB1に対し、発電所構内の負荷投入指令が出されて自立運転が開始される。負荷が投入されると負荷電流が流れ、直流リンク部の電圧が低下するが、第1の変換器（インバータ）11が直流リンク部の電圧を一定に制御（AVR）することで、不足するエネルギーは回転体である水車1－フライホイール2－永久磁石発電機3の回転エネルギーで補充され、永久磁石発電機3および水車速度が減速する。これにより、回転数はCp特性曲線に沿って減少して最高回転数 $n_m$ から負荷に見合った $n_{m-1}$ の回転数で運転される。

[0024] 図5（3）で、負荷の追加投入指令が出されて遮断器CB2がオンになると、水車速度は投入された負荷量に応じて更に回転数は低下し、 $n_{m-2}$ の回転数で運転される。負荷量の投入可能範囲は、定格速度 $n_0$ から最高速度 $n_m$ の速度範囲内で行われる。

[0025] なお、自立運転時における水車1の回転速度は定格速度 $n_0$ 以上でなければならない。理由としては定格速度 $n_0$ 以下で運転すると、過負荷により回転速度が低下してしまい最終的に停止してしまうからである。

[0026] 次に、図6に基づいて発電装置の停止手順を説明する。回転速度 $n_{m-2}$ で負荷の一部を開放する場合には、図6（1）で示すように遮断器CB2をオフにすることで回転数はCp特性曲線に沿って上昇する。そして、 $n_{m-1}$ の回転数で負荷と発電量のエネルギーバランスが成立して回転速度の上昇がとまり、 $n_{m-1}$ の回転速度で運転が継続される。

[0027] 更に、全部の負荷を開放する図6（2）の状態では無負荷状態となって $n_m$ の回転数となる。図6（3）で第2の変換器12に対し停止命令が出力され

て運転を停止する。その後、発電装置の停止命令が出されて第1の変換器11も停止し、水車の入口弁1aに対して減速指令が出されて入口弁1aは全閉となり水車は停止する。

[0028] 以上本発明によれば、発電装置が電力系統から解列した場合でも、 $C_p$ 特性曲線の定格速度以上の速度範囲で、負荷に見合ったエネルギーバランスが成立する速度で運転することにより発電装置を自立運転するものである。これによって、発電装置が系統連系できないとき、ダミー抵抗装置や電動サーボによる高速ガイドベーン制御装置などの単独運転用の機器を別途用意することなく、連系運転用の機器でソフト的に自立機能を持たせるだけで自立運転制御が可能となるものである。

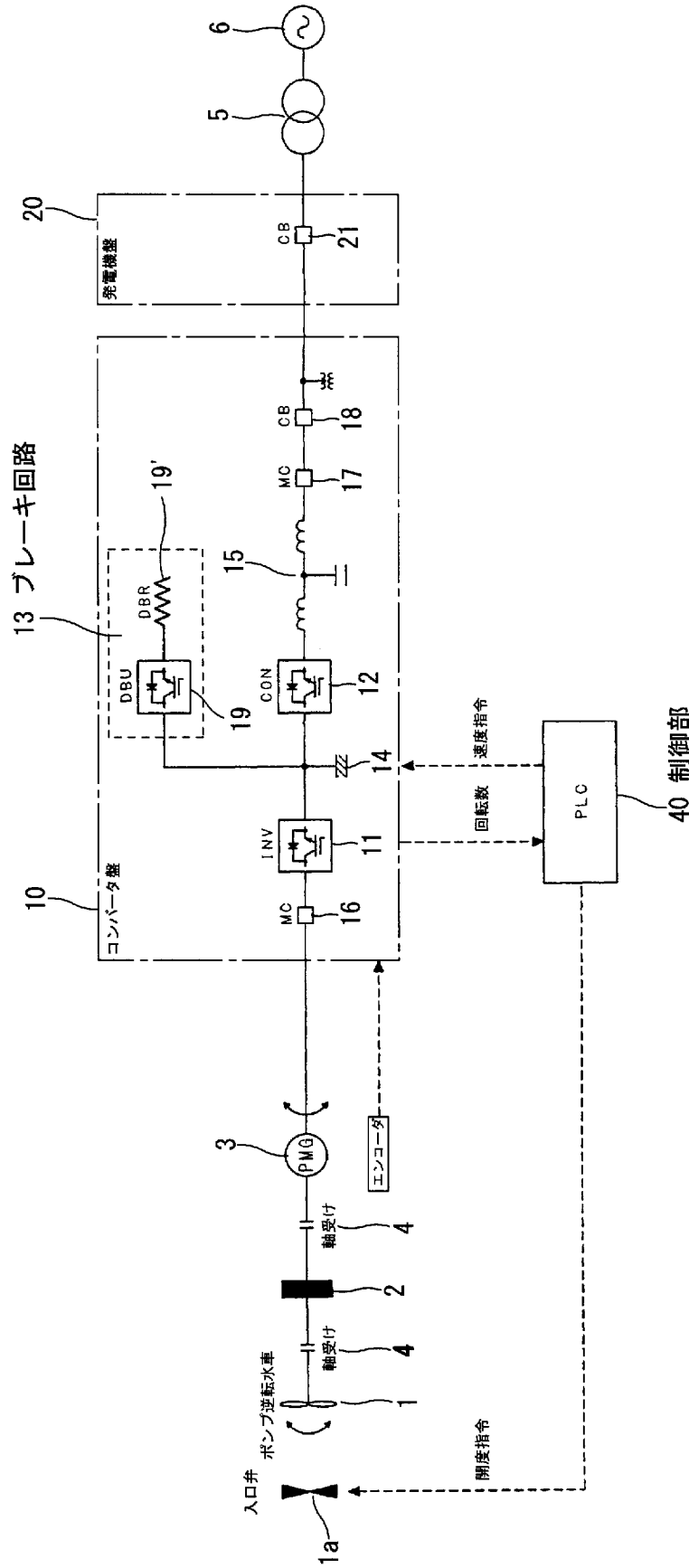


## 請求の範囲

- [請求項1] エネルギー源に連結された永久磁石発電機と、  
順・逆変換機能を有する第1、第2の変換器と、  
第1、第2の変換器間の直流リンク部に接続された平滑コンデンサと、  
第1、第2の変換器に対して制御指令を出力する制御部と、を備えた発電装置の自立運転方法であって、  
前記発電装置の自立運転時に、  
前記エネルギー源の効率特性曲線による定格速度から最高速度の速度範囲で、効率特性曲線に沿って前記発電装置を運転することを特徴とした発電装置の自立運転方法。
- [請求項2] 発電装置に接続された負荷の接続・離脱を行うことを特徴とする請求項1記載の発電装置の自立運転方法。
- [請求項3] 前記エネルギー源を水車とし、  
自立運転時における前記制御部による運転準備指令の出力時に水車の入口弁に開度指令を出力し、前記第1の変換器をコンバータ機能として運転し、  
前記直流リンク部の電圧確立時に前記第2の変換器をインバータ機能として運転し、運転準備完了時に負荷を接続することを特徴とした請求項2記載の発電装置の自立運転方法。
- [請求項4] 水車の入口弁開度に応じた前記効率特性曲線を用いることを特徴とした請求項3項に記載の発電装置の自立運転方法。

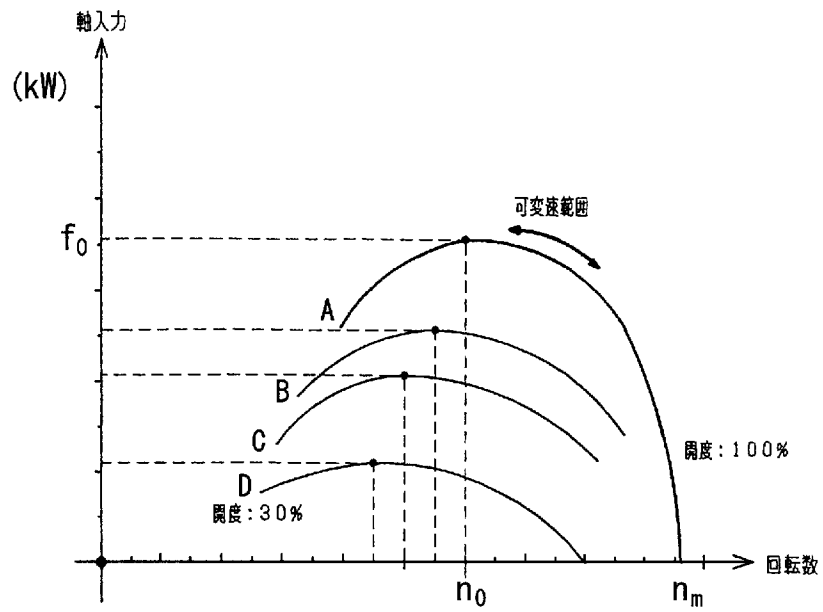
[図1]

発電装置の構成図



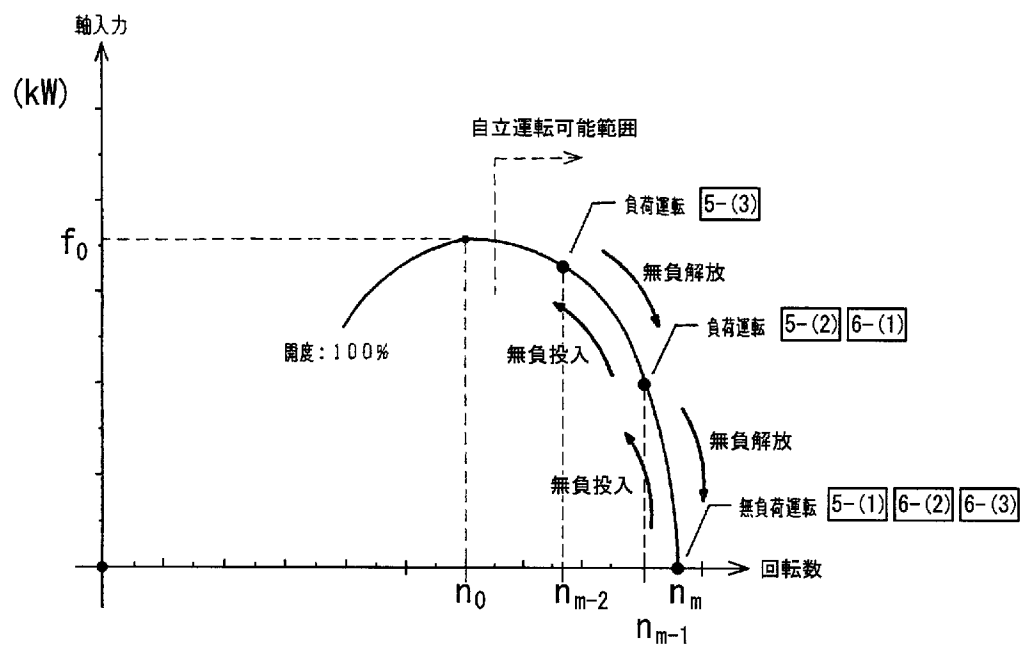
[図2]

自立運転範囲図



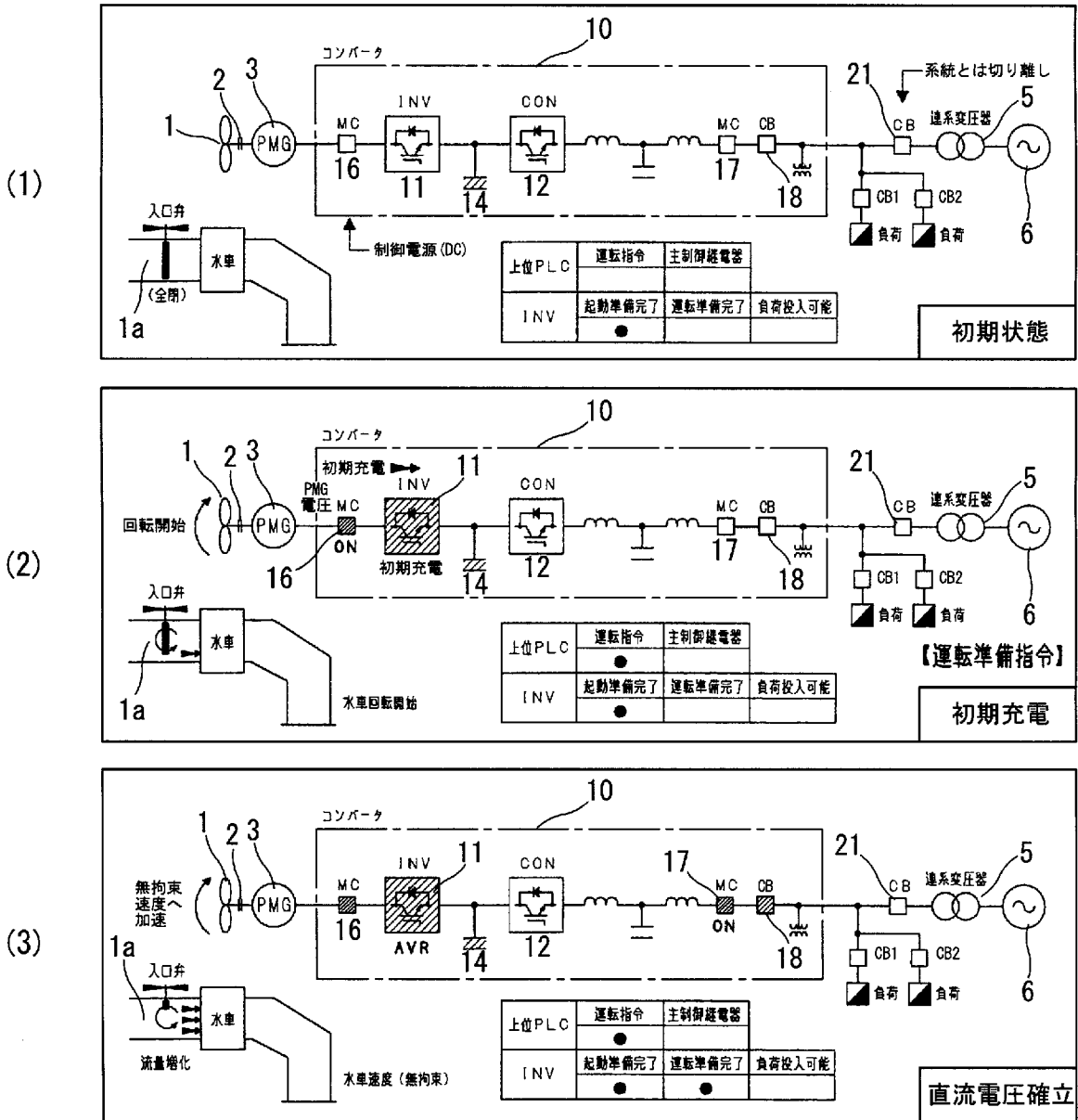
[図3]

自立運転時の状態説明図



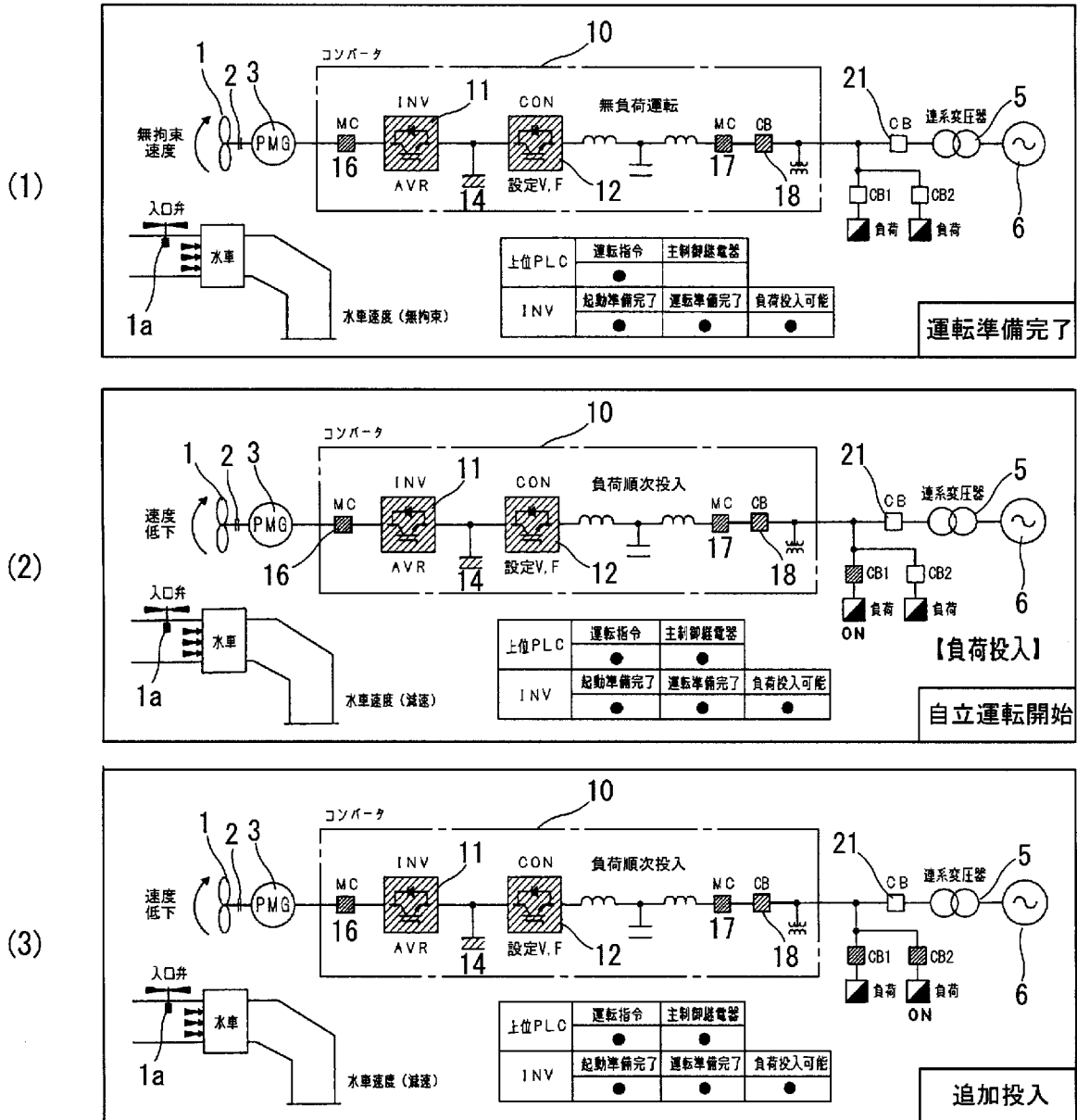
[図4]

自立運転手順概要図



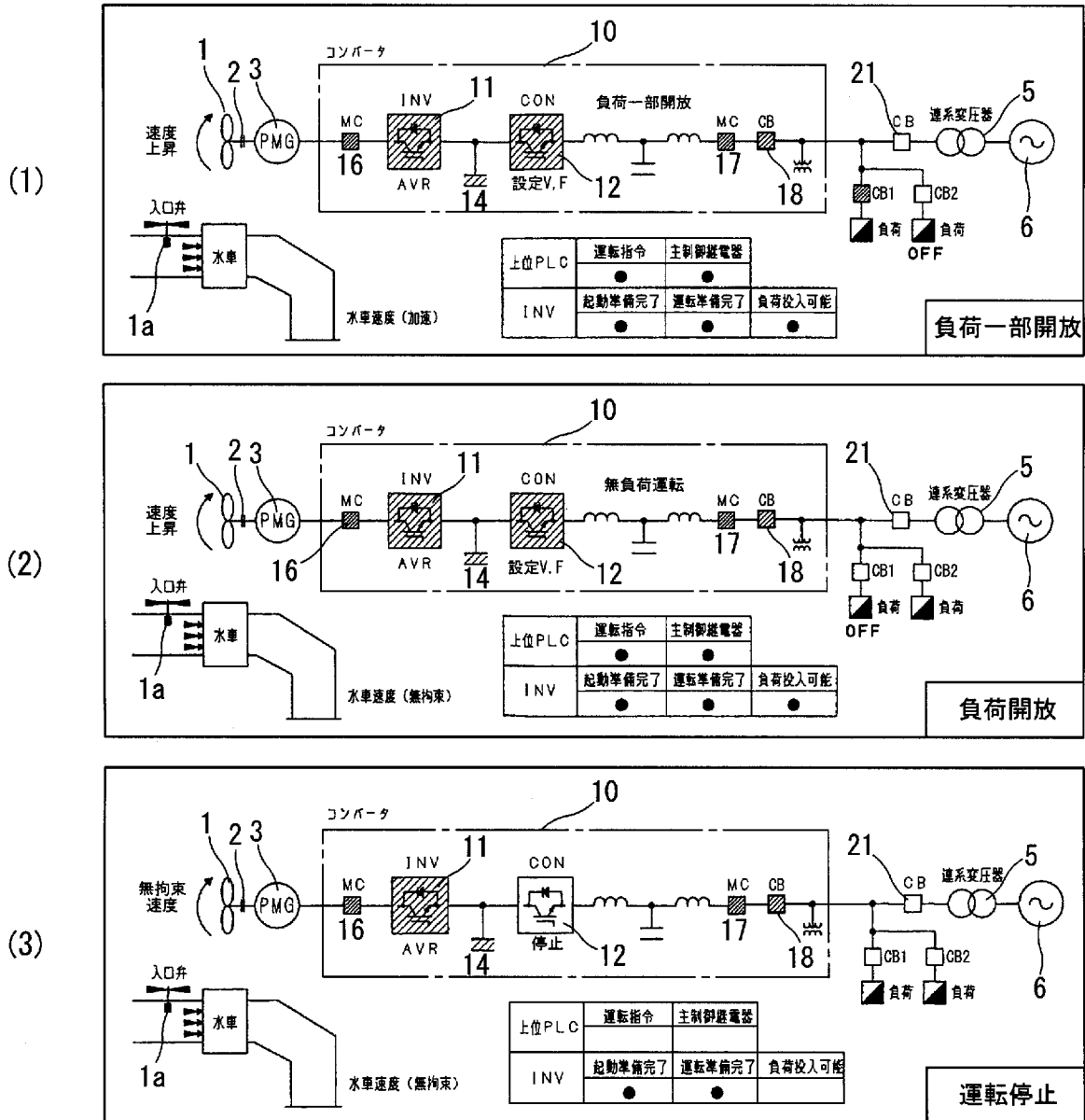
[図5]

自立運転手順概要図



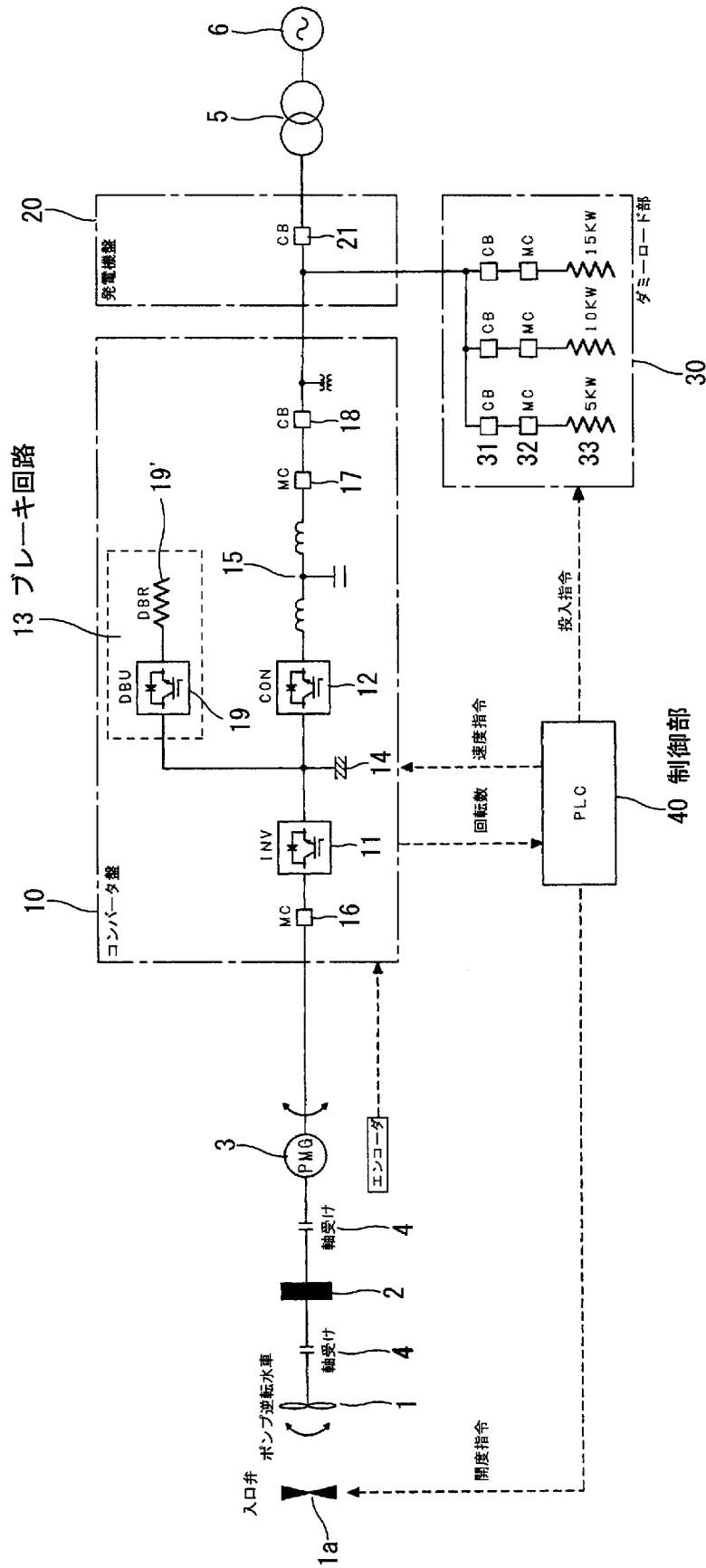
[図6]

自立運転手順概要図



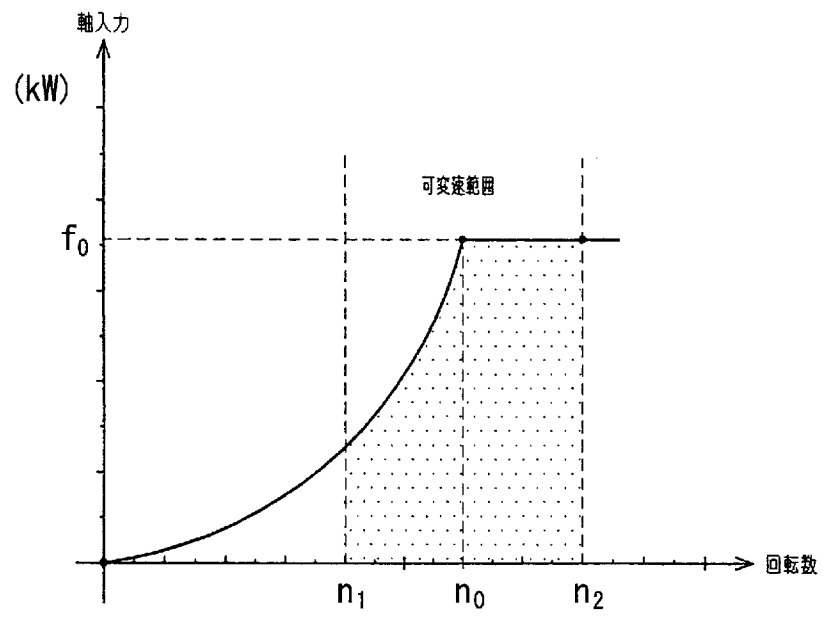
[図7]

発電装置の構成図



[図8]

## 連続運転時の永久磁石発電機の運転範囲図





**INTERNATIONAL SEARCH REPORT**

International application No.  
PCT/JP2015/071179

**A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER**  
H02P9/04(2006.01)i, F03B15/04(2006.01)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)  
H02P9/04, F03B15/04

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

Jitsuyo Shinan Koho	1922-1996	Jitsuyo Shinan Toroku Koho	1996-2015
Kokai Jitsuyo Shinan Koho	1971-2015	Toroku Jitsuyo Shinan Koho	1994-2015

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.
A	JP 2014-110658 A (Mitsubishi Heavy Industries, Ltd.), 12 June 2014 (12.06.2014), paragraphs [0006] to [0007], [0015], [0027], [0031], [0037]; fig. 1 to 9 (Family: none)	1-4
A	JP 2012-100478 A (Osaka Gas Co., Ltd.), 24 May 2012 (24.05.2012), paragraphs [0002], [0027] to [0028], [0032], [0075] to [0091]; fig. 1 to 8 (Family: none)	1-4

Further documents are listed in the continuation of Box C.       See patent family annex.

* Special categories of cited documents:	"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
"A" document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance	"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
"E" earlier application or patent but published on or after the international filing date	"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
"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)	"&" document member of the same patent family
"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	

Date of the actual completion of the international search 29 September 2015 (29.09.15)	Date of mailing of the international search report 13 October 2015 (13.10.15)
---	--

Name and mailing address of the ISA/ Japan Patent Office 3-4-3, Kasumigaseki, Chiyoda-ku, Tokyo 100-8915, Japan	Authorized officer  Telephone No.
--	---

## INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2015/071179

C (Continuation). DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
A	JP 2008-278725 A (Hitachi, Ltd.), 13 November 2008 (13.11.2008), paragraphs [0014] to [0025], [0039]; fig. 1 to 3 (Family: none)	1-4
A	JP 2008-75521 A (Hitachi, Ltd., Fuji Heavy Industries Ltd.), 03 April 2008 (03.04.2008), paragraphs [0022] to [0031]; fig. 6 to 8 & US 2008/0069692 A1 & EP 1903213 A2	1-4
A	JP 64-53072 A (Hitachi, Ltd., The Kansai Electric Power Co., Inc.), 01 March 1989 (01.03.1989), page 3, lower left column, line 18 to lower right column, line 9; fig. 2 (Family: none)	4

A. 発明の属する分野の分類（国際特許分類（IPC）） Int.Cl. H02P9/04(2006.01)i, F03B15/04(2006.01)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. H02P9/04, F03B15/04		
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 1971-2015年 日本国実用新案登録公報 1996-2015年 日本国登録実用新案公報 1994-2015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
A	JP 2014-110658 A（三菱重工業株式会社）2014.06.12, 段落0006-0007、0015、0027、0031、0037及び図1-9（ファミリーなし）	1-4
A	JP 2012-100478 A（大阪瓦斯株式会社）2012.05.24, 段落0002、0027-0028、0032、0075-0091及び図1-8（ファミリーなし）	1-4
<input checked="" type="checkbox"/> C欄の続きにも文献が列挙されている。 <span style="margin-left: 100px;"><input type="checkbox"/> パテントファミリーに関する別紙を参照。</span>		
* 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	国際調査報告の発送日	
29.09.2015	13.10.2015	
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） 上野 力	3V 3748
電話番号 03-3581-1101 内線 3357		

C (続き) . 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
A	JP 2008-278725 A (株式会社日立製作所) 2008.11.13, 段落0014-0025、0039及び図1-3 (ファミリーなし)	1-4
A	JP 2008-75521 A (株式会社日立製作所、富士重工業株式会社) 2008.04.03, 段落0022-0031及び図6-8 & US 2008/0069692 A1 & EP 1903213 A2	1-4
A	JP 64-53072 A (株式会社日立製作所、関西電力株式会社) 1989.03.01, 第3ページ左下欄18行-右下欄9行及び第2図 (ファミリーなし)	4