

(19) 日本国特許庁(JP)

再公表特許(A1)

(11) 国際公開番号

W02009/078076

発行日 平成23年4月28日 (2011. 4. 28)

(43) 国際公開日 平成21年6月25日 (2009. 6. 25)

(51) Int. Cl.	F I	テーマコード (参考)
HO2J 3/38 (2006.01)	HO2J 3/38	E 5G066
HO2P 9/00 (2006.01)	HO2P 9/00	F 5H590
	HO2J 3/38	B

審査請求 有 予備審査請求 未請求 (全 17 頁)

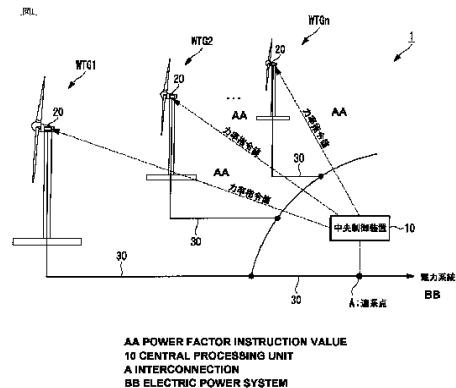
出願番号 特願2009-546090 (P2009-546090)	(71) 出願人 00006208 三菱重工株式会社 東京都港区港南二丁目16番5号
(21) 国際出願番号 PCT/JP2007/074121	
(22) 国際出願日 平成19年12月14日 (2007.12.14)	
(81) 指定国 AP (BW, GH, GM, KE, LS, MW, MZ, NA, SD, SL, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), EA (AM, AZ, BY, KG, KZ, MD, RU, TJ, TM), EP (AT, BE, BG, CH, CY, CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR, GB, GR, HU, IE, IS, IT, LT, LU, LV, MC, MT, NL, PL, PT, RO, SE, SI, SK, TR), OA (BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GQ, GW, ML, MR, NE, SN, TD, TG), A E, AG, AL, AM, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BH, BR, BW, BY, BZ, CA, CH, 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, IS, JP, KE, KG, KM, KN, KP, KR, KZ, LA, LC, LK, LR, LS, LT, LU, LY, MA, MD, ME, MG, MK, MN, MW, MX, MY, MZ, NA, NG, NI, NO, NZ, OM, PG, PH, PL, PT, RO, RS, RU, SC, SD, SE, SG, SK, SL, SM, SV, SY, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA, UG, US, UZ, VC, VN, ZA, ZM, ZW	(74) 代理人 100112737 弁理士 藤田 考晴 (74) 代理人 100118913 弁理士 上田 邦生 (72) 発明者 有永 真司 長崎県長崎市深堀町五丁目717番1号 三菱重工株式会社 長崎研究所内 (72) 発明者 松下 崇俊 長崎県長崎市飽の浦町1番1号 三菱重工株式会社 長崎造船所内

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 風力発電システム及びその運転制御方法

(57) 【要約】

力率調整精度を向上させることを目的とする。連系点 A における所定の力率指令値を、各風車に対してそれぞれ設定されている力率補正量を用いて補正することで、各風車に対応する力率指令値を決定する。



【特許請求の範囲】

【請求項 1】

複数の風車と、各前記風車に対して制御指令を与える中央制御装置とを備え、各前記風車の出力電力が共通の連系点を通じて電力系統に供給される風力発電システムの運転制御方法であって、

前記連系点における所定の力率指令値を、各前記風車に対してそれぞれ設定されている力率補正量を用いて補正することで、各前記風車に対応する力率指令値をそれぞれ決定する風力発電システムの運転制御方法。

【請求項 2】

前記力率補正量は、各前記風車と前記連系点との間に存在するリアクタンス成分に基づいて決定される請求項 1 に記載の風力発電システムの運転制御方法。

10

【請求項 3】

複数の風車と、各前記風車に対して制御指令を与える中央制御装置とを備え、各風車の出力が共通の連系点を通じて電力系統に供給される風力発電システムの運転制御方法であって、

複数の前記風車として、可変速風車と固定速風車の両方を備える場合に、前記固定速風車全体としての前記連系点における力率を算出し、

算出した前記力率と前記連系点における所定の力率指令値との差分を算出し、

算出した前記差分を用いて前記所定の力率指令値を補正し、

補正後の前記所定の力率指令値に基づいて、各前記可変速風車の力率指令値を決定する風力発電システムの運転制御方法。

20

【請求項 4】

補正後の前記所定の力率指令値を、各前記可変速風車に対してそれぞれ設定されている力率補正量を用いて補正することで、各前記可変速風車に対応する力率指令値を決定する請求項 3 に記載の風力発電システムの運転制御方法。

【請求項 5】

各前記可変速風車に応じた力率補正量は、各前記可変速風車と前記連系点との間に存在するリアクタンス成分に基づいて決定される請求項 4 に記載の風力発電システムの運転制御方法。

【請求項 6】

複数の風車と、各前記風車に対して制御指令を与える中央制御装置とを備え、各前記風車の出力電力が共通の連系点を通じて電力系統に供給される風力発電システムであって、

前記連系点における所定の力率指令値を、各前記風車に対してそれぞれ設定されている力率補正量を用いて補正することで、各前記風車に対応する力率指令値をそれぞれ決定する風力発電システム。

30

【請求項 7】

複数の風車と、各前記風車に対して制御指令を与える中央制御装置とを備え、各風車の出力が共通の連系点を通じて電力系統に供給される風力発電システムであって、

複数の前記風車として、可変速風車と固定速風車の両方を備える場合に、

前記中央制御装置が、

40

前記固定速風車全体としての前記連系点における力率を算出し、

算出した前記力率と前記連系点における所定の力率指令値との差分を算出し、

算出した前記差分を用いて前記所定の力率指令値を補正し、

補正後の前記所定の力率指令値に基づいて、各前記可変速風車の力率指令値を決定する風力発電システム。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は、風力発電システム及びその運転制御方法に関するものである。

【背景技術】

50

【0002】

従来、ウィンドファームの連系点における力率制御では、例えば、進み力率0.95～遅れ力率0.95の範囲を満たすような所定の力率指令値が系統運用者との協議等によって決定され、決定された所定の力率指令を維持するように各風車の発電システムが力率制御を行う。また、このような制御を行っていても連系点における力率が上記範囲を逸脱するような場合には、変電所のコンデンサバンクやリアクトルの開閉によって連系点における力率の調整が行われる。

また、特許文献1には、連系点における電力等を制御する中央制御装置から各風車に対して一様な無効電力指令を送信し、この無効電力指令に基づいて各風車が制御を行うことが開示されている。

10

【特許文献1】米国特許第7166928号明細書

【発明の開示】

【0003】

ところで、電力系統の電圧の安定性を高めるためには、連系点における力率調整精度を向上させる必要がある。しかしながら、上述した従来技術では、各風車に一様な無効電力指令値が与えられるために、力率調整精度の更なる向上を望めないという不都合があった。

【0004】

本発明は、力率調整精度を向上させることのできる風力発電システム及びその運転制御方法を提供することを目的とする。

20

【0005】

上記課題を解決するために、本発明は以下の手段を採用する。

本発明の第1の態様は、複数の風車と、各前記風車に対して制御指令を与える中央制御装置とを備え、各前記風車の出力電力が共通の連系点を通じて電力系統に供給される風力発電システムの運転制御方法であって、前記連系点における所定の力率指令値を、各前記風車に対してそれぞれ設定されている力率補正量を用いて補正することで、各前記風車に対応する力率指令値をそれぞれ決定する風力発電システムの運転制御方法である。

【0006】

本発明によれば、連系点における所定の力率指令値を各風車に応じた力率補正量を用いて補正するので、各風車に対して他の風車とは異なる力率指令値を設定することが可能となる。これにより、各風車に関する特性等が考慮された適切な力率指令値に基づいて各風車が力率制御を行うこととなるので、系統点における力率制御の精度向上を図ることが可能となる。

30

【0007】

上記風力発電システムの運転制御方法において、前記力率補正量は、各前記風車と前記連系点との間に存在するリアクタンス成分に基づいて決定されることとしてもよい。

【0008】

このように、風車と連系点との間に存在するリアクタンス成分を加味した力率補正量を用いて、各風車の力率指令値が決定されるので、連系点における実際の力率を効率的に所定の力率指令値に一致させることが可能となる。

40

例えば、各風車と連系点との間に存在するリアクタンス成分を考慮せずに、連系点における実際の力率を力率指令値に一致させる単なるフィードバック制御を行った場合、各風車が備える発電システムの出力端における力率を、各風車に与えられた力率指令値に一致させることはできても、連系点における力率を所定の力率指令値に一致させることは難しい。これは、風車の出力端から連系点を繋ぐ電力線のリアクタンス等により、力率が変動するからである。この点、本発明では、各風車と連系点との間に存在するリアクタンス成分を加味した力率指令値に基づいて各風車の制御が行われるので、連系点における力率を効率的に、且つ、高精度で制御することが可能となる。

【0009】

本発明の第2の態様は、複数の風車と、各前記風車に対して制御指令を与える中央制御

50

装置とを備え、各風車の出力が共通の連系点を通じて電力系統に供給される風力発電システムの運転制御方法であって、複数の前記風車として、可変速風車と固定速風車の両方を備える場合に、前記固定速風車全体としての前記連系点における力率を算出し、算出した前記力率と前記連系点における所定の力率指令値との差分を算出し、算出した前記差分を用いて前記所定の力率指令値を補正し、補正後の前記所定の力率指令値に基づいて、各前記可変速風車の力率指令値を決定する風力発電システムの運転制御方法である。

【0010】

上記方法によれば、固定速風車による力率変動を考慮して可変速風車の力率指令値が決定されるので、固定速風車による力率変動を可変速風車の力率制御によって吸収することが可能となる。これにより、固定速風車と可変速風車とが混在する場合であっても、連系点における力率制御の精度向上を図ることができる。

10

【0011】

上記風力発電システムの運転制御方法において、補正後の前記所定の力率指令値を、各前記可変速風車に対してそれぞれ設定されている力率補正量を用いて補正することで、各前記可変速風車に対応する力率指令値を決定することとしてもよい。

【0012】

このように、固定速風車の力率変動を考慮して補正された連系点における所定の力率指令値を、各可変速風車に対応してそれぞれ設定されている力率補正量を用いて更に補正することで、各可変速風車の力率指令値を決定するので、各可変速風車に対して他の可変速風車とは異なる力率指令値を設定することが可能となる。これにより、各可変速風車に関する特性等が考慮された適切な力率指令値に基づいて各可変速風車が力率制御を行うこととなるので、連系点における力率制御の更なる精度向上を図ることが可能となる。

20

【0013】

上記風力発電システムの運転制御方法において、各前記可変速風車に応じた力率補正量は、各前記可変速風車と前記連系点との間に存在するリアクタンス成分に基づいて決定されることとしてもよい。

【0014】

このように、風車と連系点との間に存在するリアクタンス成分を加味して、各可変速風車の力率指令値が決定されるので、連系点における実際の力率を効率的に力率指令値と一致させることが可能となる。

30

【0015】

本発明の第3の態様は、複数の風車と、各前記風車に対して制御指令を与える中央制御装置とを備え、各前記風車の出力電力が共通の連系点を通じて電力系統に供給される風力発電システムであって、前記連系点における所定の力率指令値を、各前記風車に対してそれぞれ設定されている力率補正量を用いて補正することで、各前記風車に対応する力率指令値をそれぞれ決定する風力発電システムである。

【0016】

本発明の第4の態様は、複数の風車と、各前記風車に対して制御指令を与える中央制御装置とを備え、各風車の出力が共通の連系点を通じて電力系統に供給される風力発電システムであって、複数の前記風車として、可変速風車と固定速風車の両方を備える場合に、前記中央制御装置が、前記固定速風車全体としての前記連系点における力率を算出し、算出した前記力率と前記連系点における所定の力率指令値との差分を算出し、算出した前記差分を用いて前記所定の力率指令値を補正し、補正後の前記所定の力率指令値に基づいて、各前記可変速風車の力率指令値を決定する風力発電システムである。

40

【0017】

本発明によれば、力率調整精度を向上させることができるという効果を奏する。

【図面の簡単な説明】

【0018】

【図1】本発明の第1の実施形態に係る風力発電システムの全体構成を示した図である。

【図2】本発明の第1の実施形態に係る力率補正量について説明するための図である。

50

【図3】本発明の第1の実施形態に係る風力発電システムの運転制御方法の手順を示したフローチャートである。

【図4】本発明の第2の実施形態に係る風力発電システムの運転制御方法について説明するための図である。

【符号の説明】

【0019】

1 風力発電システム

10 中央制御装置

20 発電システム

30 電力線

WTG1, WTG2, ..., WTGn 風車

【発明を実施するための最良の形態】

【0020】

以下に、本発明に係る風力発電システム及びその運転制御方法の各実施形態について、図面を参照して説明する。

【0021】

〔第1の実施形態〕

図1は、本実施形態に係る風力発電システムの全体構成を示したブロック図である。図1に示されるように、風力発電システム1は、複数の風車WTG1, WTG2, ..., WTGn（以下、全ての風車を示すときは単に符号「WTG」を付し、各風車を示すときは符号「WTG1」、「WTG2」等を付す。）と、各風車WTGに対して制御指令を与える中央制御装置10とを備えている。本実施形態において、全ての風力発電装置WTGは、可変速風車である。

【0022】

各風車WTGは、発電システム20を備えている。発電システム20は、例えば、発電機と、発電機の有効電力および無効電力を制御可能な可変周波数コンバータ励磁システムと、該可変周波数コンバータ励磁システムに電力指令値を与える風車制御装置とを主な構成として備えている。

各風車が備える発電システム20から出力される電力は、各電力線30により共通の連系点Aを經由して電力系統（utility grid）に供給される。

【0023】

中央制御装置10は、系統電力を管理する電力管理室（例えば、電力会社等）から通知される連系点Aにおける要求力率指令に基づいて、連系点Aにおける力率指令値を設定する。そして、この力率指令値を各風車WTG1, WTG2, ..., WTGnに対応してそれぞれ設定されている力率補正量を用いて補正し、補正後の力率指令値を各風車に対してそれぞれ送信する。ここで、各風車に対応して設定されている力率補正量の詳細については後述する。

【0024】

各風車WTG1, WTG2, ..., WTGnが備える発電システム20は、中央制御装置10から与えられた力率指令値を満足するような有効電力の指令値と無効電力の指令値とを設定する。具体的には、発電システム20の風車制御装置は、発電機の回転数をモニタし、その回転数に応じた有効電力の指令値を設定する。また、この有効電力の指令値と以下の(1)式に示した関係式とから該力率指令値を満足する無効電力の指令値を求める。なお、このとき、風車制御装置は、熱的制約、電圧制限で決まる動作範囲内で無効電力の指令値を設定する。また、力率指令を優先する場合には、有効電力を減らして必要な無効電力を供給するよう設定することとしてもよい。

【0025】

10

20

30

40

【数 1】

$$\text{力率} = \frac{P}{\sqrt{P^2 + Q^2}} \quad (1)$$

【0026】

上記(1)式において、Pは有効電力、Qは無効電力である。

風車制御装置は、設定した有効電力の指令値と無効電力の指令値とを可変周波数コンバータ励磁システムに与える。可変周波数コンバータ励磁システムは、風車制御装置から与えられる有効電力の指令値および無効電力の指令値に基づいて、発電機を制御する。 10

上記力率制御が行われることにより、各風車WTGから各風車に与えられた力率指令値を満足する有効電力と無効電力とが出力され、電力線30を介して共通の連系点Aに供給されることとなる。

【0027】

次に、上述した各風車WTG1, WTG2, …, WTGnに対応してそれぞれ設定される力率補正量について詳細に説明する。

上記力率補正量は、各風車WTG1, WTG2, …, WTGnと連系点Aとの間に存在するリアクタンス成分に基づいて決定される。例えば、多くの風車を有するウィンドファームなどでは、各風車WTG1, WTG2, …, WTGnと連系点Aとを結ぶ電力線30の長さがかかなり異なることとなる。このため、風車から出力された電力は、連系点Aに到達するまでにそれぞれの電力線30の距離に応じたリアクタンスの影響を受けることとなる。 20

【0028】

これにより、例えば、各風車に対して一様な力率指令値を与えた場合には、連系点Aにおける無効電力にバラツキが生じ、力率精度が低下する可能性がある。この点、本実施形態では、上述したような電力線30のリアクタンス成分による電力変動を考慮し、各風車に与える力率指令値を各風車、より詳しくは、各風車と連系点Aとを繋ぐ電力線30のリアクタンス成分に応じた力率補正量を用いて補正することとしている。

【0029】

まず、図2に示すように、各風車WTG1, WTG2, …, WTGi, …, WTGnの出力端における電力をそれぞれ $P_1 + jQ_1$, $P_2 + jQ_2$, …, $P_i + jQ_i$, …, $P_n + jQ_n$ とする。また、各風車WTG1, WTG2, …, WTGnと連系点Aとの間の電力線のリアクタンスをそれぞれ jx_1 , jx_2 , …, jx_i , …, jx_n とし、また、連系点Aにおける各風車の電力を $P_1' + jQ_1'$, $P_2' + jQ_2'$, …, $P_i' + jQ_i'$, …, $P_n' + jQ_n'$ と定義する。 30

【0030】

次に、各風車において潮流計算を行う。ここでは、i番目の風車を例に挙げて説明する。便宜上、連系点電圧 $V_{grid} = 1 \text{ pu}$ 、位相角 $\theta_{grid} = 0$ とする。また、有効電力P、無効電力Qともに、各風車から連系点Aへ向かう方向を正の符号とする。また、力率の符号もこれに合わせ、例えば、 $P > 0$, $Q > 0$ ならば力率 $\text{pf} > 0$ であり、 $P > 0$, $Q < 0$ ならば、力率 $\text{pf} < 0$ となる。 40

このような条件において、風車GTWiの出力端における有効電力 P_i 、無効電力 Q_i 、並びに連系点Aにおける有効電力 P_i' 、無効電力 Q_i' はそれぞれ以下のように表される。

【0031】

【数 2】

$$\left. \begin{aligned} P_i &= \frac{1}{x_i} V_i \sin \delta_i \\ P_i' &= \frac{1}{x_i} V_i \sin \delta_i \\ Q_i &= +\frac{1}{x_i} V_i^2 - \frac{1}{x_i} V_i \cos \delta_i \\ Q_i' &= -\frac{1}{x_i} V_i \cos \delta_i + \frac{1}{x_i} \end{aligned} \right\} \quad (2)$$

10

【0032】

この潮流計算では、電力線30のリアクタンス成分しか考慮していないため、有効電力は $P_i = P_i'$ で同じ値となる。ここで、 P_i 、 Q_i を既知とすると、上記(2)から P_i' 、 Q_i' を解くことができる。

P_i 、 Q_i は、例えば、風車の出力端における有効電力 P_i 、無効電力 Q_i を、過去所定期間(例えば、1ヶ月、或いは3ヶ月、或いは1年等)において取得し、取得したこれらデータを解析することにより、適切な値(例えば、平均値等)を設定する。

20

【0033】

風車の出力端の力率 pf_i は、以下の(3)式により、連系点Aにおける力率 pf_i' は以下の(4)式により表される。

【0034】

【数 3】

$$pf_i = \frac{P_i}{\sqrt{P_i^2 + Q_i^2}} \quad (3)$$

30

$$pf_i' = \frac{P_i'}{\sqrt{P_i'^2 + Q_i'^2}} \quad (4)$$

【0035】

この結果、i番目の風車の力率補正量 pf_i は、以下の(5)式で求めることができる。

$$pf_i = pf_{grid} - pf_i' \quad (5)$$

上記(5)式において、 pf_{grid} は連系点Aにおける力率指令値である。

40

【0036】

上述の方法によって求められた各風車の力率補正量 pf_i は、各風車と対応付けられて中央制御装置10が備えるメモリに格納され、風車の運転時における力率指令値の補正に用いられる。

なお、メモリに格納される上記力率補正量は、例えば、所定の時間間隔(例えば、1年または3ヶ月等)で更新されるものとしてもよい。更新時には、風車の有効電力 P_i 及び無効電力 Q_i を適切な値に設定し(例えば、上述したように過去所定期間におけるデータの解析結果等を用いて設定し)、この値を上記式に代入することにより各風車の力率補正量を更新すればよい。

【0037】

50

次に、上記構成を備える風力発電システムの運転制御方法について説明する。

まず、中央制御装置 10 は、連系点の力率指令値 $p f_{grid}$ を取得すると（図 3 のステップ SA1）、各風車 WTG1, WTG2, …, WTGn に対応する力率補正量 $p f_i$ をメモリから読み出し、この力率補正量 $p f_i$ を用いて力率補正值 $p f_{grid}$ を補正する（ステップ SA2）。そして、補正後の力率指令値 $p f_i (= p f_{grid} + p f_i)$ を各風車 WTG1, WTG2, …, WTGn にそれぞれ送信する（ステップ SA3）。

【0038】

各風車 WTG1, WTG2, …, WTGn の風車制御装置は、中央制御装置 10 から受信した各力率指令値 $p f_1, p f_2, \dots, p f_i, \dots, p f_n$ を満足するような有効電力指令値と無効電力指令値とを設定し、設定した有効電力指令値と無効電力指令値とを可変周波数コンバータ励磁システムに与える。可変周波数コンバータ励磁システムは、与えられた有効電力指令値および無効電力指令値に基づいて、発電機を制御する。これにより、各風車に対応する力率指令値を満足する有効電力と無効電力とが各風車から出力され、電力線 30 を介して共通の連系点 A に供給されることとなる。

10

【0039】

中央制御装置 10 は、連系点 A における無効電力及び有効電力を検出し、これら検出値から実際の力率 $p f_{grid}'$ を算出する。そして、算出した実際の力率 $p f_{grid}'$ と力率指令値 $p f_{grid}$ との差分を算出し、この差分を解消するような力率指令値を新たに算出し、これを次の力率指令値として各風車に与える（ステップ SA4）。

新たな力率指令値は、以下に示す（6）式のように、実際の力率 $p f_{grid}'$ と力率指令値 $p f_{grid}$ との差分、及び力率補正量 $p f_i$ を、力率指令値 $p f_{grid}$ に更に加算することで求められる。

20

【0040】

$$p f_i = p f_{grid} + p f_i + (p f_{grid} - p f_{grid}') \quad (6)$$

そして、以降においては、所定の時間間隔で連系点 A における実際の力率を検出し、この検出結果から求められる力率差分 $p f_{grid} = p f_{grid} - p f_{grid}'$ と力率補正值 $p f_i$ とを上記（6）式に代入することにより、各風車に対応する力率指令値を算出すればよい。

このようにして、フィードバック制御が行われることにより、連系点 A における力率を安定させることが可能となる。

30

【0041】

以上説明してきたように、本実施形態に係る風力発電システム 1 及びその運転制御方法によれば、連系点 A における力率指令値を、各風車と連系点 A との間に存在するリアクタンスに応じた力率補正量を用いて補正することにより、各風車に適した力率指令値を求めるので、電力線 30 に係るリアクタンスを考慮した力率制御を各風車において行わせることが可能となる。これにより、連系点 A における力率制御の精度向上を図ることが可能となる。

【0042】

〔第 2 の実施形態〕

次に、本発明の第 2 の実施形態について、図 4 を用いて説明する。

40

上述した第 1 の実施形態においては、全ての風車が可変速風車である場合について述べたが、本実施形態では、一部の風車が固定速風車である場合について説明する。

【0043】

本実施形態に係る風力発電システムは、少なくとも 1 台の固定速風車と少なくとも 1 台の可変速風車を備えている。例えば、図 4 に示すように、1 番目から i 番目までの風車を可変速風車、 $i + 1$ 番目から n 番目までの風車を固定速風車とする。この場合、まず、上述した第 1 の実施形態と同様の手順に基づく潮流計算により、連系点 A における有効電力 P_i' 及び無効電力 Q_i' を求める。

【0044】

続いて、連系点 A における固定速風車のみの有効電力及び無効電力の合計を以下の（7

50

)式、(8)式に示されるように求める。

【0045】

【数4】

$$P_{fix}' = \sum_{i=i+1}^n P_i' \quad (7)$$

$$Q_{fix}' = \sum_{i=i+1}^n Q_i' \quad (8)$$

10

【0046】

続いて、上記有効電力及び無効電力の合計を用いて、固定速風車全体としての力率 pf_{fix}' を算出する。

【0047】

【数5】

$$pf_{fix}' = \frac{P_{fix}'}{\sqrt{P_{fix}'^2 + Q_{fix}'^2}}$$

20

【0048】

次に、連系点Aにおける力率指令値と上記固定速風車全体としての力率 pf_{fix}' との差分を算出する。

$$pf = pf_{grid} - pf_{fix}' \quad (9)$$

そして、この差を可変速風車で吸収するため、この pf を指令値補正量として設定し、上記力率指令値 pf_{grid} に指令値補正量 pf を加算した値を新たな力率指令値とする。そして、この力率指令値に基づいて、上述した第1の実施形態と同様、各可変速風車 $WTG1, WTG2, \dots, WTGi$ に対応する力率補正量 pf_1, pf_2, \dots, pf_i を用いて、風車毎の力率指令値を求め、補正後の力率指令値を各風車に対して送信する。

30

【0049】

以上説明してきたように、本実施形態に係る風力発電システム及びその運転制御方法によれば、固定速風車と可変速風車とが混在する場合には、固定速風車における力率の変動分を考慮して可変速風車の力率指令値が決定されるので、固定速風車による力率変動を可変速風車により吸収することが可能となる。これにより、固定速風車が含まれる場合においても力率制御の精度向上を図ることが可能となる。

【0050】

なお、本実施形態においては、固定速風車全体の力率を求め、この力率を用いて連系点Aにおける力率指令値を補正し、更に、補正後の力率指令値を各可変速風車に対応してそれぞれ設定される力率補正量 pf_i を用いて補正することとしたが、これに代えて、例えば、固定速風車全体の力率を用いて補正された力率指令値を、各可変速風車の力率指令値として与えることとしてもよい。この場合、各可変速風車と連系点Aとの間に存在するリアクトルによる力率変動については解消されないが、固定速風車による力率変動を解消することが可能となる点で、相当の効果をj得ることができる。

40

【0051】

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、本発明の要旨を逸脱しない範囲の設計変更等も含まれ

50

る。

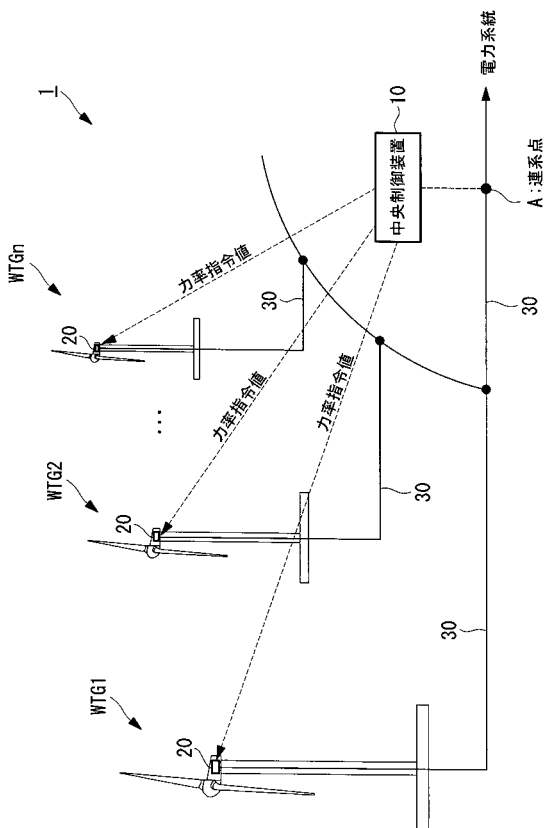
【0052】

例えば、上述した各実施形態においては、中央制御装置10において力率指令値の補正を行っていたが、この態様に代えて、例えば、各風車において力率指令値の補正を行うこととしてもよい。この場合には、中央制御装置10から各風車に対して一様の力率指令値が送信され、各風車において、各風車が保有する個々の力率補正量を用いて、中央制御装置10から受信した力率指令値の補正が行われる。

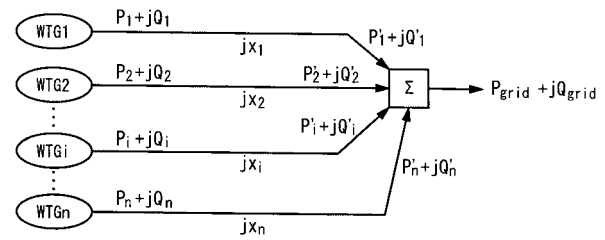
【0053】

また、本実施形態においては、中央制御装置10から通信によって補正後の力率指令値等が送信されることとしたが、例えば、オペレータが手動により各風車に対して力率指令値を入力設定するような構成としてもよい。

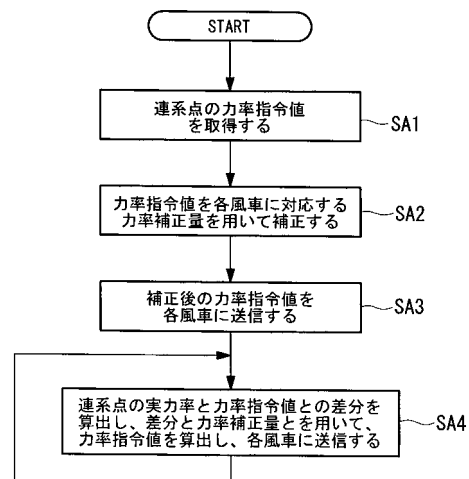
【図1】



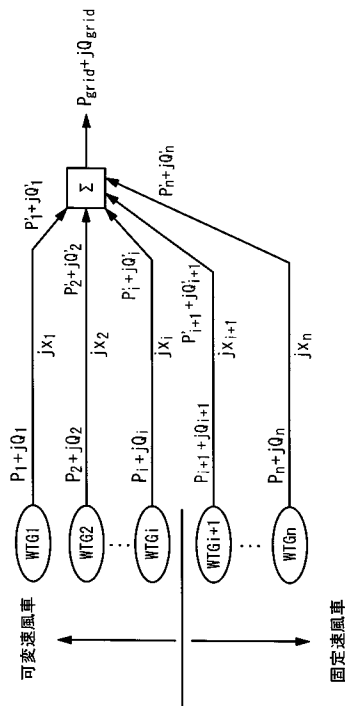
【図2】



【図3】



【 図 4 】



【 手続補正書 】

【 提出日 】平成22年3月4日(2010.3.4)

【 手続補正 1 】

【 補正対象書類名 】明細書

【 補正対象項目名 】0019

【 補正方法 】変更

【 補正の内容 】

【 0019 】

1 風力発電システム

10 中央制御装置

20 発電システム

30 電力線

WTG1, WTG2, WTGn 風車

【 手続補正 2 】

【 補正対象書類名 】明細書

【 補正対象項目名 】0021

【 補正方法 】変更

【 補正の内容 】

【 0021 】

〔 第 1 の実施形態 〕

図 1 は、本実施形態に係る風力発電システムの全体構成を示したブロック図である。図 1 に示されるように、風力発電システム 1 は、複数の風車 WTG 1, WTG 2, ..., WTG n (以下、全ての風車を示すときは単に符号「WTG」を付し、各風車を示すときは符号「WTG 1」、「WTG 2」等を付す。)と、各風車 WTG に対して制御指令を与える中央制御装置 10 とを備えている。本実施形態において、全ての風車 WTG は、可変

速風車である。

【手続補正3】

【補正対象書類名】明細書

【補正対象項目名】0030

【補正方法】変更

【補正の内容】

【0030】

次に、各風車において潮流計算を行う。ここでは、 i 番目の風車を例に挙げて説明する。便宜上、連系点電圧 $V_{grid} = 1 \text{ pu}$ 、位相角 $\theta_{grid} = 0$ とする。また、有効電力 P 、無効電力 Q とともに、各風車から連系点 A へ向かう方向を正の符号とする。また、力率の符号もこれに合わせ、例えば、 $P > 0$ 、 $Q > 0$ ならば力率 $\text{pf} > 0$ であり、 $P > 0$ 、 $Q < 0$ ならば、力率 $\text{pf} < 0$ となる。

このような条件において、風車 $WTGi$ の出力端における有効電力 P_i 、無効電力 Q_i 、並びに連系点 A における有効電力 P_i' 、無効電力 Q_i' はそれぞれ以下のように表される。

。

【 国際調査報告 】

INTERNATIONAL SEARCH REPORT		International application No. PCT/JP2007/074121
A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER H02P9/00 (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		
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 1996-2008 Kokai Jitsuyo Shinan Koho 1971-2008 Toroku Jitsuyo Shinan Koho 1994-2008		
Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practicable, search terms used) WPI		
C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT		
Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
Y	JP 11-41990 A (Mitsubishi Heavy Industries, Ltd.), 12 February, 1999 (12.02.99), Par. Nos. [0001], [0029] to [0046] (Family: none)	1-7
Y	JP 2000-78896 A (Hitachi Engineering & Services Co., Ltd.), 14 March, 2000 (14.03.00), Par. Nos. [0014] to [0020] (Family: none)	1-7
Y	JP 8-126204 A (Mitsubishi Electric Corp.), 17 May, 1996 (17.05.96), Par. Nos. [0011] to [0013] (Family: none)	3-5, 7
<input checked="" type="checkbox"/> Further documents are listed in the continuation of Box C. <input type="checkbox"/> 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	"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	
"E" earlier application or patent but published on or after the international filing date	"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	
"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)	"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	
"O" document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means	"&" document member of the same patent family	
"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 05 March, 2008 (05.03.08)	Date of mailing of the international search report 18 March, 2008 (18.03.08)	
Name and mailing address of the ISA/ Japanese Patent Office	Authorized officer	
Facsimile No.	Telephone No.	

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2007/074121

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 2003-511615 A (Aloys Wobben), 25 March, 2003 (25.03.03), Full text & US 6724097 B1 & WO 2001/025630 A1 & DE 19948196 A1 & CA 2388509 A1	1-7
A	US 2006/0255594 A1 (Einar V. Larsen), 16 November, 2006 (16.11.06), Full text & US 2005/0046196 A1 & US 2006/0012181 A1 & EP 1512869 A1	1-7

国際調査報告		国際出願番号 PCT/JP2007/074121													
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															
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															
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 <table border="0"> <tr> <td>日本国実用新案公報</td> <td>1922-1996年</td> </tr> <tr> <td>日本国公開実用新案公報</td> <td>1971-2008年</td> </tr> <tr> <td>日本国実用新案登録公報</td> <td>1996-2008年</td> </tr> <tr> <td>日本国登録実用新案公報</td> <td>1994-2008年</td> </tr> </table>				日本国実用新案公報	1922-1996年	日本国公開実用新案公報	1971-2008年	日本国実用新案登録公報	1996-2008年	日本国登録実用新案公報	1994-2008年				
日本国実用新案公報	1922-1996年														
日本国公開実用新案公報	1971-2008年														
日本国実用新案登録公報	1996-2008年														
日本国登録実用新案公報	1994-2008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) WPI															
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 請求の範囲の番号													
Y	JP 11-41990 A (三菱重工業株式会社) 1999.02.12, 段落【0001】、【0029】-【0046】 (ファミリーなし)	1-7													
Y	JP 2000-78896 A (株式会社日立エンジニアリングサービス) 2000.03.14, 段落【0014】-【0020】 (ファミリーなし)	1-7													
Y	JP 8-126204 A (三菱電機株式会社) 1996.05.17, 段落【0011】-【0013】 (ファミリーなし)	3-5, 7													
A	JP 2003-511615 A (アロイス・ヴォベン) 2003.03.25, 全文 & US 6724097 B1 & WO 2001/025630 A1 & DE 19948196 A1 & CA 2388509 A1	1-7													
<input checked="" type="checkbox"/> C欄の続きにも文献が列挙されている。 <input type="checkbox"/> パテントファミリーに関する別紙を参照。															
<table border="0"> <tr> <td>* 引用文献のカテゴリー</td> <td>の日の後に公表された文献</td> </tr> <tr> <td>「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</td> <td>「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</td> </tr> <tr> <td>「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</td> <td>「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</td> </tr> <tr> <td>「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)</td> <td>「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</td> </tr> <tr> <td>「O」口頭による開示、使用、展示等に言及する文献</td> <td>「&」同一パテントファミリー文献</td> </tr> <tr> <td>「P」国際出願日前で、かつ優先権の主張の基礎となる出願</td> <td></td> </tr> </table>				* 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	
* 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 05.03.2008		国際調査報告の発送日 18.03.2008													
国際調査機関の名称及びあて先 日本国特許庁 (ISA/JP) 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) 牧 初	3V 9064												
		電話番号 03-3581-1101	内線 3358												

国際調査報告		国際出願番号 PCT/JP2007/074121
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 請求の範囲の番号
A	US 2006/0255594 A1 (Einar V. Larsen) 2006.11.16, 全文 & US 2005/0046196 A1 & US 2006/0012181 A1 & EP 1512869 A1	1 - 7

フロントページの続き

(72)発明者 若狭 強志

長崎県長崎市深堀町五丁目7-17番1号 三菱重工業株式会社 長崎研究所内

(72)発明者 柴田 昌明

長崎県長崎市飽の浦町1番1号 三菱重工業株式会社 長崎造船所内

(72)発明者 八杉 明

長崎県長崎市飽の浦町1番1号 三菱重工業株式会社 長崎造船所内

Fターム(参考) 5G066 HA19 HB01 HB02

5H590 AA12 CA14 CE01 EA14 FA05 GA08 HA08

(注)この公表は、国際事務局(WIPO)により国際公開された公報を基に作成したものである。なおこの公表に係る日本語特許出願(日本語実用新案登録出願)の国際公開の効果は、特許法第184条の10第1項(実用新案法第48条の13第2項)により生ずるものであり、本掲載とは関係ありません。