

(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
2009年11月12日(12.11.2009)

PCT

(10) 国際公開番号
WO 2009/136641 A1

- (51) 国際特許分類:
H02J 3/24 (2006.01) H02J 3/38 (2006.01)
H02J 3/32 (2006.01)
- (21) 国際出願番号: PCT/JP2009/058703
- (22) 国際出願日: 2009年5月8日(08.05.2009)
- (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 2008-123041 2008年5月9日(09.05.2008) JP
- (71) 出願人 (米国を除く全ての指定国について): 株式会社 明電舎 (MEIDENSHA CORPORATION) [JP/JP]; 〒1416029 東京都品川区大崎二丁目1番1号 Tokyo (JP).
- (72) 発明者; および
- (75) 発明者/出願人 (米国についてのみ): 宗島 正和 (MUNESHIMA Masakazu) [JP/JP]; 〒1416029 東京都品川区大崎二丁目1番1号 株式会社明電舎内 Tokyo (JP). 大井 一伸 (OI Kazunobu) [JP/JP]; 〒1416029 東京都品川区大崎二丁目1番1号

株式会社明電舎内 Tokyo (JP). 小原 達也 (KO-HARA Tatsuya) [JP/JP]; 〒1416029 東京都品川区大崎二丁目1番1号 株式会社明電舎内 Tokyo (JP).

(74) 代理人: 光石俊郎, 外 (MITSUISHI Toshiro et al.); 〒1070052 東京都港区赤坂一丁目9番15号 光石法律特許事務所 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, 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, ST, SV, SY, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA, UG, US, UZ, VC, VN, ZA, ZM, ZW.

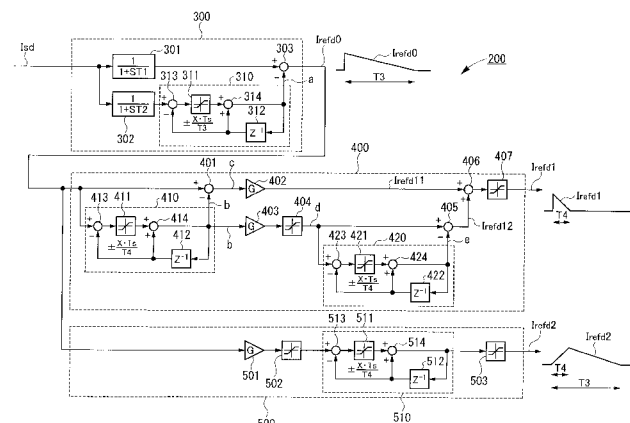
(84) 指定国 (表示のない限り、全ての種類の広域保護が可能): ARIPO (BW, GH, GM, KE, LS, MW, MZ, NA, SD, SL, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), ユーラシア (AM, AZ, BY, KG, KZ, MD, RU, TJ, TM), ヨーロッパ

[続葉有]

(54) Title: SYSTEM STABILIZING DEVICES

(54) 発明の名称: 系統安定化装置

[図1]



(57) Abstract: A control part for system stabilizing devices uses a variance detecting block (200) that determines current commands from a system current. A variance detecting part (300) determines, from an active component (Isd) of the system current, a common current command (Irefd0) that is a variance component of the active component (Isd). A first current command creating part (400) receives as an input the current command (Irefd0) and outputs a current command (Irefd1) the signal width of which is as short as T4 and which instantaneously rises and then gradually decreases. A second current command creating part (500) receives as an input the current command (Irefd0) and outputs a current command (Irefd2) which gradually increases for a time T4 and then gradually decreases for a time (T3 - T4). The current command (Irefd1) is used to control the system stabilizing device the charging and discharging times of which are shorter, while the current command (Irefd2) is used to control the system stabilizing device the charging and discharging times of which are longer, whereby system stabilization controls can be done without interferences. In this way, even if system stabilizing devices having different charging and discharging characteristics are used, system stabilization controls can be done without interferences.

(57) 要約:

[続葉有]

WO 2009/136641 A1



(AT, BE, BG, CH, CY, CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR, GB, 添付公開書類:

GR, HR, HU, IE, IS, IT, LT, LU, LV, MC, MK, MT, NL,
NO, PL, PT, RO, SE, SI, SK, TR), OAPI (BF, BJ, CF,
CG, CI, CM, GA, GN, GQ, GW, ML, MR, NE, SN, TD,
TG).

— 国際調査報告 (条約第 21 条(3))

系統安定化装置の制御部には、系統電流から電流指令を求める変動検出ブロック 200 が用いられる。変動検出部 300 は、系統電流の有効分 I_{sd} からその変動分である共通の電流指令 I_{refd0} を求める。第 1 の電流指令作成部 400 は、電流指令 I_{refd0} を入力し、信号幅が T_4 と小さく且つ瞬時に立ち上がってから漸減する電流指令 I_{refd1} を出力する。第 2 の電流指令作成部 500 は、電流指令 I_{refd0} を入力し、時間 T_4 で漸増してから時間 $(T_3 - T_4)$ で漸減する電流指令 I_{refd2} を出力する。充放電時間の短い系統安定化装置は、電流指令 I_{refd1} により制御し、充放電時間の長い系統安定化装置は、電流指令 I_{refd2} により制御して、干渉なく系統安定化制御ができる。これにより、充放電特性の異なる系統安定化装置を備えても、干渉なく系統安定化制御を行うことができる。

明 細 書

発明の名称： 系統安定化装置

技術分野

[0001] 本発明は系統安定化装置に関し、配電系統に充放電特性の異なる複数の系統安定化装置を備えていても、系統安定化装置どうしの干渉を防止して安定した系統安定化制御ができるように工夫したものである。

背景技術

[0002] 近年、太陽光や風力などの自然エネルギーによる発電が利用されてきている。

図4に、既存の電力系統（配電系統よりも上位の系統）1と配電系統（マイクログリッド）10とが、線路インピーダンス L_s と遮断器2を介して接続された例を示す。

[0003] マイクログリッドである配電系統10には、分散電源11と負荷12が接続されている。分散電源11は、図4では1つの発電機として図示しているが、実際には、自然エネルギーを利用した自然エネルギー型発電設備（太陽光発電設備や風力発電設備など）と、内燃機関により駆動される内燃機関型発電設備（ディーゼル発電設備など）を含む、分散した複数の発電設備により構成されている。また、負荷12も、実際には分散した複数の負荷である。

[0004] 図4に示すようなマイクログリッド10では、自然エネルギー型発電設備を持っているため、天候や風速などにより、発電量が大きく変動する。

そこで、この発電量の変動を吸収する目的で系統安定化装置が用いられる。

[0005] また、内燃機関型発電設備では、ガバナ制御により出力電力の調整をしている。しかし、ガバナ制御は応答が遅いため、負荷12で消費する電力が急に変動した場合には、このような電力の急変動（急な過不足）に対して、内燃機関型発電設備では追従することができない。このような電力の急変動に

応答性良く追従することにより、内燃機関型発電設備をアシストして、電力の需要と供給のバランスをとるといった目的のためにも、系統安定化装置が用いられている。

[0006] 系統安定化装置は、電力蓄積機能を有する電力変換装置であり、配電系統に設置され、前述した電力補償を行なう装置である。

[0007] 図5は、図4に示す配電系統（マイクログリッド）10に、1台の系統安定化装置20を備えた例である。系統安定化装置20は、分散電源11及び負荷12に対して、並列に接続されている。

[0008] 系統安定化装置20は、制御部21と、逆変換動作と順変換動作ができる電力変換器22と、電気二重層キャパシタや鉛蓄電池などの直流充電部23を有している。

電力変換器22は、制御部21から送られてくるゲート信号 g に応じて動作し、順変換動作をするときには、配電系統10から得た交流電力を直流電力に変換してこの直流電力を直流充電部23に充電し、逆変換動作をするときには、直流充電部23に充電していた直流電力を交流電力に変換し、この交流電力を配電系統10に送る。

[0009] 系統安定化装置20では、電力系統1から配電系統10に流入してくる系統電流 I_s を電流検出器24により検出し、配電系統10の電圧である系統電圧 V_s を電圧検出器25により検出し、電力変換器22が入出力する変換器電流 I_{inv} を電流検出器26により検出する。

[0010] この系統安定化装置20では、電力系統1に故障などが発生していない正常時には、遮断器2が接続状態となって、配電系統10が電力系統1に繋がった状態で運転を行なう「系統連系運転」が行なわれる。この系統連系運転時には、電力系統1と分散電源11と系統安定化装置20により、負荷12に電力が供給される。

[0011] 一方、電力系統1に故障が発生した異常時には、遮断器2が遮断状態となって、配電系統10が電力系統1から切り離された状態で運転を行なう「自立運転」が行なわれる。この自立運転時には、分散電源11と系統安定化装

置 20 により負荷 12 に電力が供給される。

[0012] 系統安定化装置 20 は、系統連系運転時と、自立運転時において、次のような動作をする。

(1) 系統連系運転時には、系統安定化装置 20 は、配電系統 10 に流入する系統電流 I_s を検出し、この系統電流 I_s から系統電力を求めて、この系統電力の変動を抑制するように動作する。

(2) 自立運転時には、系統安定化装置 20 は、配電系統 10 内の系統電圧 V_s を検出し、この系統電圧 V_s の電圧振幅と周波数が安定となるように補償動作を行なう。

[0013] ここで、系統安定化装置 20 の制御部 21 の詳細を、図 6 を参照して説明する。

位相同期回路 (PLL) 101 は、系統電圧 V_s から系統電圧 V_s の位相を示す基準位相信号 θ を出力する。正弦波発生器 102 は、基準位相信号 θ に同期した定格電圧となっている基準正弦波信号 K を出力する。

[0014] 切替スイッチ 103 は、系統連系運転時には図中で実線で示すように、可動接点 103a, 103b が A 側に投入され、自立運転時には図中で点線で示すように、可動接点 103a, 103b が B 側に投入される。

[0015] 次に、図 6 を参照して、系統連系時に作動する各機能ブロックの説明と、系統連系時の制御動作を併せて説明する。

[0016] dq 変換部 104 は、系統電流 I_s を、基準位相信号 θ で示す位相で回転する回転座標系に dq 変換して系統電流の有効分 I_{sd} と系統電流の無効分 I_{sq} を出力する。

[0017] 第 1 の変動検出ブロック 105 は、dq 軸上の系統電流の有効分 I_{sd} の変動分を検出してこれを有効分の電流指令 I_{refd} として出力し、第 2 の変動検出ブロック 106 は、dq 軸上の系統電流の無効分 I_{sq} の変動分を検出してこれを無効分の電流指令 I_{refq} として出力する。

変動検出ブロック 105, 106 は、微分機能とフィルタ機能を有するバンドパスフィルタであり、その構造の詳細は後述する。

- [0018] dq 変換部107は、変換器電流 I_{inv} を、基準位相信号 θ で示す位相で回転する回転座標系に dq 変換して変換器電流の有効分 I_{invd} と変換器電流の無効分 I_{invq} を出力する。
- [0019] 減算部108は、有効分の電流指令 I_{refd} から変換器電流の有効分 I_{invd} を減算して有効分の電流偏差 Δd を出力する。減算部109は、無効分の電流指令 I_{refq} から変換器電流の無効分 I_{invq} を減算して無効分の電流偏差 Δq を出力する。
- [0020] 電流制御部110は、有効分の電流偏差 Δd を比例積分 (PI) 制御して、有効分の電圧指令 V_d を出力する。電流制御部111は、無効分の電流偏差 Δq を比例積分 (PI) 制御して、無効分の電圧指令 V_q を出力する。
- [0021] dq 逆変換部112は、有効分の電圧指令 V_d と無効分の電圧指令 V_q に対して、 dq 逆変換を施して固定座標系の電圧指令を出力する。加算部113は、 dq 逆変換部112から出力された固定座標系の電圧指令に、基準正弦波信号 K を加算して、固定座標系の電圧指令 V^* を出力する。
- [0022] PWM (Pulse Width Modulation) 変調器114は、電圧指令 V^* をPWM変調してゲート信号 g を出力する。
- このゲート信号 g により電力変換器22の動作制御が行なわれ、系統連系運転時において、系統電流 I_s の変動を抑制するために、電力変換器22から電力が出力される。
- [0023] 次に、図6を参照して、自立運転時に作動する各機能ブロックの説明と、自立運転時の制御動作を併せて説明する。
- [0024] 周波数検出部121は、系統電圧 V_s の周波数を検出して周波数信号 F を出力する。なお、系統電圧 V_s の周波数は有効電力に対応しており、有効電力が低下すると系統電圧 V_s の周波数が低下し、有効電力が増加すると系統電圧 V_s の周波数が増加する対応関係になっている。
- [0025] 振幅検出部122は、系統電圧 V_s の振幅を検出して振幅信号 L を出力する。なお、系統電圧 V_s の振幅は無効電力に対応しており、無効電力が低下すると系統電圧 V_s の振幅が低下し、無効電力が増加すると系統電圧 V_s の

振幅が増加する対応関係になっている。

[0026] 第3の変動検出ブロック123は、周波数信号Fの変動分を検出してこれを有効分の電流指令 $I_{ref d}$ として出力し、第4の変動検出ブロック124は、振幅信号Lの変動分を検出してこれを無効分の電流指令 $I_{ref q}$ として出力する。

変動検出ブロック123, 124は、微分機能とフィルタ機能を有するバンドパスフィルタであり、その構造の詳細は後述する。

[0027] 減算部108は、有効分の電流指令 $I_{ref d}$ から変換器電流の有効分 $I_{inv d}$ を減算して有効分の電流偏差 Δd を出力する。減算部109は、無効分の電流指令 $I_{ref q}$ から変換器電流の無効分 $I_{inv q}$ を減算して無効分の電流偏差 Δq を出力する。

[0028] 電流制御部110は、有効分の電流偏差 Δd を比例積分 (PI) 制御して、有効分の電圧指令 V_d を出力する。電流制御部111は、無効分の電流偏差 Δq を比例積分 (PI) 制御して、無効分の電圧指令 V_q を出力する。

[0029] dq逆変換部112は、有効分の電圧指令 V_d と無効分の電圧指令 V_q に対して、dq逆変換を施して固定座標系の電圧指令を出力する。加算部113は、dq逆変換部112から出力された固定座標系の電圧指令に、基準正弦波信号Kを加算して、固定座標系の電圧指令 V^* を出力する。

[0030] PWM (Pulse Width Modulation) 変調器114は、電圧指令 V^* をPWM変調してゲート信号 g を出力する。

このゲート信号 g により電力変換器22の動作制御が行なわれ、自立運転時において、系統電圧 V_s の電圧振幅と周波数の変動を抑制するために、電力変換器22から電力が出力される。

[0031] 変動検出ブロック105, 106, 123, 124は、前述したように、バンドパスフィルタにより構成されている。

ここで、変動検出ブロック105, 106, 123, 124として用いることができる、従来のバンドパスフィルタ50の構成を図7を参照して説明する。なお図7において s は微分機能を示すラプラス演算子である。

[0032] 図7に示すように、このバンドパスフィルタ（変動検出ブロック）50は、ローパスフィルタ51とローパスフィルタ52と減算器53とで構成されている。

なお、バンドパスフィルタ50の通過帯域周波数は、各変動検出ブロック105、106、123、124に要求されるフィルタリング特性に応じて決定される。また、決定された通過帯域周波数の高周波数側の遮断周波数を f_1 、低周波数側の遮断周波数を f_2 とする。

このため、ノイズ除去用ローパスフィルタ51は、その遮断周波数を f_1 としており、その時定数を T_1 としている。また、変動検出時間を設定するためのローパスフィルタ52は、その遮断周波数を f_2 としており、その時定数を T_2 としている。なお $f_1 = 1/T_1$ となっており、 $f_2 = 1/T_2$ となっている。

[0033] ローパスフィルタ51は、一次遅れ特性を有するフィルタであり、その時定数は、ノイズ除去を目的として決定した時定数 T_1 となっている。

ローパスフィルタ52は、一次遅れ特性を有するフィルタであり、その時定数は、変動検出する時間を設定する目的として決定した時定数 T_2 となっている。

両フィルタ51、52は、入力信号が入力されると、それぞれのフィルタ特性を利用して、入力信号をフィルタリングする。

なお、バンドパスフィルタ（変動検出ブロック）50が変動検出ブロック105であれば、入力信号は、系統電流の有効分 $I_s d$ である。

バンドパスフィルタ（変動検出ブロック）50が変動検出ブロック106であれば、入力信号は、系統電流の無効分 $I_s q$ である。

バンドパスフィルタ（変動検出ブロック）50が変動検出ブロック123であれば、入力信号は、周波数信号 F である。

バンドパスフィルタ（変動検出ブロック）50が変動検出ブロック124であれば、入力信号は、振幅信号 L である。

[0034] 減算器53は、ローパスフィルタ51から出力された信号から、ローパス

フィルタ 52 から出力された信号を減算した信号を出力する。この減算器 53 から出力される信号が、変動分信号である。

バンドパスフィルタ（変動検出ブロック）50 が変動検出ブロック 105 であれば、変動分信号は、系統電流の有効分 I_{sd} の変動分である有効分の電流指令 I_{refd} である。

バンドパスフィルタ（変動検出ブロック）50 が変動検出ブロック 106 であれば、変動分信号は、系統電流の無効分 I_{sq} の変動分である無効分の電流指令 I_{refq} である。

バンドパスフィルタ（変動検出ブロック）50 が変動検出ブロック 123 であれば、変動分信号は、周波数信号 F の変動分である有効分の電流指令 I_{refd} である。

バンドパスフィルタ（変動検出ブロック）50 が変動検出ブロック 124 であれば、変動分信号は、振幅信号 L の変動分である無効分の電流指令 I_{refq} である。

[0035] 図 8 は、図 4 に示す配電系統（マイクログリッド）10 に、2 台の系統安定化装置 20-1, 20-2 を備えた例である。系統安定化装置 20-1, 20-2 は、分散電源 11 及び負荷 12 に対して、並列に接続されている。

[0036] 系統安定化装置 20-1, 20-2 は、図 5 に示す系統安定化装置 20 と同様な構成になっている。なお、系統安定化装置 20-1 に備えた直流充電部 23-1 は電気二重層キャパシタであり、系統安定化装置 20-2 に備えた直流充電部 23-2 は、鉛蓄電池である。

[0037] 系統安定化装置 20-1 の制御部 21-1 は、図 6 に示す制御部 21 と同様な構成となっており、電流検出器 24 により検出した系統電流 I_s と、電圧検出器 25-1 により検出した系統電圧 V_{s1} と、電流検出器 26-1 により検出した変換器電流 I_{inv1} を取り込み、ゲート信号 g_1 を出力する。電力変換器 22-1 は、ゲート信号 g_1 に応じて、順変換動作をするときには、配電系統 10 から得た交流電力を直流電力に変換してこの直流電力を直流充電部（電気二重層キャパシタ）23-1 に充電し、逆変換動作をする

ときには、直流充電部（電気二重層キャパシタ）23-1に充電していた直流電力を交流電力に変換してこの交流電力を配電系統10に送る。

なお、制御部21-1は、図6に示す制御部21と同様に、変動検出ブロック105、106、123、124を有している。

[0038] 系統安定化装置20-1の直流充電部23-1は、高速な充放電を行っても寿命に影響はないが、蓄電容量が小さい電気二重層キャパシタである。このため、直流充電部23-1として電気二重層キャパシタを用いた系統安定化装置20-1は、短時間で且つ高速な充放電を行って電力変動の補償を行っている。

[0039] 系統安定化装置20-2の制御部21-2は、図6に示す制御部21と同様な構成となっており、電流検出器24により検出した系統電流 I_s と、電圧検出器25-2により検出した系統電圧 V_{s2} と、電流検出器26-2により検出した変換器電流 I_{inv2} を取り込み、ゲート信号 g_2 を出力する。電力変換器22-2は、ゲート信号 g_2 に応じて、順変換動作をするときには、配電系統10から得た交流電力を直流電力に変換してこの直流電力を直流充電部（鉛蓄電池）23-2に充電し、逆変換動作をするときには、直流充電部（鉛蓄電池）23-2に充電していた直流電力を交流電力に変換してこの交流電力を配電系統10に送る。

なお、制御部21-2は、図6に示す制御部21と同様に、変動検出ブロック105、106、123、124を有している。

[0040] 系統安定化装置20-2の直流充電部23-2は、長時間の充放電が可能であるが、短時間で深い充放電を行うと寿命を劣化させる鉛蓄電池である。このため、直流充電部23-2として電気二重層キャパシタを用いた系統安定化装置20-2は、短時間で且つ高速な充放電は行わずに、時間をかけて充放電を立ち上げ、長時間の充放電を行う。

先行技術文献

特許文献

[0041] 特許文献1：特開平10-14251号公報

特許文献2：特開2006-333563

発明の概要

発明が解決しようとする課題

- [0042] ところで図8に示すように、1つの配電系統10に、2台の系統安定化装置20-1、20-2を配置した場合には、両者を協調運転させなければ、系統安定化装置20-1の出力電力と、系統安定化装置20-2の出力電力とが干渉して、系統電流の変動を補償することができないという問題がある。
- [0043] 2台の系統安定化装置20-1、20-2が干渉することなく系統安定化制御をするためには、系統安定化装置20-1と系統安定化装置20-2と分散電源11の出力電力及び出力電流を監視して、系統安定化装置20-1と系統安定化装置20-2と分散電源11がそれぞれ出力すべき出力電力及び出力電流を指令して、各指令に応じて系統安定化装置20-1と系統安定化装置20-2と分散電源11を運転制御する必要がある。
- [0044] 例えば特許文献2（特開2006-333563）には、複数種類の分散電源を協調運転する技術が開示されており、この特許文献2に示す技術を利用して、2台の系統安定化装置20-1、20-2を運転することは可能である。
- [0045] しかし、系統安定化装置20-1と系統安定化装置20-2と分散電源11の出力電力及び出力電流を監視するための監視手段や、各系統安定化装置や分散電源を監視結果に応じて運転制御するための制御手段が更に必要になってくるという問題がある。
- [0046] 本発明は、上記従来技術に鑑み、配電系統に充放電特性の異なる複数の系統安定化装置が備えられていても、各系統安定化装置や分散電源を監視することなく、系統安定化装置どうしの干渉を防止して安定した系統安定化制御ができる系統安定化装置を提供することを目的とする。

課題を解決するための手段

- [0047] 上記課題を解決する本発明の構成は、

電力系統が正常であるときには前記電力系統に接続され、前記電力系統に異常が発生したときには前記電力系統から遮断され、しかも分散電源と負荷が接続された配電系統に備えられる系統安定化装置であって、

前記系統安定化装置は、制御部と、前記制御部から送られてくるゲート信号に応じて順変換動作と逆変換動作をする電力変換器を有し、

前記制御部は、

前記電力系統が正常であるときには、

前記電力系統から前記配電系統に流入する系統電流から、系統電流の有効分と系統電流の無効分を求め、

第1の変動検出ブロックにより前記系統電流の有効分に含まれる変動分を求めて、この変動分を有効分の電流指令とし、

第2の変動検出ブロックにより前記系統電流の無効分に含まれる変動分を求めて、この変動分を無効分の電流指令とし、

更に、前記電力変換器が入出力する変換器電流から、変換器電流の有効分と変換器電流の無効分を求め、

前記有効分の電流指令と前記変換器電流の有効分との偏差である有効分の電流偏差を零とし、且つ、前記無効分の電流指令と前記変換器電流の無効分との偏差である無効分の電流偏差を零とするゲート信号を出力し、

前記電力系統に異常が発生したときには、

前記配電系統の系統電圧から、系統電圧の周波数を示す周波数信号と系統電圧の振幅を示す振幅信号を求め、

第3の変動検出ブロックにより前記周波数信号に含まれる変動分を求めて、この変動分を有効分の電流指令とし、

第4の変動検出ブロックにより前記振幅信号に含まれる変動分を求めて、この変動分を無効分の電流指令とし、

更に、前記電力変換器が入出力する変換器電流から変換器電流の有効分と変換器電流の無効分を求め、

前記有効分の電流指令と前記変換器電流の有効分との偏差である有効分の

電流偏差を零とし、且つ、前記無効分の電流指令と前記変換器電流の無効分との偏差である無効分の電流偏差を零とするゲート信号を出力し、

しかも、第1から第4の変動検出ブロックは、

共通の電流指令を出力する変動検出部(300)と、前記共通の電流指令を入力して第1の電流指令を出力する第1の電流指令作成部(400)と、前記共通の電流指令を入力して第2の電流指令を出力する第2の電流指令作成部(500)とで構成され、

前記変動検出部(300)は、ノイズ除去を目的として決定した時定数が設定されているローパスフィルタ(301)と、入力信号の値に変化が生じたときに単位時間当たりの信号変化値を緩やかにして信号を出力するクッション回路(310)と、前記ローパスフィルタ(301)の出力信号から前記クッション回路(310)の出力信号を減算して前記共通の電流指令を出力する減算器(303)を有し、

前記第1の電流指令作成部(400)は、前記共通の電流指令が入力されると共に入力信号の値に変化が生じたときに単位時間当たりの信号変化値を前記クッション回路(310)の信号変化値よりも大きくして信号を出力するクッション回路(410)と、前記共通の電流指令から前記クッション回路(410)の出力信号を減算して出力する減算器(401)と、前記減算器(401)の出力信号を増幅するアンプ(402)と、前記クッション回路(410)の出力信号を増幅するアンプ(403)と、前記アンプ(403)の出力信号をリミットする定格リミッタ(404)と、前記定格リミッタ(404)の出力信号が入力されると共に入力信号の値に変化が生じたときに単位時間当たりの信号変化値を前記クッション回路(310)の信号変化値よりも大きくして信号を出力するクッション回路(420)と、前記定格リミッタ(404)の出力信号から前記クッション回路(420)の出力信号を減算して出力する減算器(405)と、前記アンプ(402)の出力信号と前記減算器(405)の出力信号を加算して前記第1の電流指令を出力する加算器(406)を有し、

前記第2の電流指令作成部(500)は、前記共通の電流指令を増幅するアンプ(501)と、前記アンプ(501)の出力信号をリミットする定格リミッタ(502)と、前記定格リミッタ(502)の出力信号が入力されると共に入力信号の値に変化が

生じたときに単位時間当たりの信号変化値を前記クッション回路(310)の信号変化値よりも大きくして前記第2の電流指令を出力するクッション回路(510)を有する、ことを特徴とする。

[0048] また本発明の構成は、

前記第1の電流指令作成部(400)には、前記減算器(405)と前記加算器(406)の間に切替スイッチ(408)が介装されており、

この切替スイッチ(408)は、

前記電力変換器に接続された直流充電部が電気二重層キャパシタで形成されている系統安定化装置と、前記電力変換器に接続された直流充電部が鉛蓄電池で形成されている系統安定化装置とが協調運転しているときには投入状態となり、

前記電力変換器に接続された直流充電部が電気二重層キャパシタで形成されている系統安定化装置のみが単独運転しているときには遮断状態となることを特徴とする。

[0049] また本発明の構成は、

前記クッション回路(310)、(410)、(420)、(510)は、クッション時間を T_c 、1サンプル周期を T_s 、 X をリミット値としたときに、 $\pm(X \cdot T_s / T_c)$ となったりミット特性を有するリミッタと、入力された信号を1サンプル周期 T_s だけ遅延させて出力する遅延回路と、減算器と、加算器を有し

前記減算器は、当該クッション回路の入力信号から前記遅延回路の出力信号を減算して前記リミッタに送り、

前記加算器は、前記リミッタの出力信号と前記遅延回路の出力信号とを加算して出力し、

前記遅延回路は、前記加算器から出力された信号を1サンプル周期 T_s だけ遅延させて出力し、

しかも、前記クッション回路(310)のリミッタに設定したクッション時間(T_3)は、前記クッション回路(410)、(420)、(510)のリミッタに設定したクッション時間(T_4)よりも長く設定していることを特徴とする。

[0050] また本発明の構成は、

前記の系統安定化装置であって、

第 1 から第 4 の変動検出ブロックには、ノイズ除去用の時定数が T_1 として設定され、変動検出時間を設定するための時定数が T_2 として設定され、任意に設定した第 1 のクッションが T_3 として設定され、第 1 のクッション時間 T_3 よりも短い第 2 のクッション時間が T_4 として設定され、

前記変動検出部 (300) は、演算処理プログラムを用いた演算処理により、

当該変動検出ブロックに入力される入力信号を、時定数を T_1 とした一次遅れフィルタ処理して、第 1 のフィルタ信号を求め、

当該変動検出ブロックに入力される入力信号を、時定数を T_2 とした一次遅れフィルタ処理して、第 2 のフィルタ信号を求め、

第 2 のフィルタ信号を、第 1 のクッション時間 T_3 を用いて単位時間当たりの信号変化値を緩やかにして、クッション信号 (a) を求め、

第 1 のフィルタ信号からクッション信号 (a) を減算して、共通の電流指令 (I_{rfd0}) を求め、

前記第 1 の電流指令作成部 (400) は、演算処理プログラムを用いた演算処理により、

共通の電流指令 (I_{rfd0}) を、第 2 のクッション時間 T_4 を用いて単位時間当たりの信号変化値を緩やかにして、クッション信号 (b) を求め、

共通の電流指令 (I_{rfd0}) からクッション信号 (b) を減算して減算信号 (c) を求め、この減算信号 (c) を増幅して電流指令 (I_{fd11}) を求め、

クッション信号 (b) を予め設定した定格値でリミットしてリミッタ信号 (d) を求め、

リミッタ信号 (d) を、第 2 のクッション時間 T_4 を用いて単位時間当たりの信号変化値を緩やかにして、クッション信号 (e) を求め、

リミッタ信号 (d) からクッション信号 (e) を減算して電流指令 (I_{fd12}) を求め、

電流指令 (I_{fd11}) と電流指令 (I_{fd12}) を加算して電流指令 (I_{fd1}) を求

め、または電流指令 (I_{fd11}) をそのまま電流指令 (I_{fd1}) として求め、求めた電流指令 (I_{fd1}) を出力し、

前記第2の電流指令作成部(500)は、演算処理プログラムを用いた演算処理により、

共通の電流指令 (I_{rd0}) を予め設定した定格値でリミットした後、第2のクッション時間 T_4 を用いて単位時間当たりの信号変化値を緩やかにして、電流指令 (I_{fd2}) を求め、この電流指令 (I_{fd2}) を出力する、ことを特徴とする。

発明の効果

[0051] 本発明によれば、系統安定化装置の制御部に組み込んだ変動検出ブロックから、充放電時間の短い第1の電流制御指令と、充放電時間の長い第2の電流制御指令が得られるため、電気二重層キャパシタを直流充電部とした系統安定化装置では第1の電流指令を用いることにより、電気二重層キャパシタの充放電特性に適した、短時間で高速な充放電を行うことができ、鉛蓄電池を直流充電部とした系統安定化装置では第2の電流指令を用いることにより、鉛蓄電池の充放電特性に適した、時間をかけて充放電を立ち上げて長時間の充放電を行うことができる。

[0052] また、クッション回路を、リミッタと遅延回路と減算器と加算器により構成することにより、得られる電流指令の変化は直線状の特性（線形変化）となるため、系統安定化装置の制御のみならず、この系統安定化装置と連動して動作する各種機器（発電機）などの制御を容易に行うことができる。

図面の簡単な説明

[0053] [図1] 本発明の実施例1に係る変動検出ブロックを示す回路図。

[図2] 実施例1を用いたときの電流特性を示す特性図。

[図3] 本発明の実施例2に係る変動検出ブロックを示す回路図。

[図4] マイクログリッドを示す回路構成図。

[図5] 1台の系統安定化装置を備えたマイクログリッドを示す回路構成図。

[図6] 系統安定化装置の制御部を示す回路図。

[図7]従来の変動検出ブロックを示す回路図。

[図8] 2台の系統安定化装置を備えたマイクログリッドを示す回路構成図。

発明を実施するための形態

[0054] 以下、本発明の実施の形態について、実施例に基づき詳細に説明する。

実施例 1

[0055] 図1は、本発明の実施例1に係る変動検出ブロック200を示す。この変動検出ブロック200は、系統安定化装置20-1, 20-2の制御部21-1, 21-2（図8参照）に組み込んだ、第1～第4の変動検出ブロック105, 106, 123, 124（図6参照）に適用するものである。

[0056] 図1に示すように、この変動検出ブロック200は、変動検出部300と、第1の電流指令作成部400と、第2の電流指令作成部500とで構成されている。

[0057] この変動検出ブロック200は、図6に示す変動検出ブロック105, 106, 123, 124として使用することができる。

（1）変動検出ブロック200を変動検出ブロック105（図6参照）として使用する場合には、変動検出部300には、系統電流の有効分 I_{sd} が入力され、第1, 第2の電流指令作成部400, 500からは有効分の電流指令 I_{refd} が出力される。

（2）変動検出ブロック200を変動検出ブロック106（図6参照）として使用する場合には、変動検出部300には、系統電流の無効分 I_{sq} が入力され、第1, 第2の電流指令作成部400, 500からは無効分の電流指令 I_{refq} が出力される。

（3）変動検出ブロック200を変動検出ブロック123（図6参照）として使用する場合には、変動検出部300には、周波数信号 F が入力され、第1, 第2の電流指令作成部400, 500からは有効分の電流指令 I_{refd} が出力される。

（4）変動検出ブロック200を変動検出ブロック124（図6参照）として使用する場合には、変動検出部300には、振幅信号 L が入力され、第1

、第2の電流指令作成部400、500からは無効分の電流指令 I_{refq} が出力される。

[0058] 更に、変動検出ブロック200の第1、第2の電流指令作成部400、500からは、それぞれ電流指令 I_{refd} または電流指令 I_{refq} が出力される。この場合、電流指令の使用状態は次のようになる。

(1) 変動検出ブロック200を、電気二重層キャパシタを直流充電部とする系統安定化装置20-1の変動検出ブロックとして使用する場合には、第1の電流指令作成部400から出力される電流指令 I_{refd1} または電流指令 I_{refq1} を使用し、第2の電流指令作成部500から出力される電流指令 I_{refd2} または電流指令 I_{refq2} は使用しない。

(2) 変動検出ブロック200を、鉛蓄電池を直流充電部とする系統安定化装置20-2の変動検出ブロックとして使用する場合には、第2の電流指令作成部500から出力される電流指令 I_{refd2} または電流指令 I_{refq2} を使用し、第1の電流指令作成部400から出力される電流指令 I_{refd1} または電流指令 I_{refq1} は使用しない。

[0059] 以下の説明では、変動検出ブロック200を、変動検出ブロック105（図6参照）として使用する場合について説明するが、変動検出ブロック200を、変動検出ブロック106、123、124（図6参照）としても使用することができる。

[0060] この変動検出ブロック200を、変動検出ブロック105（図6参照）として使用する場合には、変動検出ブロック200には系統電流の有効分 I_{sd} が入力され、変動検出ブロック200は、電流指令 I_{refd1} 及び電流指令 I_{refd2} を出力する。

この変動検出ブロック200の各部300、400、500の入出力状態を先に説明すると、次のとおりである。

[0061] 変動検出部300は、系統電流の有効分 I_{sd} を入力して共通の電流指令 I_{refd0} を出力する。

[0062] 第1の電流指令作成部400は、共通の電流指令 I_{refd0} を入力して

、電流指令 $I_{ref d1}$ を出力する。この電流指令 $I_{ref d1}$ は、負荷変動があった場合に瞬時に立ち上がり、時間 T_4 をかけて直線的に減少（漸減）する特性となっている。この電流指令 $I_{ref d1}$ は、電気二重層キャパシタで構成した直流充電部 23-1 を備えた系統安定化装置 20-1 の電流指令として用いる。

[0063] 第2の電流指令作成部 500 は、共通の電流指令 $I_{ref d0}$ を入力して、電流指令 $I_{ref d2}$ を出力する。この電流指令 $I_{ref d2}$ は、負荷変動があった場合に時間 T_4 をかけて直線的に増加（漸増）し、その後、時間 $(T_3 - T_4)$ をかけて直線的に減少（漸減）する特性となっている。この電流指令 $I_{ref d2}$ は、鉛蓄電池で構成した直流充電部 23-2 を備えた系統安定化装置 20-2 の電流指令として用いる。

[0064] 次に、各部 300, 400, 500 について詳細に説明する。

[0065] まず変動検出部 300 について説明する。

変動検出部 300 は、ローパスフィルタ 301 と、ローパスフィルタ 302 と、減算器 303 と、クッション回路 310 とで構成されている。

クッション回路 310 は、リミッタ 311 と、遅延回路 312 と、減算器 313 と、加算器 314 とで構成されている。

[0066] ローパスフィルタ 301 は、時定数が、時定数 T_1 となっている、一次遅れ特性を有するフィルタである。時定数 T_1 は、ノイズ除去を目的として決定した時定数である。

ローパスフィルタ 301 は、入力信号（系統電流の有効分 I_{sd} ）が入力されると、そのフィルタ特性を利用して、入力信号をフィルタリングする。

ローパスフィルタ 302 は、時定数が、時定数 T_2 となっている、一次遅れ特性を有するフィルタである。時定数 T_2 は、変動検出時間を設定することを目的として決定した時定数である。

ローパスフィルタ 302 は、入力信号（系統電流の有効分 I_{sd} ）が入力されると、そのフィルタ特性を利用して、入力信号をフィルタリングする。

[0067] クッション回路 310 のリミッタ 311 は、 $\pm (X \cdot T_s / T_3)$ となっ

たりリミット特性を有している。

なお、 T_3 は、任意の時間に設定したクッション時間であり、 T_s は1サンプル周期であり、 X はリミット値である。

なお、クッション時間 T_3 により、鉛蓄電池による直流充電部23-2を備えた系統安定化装置20-2の充放電時間が設定される。

[0068] このリミッタ311は、1サンプル周期 T_s あたりの変化量を制限するものである。リミッタ311は、リミッタ311に入力される信号の信号値が、 $+X$ （上限のリミット値）と $-X$ （下限のリミット値）の間の値であるときには、入力信号の信号値をそのまま保持して出力し、リミッタ311に入力される信号の信号値が、 $+X$ （上限のリミット値）以上である場合には、所定の時間は値が一定の傾きで増加し、その後は値を $+X$ に制限し、リミッタ311に入力される信号の信号値が、 $-X$ （下限のリミット値）以下である場合には、所定の時間は値が一定の傾きで減少し、その後は値を $-X$ に制限する。

[0069] 遅延回路312は、入力された信号を1サンプル周期 T_s だけ遅延させて出力する特性を有している。この遅延回路312は、例えば、 Z^{-1} となった特性を有する Z 変換回路などにより構成することができる。

[0070] 減算器313は、一次遅れ特性のローパスフィルタ302の出力信号から、遅延回路312の出力信号を減算して、減算した信号をリミッタ311に送る。

つまり、遅延回路312の出力信号を、リミッタ311の前段で負帰還している。

[0071] 加算器314は、リミッタ311から出力された信号と遅延回路312から出力された信号とを加算して出力する。

つまり、遅延回路312の出力信号を、リミッタ311の後段で正帰還している。

[0072] 遅延回路312は、加算器314の出力信号を1サンプル周期 T_s だけ遅延させて出力している。

[0073] このように、遅延回路 312 から出力された信号を、リミッタ 311 の前段で負帰還し、リミッタ 83 の後段で正帰還しているため、信号状態は次のようになる。

[0074] 減算器 313 の出力は、「現在のサンプル値－1 サンプル周期前のリミッタ処理後の値」となる。

したがって、ローパスフィルタ 302 から減算器 313 に入力される信号値が、 $+X$ 以下で $-X$ 以上である場合には、リミッタ 311 から出力される信号値は 0 となる。

一方、ローパスフィルタ 302 から減算器 313 に入力される信号値が、 $+X$ 以上または $-X$ 以下である場合には、リミッタ 311 から出力される信号値は、その上限値・下限値がリミット値 ($+X$, $-X$) で制限された値となる。

[0075] 加算器 314 の出力は、「リミッタの出力＋1 サンプル周期前のリミッタ処理後の値」となる。

したがって、ローパスフィルタ 302 から減算器 313 に入力される信号値が、 $+X$ 以上または $-X$ 以下である場合には、加算器 314 から出力される信号値は、直線的に増加していく。即ち、加算器 314 から出力される信号値は、1 サンプル周期 T_s 毎に、リミット値の値 ($+X$ または $-X$) だけ段階的に変化（増加または減少）していく。

[0076] 結局、クッション回路 310 は、入力信号の値に変化が生じたときに単位時間当たりの信号変化値を緩やかにして信号を出力する。

[0077] 減算器 303 は、一次遅れ特性のローパスフィルタ 301 の出力信号から加算器 314 の出力信号を減算して出力する。この減算器 303 からは、入力信号に含まれている、変動分が出力される。

この例では、系統電流の有効分 I_{sd} の変動分に相当する、共通の電流指令 I_{refd0} が、減算器 303（変動検出部 300）から出力される。

[0078] 上記構成となっている変動検出部 300 における信号状態を、図 2 を参照して説明する。なお、図 2 において、「p. u.」は単位記号であり、1 p

u. は定格値を示している。

[0079] 図2に示す信号状態は、図2(a)に示すように、負荷が急増して負荷電流 I_L がステップ状に増加したときの状態である。

[0080] 図2(b)に示すように、系統電流の有効分 I_{sd} は、負荷変動時点 t_1 において瞬間的に立ち上がり、その後は時間 T_3 をかけて時点 t_3 まで直線的に増加（漸増）する。なお、このときには、系統安定化装置 20-1, 20-2 による系統安定化制御（電流補償）動作が行われている。

[0081] 系統電流の有効分 I_{ds} は、ローパスフィルタ 302 でフィルタリングされ、更に、クッション回路 310 にてクッション処理がされて単位時間当たりの信号変化値が緩やかにされるため、クッション回路 310 からは、図2(c)に示すようなクッション信号 a が出力される。

[0082] 減算器 303 は、系統電流の有効分 I_{sd} からクッション信号 a を減算することにより、図2(d)に示すような共通の電流指令 I_{ref0} を出力する。

[0083] 次に第1の電流指令作成部 400 について説明する。

第1の電流指令作成部 400 は、減算器 401 と、アンプ 402, 403 と、定格リミッタ 404 と、減算器 405 と、加算器 406 と、定格リミッタ 407 と、クッション回路 410, 420 とで構成されている。

クッション回路 410, 420 は、それぞれ、リミッタ 411, 421 と、遅延回路 412, 422 と、減算器 413, 423 と、加算器 414, 424 とで構成されている。

[0084] クッション回路 410, 420 のリミッタ 411, 421 は、それぞれ、 $\pm (X \cdot T_s / T_4)$ となったりミット特性を有している。

なお、 T_4 は、時間 T_3 よりも短い任意の時間に設定したクッション時間であり、 T_s は1サンプル周期であり、 X はリミット値である。

なお、クッション時間 T_4 により、電気二重層キャパシタによる直流充電部 23-1 を備えた系統安定化装置 20-1 の充放電時間が設定される。

[0085] クッション回路 410, 420 の動作は、クッション時間は違うが、基本

的にクッション回路 310 と同様な動作をする。つまり、入力信号の値に変化が生じたときに単位時間当たりの信号変化値を前記クッション回路 310 の信号変化値よりも大きくして信号を出力する。

[0086] 上記構成となっている第 1 の電流指令作成部 400 における信号状態を、図 2 を参照して説明する。

[0087] 変動検出部 300 から出力された共通の電流指令 I_{ref0} は、クッション回路 410 にてクッション処理がされて単位時間当たりの信号変化値が緩やかにされるため、クッション回路 410 からは、図 2 (e) に示すようなクッション信号 b が出力される。

[0088] 減算器 401 は、共通の電流指令 I_{ref0} からクッション信号 b を減算することにより、図 2 (f) に示すような共通の減算信号 c を出力する。

アンプ 402 は、減算信号 c を増幅して、図 2 (g) に示すような電流指令 I_{ref11} を出力する。

[0089] またクッション信号 b は、アンプ 403 により増幅され、定格リミッタ 404 により信号値が定格値にリミットされることにより、図 2 (h) に示すようなリミッタ信号 d となる。

[0090] リミッタ信号 d は、クッション回路 420 にてクッション処理がされて単位時間当たりの信号変化値が緩やかにされるため、クッション回路 420 からは、図 2 (i) に示すようなクッション信号 e が出力される。

クッション信号 e は、時点 t_1 から時点 t_2 まで時間 T_4 をかけて直線的に増加（漸増し）時点 t_2 から時点 t_3 まで時間 $(T_3 - T_4)$ をかけて直線的に減少（漸減）する特性となっている。

[0091] 減算器 405 は、リミッタ信号 d からクッション信号 e を減算することにより、図 2 (j) に示すような電流指令 I_{ref12} を出力する。この電流指令 I_{ref12} が出力される時間は T_4 である。

この電流指令 I_{ref12} は、系統安定化装置 20-1 と系統安定化装置 20-2 が協調運転しているときに、系統電流変動の残留を抑制する電流指令となっている。

[0092] 加算器406は、電流指令Iref d11と電流指令Iref d12を加算することにより、図2(k)に示すような電流指令Iref d1を出力する。この電流指令Iref d1は定格リミッタ407により信号値が定格値にリミットされてから出力される。

[0093] 電流指令Iref d1は、信号幅（時間軸の長さ）がT4と小さく、短時間で立ち上がって短時間で立ち下がる特性となっているため、短時間で且つ高速な充放電を行う系統安定化装置20-1の電流指令として用いるのに適している。

[0094] ここで電流指令Iref d11と電流指令Iref d12と電流指令Iref d1の関係を説明する。

[0095] 電流指令Iref d11は図2(g)に示すように、信号幅（時間軸の長さ）が極めて小さく（T4に対して更に小さく）、極めて短時間で立ち上がって短時間で立ち下がる特性となっている。したがって、変動に対して電流指令Iref d11は敏感に反応して出力されたり、出力が停止されたりする。

このため、系統安定化装置20-1と系統安定化装置20-2が協調運転しているときには、系統安定化装置20-2側の安定化制御により影響を受けて適切な電流指令Iref d11が得られなくなる可能性がある。

そこで、電流指令Iref d11が過敏反応して適切な電流指令とならなくなることを防止するため、電流指令Iref d11に電流指令Iref d12を加算して、電流指令Iref d1としている。

[0096] 次に第2の電流指令作成部500について説明する。

第2の電流指令作成部500は、アンプ501と、定格リミッタ502、503と、クッション回路510とで構成されている。

[0097] クッション回路510のリミッタ511は、 $\pm (X \cdot T_s / T_4)$ となったりリミット特性を有している。

なお、T4は、時間T3よりも短い任意の時間に設定したクッション時間であり、Tsは1サンプル周期であり、Xはリミット値である。

[0098] クッション回路 510 の動作は、クッション時間は違うが、基本的にクッション回路 310 と同様な動作をする。つまり、入力信号の値に変化が生じたときに単位時間当たりの信号変化値を前記クッション回路 310 の信号変化値よりも大きくして信号を出力する。

[0099] 上記構成となっている第 2 の電流指令作成部 500 における信号状態を、図 2 を参照して説明する。

[0100] 共通の電流指令 $I_{ref d 0}$ は、アンプ 501 により増幅され、定格リミッタ 502 により信号値が定格値にリミットされ、更に、クッション回路 510 にてクッション処理がされて単位時間当たりの信号変化値が緩やかにされるため、クッション回路 510 からは、図 2 (1) に示すような電流指令 $I_{ref d 2}$ が出力される。この電流指令 $I_{ref d 2}$ は定格リミッタ 503 により信号値が定格値にリミットされてから出力される。

[0101] 電流指令 $I_{ref d 2}$ は、信号幅（時間軸の長さ）が T_3 と長く、時間 T_4 で立ち上がった後、時間（ $T_3 - T_4$ ）で立ち下がる特性となっているため、時間をかけて充放電を立ち上げ長時間の充放電を行う系統安定化装置 20-2 の電流指令として用いるのに適している。

[0102] ここで電流指令 $I_{ref d 1}$ と電流指令 $I_{ref d 2}$ の関係について説明する。

電流指令流 $I_{ref d 1}$ は期間 T_4 ($t_1 \sim t_2$) においてのみ出力され、電流指令 $I_{ref d 2}$ は、期間 T_4 ($t_1 \sim t_2$) においては徐々に増加し、期間 $T_4 - T_3$ ($t_2 \sim t_3$) において徐々に増加する。

期間 T_4 に着目すると、電流指令 $I_{ref d 1}$ は時点 t_1 にて瞬時に立ち上がってその後は徐々に減少するのに対して、電流指令 $I_{ref d 2}$ は時点 t_1 から徐々に増加している。このように、期間 T_4 では、電流指令 $I_{ref d 1}$ が減少し、電流指令 $I_{ref d 2}$ が逆に増加しているため、電流指令 $I_{ref d 1}$ から電流指令 $I_{ref d 2}$ の入れ替えをスムーズに行うことができる。

[0103] したがって、電気二重層キャパシタで構成した直流充電部 23-1 を有す

るため短時間の充放電をする系統安定化装置 20-1 を電流指令 I_{refd1} により制御し、鉛蓄電池で構成した直流充電部 23-2 を有するため長時間の充放電をする系統安定化装置 20-2 を電流指令 I_{refd2} により制御することで、系統安定化装置 20-1 と系統安定化装置 20-2 による系統安定化制御が干渉することなく、良好な制御ができる。

しかも、この場合には、系統安定化装置 20-1 と系統安定化装置 20-2 と分散電源 11 の出力電力及び出力電流を監視する必要はない。

[0104] また、本実施例では、クッション回路 310, 410, 420, 430 を、リミッタ 311, 411, 421, 431 と遅延回路 312, 412, 422, 432 と減算器 313, 413, 423, 433 と加算器 314, 414, 424, 434 により構成することにより、得られる電流指令 I_{refd1} , I_{refd2} の変化は直線状の特性となる。

このため、系統安定化装置 20-1, 20-2 の制御のみならず、この系統安定化装置と連動して動作する各種機器（発電機）などの制御を容易に行うことができる。

実施例 2

[0105] 図 3 は本発明の実施例 2 にかかる変動検出ブロック 200A を示す。この変動検出ブロック 200A は、図 1 に示す変動検出ブロック 200 に、更に、切替スイッチ 408 を備えたものである。

[0106] この切替スイッチ 408 は、減算器 405 と加算器 406 との間に介装されている。切替スイッチ 408 は、電気二重層キャパシタにより直流充電部 23-1 が形成されている系統安定化装置 20-1 と、鉛蓄電池により直流充電部 23-2 が形成されている系統安定化装置 20-2 とが協調運転しているときには投入され、電気二重層キャパシタにより直流充電部 23-1 が形成されている系統安定化装置 20-1 のみが単独運転されているときには遮断状態となる。

[0107] したがって協調運転時には、 $I_{refd1} = I_{refd11} + I_{refd12}$ となるが、単独運転時には $I_{refd1} = I_{refd11}$ となる。

このように、単独運転時には $I_{ref d1} = I_{ref d11}$ となるため、電流指令 $I_{ref d1}$ には、系統電流変動の残留を抑制する電流指令 $I_{ref d12}$ が含まれない。

[0108] 系統安定化装置 20-1 のみが単独運転されているときには、 $I_{ref d1} = I_{ref d11} + I_{ref d12}$ とすると、系統安定化装置 20-1 は時間 $T4$ よりも長い時間にわたって充放電をする場合が。

しかし、本願のように、系統安定化装置 20-1 のみが単独運転されているときに切替スイッチ 408 を遮断して、電流指令 $I_{ref d1} = I_{ref d11}$ として、系統電流変動の残留を抑制する電流指令 $I_{ref d12}$ を含まないようにすれば、短時間の充放電を行う系統安定化装置 20-1 が、時間 $T4$ よりも長い時間にわたって充放電動作を行うことを防止することができる。

[0109] なお、上記の実施例 1, 2 の例は、変動検出ブロック 200, 200A を変動検出ブロック 105 として使用した場合の例であるが、変動検出ブロック 200, 200A を、回路構成に変更を加えることなく、変動検出ブロック 106, 123, 124 として使用することができる。

[0110] 変動検出ブロック 200, 200A を変動検出ブロック 106 として使用する場合には、図 1, 図 3 において、系統電流の有効分 I_{cs} を系統電流の無効分 I_{cd} に、有効分の電流指令 $I_{ref d0}$, $I_{ref d11}$, $I_{ref d12}$, $I_{ref d1}$, $I_{ref d2}$ を無効分の電流指令 $I_{ref q0}$, $I_{ref q11}$, $I_{ref q12}$, $I_{ref q1}$, $I_{ref q2}$ に置き換えればよい。

[0111] 変動検出ブロック 200, 200A を変動検出ブロック 123 として使用する場合には、図 1, 図 3 において、系統電流の有効分 I_{cs} を周波数信号 F に置き換えればよい。

[0112] 変動検出ブロック 200, 200A を変動検出ブロック 124 として使用する場合には、図 1, 図 3 において、系統電流の有効分 I_{cs} を振幅信号 L に、有効分の電流指令 $I_{ref d0}$, $I_{ref d11}$, $I_{ref d12}$, I

$r_{e f d 1}$, $I_{r e f d 2}$ を無効分の電流指令 $I_{r e f q 0}$, $I_{r e f q 1}$, $I_{r e f q 1 2}$, $I_{r e f q 1}$, $I_{r e f q 2}$ に置き換えればよい。

[0113] また前記実施例 1, 2は、コンピュータに予め設定した演算処理プログラム（ソフトウェア）を用いて演算することにより、実現することもできる。

[0114] つまり、ソフトウェアを利用した実施例では、変動検出ブロック 200, 200Aとしては、ハードウェアであるコンピュータに、変動検出ブロック 200, 200Aとして必要な演算処理をする演算処理プログラム（ソフトウェア）を組み込んだ（設定した）ものとして構成することができる。

[0115] このようなソフトウェアを利用した実施例に係る変動検出ブロック 200, 200Aでは、次の様な演算処理を、演算処理プログラムにより実行する。

[0116] (1) 演算処理プログラムには、ノイズ除去用の時定数が T_1 として設定され、変動検出時間を設定するための時定数が T_2 として設定され、任意に設定した第1のクッションが T_3 として設定され、第1のクッション時間 T_3 よりも短い第2のクッション時間が T_4 として設定される。

上記設定が完了後、変動検出ブロック 200, 200Aは、演算処理プログラムを用いた演算処理により、次のような演算処理をする。

[0117] (2) 変動検出部(300)は、演算処理プログラムを用いた演算処理により、当該変動検出ブロックに入力される入力信号を、時定数を T_1 とした一次遅れフィルタ処理して、第1のフィルタ信号を求め、

当該変動検出ブロックに入力される入力信号を、時定数を T_2 とした一次遅れフィルタ処理して、第2のフィルタ信号を求め、

第2のフィルタ信号を、第1のクッション時間 T_3 を用いて単位時間当たりの信号変化値を緩やかにして、クッション信号(a)を求め、

第1のフィルタ信号からクッション信号(a)を減算して、共通の電流指令($I_{r d f d 0}$)を求める。

[0118] 第1の電流指令作成部(400)は、演算処理プログラムを用いた演算処理により、

共通の電流指令 (I_{rdfd0}) を、第2のクッション時間 T_4 を用いて単位時間当たりの信号変化値を緩やかにして、クッション信号 (b) を求め、

共通の電流指令 (I_{rdfd0}) からクッション信号 (b) を減算して減算信号 (c) を求め、この減算信号 (c) を増幅して電流指令 (I_{fdfd11}) を求め、

クッション信号 (b) を予め設定した定格値でリミットしてリミッタ信号 (d) を求め、

リミッタ信号 (d) を、第2のクッション時間 T_4 を用いて単位時間当たりの信号変化値を緩やかにして、クッション信号 (e) を求め、

リミッタ信号 (d) からクッション信号 (e) を減算して電流指令 (I_{fdfd12}) を求め、

電流指令 (I_{fdfd11}) と電流指令 (I_{fdfd12}) を加算して電流指令 (I_{fdfd1}) を求め、または電流指令 (I_{fdfd11}) をそのまま電流指令 (I_{fdfd1}) として求め、求めた電流指令 (I_{fdfd1}) を出力する。

[0119] 第2の電流指令作成部(500)は、演算処理プログラムを用いた演算処理により、

共通の電流指令 (I_{rdfd0}) を予め設定した定格値でリミットした後、第2のクッション時間 T_4 を用いて単位時間当たりの信号変化値を緩やかにして、電流指令 (I_{fdfd2}) を求め、この電流指令 (I_{fdfd2}) を出力する。

符号の説明

- [0120] 1 電力系統
 2 遮断器
 1 0 配電系統
 1 1 分散電源
 1 2 負荷
 2 0, 2 0-1, 2 0-2 系統安定化装置
 2 1, 2 1-1, 2 1-2 制御部
 2 2, 2 2-1, 2 2-2 電力変換器
 2 3, 2 3-1, 2 3-2 直流充電部

24, 26, 26-1, 26-2 電流検出器

25, 25-1, 25-2 電圧検出器

105, 106, 123, 124, 200, 200A 変動検出ブロック

300 変動検出部

400 第1の電流指令作成部

500 第2の電流指令作成部

請求の範囲

[請求項1]

電力系統が正常であるときには前記電力系統に接続され、前記電力系統に異常が発生したときには前記電力系統から遮断され、しかも分散電源と負荷が接続された配電系統に備えられる系統安定化装置であって、

前記系統安定化装置は、制御部と、前記制御部から送られてくるゲート信号に応じて順変換動作と逆変換動作をする電力変換器を有し、前記制御部は、

前記電力系統が正常であるときには、

前記電力系統から前記配電系統に流入する系統電流から、系統電流の有効分と系統電流の無効分を求め、

第1の変動検出ブロックにより前記系統電流の有効分に含まれる変動分を求めて、この変動分を有効分の電流指令とし、

第2の変動検出ブロックにより前記系統電流の無効分に含まれる変動分を求めて、この変動分を無効分の電流指令とし、

更に、前記電力変換器が入出力する変換器電流から、変換器電流の有効分と変換器電流の無効分を求め、

前記有効分の電流指令と前記変換器電流の有効分との偏差である有効分の電流偏差を零とし、且つ、前記無効分の電流指令と前記変換器電流の無効分との偏差である無効分の電流偏差を零とするゲート信号を出力し、

前記電力系統に異常が発生したときには、

前記配電系統の系統電圧から、系統電圧の周波数を示す周波数信号と系統電圧の振幅を示す振幅信号を求め、

第3の変動検出ブロックにより前記周波数信号に含まれる変動分を求めて、この変動分を有効分の電流指令とし、

第4の変動検出ブロックにより前記振幅信号に含まれる変動分を求めて、この変動分を無効分の電流指令とし、

更に、前記電力変換器が入出力する変換器電流から変換器電流の有効分と変換器電流の無効分を求め、

前記有効分の電流指令と前記変換器電流の有効分との偏差である有効分の電流偏差を零とし、且つ、前記無効分の電流指令と前記変換器電流の無効分との偏差である無効分の電流偏差を零とするゲート信号を出力し、

しかも、第1から第4の変動検出ブロックは、

共通の電流指令を出力する変動検出部(300)と、前記共通の電流指令を入力して第1の電流指令を出力する第1の電流指令作成部(400)と、前記共通の電流指令を入力して第2の電流指令を出力する第2の電流指令作成部(500)とで構成され、

前記変動検出部(300)は、ノイズ除去を目的として決定した時定数が設定されているローパスフィルタ(301)と、入力信号の値に変化が生じたときに単位時間当たりの信号変化値を緩やかにして信号を出力するクッション回路(310)と、前記ローパスフィルタ(301)の出力信号から前記クッション回路(310)の出力信号を減算して前記共通の電流指令を出力する減算器(303)を有し、

前記第1の電流指令作成部(400)は、前記共通の電流指令が入力されると共に入力信号の値に変化が生じたときに単位時間当たりの信号変化値を前記クッション回路(310)の信号変化値よりも大きくして信号を出力するクッション回路(410)と、前記共通の電流指令から前記クッション回路(410)の出力信号を減算して出力する減算器(401)と、前記減算器(401)の出力信号を増幅するアンプ(402)と、前記クッション回路(410)の出力信号を増幅するアンプ(403)と、前記アンプ(403)の出力信号をリミットする定格リミッタ(404)と、前記定格リミッタ(404)の出力信号が入力されると共に入力信号の値に変化が生じたときに単位時間当たりの信号変化値を前記クッション回路(310)の信号変化値よりも大きくして信号を出力するクッション回路(420)と、前記

定格リミッタ (404) の出力信号から前記クッション回路 (420) の出力信号を減算して出力する減算器 (405) と、前記アンプ (402) の出力信号と前記減算器 (405) の出力信号を加算して前記第1の電流指令を出力する加算器 (406) を有し、

前記第2の電流指令作成部 (500) は、前記共通の電流指令を増幅するアンプ (501) と、前記アンプ (501) の出力信号をリミットする定格リミッタ (502) と、前記定格リミッタ (502) の出力信号が入力されると共に入力信号の値に変化が生じたときに単位時間当たりの信号変化値を前記クッション回路 (310) の信号変化値よりも大きくして前記第2の電流指令を出力するクッション回路 (510) を有する、

ことを特徴とする系統安定化装置。

[請求項2]

請求項1において、

前記第1の電流指令作成部 (400) には、前記減算器 (405) と前記加算器 (406) の間に切替スイッチ (408) が介装されており、

この切替スイッチ (408) は、

前記電力変換器に接続された直流充電部が電気二重層キャパシタで形成されている系統安定化装置と、前記電力変換器に接続された直流充電部が鉛蓄電池で形成されている系統安定化装置とが協調運転しているときには投入状態となり、

前記電力変換器に接続された直流充電部が電気二重層キャパシタで形成されている系統安定化装置のみが単独運転しているときには遮断状態となることを特徴とする系統安定化装置。

[請求項3]

請求項1または請求項2において、

前記クッション回路 (310), (410), (420), (510) は、クッション時間を T_c 、1 サンプル周期を T_s 、 X をリミット値としたときに、 $\pm (X \cdot T_s / T_c)$ となったリミット特性を有するリミッタと、入力された信号を1 サンプル周期 T_s だけ遅延させて出力する遅延回路と、減算器と、加算器を有し

前記減算器は、当該クッション回路の入力信号から前記遅延回路の出力信号を減算して前記リミッタに送り、

前記加算器は、前記リミッタの出力信号と前記遅延回路の出力信号とを加算して出力し、

前記遅延回路は、前記加算器から出力された信号を 1 サンプル周期 T_s だけ遅延させて出力し、

しかも、前記クッション回路 (310) のリミッタに設定したクッション時間 (T_3) は、前記クッション回路 (410), (420), (510) のリミッタに設定したクッション時間 (T_4) よりも長く設定していることを特徴とする系統安定化装置。

[請求項4]

請求項 1 または請求項 2 に記載の系統安定化装置であって、

第 1 から第 4 の変動検出ブロックには、ノイズ除去用の時定数が T_1 として設定され、変動検出時間を設定するための時定数が T_2 として設定され、任意に設定した第 1 のクッションが T_3 として設定され、第 1 のクッション時間 T_3 よりも短い第 2 のクッション時間が T_4 として設定され、

前記変動検出部 (300) は、演算処理プログラムを用いた演算処理により、

当該変動検出ブロックに入力される入力信号を、時定数を T_1 とした一次遅れフィルタ処理して、第 1 のフィルタ信号を求め、

当該変動検出ブロックに入力される入力信号を、時定数を T_2 とした一次遅れフィルタ処理して、第 2 のフィルタ信号を求め、

第 2 のフィルタ信号を、第 1 のクッション時間 T_3 を用いて単位時間当たりの信号変化値を緩やかにして、クッション信号 (a) を求め、

第 1 のフィルタ信号からクッション信号 (a) を減算して、共通の電流指令 (I_{rfd0}) を求め、

前記第 1 の電流指令作成部 (400) は、演算処理プログラムを用いた

演算処理により、

共通の電流指令 (I_{rfd0}) を、第2のクッション時間 T_4 を用いて単位時間当たりの信号変化値を緩やかにして、クッション信号 (b) を求め、

共通の電流指令 (I_{rfd0}) からクッション信号 (b) を減算して減算信号 (c) を求め、この減算信号 (c) を増幅して電流指令 (I_{fd11}) を求め、

クッション信号 (b) を予め設定した定格値でリミットしてリミッタ信号 (d) を求め、

リミッタ信号 (d) を、第2のクッション時間 T_4 を用いて単位時間当たりの信号変化値を緩やかにして、クッション信号 (e) を求め、

リミッタ信号 (d) からクッション信号 (e) を減算して電流指令 (I_{fd12}) を求め、

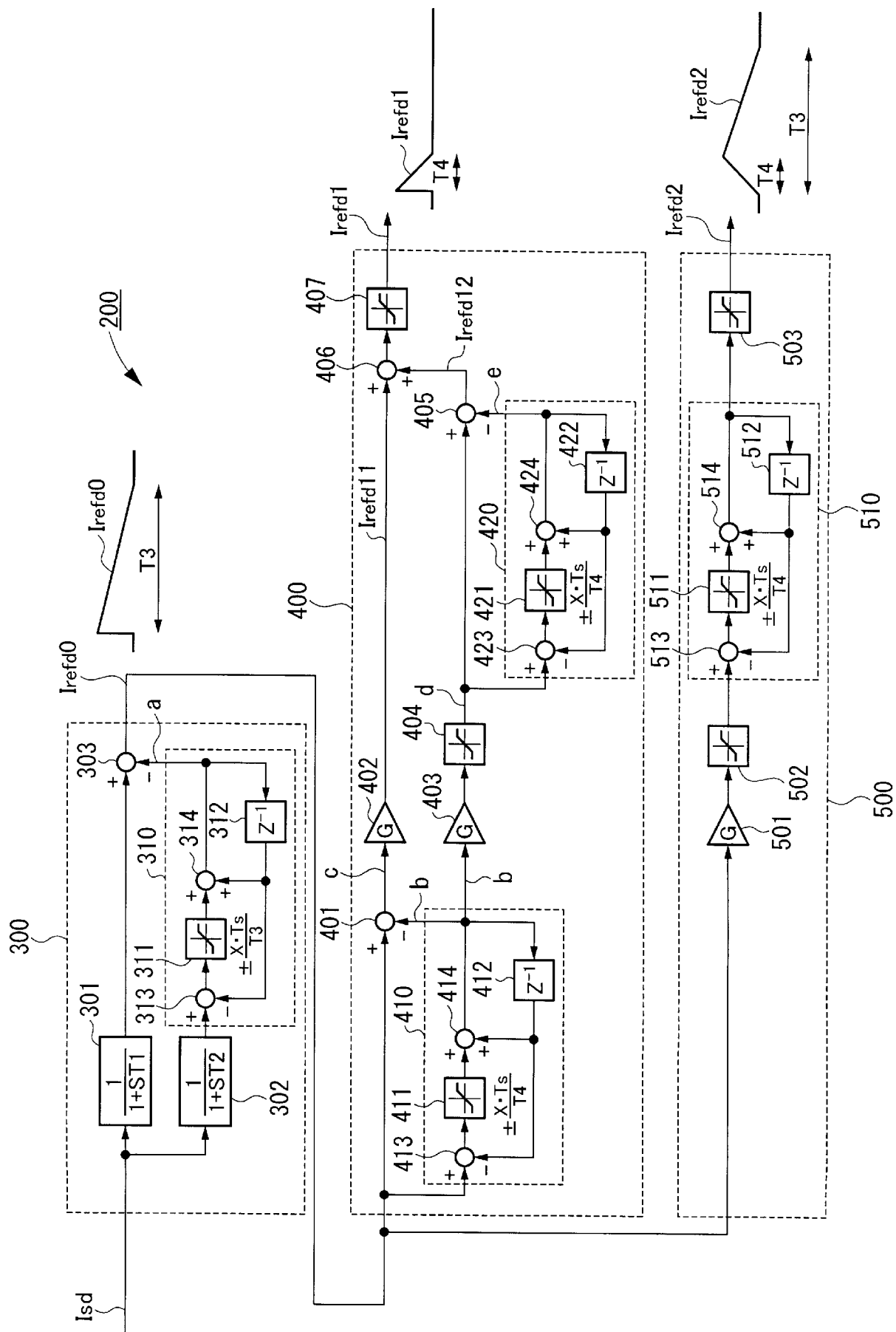
電流指令 (I_{fd11}) と電流指令 (I_{fd12}) を加算して電流指令 (I_{fd1}) を求め、または電流指令 (I_{fd11}) をそのまま電流指令 (I_{fd1}) として求め、求めた電流指令 (I_{fd1}) を出力し、

前記第2の電流指令作成部(500)は、演算処理プログラムを用いた演算処理により、

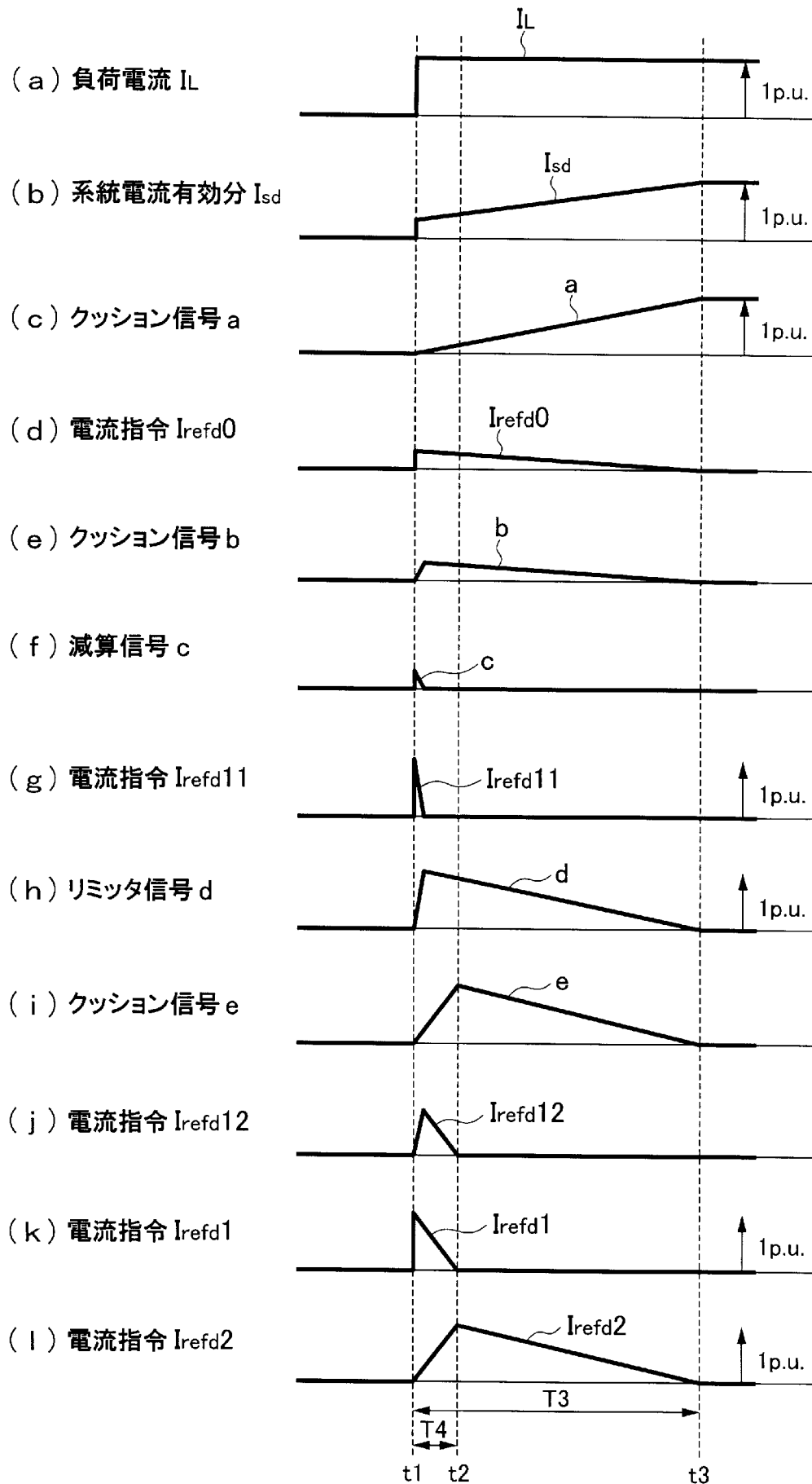
共通の電流指令 (I_{rfd0}) を予め設定した定格値でリミットした後、第2のクッション時間 T_4 を用いて単位時間当たりの信号変化値を緩やかにして、電流指令 (I_{fd2}) を求め、この電流指令 (I_{fd2}) を出力する、

ことを特徴とする系統安定化装置。

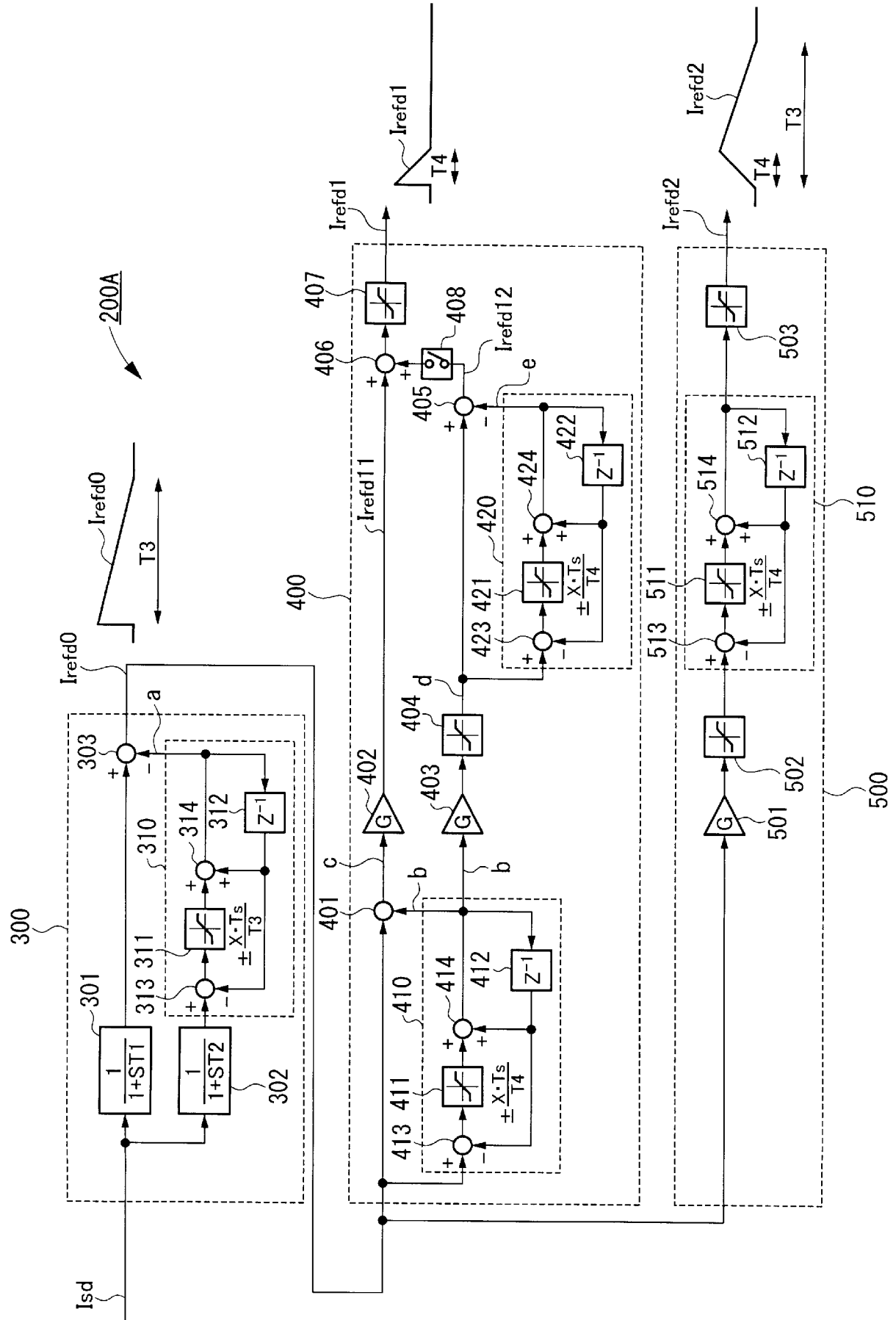
[図1]



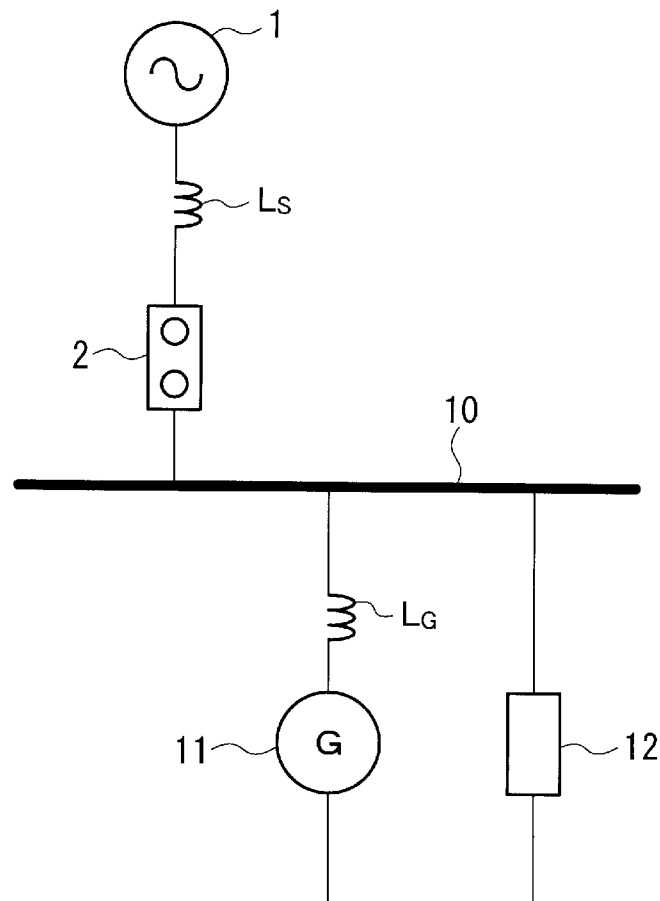
[図2]



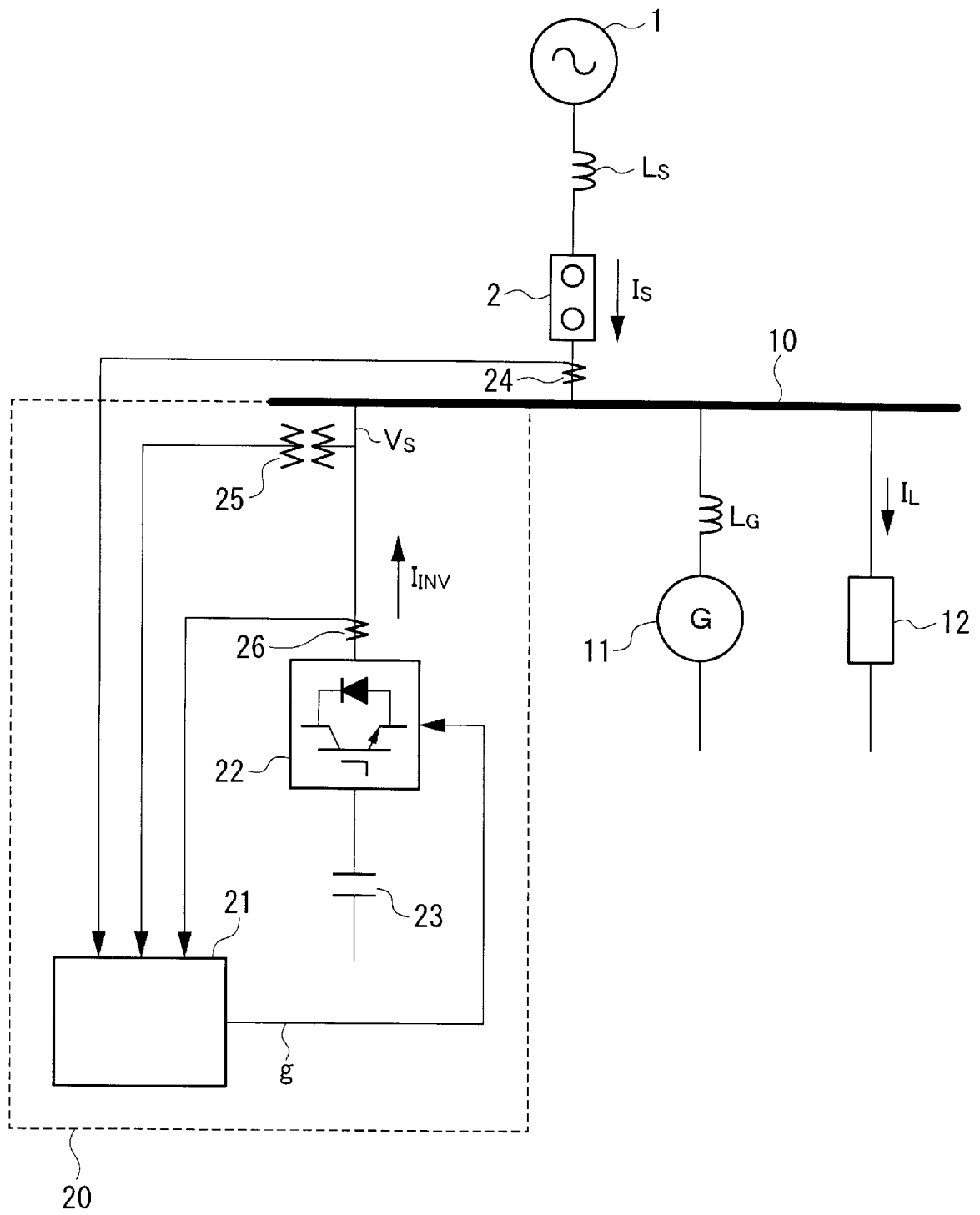
[図3]



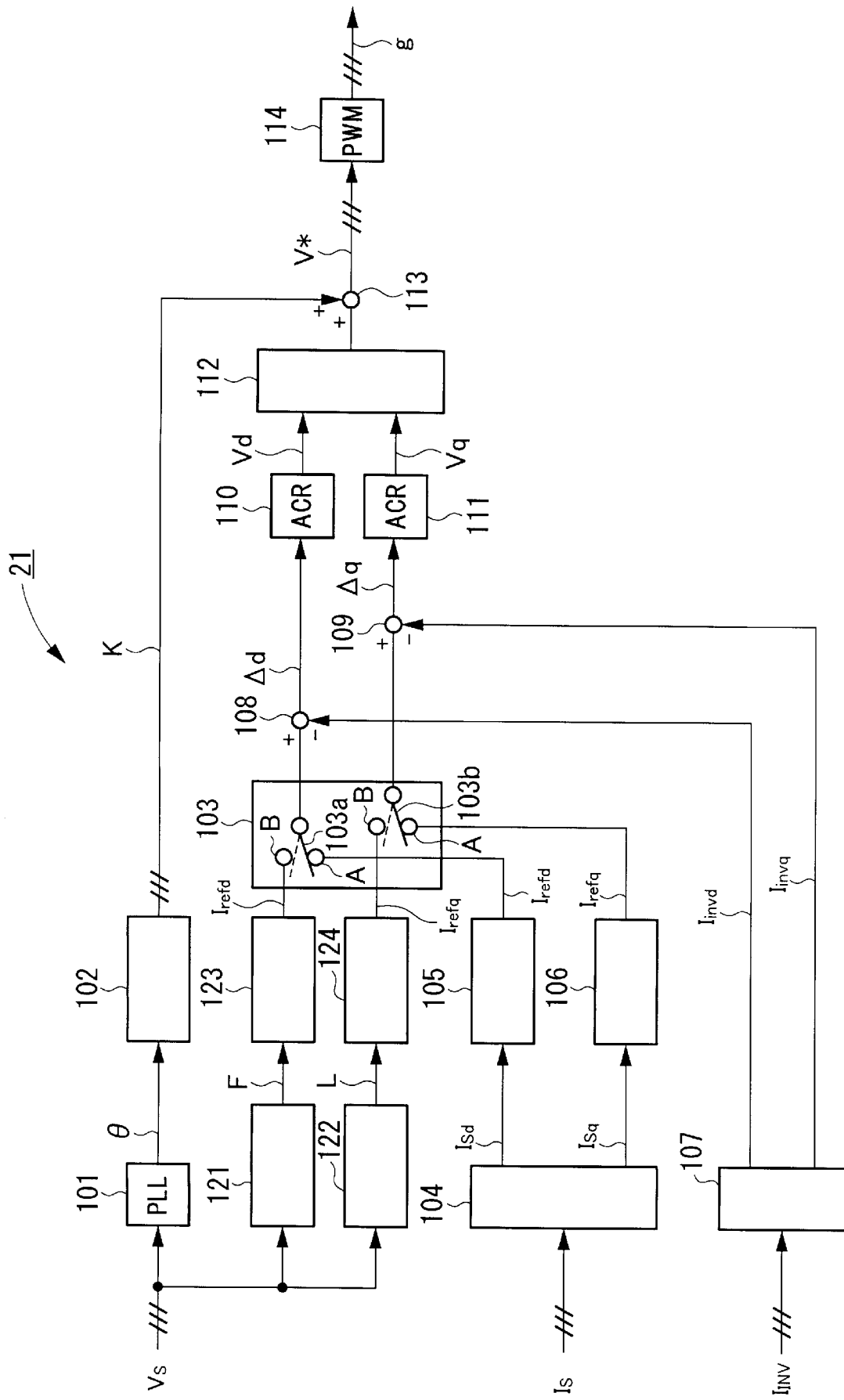
[図4]



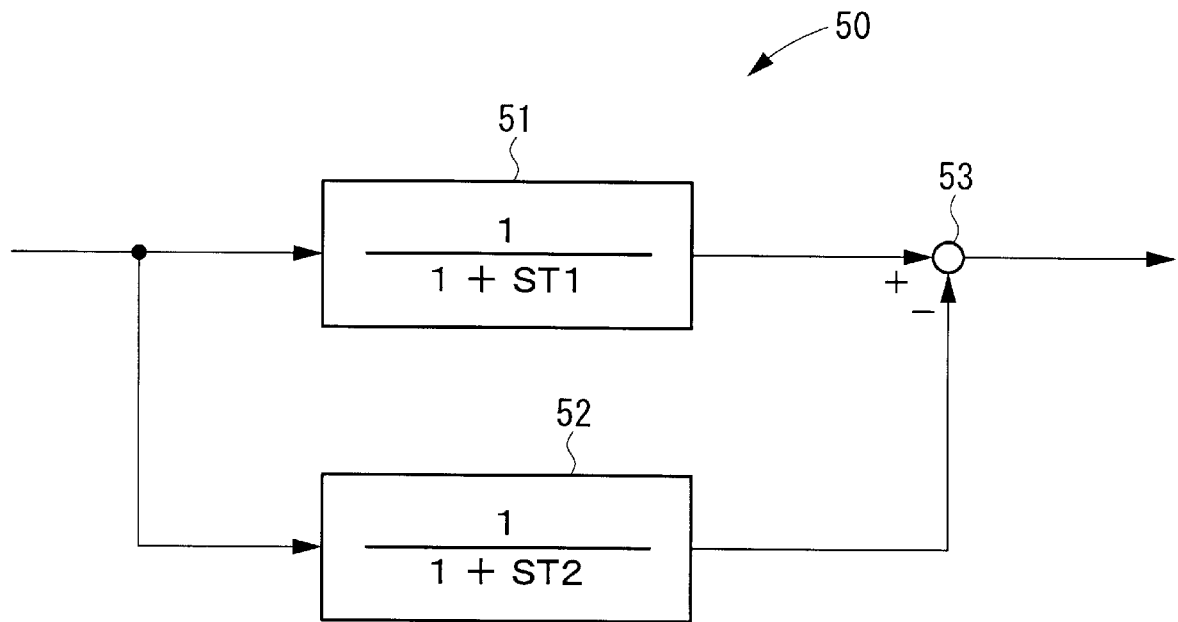
[図5]



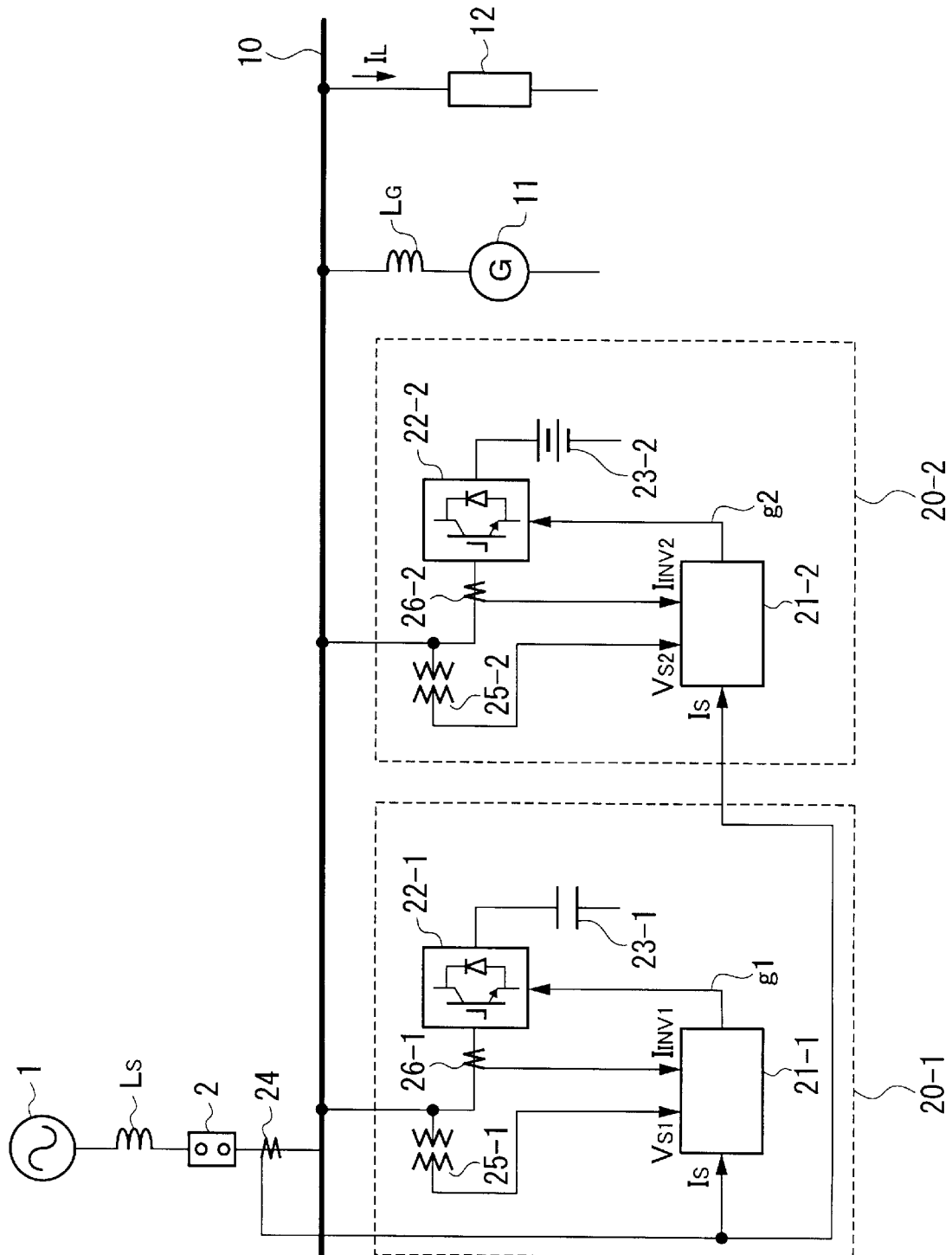
[図6]



[図7]



[図8]



INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2009/058703

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

H02J3/24(2006.01) i, H02J3/32(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)

H02J3/24, H02J3/32, 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 1996-2009

Kokai Jitsuyo Shinan Koho 1971-2009 Toroku Jitsuyo Shinan Koho 1994-2009

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 2001-292531 A (The Kansai Electric Power Co., Inc.), 19 October, 2001 (19.10.01), Par. Nos. [0026] to [0054]; Figs. 1 to 3 & US 2001/0012211 A1 & EP 1122856 A2	1-4
A	JP 2007-020361 A (Meidensha Corp.), 25 January, 2007 (25.01.07), Par. Nos. [0025] to [0027]; Figs. 3, 4 (Family: none)	1-4
A	JP 2006-333563 A (Meidensha Corp.), 07 December, 2006 (07.12.06), Full text; all drawings (Family: none)	1-4



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

06 July, 2009 (06.07.09)

Date of mailing of the international search report

14 July, 2009 (14.07.09)

Name and mailing address of the ISA/
Japanese Patent Office

Authorized officer

Facsimile No.

Telephone No.

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2009/058703

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 2003-235162 A (Nippon Telegraph And Telephone Corp.), 22 August, 2003 (22.08.03), Full text; all drawings (Family: none)	1-4

A. 発明の属する分野の分類（国際特許分類（I P C））

Int.Cl. H02J3/24(2006.01)i, H02J3/32(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（I P C））

Int.Cl. H02J3/24, H02J3/32, 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	1 9 2 2 - 1 9 9 6 年
日本国公開実用新案公報	1 9 7 1 - 2 0 0 9 年
日本国実用新案登録公報	1 9 9 6 - 2 0 0 9 年
日本国登録実用新案公報	1 9 9 4 - 2 0 0 9 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 2001-292531 A（関西電力株式会社）2001.10.19, 段落【0026】－【0054】，第1－3図 & US 2001/0012211 A1& EP 1122856 A2	1 - 4
A	JP 2007-020361 A（株式会社明電舎）2007.01.25, 段落【0025】－【0027】，第3，4図（ファミリーなし）	1 - 4
A	JP 2006-333563 A（株式会社明電舎）2006.12.07, 全文，全図（ファミリーなし）	1 - 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

「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

0 6 . 0 7 . 2 0 0 9

国際調査報告の発送日

1 4 . 0 7 . 2 0 0 9

国際調査機関の名称及びあて先

日本国特許庁（I S A / 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）

赤穂 嘉紀

5 T

3 4 5 8

電話番号 03-3581-1101 内線 3568

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 2003-235162 A (日本電信電話株式会社) 2003.08.22, 全文, 全図 (ファミリーなし)	1 - 4