

(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8月11日(11.08.2016)



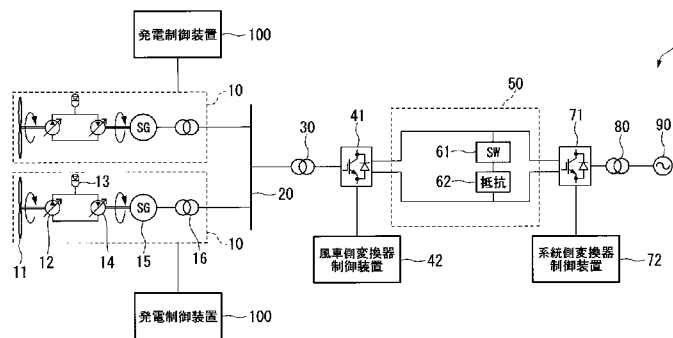
(10) 国際公開番号
WO 2016/125376 A1

- (51) 国際特許分類:
H02P 9/00 (2006.01) H02J 3/38 (2006.01)
H02J 3/36 (2006.01)
- (21) 国際出願番号: PCT/JP2015/083891
- (22) 国際出願日: 2015年12月2日(02.12.2015)
- (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 2015-019695 2015年2月3日(03.02.2015) JP
- (71) 出願人: 三菱重工業株式会社 (MITSUBISHI HEAVY INDUSTRIES, LTD.) [JP/JP]; 〒1088215 東京都港区港南二丁目1番5号 Tokyo (JP). 三菱電機株式会社 (MITSUBISHI ELECTRIC CORPORATION) [JP/JP]; 〒1008310 東京都千代田区丸の内二丁目7番3号 Tokyo (JP).
- (72) 発明者: 橋本 雅之 (HASHIMOTO Masayuki); 〒1088215 東京都港区港南二丁目1番5号 三菱重工業株式会社内 Tokyo (JP). 若狭 強志 (WAKASA Tsuyoshi); 〒1088215 東京都港区港南二丁目1番5号 三菱重工業株式会社内 Tokyo (JP). 河野 良之 (KONO Yoshiyuki); 〒1008310 東京都千代田区丸の内二丁目7番3号 三菱電機株式会社内 Tokyo (JP).
- (74) 代理人: 森 隆一郎, 外 (MORI Ryuichirou et al.); 〒1006620 東京都千代田区丸の内一丁目9番2号 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, 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,

[続葉有]

(54) Title: ELECTRIC POWER GENERATION CONTROL DEVICE, ELECTRIC POWER CONVERTER CONTROL DEVICE, ELECTRIC POWER GENERATION CONTROL METHOD AND PROGRAM

(54) 発明の名称: 発電制御装置、電力変換器制御装置、発電制御方法およびプログラム

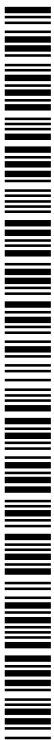


42 Wind-turbine-side converter control device
62 Resistor
72 System-side converter control device
100 Electric power generation control device

(57) Abstract: This electric power generation control device is provided with: an event detecting unit which, if an electric power converter, connecting an electric power generator to a direct-current power transmission unit which transmits direct-current power, has detected a failure necessitating the cessation of the power transmission from the electric power generator by the direct-current power transmission unit, detects events attributable to a deterioration in the balance between a torque input into the electric power generator and the effective power output by the electric power generator, said deterioration caused by a reduction in a set value of the effective power accepted from the electric power generator by the electric power converter; and a torque command reducing unit which, if the event detecting unit has detected an event attributable to a deterioration in said balance, causes a reduction in a torque command to a motor which outputs the torque that is input into the electric power generator.

(57) 要約:

[続葉有]



WO 2016/125376 A1

ES, FI, FR, GB, GR, HR, HU, IE, IS, IT, LT, LU, LV, 添付公開書類:
MC, MK, MT, NL, NO, PL, PT, RO, RS, SE, SI, SK, — 国際調査報告 (条約第 21 条(3))
SM, TR), OAPI (BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GQ,
GW, KM, ML, MR, NE, SN, TD, TG).

この発電制御装置は、発電機と直流電力を送電する直流送電部とを接続する電力変換器が、前記発電機からの前記直流送電部による送電を中止すべき不具合を検出した場合に、前記電力変換器が前記発電機から受け入れる有効電力の設定値を低下させて生じる、前記発電機へ入力されるトルクと前記発電機が出力する有効電力とのバランスの崩れに起因する事象を検出する事象検出部と、前記事象検出部が前記バランスの崩れに起因する事象を検出した場合、前記発電機へ入力される前記トルクを出力する原動機に対するトルク指令を低下させるトルク指令低下部と、を備える。

明 細 書

発明の名称：

発電制御装置、電力変換器制御装置、発電制御方法およびプログラム

技術分野

[0001] 本発明は、発電制御装置、電力変換器制御装置、発電制御方法およびプログラムに関する。

本願は、2015年2月3日に、日本に出願された特願2015-019695号に基づき優先権を主張し、その内容をここに援用する。

背景技術

[0002] 遠距離から大電力を送るための高圧直流送電（HVDC：High Voltage Direct Current）の採用が進んでいる。例えば洋上風車では、離岸距離が近い場合（数十キロメートル（km）以下）は交流送電が一般的だが、離岸距離が遠い場合、直流送電が用いられる。

洋上風車などの発電設備から電力系統への直流送電を行う場合において、電力系統との連系点に短絡又は地絡などの事故が発生し連係点の電圧が低下した場合、電力系統に電力を送電することができなくなる。一方、何も対策を行わない場合、風車などの発電設備側では事故を検知することができないため発電設備が発電を継続する。その結果、直流送電部の電力が過剰となり、直流送電部の電圧が上昇する。電圧上昇により、機器破壊などの障害が発生する可能性がある。

[0003] かかる電圧上昇を防止するために、直流送電部に制動抵抗および半導体スイッチを設け、余剰電力を消散させる方法が考えられている。しかし、余剰電力の全てを消散させようとする、制動抵抗、半導体スイッチともに容量が非常に大きくなり、コスト、重量、寸法の増加を招く。これは、直流送電を含む発電システム全体の発電コストを上昇させる一因となってしまう。

[0004] これに対し、特許文献1では、洋上風車を対象に、制動抵抗および半導体スイッチの容量を小さくする方法として、洋上の交流／直流変換器へ流入す

る洋上風車からの電力を制限するために、洋上変換器の交流側電圧を下げる方法が示されている。

先行技術文献

特許文献

[0005] 特許文献1：米国特許第8305778号明細書

発明の概要

発明が解決しようとする課題

[0006] 特許文献1に記載の方法は、洋上風車が電力変換器を有しており、その出力電流の最大値が電力変換器で制限されることが前提となっている。

一方、一般的な発電設備では同期発電機による系統連系が主流である。また、風車でも同期発電機を用いて系統連系する方式が提案されている。ここで、同期発電機は電力変換器と比較して出力短絡時の電流（短絡電流）が大きい。そのため、風車側の交流／直流変換器が交流側電圧を下げようとしても、風車が電流を大きく流すことで電圧が下がらず、結果として風車が事故を検知できない可能性がある。

[0007] 本発明は、風車などの発電設備における短絡電流が大きい場合でも、発電設備側で、電力系統との連系点など、直流送電部よりも電力系統側における事故（より具体的には、直流送電部と電力系統とを接続する電力変換器よりも電力系統側における事故）を検知することができる発電制御装置、電力変換器制御装置、発電制御方法およびプログラムを提供する。

課題を解決するための手段

[0008] 本発明の第1の態様によれば、発電制御装置は、発電機と直流電力を送電する直流送電部とを接続する電力変換器が、前記発電機からの前記直流送電部による送電を中止すべき不具合を検出した場合に、前記電力変換器が前記発電機から受け入れる有効電力の設定値を低下させて生じる、前記発電機へ入力されるトルクと前記発電機が出力する有効電力とのバランスの崩れに起因する事象を検出する事象検出部と、前記事象検出部が前記バランスの崩れ

に起因する事象を検出した場合、前記発電機へ入力される前記トルクを出力する原動機に対するトルク指令を低下させるトルク指令低下部と、を備える。

[0009] 前記事象検出部は、前記バランスの崩れに起因する事象として、前記発電機の回転数の増加または前記発電機が接続された電力系統の周波数の増加の少なくともいずれかを示す事象を検出するようにしてもよい。

[0010] 前記事象検出部は、前記バランスの崩れに起因する事象として、前記発電機からの有効電力と前記原動機に対するトルク指令との偏差の増加を検出するようにしてもよい。

[0011] 前記発電機と前記電力変換器との間に、前記発電機からの電力を直流電力にて通電させる直流バスが設けられており、前記事象検出部は、前記バランスの崩れに起因する事象として、前記直流バスにおける電圧の上昇を検出するようにしてもよい。

[0012] 本発明の第2の態様によれば、電力変換器制御装置は、発電機と直流電力を送電する直流送電部とを接続する電力変換器を制御する電力変換器制御装置であって、前記発電機からの前記直流送電部による送電を中止すべき不具合を検出した場合に、前記電力変換器が前記発電機から受け入れる有効電力の設定値を低下させる。

[0013] 本発明の第3の態様によれば、発電制御方法は、発電機と直流電力を送電する直流送電部とを接続する電力変換器が、前記発電機からの前記直流送電部による送電を中止すべき不具合を検出した場合に、前記電力変換器が前記発電機から受け入れる有効電力の設定値を低下させて生じる、前記発電機へ入力されるトルクと前記発電機が出力する有効電力とのバランスの崩れに起因する事象を検出するステップと、前記バランスの崩れに起因する事象を検出した場合、前記発電機へ入力される前記トルクを出力する原動機に対するトルク指令を低下させるステップと、を有する。

[0014] 本発明の第4の態様によれば、プログラムは、コンピュータに、発電機と直流電力を送電する直流送電部とを接続する電力変換器が、前記発電機から

の前記直流送電部による送電を中止すべき不具合を検出した場合に、前記電力変換器が前記発電機から受け入れる有効電力の設定値を低下させて生じる、前記発電機へ入力されるトルクと前記発電機が出力する有効電力とのバランスの崩れに起因する事象を検出するステップと、前記バランスの崩れに起因する事象を検出した場合、前記発電機へ入力される前記トルクを出力する原動機に対するトルク指令を低下させるステップと、を実行させるためのプログラムである。

発明の効果

[0015] 上記した発電制御装置、電力変換器、発電制御方法およびプログラムによれば、発電設備における短絡電流が大きい場合でも、発電設備側で、直流送電部と電力系統とを接続する電力変換器よりも電力系統側における事故を検知することができる。

図面の簡単な説明

[0016] [図1]本発明の第1の実施形態における送電システムの機能構成を示す概略ブロック図である。

[図2]本発明の第1の実施形態における風車側変換器制御装置の機能構成を示す概略ブロック図である。

[図3]本発明の第1の実施形態における発電制御装置の機能構成を示す概略ブロック図である。

[図4]本発明の第1の実施形態において、事故発生時に送電システムが行う処理の例を示す図である。

[図5]本発明の第3の実施形態において、事故が除去された際に送電システムが行う処理の例を示す図である。

[図6]本発明の第3の実施形態における、事故が除去された際の、洋上周波数、有効電力および発電機入力指令の変化の例を示すグラフである。

[図7]本発明の第4の実施形態における送電システムの機能構成を示す概略ブロック図である。

[図8]本発明の第4の実施形態において、事故が除去された際に送電システ

ムが行う処理の例を示す図である。

[図9]本発明の第4の実施形態において、事故が除去された際に通信による場合の、周波数洋上周波数および発電機入力指令の変化の例を示すグラフである。

[図10]本発明の第5の実施形態における送電システムの機能構成を示す概略ブロック図である。

[図11]本発明の第5の実施形態において、事故発生時に送電システムが行う処理の例を示す図である。

発明を実施するための形態

[0017] 以下、本発明の実施形態を説明するが、以下の実施形態は請求の範囲にかかる発明を限定しない。また、実施形態の中で説明されている特徴の組み合わせの全てが発明の解決手段に必須であるとは限らない。

[0018] <第1の実施形態>

図1は、本発明の第1の実施形態における送電システムの機能構成を示す概略ブロック図である。図1において、送電システム1は、風車10と、交流母線20と、変圧器30と、風車側電力変換器41と、風車側変換器制御装置42と、直流送電部50と、半導体スイッチ61と、制動抵抗62と、系統側電力変換器71と、系統側変換器制御装置72と変圧器80と、発電制御装置100とを備える。風車10は、翼11と、油圧ポンプ12と、アキュムレータ13と、油圧モータ14と、同期発電機15と、変圧器16とを備える。以下、風車側電力変換器41を第1変換器41と称する。風車側変換器制御装置42を第1制御装置42と称する。系統側電力変換器71を第2変換器71と称する。系統側変換器制御装置72を第2制御装置72と称する。

送電システム1は、変圧器80にて電力系統90と接続されている。

後述するように、送電システム1が半導体スイッチ61と制動抵抗62とを備えない構成となる場合もある。

[0019] 送電システム1が備える風車の数は2つに限らず1つ以上であればよい

。

また、第1の実施形態における発電設備は風車に限らない。例えば、送電システム1が、火力発電設備または水力発電設備など風車以外の発電設備を備えていてもよい。また、送電システム1が、風車と火力発電設備とを備えるなど、複数種類の発電設備を備えていてもよい。

[0020] 風車10は、風力を受けて発電し、発電した電力を、直流送電部50を介して電力系統90へ供給する。風車10は、例えば海洋に設置される洋上風車である。但し、風車10の設置場所は洋上に限らず陸上であってもよい。

風車10において、翼11が受ける風力エネルギーによって油圧ポンプ12が駆動され、油圧ポンプ12によって油圧モータ14が駆動され、油圧モータ14からの機械的エネルギーによって同期発電機15が駆動される。すなわち、翼11が風力を受けて回転すると、翼11からの回転エネルギーによって油圧ポンプ12が駆動され、油圧を生じさせる。油圧ポンプ12からの油圧により油圧モータ14が駆動されて同期発電機15のロータを回転させる。この回転エネルギーにより同期発電機15が交流電力を発電する。なお、アキュムレータ13には油圧伝達用の油が蓄えられている。このように、第1の実施形態では、風車10が油圧駆動により同期発電機15を動作させる場合を例に説明している。

[0021] 翼11と、油圧ポンプ12と、アキュムレータ13と、油圧モータ14との組み合わせは原動機の例に該当し、同期発電機15へ入力されるトルク（機械トルク）を出力することで、同期発電機15のロータを回転駆動させる。

。

ここでいう原動機は、自然界に存在するエネルギーを機械的エネルギーに変換する機器である。ここでいう自然界に存在するエネルギーは、様々なエネルギーであってよい。例えば、自然界に存在するエネルギーは、石炭または石油などの燃料による熱エネルギーであってもよいし、地熱または太陽熱などの熱エネルギーであってもよいし、太陽光などの光エネルギーであってもよいし、風力または水力などの運動エネルギーまたは位置エネルギーであ

ってもよい。第1の実施形態では、自然界に存在するエネルギーが風力である場合を例に説明する。

同期発電機15が発電した電力に対し、変圧器16が交流母線20の電圧への変圧を行って交流母線20へ出力する。

交流母線20は、風車10の各々から出力される電力を変圧器30へ伝送する。

[0022] 変圧器30は、交流母線20からの電力に対して電圧変換を行って第1変換器41へ出力する。

第1変換器41は、発電機と直流電力を送電する直流送電部とを接続し、変圧器30からの電力（交流電力）を直流電力に変換して直流送電部50へ出力する。

[0023] 第1制御装置42は、第1変換器41による電力変換を制御する。特に、第1制御装置42が、例えば電力系統90との連系点における事故など、直流送電部50による送電を中止すべき不具合を検出した場合について説明する。この場合、第1制御装置42は、第1変換器41が同期発電機15から受け入れる有効電力の設定値（有効電力指令）を低下させる。第1制御装置42は、電力変換器制御装置の例に該当する。

[0024] 例えば、第1制御装置42は、直流送電部50から電力系統90へ電力を出力できないことにより、直流送電部50の電圧が所定の閾値以上に上昇したことを検出する。すると、第1変換器41が同期発電機15から受け入れる有効電力の設定値を低下させる。なお、ここでの低下には遮断も含まれる。有効電力の設定値の遮断とは、有効電力の設定値を0にすることである。従って、第1制御装置42が、第1変換器41に、同期発電機15から受け入れる有効電力を遮断させるようにしてもよいし、この有効電力を0よりも大きい値に低減させるようにしてもよい。以下では、第1制御装置42が、第1変換器41に、同期発電機15から受け入れる有効電力を遮断させる場合を例に説明する。

[0025] 図2は、第1制御装置42の機能構成を示す概略ブロック図である。図2

において、第1制御装置42は、電圧制御部421と、遮断時指令出力部422と、事象検出部423と、指令切替部424と、電流制御部425とを備える。以下、遮断時指令出力部422を出力部422と称する。

電圧制御部421は、通常時における電流制御部425への電流指令を出力する。電圧制御部421が出力する電流指令は、洋上の交流電圧及び周波数を一定にするように生成される。通常時において、第1変換器41は、この電流指令に基づいて電流制御部425で制御された電圧指令に基づいて制御される。すなわち、電流制御部425は、第1変換器41の電流値が電圧制御部421の電流指令値になるように電圧指令を生成し、生成した電圧指令を第1変換器41に出力する。

出力部422は、異常時における指令として、有効電力を遮断する指令または低下させる指令を出力する。なお、第1変換器41が受け入れる有効電力を0にする場合は、第1変換器41を停止することでも実現可能である。異常時とは、例えば、直流送電部50による送電を中止すべき不具合発生時である。有効電力を遮断する指令とは、例えば、第1変換器41が受け入れる有効電力を0にする指令である。

[0026] 事象検出部423は、直流送電部50による送電を中止すべき不具合の発生を検出する。例えば、事象検出部423は、直流送電部50の電圧が所定の閾値以上に上昇したことを検出することにより、直流送電部50による送電を中止すべき不具合の発生を検出する。

但し、事象検出部423が、直流送電部50による送電を中止すべき不具合を検出する方法は、直流送電部50の電圧上昇を検出する方法に限らない。例えば、事象検出部423が通信により不具合発生の通知を受けるようにしてもよい。

[0027] 指令切替部424は、第1変換器41に対する指令の切替を行う。具体的には、事象検出部423が、直流送電部50の電圧が所定の閾値以上に上昇したことを検出していない状態では、指令切替部424は、電圧制御部421からの電流指令を第1変換器41へ出力する。一方、事象検出部423が

、直流送電部50の電圧が所定の閾値以上に上昇したことを検出している状態では、指令切替部424は、出力部422からの電流指令を第1変換器41へ出力する。

[0028] 直流送電部50は、第1変換器41から出力される電力を直流電力にて第2変換器71へ送電する。

制動抵抗62は、事故発生時に余剰電力を消費させるための電気抵抗である。

半導体スイッチ61は、通常時は開状態（オフ）になっており、電流を流さない。一方、事故発生時に余剰電力が生じると、半導体スイッチ61は、閉状態（オン）になって制動抵抗62に電流を流し、余剰電力を半導体スイッチ61に消費させる。

[0029] 第2変換器71は、直流送電部50からの直流出力を交流電力に変換して変圧器80へ出力する。

第2制御装置72は、第2変換器71による電力変換を制御する。

変圧器80は、第2変換器71からの電力に対し電力系統90の電圧への変圧を行って電力系統90へ出力する。

電力系統90は、電力会社の電力系統であり、各発電設備からの電力を送電する。

[0030] 発電制御装置100は、油圧モータ14のトルク（油圧モータ14が同期発電機15へ出力するトルク）を制御する。特に、発電制御装置100は、事故発生時に、油圧モータ14に対するトルク指令（油圧モータ14に出力させるトルクの指令）を低下させる。これにより、発電制御装置100は、同期発電機15による発電を制御する。

なお、ここでの低下には遮断（0にすること）も含まれる。従って、発電制御装置100が、油圧モータ14から同期発電機15へのトルクの遮断を指令するようにしてもよいし、このトルクを0よりも大きい値に低減させる指令を行うようにしてもよい。以下では、発電制御装置100が、油圧モータ14から同期発電機15へのトルクの遮断を指令する場合を例に説明する

。

ここで、油圧モータ 14 に対するトルク指令に同期発電機 15 の回転数を乗算すると、同期発電機 15 に対する有効電力指令に等しくなる。このように、有効電力指令とトルク指令とを読み替えることができる。

[0031] 図 3 は、発電制御装置 100 の機能構成を示す概略ブロック図である。図 3 において、発電制御装置 100 は、翼ピッチ制御部 110 と、ポンプ制御部 120 と、モータ制御部 130 と、発電機制御部 140 とを備える。モータ制御部 130 は、トルク制御部 131 と、遮断時指令出力部 132 と、事象検出部 133 と、指令切替部 134 とを備える。以下、遮断時指令出力部 132 を出力部 132 と称する。

翼ピッチ制御部 110 は、翼 11 のピッチ（翼 11 の角度）を制御する。

ポンプ制御部 120 は、油圧ポンプ 12 を制御する。

[0032] モータ制御部 130 は、油圧モータ 14 を制御する。

トルク制御部 131 は、通常時における油圧モータ 14 に対するトルク指令を生成する。通常時において、油圧モータ 14 は、トルク制御部 131 が出力する指令値（トルク指令）のトルクを同期発電機 15 へ出力するよう動作する。

出力部 132 は、異常時における油圧モータ 14 へのトルク指令として、トルクの指令値 0 を出力する。異常時において、油圧モータ 14 は、出力部 132 が出力する指令値 0 に基づいて、油圧モータ 14 から同期発電機 15 へのトルクの出力を遮断する。

[0033] 事象検出部 133 は、第 1 変換器 41 が同期発電機 15 から受け入れる有効電力の設定値を低下させて生じる、同期発電機 15 への入力トルクと同期発電機 15 が出力する有効電力とのバランスの崩れに起因する事象を検出する。具体的には、第 1 変換器 41 が同期発電機 15 から受け入れる有効電力の設定値を低下させることで、同期発電機 15 への入力トルクが、同期発電機 15 が出力する有効電力に対して過剰になる。これにより同期発電機 15 の回転数、および、同期発電機 15 が接続された電力系統の周波数が上昇し

、事象検出部 133 は、この回転数が所定の閾値以上になったことを検出する。

あるいは、事象検出部 133 が、同期発電機 15 が接続された電力系統の周波数が所定の閾値以上になったことを検出するようにしてもよい。

[0034] 指令切替部 134 は、油圧モータ 14 に対する指令の切替を行う。具体的には、事象検出部 133 が、同期発電機 15 が接続された電力系統の周波数が所定の閾値以上になったことを検出していない状態では、指令切替部 134 は、トルク制御部 131 からの指令を油圧モータ 14 へ出力する。一方、事象検出部 133 が、同期発電機 15 が接続された電力系統の周波数が所定の閾値以上になったことを検出している状態では、指令切替部 134 は、出力部 132 からの指令を油圧モータ 14 へ出力する。指令切替部 134 は、トルク指令低下部の例に該当する。

[0035] このように、モータ制御部 130 は、事象検出部 133 が、同期発電機 15 が接続された電力系統の周波数が所定の閾値以上になったことを検出すると、油圧モータ 14 への入力トルク指令を低下させる。油圧モータ 14 からの機械トルクを抑制することで、トルクの余剰による同期発電機 15 の回転数上昇を回避するためである。

発電機制御部 140 は、同期発電機 15 を制御する。

[0036] 次に、図 4 を参照して送電システム 1 の動作について説明する。

図 4 は、事故発生時に送電システム 1 が行う処理の例を示す図である。

通常時においては、第 1 変換器 41 は、風車 10 と第 1 変換器 41 との間で交流電圧および周波数が一定になるよう制御している。

[0037] 一方、例えば電力系統との連系点で系統事故が発生するなど（ステップ S101）、電力系統への送電ができなくなると（ステップ S102）、直流送電部 50 の電力が過剰となり直流送電部 50 の電圧が上昇する（ステップ S103）。

第 1 変換器 41 は、直流送電部 50 の電圧が所定の閾値以上に上昇したことを検知すると（ステップ S104）、第 1 変換器 41 が風車 10 から受け

入れる有効電力の設定値を低下させる（ステップS105）。これにより、同期発電機15への入力トルクが、同期発電機15が出力する有効電力に対して過剰になることで（ステップS106）、同期発電機15の回転数が上昇する（ステップS107）。同期発電機15の回転数の上昇に伴い、発電の周波数（洋上系統周波数）も上昇する。ここでいう洋上系統は、風車10から第1変換器41までの電力系統である。

[0038] 発電制御装置100において事象検出部133が、発電機回転数（または洋上系統周波数）を常時監視し、発電機回転数（または洋上系統周波数）が所定の閾値（例えば定格回転数の110パーセント（%））を超えたことを検出する（ステップS108）。すると、指令切替部134が、油圧モータ14への入力トルク指令を遮断する（ステップS109）。

余剰となったトルクは風車10のロータ回転数（翼11および回転軸の回転数）に蓄積される。すなわちロータ回転数が上昇する。

[0039] ここで、一般の風車と同様、風車10では、ロータ回転数を一定にするように翼ピッチ制御が実施されている（ステップS110）。この翼ピッチ制御で入力エネルギーを低減させることにより、風車10の過回転による停止（トリップ）を防止することが可能である。

[0040] 以上のように、同期発電機15と直流送電部50とを接続する第1変換器41が、同期発電機15からの直流送電部50による送電を中止すべき不具合を検出した場合、第1変換器41は、同期発電機15から受け入れる有効電力の設定値を低下させる。そして、事象検出部133は、これによって生じる、同期発電機15へ入力されるトルクと同期発電機15が出力する有効電力とのバランスの崩れに起因する事象を検出する。

そして、事象検出部133がバランスの崩れに起因する事象を検出した場合、指令切替部134は、油圧モータ14への入力トルク指令を遮断する。

このように、事象検出部133が、バランスの崩れに起因する事象を検出することで、同期発電機15の短絡電流が大きい場合でも、電力系統90との連系点など、第2変換器71よりも電力系統90側における事故を検知す

ることができる。

[0041] また、事象検出部 133 は、バランスの崩れに起因する事象として、同期発電機 15 の回転数の増加または洋上系統周波数（同期発電機 15 が接続されている系統の周波数）の増加の少なくともいずれかを示す事象を検出する。

これにより、事象検出部 133 は、同期発電機 15 の回転数、または、同期発電機 15 の発電周波数など洋上系統周波数を監視するという簡単な処理で、第 2 変換器 71 よりも電力系統 90 側における事故を検知することができる。

[0042] また、直流送電部 50 の電圧上昇に基づき、第 1 変換器 41 が直流送電部 50 へ流れ込む有効電力を低下させるので、直流送電部 50 に設置される半導体スイッチ 61、制動抵抗 62 とともに、容量低減が可能、もしくは設置不要となる。半導体スイッチ 61 および制動抵抗 62 の設置要否は、風車 10 における回転数（同期発電機 15 や回転軸等の回転数）の上昇がどこまで許容されるかに依存する。

[0043] また、異常伝達に周波数を使用するため、風車 10 と第 1 変換器 41 とが離れて設置されていても、風車 10 と第 1 変換器 41 と間の電力ケーブルが正常に接続され、かつ、事象検出部 133 が備える周波数検出器が正常であれば異常を検出することが可能である。通信で異常を伝達する方式も考えられるが、通信ケーブル断線、ノイズによる通信エラー等により異常伝達ができなくなるリスクが考えられる。この点において、事象検出部 133 がバランスの崩れに起因する事象を検出する方が通信で異常を伝達するよりも信頼性が高い。

[0044] <第 2 の実施形態>

事象検出部が異常を検出する方法は、周波数による方法に限らない。第 2 の実施形態では、事象検出部が有効電力の指令値と測定値との偏差に基づいて異常を検出する場合について説明する。

第 2 の実施形態における装置の構成は図 1～図 3 と同様であり、図示およ

び説明を省略する。第2の実施形態では、事象検出部133（図3）が異常を検出する処理が、第1の実施形態の場合と異なる。

事象検出部133は、同期発電機15に対する有効電力指令と、有効電力の測定値との偏差に基づいて異常（直流送電部50による送電を中止すべき不具合）を検出する。

ここで、発電機の周波数と有効電力との関係は、式（1）のように示される。

[0045] [数1]

$$M \frac{d\omega}{dt} = P_W - P_G \quad \dots (1)$$

[0046] 但し、「M」は慣性定数を表し、「PW」は発電機への機械入力（単位はワット [W]）を表し、「PG」は発電機有効電力（単位はワット）を表す。

また、「 ω 」は発電機の回転角速度（単位はラジアン毎秒（rad/s））を表し、式（2）のように示される。

[0047] [数2]

$$\omega = 2\pi f \quad \dots (2)$$

[0048] 但し、「f」は発電機の回転数（単位はヘルツ（Hz））を表す。

また、慣性定数「M」は式（3）のように示される。

[0049] [数3]

$$M = J\omega_s \quad \dots (3)$$

[0050] 但し、「J」は慣性モーメント（単位はキログラム平方メートル（kg・m²））を表し、「 ω_s 」は発電機同期速度（単位はラジアン毎秒）を表す。

式（1）を参照すると、発電機の回転角速度 ω の微分と、発電機への機械入力から発電機の有効電力を減算した差とが比例している。このことから、

事故発生時に発電機の回転角速度が徐々に上昇するのに対し、発電機への機械入力から発電機の有効電力を減算した差は、すぐに変化する。

[0051] また、風車では通常、風速やロータ回転数に基づいて風車が出力すべき有効電力指令 $P_{W0}^{(ref)}$ （またはトルク指令）は常時計算されている。また、発電機の有効電力 P_G は測定されている。

事象検出部 133 は、有効電力に基づいて、異常（直流送電部 50 による送電を中止すべき不具合）を検出する。具体的には、有効電力偏差（風車 10 が出力すべき有効電力の指令値と実際の有効電力との差）の閾値 ε_p を予め設定し、式（4）に基づいて異常の有無を判定する。

[0052] [数4]

$$|P_{W0}^{(ref)} - P_G| > \varepsilon_p \quad \dots (4)$$

[0053] すなわち、事象検出部 133 が、有効電力指令 $P_{W0}^{(ref)}$ と発電機有効電力計測値 P_G との偏差が ε_p よりも大きくなったことを検出した場合に、指令切替部 134 が指令を切り替えて、有効電力を遮断する。なお、判定の誤動作防止のためにフィルタ処理を付加してもよい。

[0054] 以上のように、事象検出部 133 は、バランスの崩れに起因する事象として、同期発電機 15 からの有効電力と同期発電機 15 に対する有効電力指令との偏差の増加を検出する。

これにより、事象検出部 133 は、周波数に基づく場合よりも速やかに異常を検知し得る。

なお、第 2 の実施形態と第 1 の実施形態とは両立し得る。例えば、事象検出部が、周波数に基づく異常検出、有効電力に基づく異常検出の両方を行うようにしてもよい。

[0055] <第 3 の実施形態>

第 3 の実施形態では、第 1 の実施形態の構成（図 1）における、事故が除去された際の処理について説明する。なお、第 2 の実施形態の構成における、事故が除去された際の処理も同様とすることができる。

第3の実施形態における装置の構成は図1と同様であり、図示および説明を省略する。

[0056] 図5は、事故が除去された際に送電システム1が行う処理の例を示す図である。

電力系統90との連系点で発生した系統事故が除去され（ステップS201）、送電が回復した場合（ステップS202）、直流送電部50の電圧が定常状態に回復する（ステップS203）。

系統事故が継続している間は同期発電機15への入力トルクが、同期発電機15が出力する有効電力に対して過剰になることで、同期発電機15の回転数が上昇していた。これに対し、第1変換器41は、直流送電部50の電圧が定常状態に回復したことを検知すると（ステップS204）直ちに、第1変換器41の容量および同期発電機15の出力変動の許容範囲内で、迅速に周波数を下げるよう動作する（ステップS206）。具体的には、同期発電機15から受け入れる有効電力を増加させることで、同期発電機15が出力する有効電力を増加させ、これにより同期発電機15の回転数および洋上系統周波数を低下させる。

[0057] 事象検出部133が、洋上周波数を監視しておき、洋上周波数が設定値（系統事故除去判定周波数）を下回ったことを検出すると（ステップS207）、指令切替部134が、油圧モータ14への入力トルク指令の遮断を終了し、トルク制御部131が、油圧モータ14への入力トルク指令の出力を再開する（ステップS208）。

油圧モータ14のトルク出力再開に伴ってロータ回転数（翼11および回転軸の回転数）および油圧ポンプ12の回転数が下がってくるが、通常通りロータ回転数および油圧ポンプ12の回転数を一定とするように翼ピッチ制御が実施される（ステップS209）。

第1変換器41は、有効電力が安定した時点で、徐々に周波数を定格まで下げる（ステップS210）。

[0058] 図6は、事故が除去された際の、洋上周波数、有効電力および油圧モータ

14への入力トルク指令の変化の例を示すグラフである。

図6の横軸は時刻を示す。また、線L11は洋上周波数を示し、線L12は第1変換器41における有効電力を示し、線L13は油圧モータ14に対する入力トルク指令を示す。

時刻T11において、系統事故が発生して直流送電部50の電圧が所定の閾値以上に上昇したことを検知すると、第1変換器41は、直流送電部50への有効電力の出力を遮断する、または低下させる（線L12）。これにより、洋上周波数が上昇する（線L11）。

[0059] 時刻T12において、洋上周波数が閾値（系統事故判定周波数）よりも上昇すると、指令切替部134が、油圧モータ14から同期発電機15へのトルクを遮断させる（線L11）。

また、時刻T13において、系統事故が除去されると、第1変換器41が有効電力を直流送電部50へ出力して（線L12）、洋上周波数を低減させる（線L13）。

時刻T14において、洋上周波数が閾値（系統事故除去判定周波数）以下になると、指令切替部134が油圧モータ14から同期発電機15へのトルクの遮断を終了し、トルク制御部131が、油圧モータ14へのトルク指令を風車10へ出力する（線L13）。

時刻T15において、風車10からの出力再開を完了し（線L13）、その後、第1変換器41が、洋上周波数を定格まで徐々に下げていく（線L11）。

[0060] 以上の処理により、発送電システム1は、連系点で発生した系統事故が除去され、出力再開が可能となった際に、系統周波数を安定に保ちながら出力を再開することが可能となる。

[0061] <第4の実施形態>

事故が除去されたことの通知は、上記のように洋上周波数による通知に限らない。第4の実施形態では、事故が除去されたことを通信にて通知する例について説明する。第4の実施形態も、第1の実施形態、第2の実施形態の

何れにも適用し得る。

図7は、本発明の第4の実施形態における発電システムの機能構成を示す概略ブロック図である。

図7において、図1の各部に対応して同様の機能を有する部分には同一の符号（10～16、20、30、41、42、50、61、62、71、72、80、90、100）を付し、説明を省略する。

[0062] 図7に示される発電システム2では、図1の構成に加えて、第1制御装置42と発電制御装置100とが通信を行う。

[0063] 図8は、事故が除去された際に発電システム2が行う処理の例を示す図である。

図8のステップS301～304は、図5のステップS201～204と同様である。

ステップS304の後、第1変換器41は、その時点での洋上システムの周波数が一定となるように動作する（ステップS305）。また、制御器300が、発電制御装置100に対し通信経由で出力再開指令を送信する（ステップS306）。発電制御装置100は、この指令に基づいて、遮断していた油圧モータ14への入力トルク指令の出力を再開する（ステップS307）。

同期発電機15の電力出力再開に伴ってロータ回転数が下がってくるが、通常通りロータ回転数を一定とするように翼ピッチ制御が実施される（ステップS308）。

風車10が出力を再開した後、第1変換器41は、第1変換器41の容量の余力に応じて洋上の周波数を定格まで低下させる（ステップS309）。

[0064] 図9は、事故が除去された際に通信による場合の、周波数洋上周波数の変化、および、油圧モータ14への入力トルク指令の変化の例を示すグラフである。

図9の横軸は時刻を示す。また、線L21は洋上周波数を示し、線L22は油圧モータ14に対する入力トルク指令を示す。

時刻T 2 1において、系統事故が発生すると、第1変換器4 1が直流送電部5 0への有効電力の出力を遮断し、洋上周波数が上昇する（線L 2 1）。

[0065] 時刻T 2 2において、洋上周波数が閾値（系統事故判定周波数）よりも上昇すると、指令切替部1 3 4が、油圧モータ1 4への入力トルク指令を遮断する（線L 2 2）。

また、時刻T 2 3において、系統事故が除去されると、第1変換器4 1は、洋上周波数を一定に保つよう動作する（線L 2 1）。また、制御器3 0 0が発電制御装置1 0 0へ出力再開指令を送信し、発電制御装置1 0 0が同期発電機1 5への入力トルク指令の出力を再開する（線L 2 2）。

時刻T 2 4において、風車1 0からの出力再開を完了し（線L 2 2）、その後、第1変換器4 1が、洋上周波数を定格まで徐々に下げていく（線L 2 1）。

[0066] 以上の処理により、連系点で発生した系統事故が除去され、出力再開が可能となった際に、系統周波数を安定に保ちながら出力を再開することが可能となる。

[0067] <第5の実施形態>

第1の実施形態における制御は、電力変換器を用いて連系する風車にも適用可能である。第5の実施形態ではこの点について説明する。

図1 0は、本発明の第5の実施形態における発送電システムの機能構成を示す概略ブロック図である。

図1 0において、図1の各部に対応して同様の機能を有する部分には同一の符号（1 1、1 6、2 0、3 0、4 1、4 2、5 0、6 1、6 2、7 1、7 2、8 0、9 0）を付し、説明を省略する。

[0068] 図1 0に示される発送電システム3は、風車4 1 0の構成、および、発電制御装置1 0 0が行う処理において、発送電システム1（図1）と異なる。

風車4 1 0は、発電機として永久磁石同期発電機4 1 1を有し、また、交流直流変換器4 1 2と、直流バス4 1 3と、直流交流変換器4 1 4とを有している。但し、風車4 1 0が有する発電機は永久磁石同期発電機に限らない

。例えば、風車410が、永久磁石同期発電機に代えて誘導発電機を有していてもよい。

永久磁石同期発電機411が発電した電力は、交流直流変換器412で直流に変換され、直流バス413を経由した後、直流交流変換器414にて交流に変換される。このように、直流バス413は、永久磁石同期発電機411からの電力を直流電力にて直流交流変換器414に通電させる。

発電制御装置100は、バランスの崩れに起因する事象として、直流バス413の電圧上昇を検出する。

[0069] 図11は、事故発生時に発送電システム3が行う処理の例を示す図である。

図11のステップS401～S406は、図1のステップS101～S106と同様である。ステップS406でのバランスの崩れにより、直流バス電圧（直流バス413の電圧）が上昇する（ステップS407）。

発電制御装置100は、直流バス電圧を常時監視しており、直流バス電圧があらかじめ設定するしきい値（例えば定格の105パーセント）を超えた場合に（ステップS408）、風車の電力変換器のうち風車側の交流直流変換器への電力指令を遮断する（ステップS409）。

ステップS410は、図1のステップS110と同様である。

[0070] 以上より、電力変換器を用いて連系する風車でも、電圧を変化させずに対応することが可能となる。

[0071] なお、発電制御装置100の全部または一部の機能を実現するためのプログラムをコンピュータ読み取り可能な記録媒体に記録して、この記録媒体に記録されたプログラムをコンピュータシステムに読み込ませ、実行することにより各部の処理を行ってもよい。なお、ここでいう「コンピュータシステム」とは、OSや周辺機器等のハードウェアを含むものとする。

また、「コンピュータシステム」は、WWWシステムを利用している場合であれば、ホームページ提供環境（あるいは表示環境）も含むものとする。

また、「コンピュータ読み取り可能な記録媒体」とは、フレキシブルディ

スク、光磁気ディスク、ROM、CD-ROM等の可搬媒体、コンピュータシステムに内蔵されるハードディスク等の記憶装置のことをいう。さらに「コンピュータ読み取り可能な記録媒体」とは、インターネット等のネットワークや電話回線等の通信回線を介してプログラムを送信する場合の通信線のように、短時間の間、動的にプログラムを保持するもの、その場合のサーバやクライアントとなるコンピュータシステム内部の揮発性メモリのように、一定時間プログラムを保持しているものも含むものとする。また上記プログラムは、前述した機能の一部を実現するためのものであっても良く、さらに前述した機能をコンピュータシステムにすでに記録されているプログラムとの組み合わせで実現できるものであってもよい。

[0072] 以上、本発明の実施形態について図面を参照して詳述してきたが、具体的な構成はこの実施形態に限られるものではなく、この発明の要旨を逸脱しない範囲の設計変更等も含まれる。

産業上の利用可能性

[0073] 本発明は、発電機と直流電力を送電する直流送電部とを接続する電力変換器が、前記発電機からの前記直流送電部による送電を中止すべき不具合を検出した場合に、前記電力変換器が前記発電機から受け入れる有効電力の設定値を低下させて生じる、前記発電機へ入力されるトルクと前記発電機が出力する有効電力とのバランスの崩れに起因する事象を検出する事象検出部と、前記事象検出部が前記バランスの崩れに起因する事象を検出した場合、前記発電機へ入力される前記トルクを出力する原動機に対するトルク指令を低下させるトルク指令低下部と、を備える発電制御装置に関する。

本発明によれば、発電設備における短絡電流が大きい場合でも、発電設備側で、直流送電部と電力系統とを接続する電力変換器よりも電力系統側における事故を検知することができる。

符号の説明

[0074] 1、2、3 送電システム

10、410 風車

- 1 1 翼
- 1 2 油圧ポンプ
- 1 3 アキュムレータ
- 1 4 油圧モータ
- 1 5 同期発電機
- 1 6、3 0、8 0 変圧器
- 2 0 交流母線
- 4 1 風車側電力変換器
- 4 2 風車側変換器制御装置
 - 4 2 1 電圧制御部
 - 4 2 2 遮断時指令出力部
 - 4 2 3 事象検出部
 - 4 2 4 指令切替部
- 5 0 直流送電部
- 6 1 半導体スイッチ
- 6 2 制動抵抗
- 7 1 系統側電力変換器
- 7 2 系統側変換器制御装置
- 1 0 0 発電制御装置
 - 1 1 0 翼ピッチ制御部
 - 1 2 0 ポンプ制御部
 - 1 3 0 モータ制御部
 - 1 3 1 トルク制御部
 - 1 3 2 遮断時指令出力部
 - 1 3 3 事象検出部
 - 1 3 4 指令切替部
 - 1 4 0 発電機制御部
- 4 1 1 永久磁石同期発電機

4 1 2 交流直流変換器

4 1 3 直流バス

4 1 4 直流交流変換器

9 0 電力系統

請求の範囲

- [請求項1] 発電機と直流電力を送電する直流送電部とを接続する電力変換器が、前記発電機からの前記直流送電部による送電を中止すべき不具合を検出した場合に、前記電力変換器が前記発電機から受け入れる有効電力の設定値を低下させて生じる、前記発電機へ入力されるトルクと前記発電機が出力する有効電力とのバランスの崩れに起因する事象を検出する事象検出部と、
- 前記事象検出部が前記バランスの崩れに起因する事象を検出した場合、前記発電機へ入力される前記トルクを出力する原動機に対するトルク指令を低下させるトルク指令低下部と、
- を備える発電制御装置。
- [請求項2] 前記事象検出部は、前記バランスの崩れに起因する事象として、前記発電機の回転数の増加または前記発電機が接続された電力システムの周波数の増加の少なくともいずれかを示す事象を検出する、請求項1に記載の発電制御装置。
- [請求項3] 前記事象検出部は、前記バランスの崩れに起因する事象として、前記発電機からの有効電力と前記原動機に対するトルク指令との偏差の増加を検出する、請求項1または請求項2に記載の発電制御装置。
- [請求項4] 前記発電機と前記電力変換器との間に、前記発電機からの電力を直流電力にて通電させる直流バスが設けられており、
- 前記事象検出部は、前記バランスの崩れに起因する事象として、前記直流バスにおける電圧の上昇を検出する、請求項1から3のいずれか1項に記載の発電制御装置。
- [請求項5] 発電機と直流電力を送電する直流送電部とを接続する電力変換器を制御する電力変換器制御装置であって、
- 前記発電機からの前記直流送電部による送電を中止すべき不具合を検出した場合に、前記電力変換器が前記発電機から受け入れる有効電力の設定値を低下させる、電力変換器制御装置。

[請求項6]

発電制御装置の発電制御方法であって、

発電機と直流電力を送電する直流送電部とを接続する電力変換器が、前記発電機からの前記直流送電部による送電を中止すべき不具合を検出した場合に、前記電力変換器が前記発電機から受け入れる有効電力の設定値を低下させて生じる、前記発電機へ入力されるトルクと前記発電機が出力する有効電力とのバランスの崩れに起因する事象を検出するステップと、

前記バランスの崩れに起因する事象を検出した場合、前記発電機へ入力される前記トルクを出力する原動機に対するトルク指令を低下させるステップと、

を有する発電制御方法。

[請求項7]

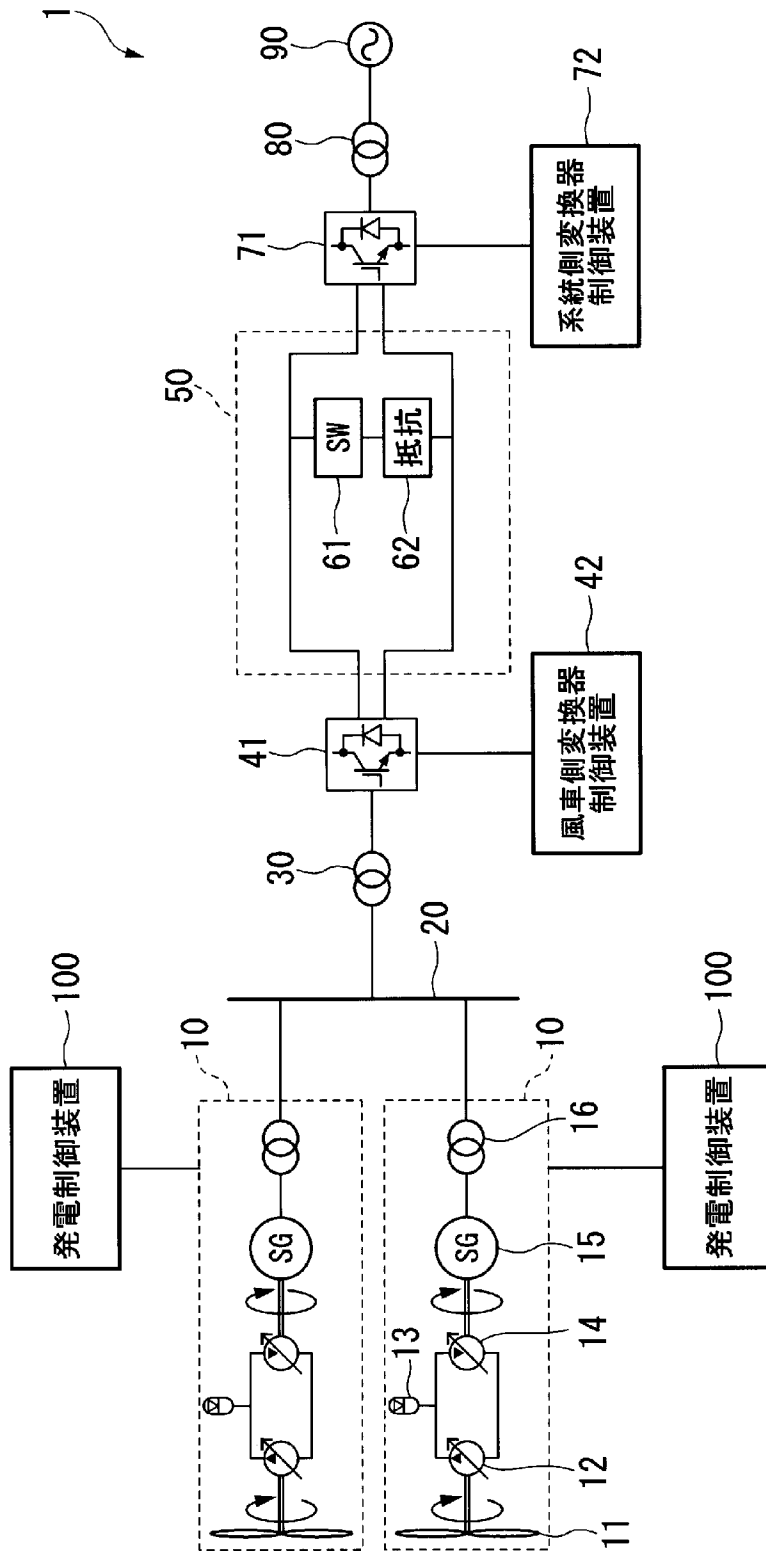
コンピュータに、

発電機と直流電力を送電する直流送電部とを接続する電力変換器が、前記発電機からの前記直流送電部による送電を中止すべき不具合を検出した場合に、前記電力変換器が前記発電機から受け入れる有効電力の設定値を低下させて生じる、前記発電機へ入力されるトルクと前記発電機が出力する有効電力とのバランスの崩れに起因する事象を検出するステップと、

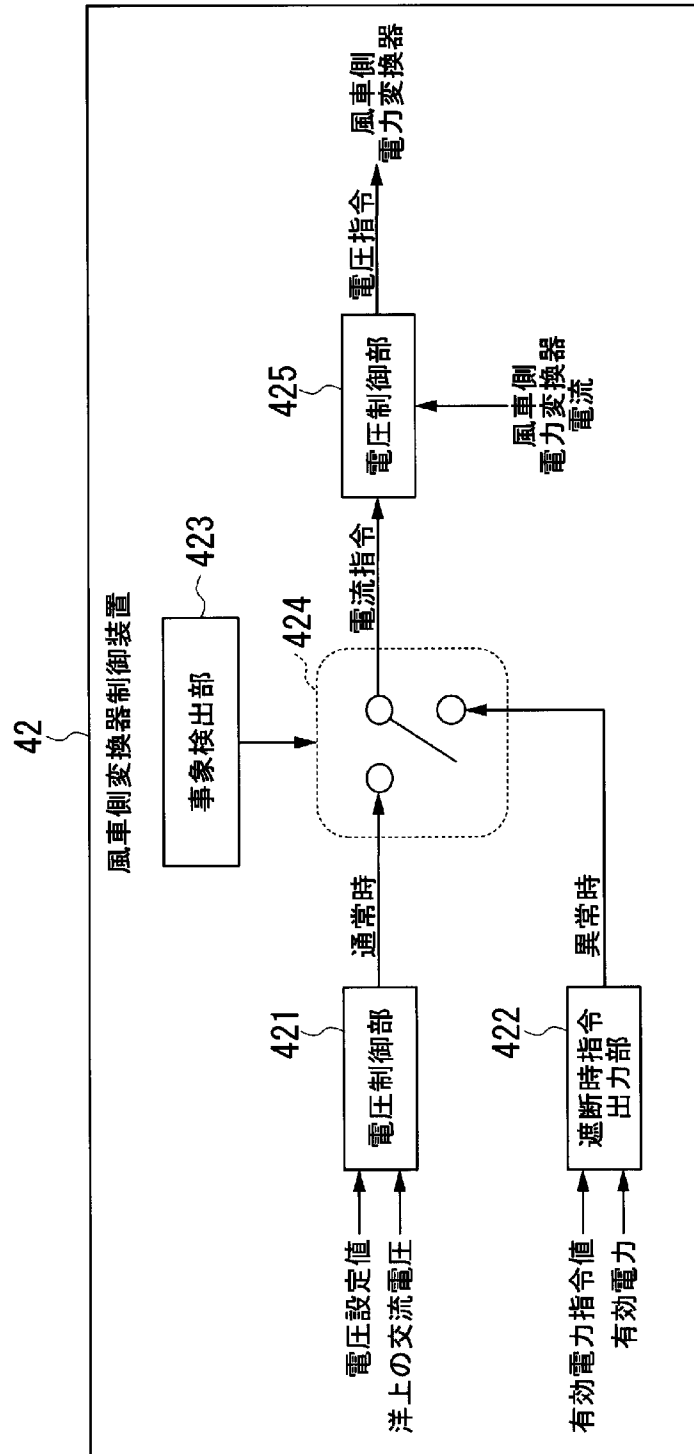
前記バランスの崩れに起因する事象を検出した場合、前記発電機へ入力される前記トルクを出力する原動機に対するトルク指令を低下させるステップと、

を実行させるためのプログラム。

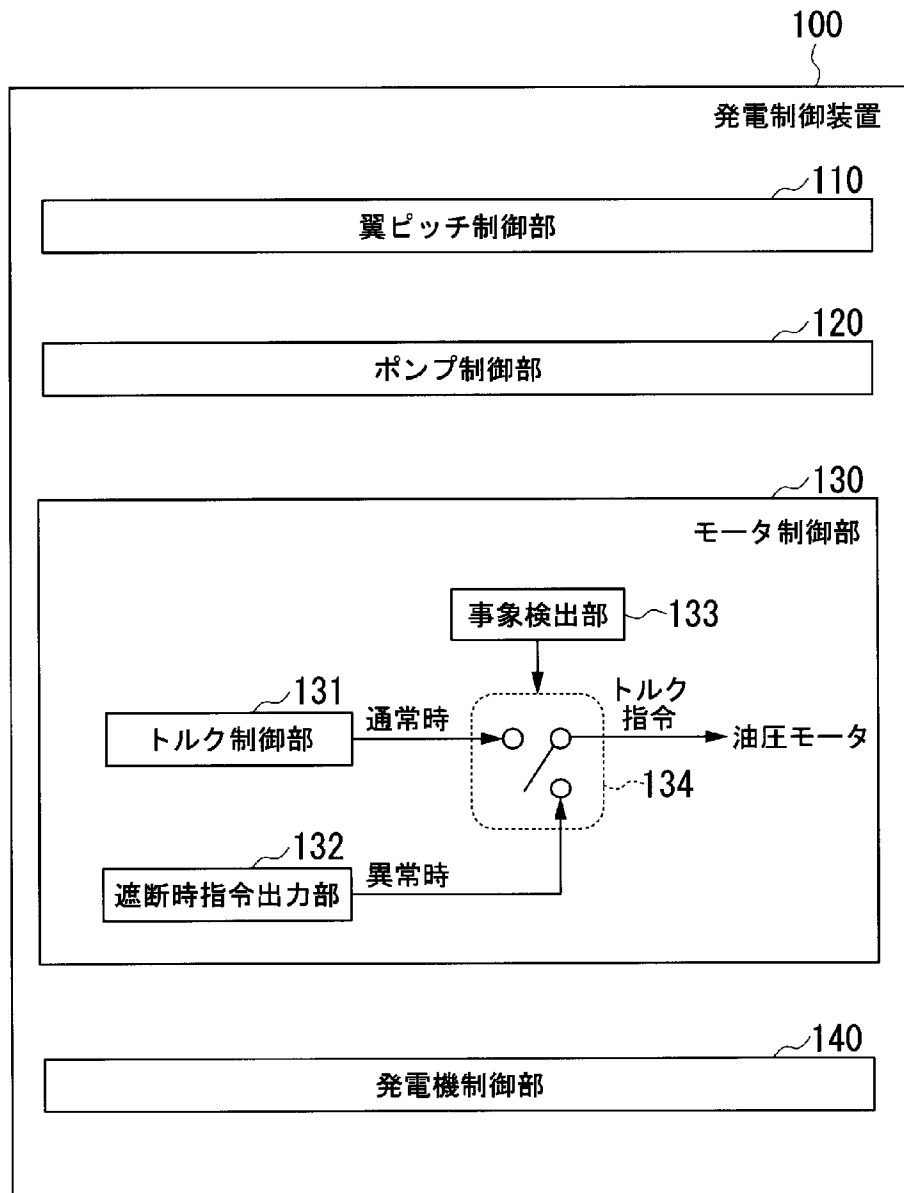
[図1]



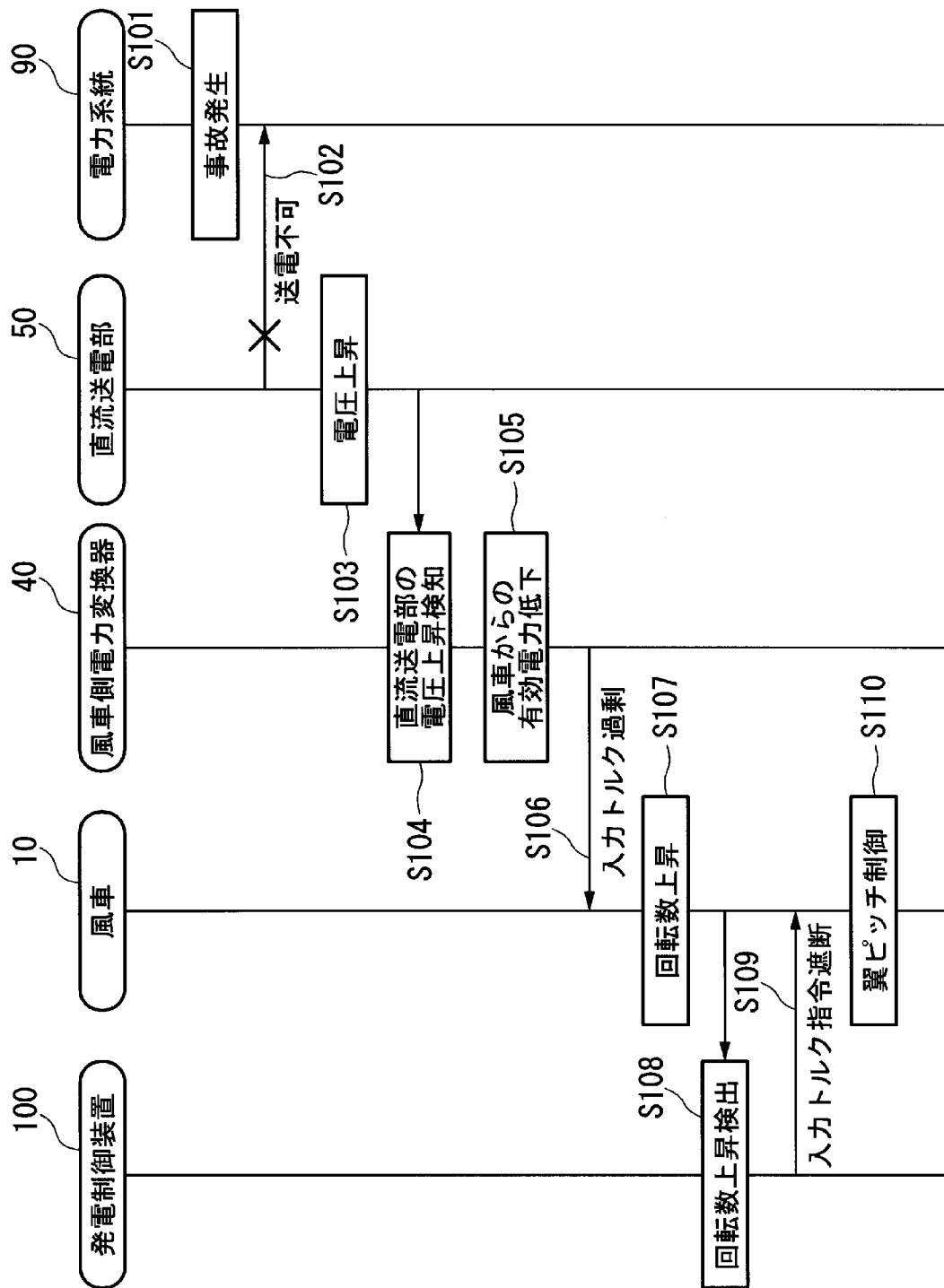
[図2]



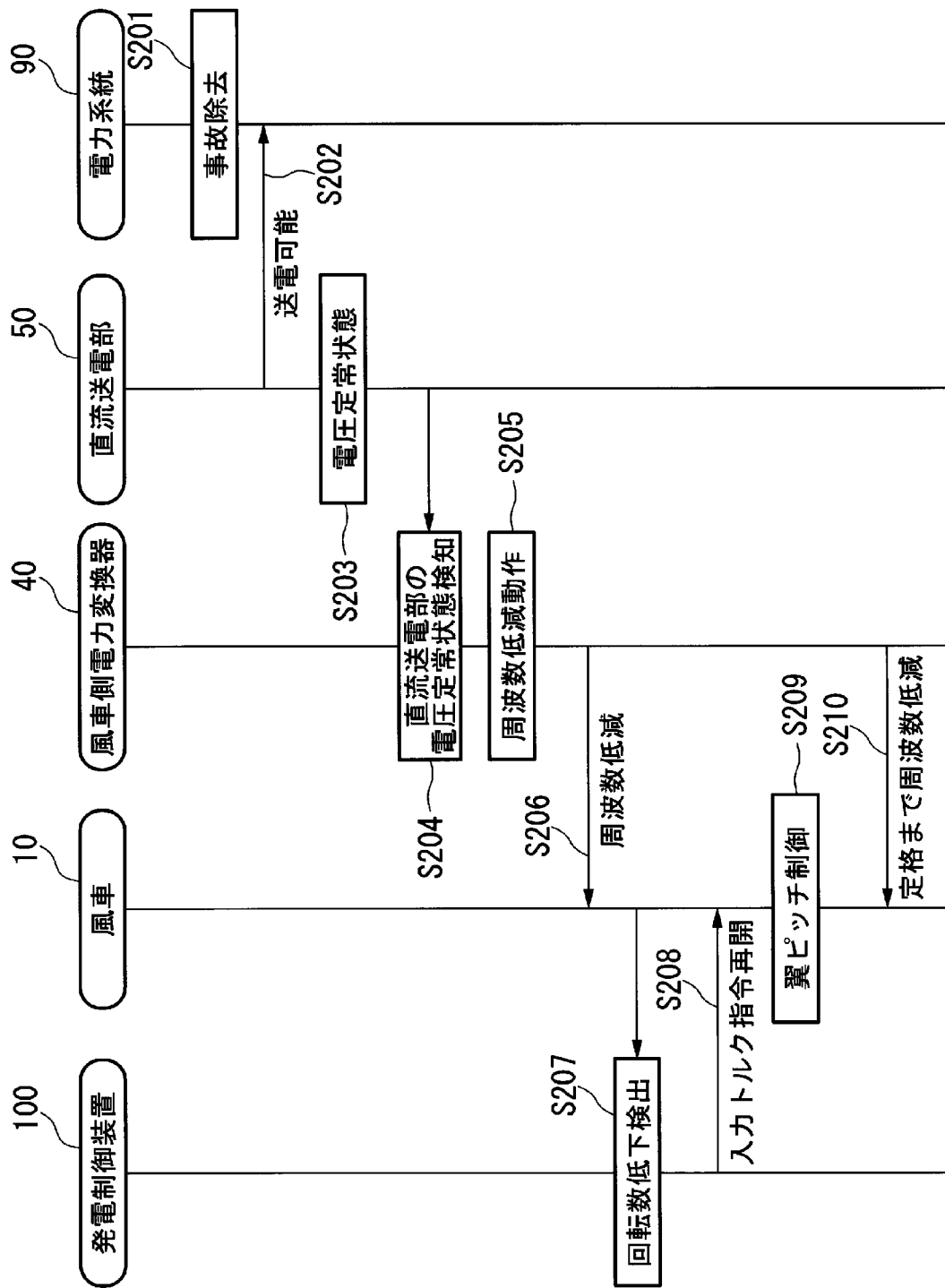
[図3]



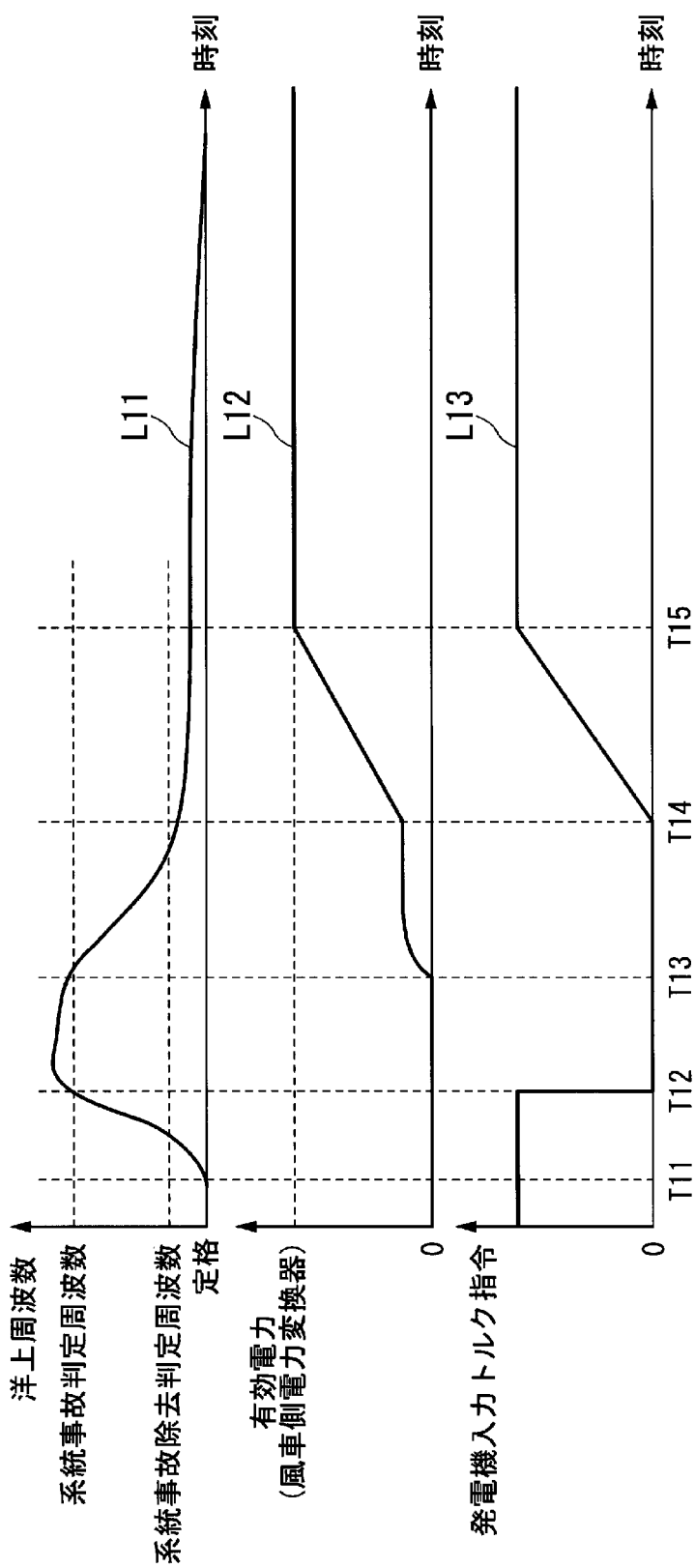
[図4]



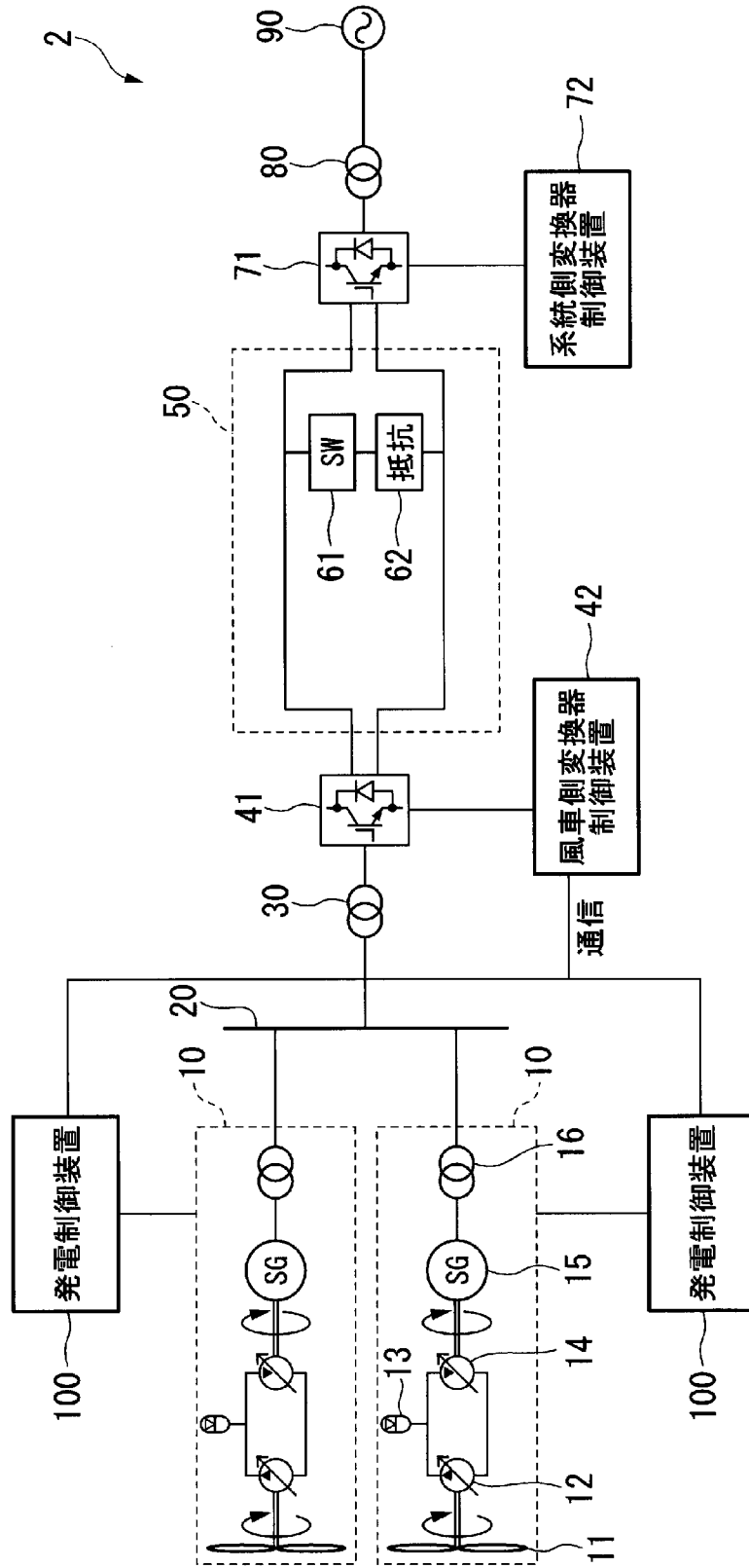
[図5]



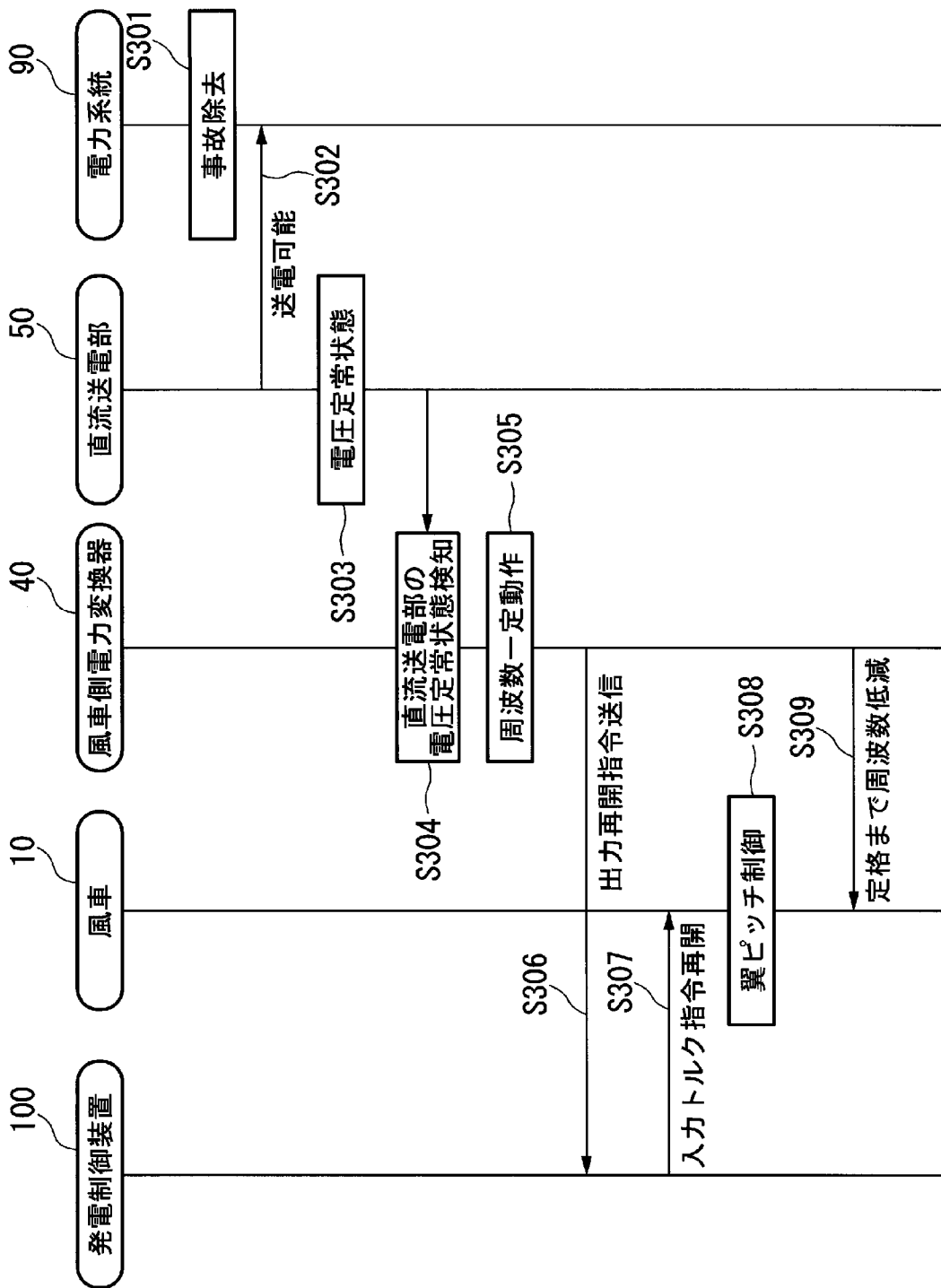
[図6]



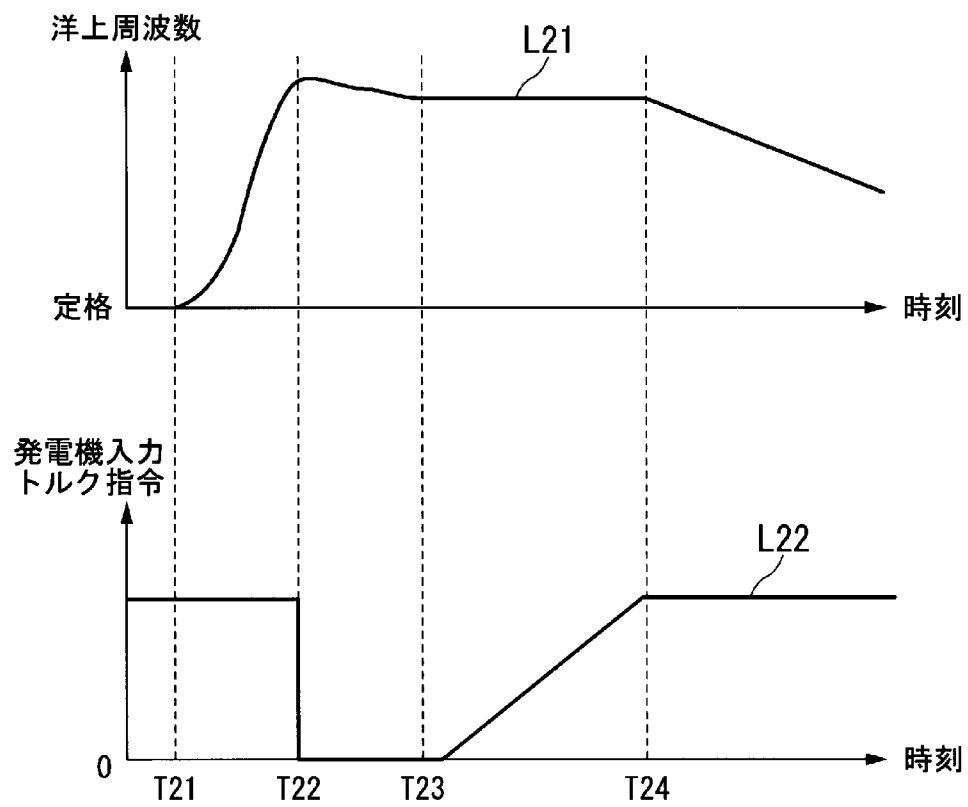
[図7]



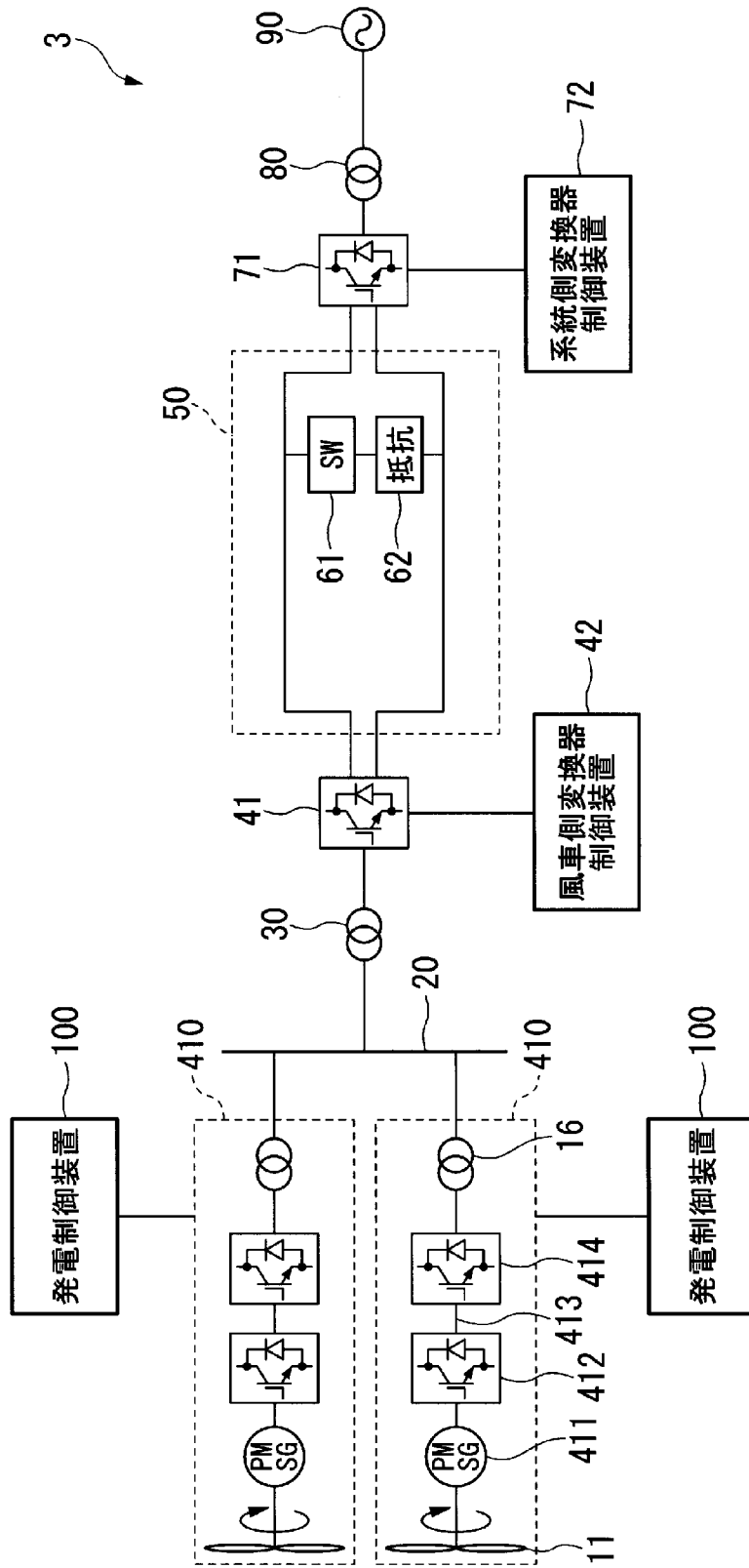
[図8]



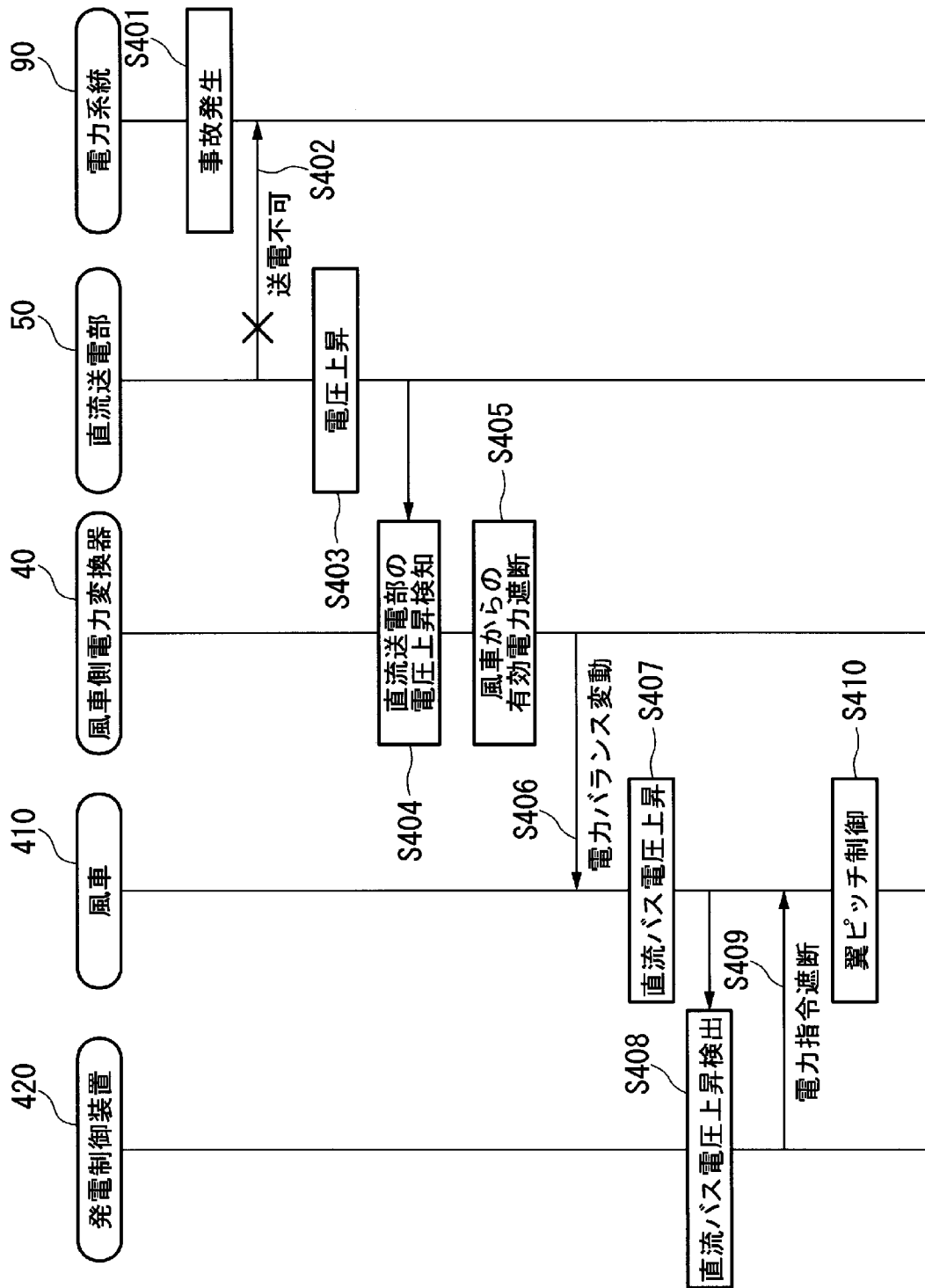
[図9]



[図10]



[図11]



INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.
PCT/JP2015/083891

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER
H02P9/00(2006.01)i, H02J3/36(2006.01)i, H02J3/38(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)
H02P9/00, H02J3/36, H02J3/38

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	1996-2016
Kokai Jitsuyo Shinan Koho	1971-2016	Toroku Jitsuyo Shinan Koho	1994-2016

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.
X Y A	WO 2014/112033 A1 (Mitsubishi Heavy Industries, Ltd.), 24 July 2014 (24.07.2014), paragraphs [0005] to [0008], [0032] to [0037], [0043], [0045], [0048], [0056] to [0059]; fig. 1 to 8 & EP 2908004 A1 paragraphs [0005] to [0011], [0054] to [0064], [0079], [0087] to [0088], [0095] to [0097], [0112] to [0119]; fig. 1 to 8	1-2, 5-7 3 4
Y A	JP 2014-128159 A (Mitsubishi Heavy Industries, Ltd.), 07 July 2014 (07.07.2014), paragraphs [0018] to [0019], [0029] to [0057], [0068], [0072]; fig. 1 to 5 (Family: none)	3 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 15 February 2016 (15.02.16)	Date of mailing of the international search report 23 February 2016 (23.02.16)
--	---

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. H02P9/00(2006.01)i, H02J3/36(2006.01)i, H02J3/38(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. H02P9/00, H02J3/36, H02J3/38

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 1971-2016年
 日本国実用新案登録公報 1996-2016年
 日本国登録実用新案公報 1994-2016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
X	WO 2014/112033 A1（三菱重工業株式会社）2014.07.24, 段落 [0005] - [0008], [0032] - [0037], [0043], [0045], [0048], [0056] - [0059], 図1-8 & EP	1-2、5-7
Y	2908004 A1, 段落 [0005] - [0011], [0054] - [0064], [0079], [0087] - [0088], [0095] - [0097], [0112] - [0119], 図1-8	3
A	JP 2014-128159 A（三菱重工業株式会社）2014.07.07, 段落 [0018] - [0019], [0029] - [0057], [0068], [0072], 図1-5（ファミリーなし）	4

☐ 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	の日の後に公表された文献
「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	「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
「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	「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
「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）	「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
「O」口頭による開示、使用、展示等に言及する文献	「&」同一パテントファミリー文献
「P」国際出願日前で、かつ優先権の主張の基礎となる出願	

国際調査を完了した日 15.02.2016	国際調査報告の発送日 23.02.2016
--------------------------	--------------------------

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 電話番号 03-3581-1101 内線 3357	3V	3748
--	--	----	------