

【公報種別】特許法第 17 条の 2 の規定による補正の掲載

【部門区分】第 5 部門第 1 区分

【発行日】平成28年5月26日 (2016.5.26)

【公開番号】特開2014-194173(P2014-194173A)

【公開日】平成26年10月9日 (2014.10.9)

【年通号数】公開・登録公報2014-056

【出願番号】特願2013-70571(P2013-70571)

【国際特許分類】

F 0 1 D 15/10 (2006.01)

H 0 2 P 9/00 (2006.01)

F 0 2 C 7/00 (2006.01)

F 0 2 C 9/00 (2006.01)

F 0 1 D 25/00 (2006.01)

【F I】

F 0 1 D 15/10 D

H 0 2 P 9/00 B

F 0 2 C 7/00 A

F 0 2 C 9/00 A

F 0 1 D 15/10 A

F 0 1 D 25/00 V

F 0 1 D 25/00 W

F 0 1 D 15/10 C

【手続補正書】

【提出日】平成28年3月25日 (2016.3.25)

【手続補正 1】

【補正対象書類名】特許請求の範囲

【補正対象項目名】全文

【補正方法】変更

【補正の内容】

【特許請求の範囲】

【請求項 1】

発電機に機械的に接続されている原動機の異常検出方法において、

出力計で検知された前記発電機の出力の変動幅が許容出力変動幅の範囲外になったか否かに応じて、前記原動機が異常であるか否かを判断する異常判断工程と、

前記異常判断工程での判断基準となる前記許容出力変動幅と、前記異常判断工程での判断対象となる前記出力計で検知された前記出力のうちの一方を、回転数計で検知された前記発電機と前記原動機とのうちの一方の回転数を用いて補正する補正工程と、

を実行することを特徴とする原動機の異常検出方法。

【請求項 2】

請求項 1 に記載の原動機の異常検出方法において、

前記補正工程では、前記一方の回転数を用いて、該回転数の回転数変動幅を求める回転数変動幅算出工程と、前記回転数変動幅が大きくなるに連れて、前記許容出力変動幅が大きくなるよう、該許容出力変動幅を補正する許容変動幅補正工程と、を実行し、

前記異常判断工程では、前記出力計で検知された前記出力の変動幅が前記許容変動幅補正工程で補正された前記許容出力変動幅の範囲外になったか否かに応じて、前記原動機が異常であるか否かを判断する

ことを特徴とする原動機の異常検出方法。

【請求項 3】

請求項 2 に記載の原動機の異常検出方法において、

前記回転数変動幅算出工程では、

前記回転数が定格回転数よりも高いときに低下した場合に、前記原動機及び前記発電機が正常運転中であるときに許容される回転数低下率を用いて求められる回転数である上参照回転数を求める上参照回転数演算工程と、

前記回転数が定格回転数以下のときに上昇した場合に、前記原動機及び前記発電機が正常運転中であるときに許容される回転数上昇率を用いて求められる回転数である下参照回転数であって、前記上参照回転数と同じ時刻における下参照回転数を求める下参照回転数演算工程と、

前記上参照回転数と前記下参照回転数との差を求め、該差を前記回転数変動幅として出力する偏差演算工程と、

を実行することを特徴とする原動機の異常検出方法。

【請求項 4】

請求項 2 又は 3 に記載の原動機の異常検出方法において、

前記異常判断工程では、前記出力計で検知された前記出力と該出力に対する基準出力との差を該出力の変動とする出力変動算出工程を、

実行することを特徴とする原動機の異常検出方法。

【請求項 5】

請求項 1 に記載の原動機の異常検出方法において、

前記補正工程では、前記一方の回転数と、該回転数の単位時間当たりの変化率である回転数変化率と、前記原動機及び前記発電機における回転系の慣性モーメントとを用いて、該原動機の見掛け上の出力変動を求め、前記出力計で検知された前記発電機の出力から該見掛け上の出力変動分を減算した値を、補正された出力とし、

前記異常判断工程では、前記補正工程で補正された前記出力の変動幅が前記許容出力変動幅の範囲外になったか否かに応じて、前記原動機が異常であるか否かを判断する、

ことを特徴とする原動機の異常検出方法。

【請求項 6】

請求項 5 に記載の原動機の異常検出方法において、

前記補正工程では、前記出力計から出力された前記出力から、前記回転数計からの出力に対する前記出力計からの出力の遅れ時間分遅れている前記見掛け上の出力変動を減算する、

ことを特徴とする原動機の異常検出方法。

【請求項 7】

請求項 5 又は 6 に記載の原動機の異常検出方法において、

前記異常判断工程では、前記補正工程で補正された前記出力と前記出力計で検知された前記出力に対する基準出力との差を該出力の変動とする出力変動算出工程を、

実行することを特徴とする原動機の異常検出方法。

【請求項 8】

請求項 4 又は 7 に記載の原動機の異常検出方法において、

前記出力変動算出工程では、前記原動機及び前記発電機が正常運転中であるときに許容される出力変化率を用いて求められる出力である参照出力を前記基準出力とする、

ことを特徴とする原動機の異常検出方法。

【請求項 9】

発電機に機械的に接続されている原動機の制御装置において、

出力計で検知された前記発電機の出力の変動幅が許容出力変動幅の範囲外になったか否かに応じて、前記原動機が異常であるか否かを判断する異常判断部と、

前記異常判断部での判断基準となる前記許容出力変動幅と前記異常判断部での判断対象となる前記出力計で検知された前記出力とのうちの一方を、回転数計で検知された前記発電機と前記原動機とのうちの一方の回転数を用いて補正する補正部と、

前記異常判断部で前記原動機が異常であると判断されると、前記原動機をトリップさせ

ることができる操作部にトリップ信号を出力して、該原動機をトリップさせるトリップ信号出力部と、

を備えていることを特徴とする原動機の制御装置。

【請求項 10】

請求項 9 に記載の原動機の制御装置において、

前記補正部は、前記一方の回転数を用いて、該回転数の回転数変動幅を求める回転数変動幅算出部と、前記回転数変動幅が大きくなるに連れて、前記許容出力変動幅が大きくなるよう、該許容出力変動幅を補正する許容変動幅補正部と、を有し、

前記異常判断部は、前記出力計で検知された前記出力の変動幅が前記許容変動幅補正部で補正された前記許容出力変動幅の範囲外になったか否かに応じて、前記原動機が異常であるか否かを判断する

ことを特徴とする原動機の制御装置。

【請求項 11】

請求項 10 に記載の原動機の制御装置において、

前記回転数変動幅算出部は、

前記回転数が定格回転数よりも高いときに低下した場合に、前記原動機及び前記発電機が正常運転中であるときに許容される回転数低下率を用いて求められる回転数である上参照回転数を求める上参照回転数演算部と、

前記回転数が定格回転数以下のときに上昇した場合に、前記原動機及び前記発電機が正常運転中であるときに許容される回転数上昇率を用いて求められる回転数である下参照回転数であって、前記上参照回転数と同じ時刻における下参照回転数を求める下参照回転数演算部と、

前記上参照回転数と前記下参照回転数との差を求め、該差を前記回転数変動幅として出力する偏差演算部と、

を有することを特徴とする原動機の制御装置。

【請求項 12】

請求項 10 又は 11 に記載の原動機の制御装置において、

前記異常判断部は、前記出力計で検知された前記出力と該出力に対する基準出力との差を該出力の変動とする出力変動算出部を有する、

ことを特徴とする原動機の制御装置。

【請求項 13】

請求項 9 に記載の原動機の制御装置において、

前記補正部は、

前記一方の回転数と、該回転数の単位時間当たりの変化率である回転数変化率と、前記原動機及び前記発電機における回転系の慣性モーメントとを用いて、該原動機の見掛け上の出力変動を求める見掛け出力変動算出部と、

前記出力計で検知された前記発電機の出力から前記見掛け上の出力変動分を減算した値を、補正された出力とする出力演算部と、

を有し、

前記異常判断部は、前記補正部が補正した前記出力の変動幅が前記許容出力変動幅の範囲外になったか否かに応じて、前記原動機が異常であるか否かを判断する、

ことを特徴とする原動機の制御装置。

【請求項 14】

請求項 13 に記載の原動機の制御装置において、

前記補正部は、前記出力演算部に入力する前記見掛け上の出力変動を、前記回転数計からの出力に対する前記出力計からの出力の遅れ時間分遅らせる遅れ時間調節部を有する、

ことを特徴とする原動機の制御装置。

【請求項 15】

請求項 13 又は 14 に記載の原動機の制御装置において、

前記異常判断部は、前記補正部が補正した前記出力と前記出力計で検知された前記出力

に対する基準出力との差を該出力の変動とする出力変動算出部を有する、
ことを特徴とする原動機の制御装置。

【請求項 16】

請求項 12 又は 15 に記載の原動機の制御装置において、
前記出力変動算出部は、前記原動機及び前記発電機が正常運転中であるときに許容される出力変化率を用いて求められる出力である参照出力を前記基準出力とする、
ことを特徴とする原動機の制御装置。

【請求項 17】

請求項 9 から 16 のいずれか一項に記載の原動機の制御装置と、
前記原動機と、
前記発電機と、
前記操作部と、
を備えていることを特徴とする発電プラント。

【手続補正 2】

【補正対象書類名】明細書

【補正対象項目名】0013

【補正方法】変更

【補正の内容】

【0013】

ここで、前記原動機の異常検出方法において、前記補正工程では、前記一方の回転数を用いて、該回転数の回転数変動幅を求める回転数変動幅算出工程と、前記回転数変動幅が大きくなるに連れて、前記許容出力変動幅が大きくなるよう、該許容出力変動幅を補正する許容変動幅補正工程と、を実行し、前記異常判断工程では、前記出力計で検知された前記出力の変動幅が前記許容変動幅補正工程で補正された前記許容出力変動幅の範囲外になったか否かに応じて、前記原動機が異常であるか否かを判断してもよい。

【手続補正 3】

【補正対象書類名】明細書

【補正対象項目名】0026

【補正方法】変更

【補正の内容】

【0026】

また、前記原動機の制御装置において、前記補正部は、前記一方の回転数を用いて、該回転数の回転数変動幅を求める回転数変動幅算出部と、前記回転数変動幅が大きくなるに連れて、前記許容出力変動幅が大きくなるよう、該許容出力変動幅を補正する許容変動幅補正部と、を有し、前記異常判断部は、前記出力計で検知された前記出力の変動幅が前記許容変動幅補正部で補正された前記許容出力変動幅の範囲外になったか否かに応じて、前記原動機が異常であるか否かを判断してもよい。

【手続補正 4】

【補正対象書類名】明細書

【補正対象項目名】0029

【補正方法】変更

【補正の内容】

【0029】

また、前記一態様としての前記原動機の制御装置において、前記補正部は、前記一方の回転数と、該回転数の単位時間当たりの変化率である回転数変化率と、前記原動機及び前記発電機における回転系の慣性モーメントとを用いて、該原動機の見掛け上の出力変動を求める見掛け出力変動算出部と、前記出力計で検知された前記発電機の出力から前記見掛け上の出力変動分を減算した値を、補正された出力とする出力演算部と、を有し、前記異常判断部は、前記補正部が補正した前記出力の変動幅が前記許容出力変動幅の範囲外になったか否かに応じて、前記原動機が異常であるか否かを判断してもよい。

【手続補正 5】

【補正対象書類名】明細書

【補正対象項目名】0046

【補正方法】変更

【補正の内容】

【0046】

許容幅判断器 163 は、出力が増加した場合の上限許容変動幅 ΔP_{si} を減算器 162 からの出力変動幅 ΔP_g が超えているか否かを判断する上限判断器 164 と、出力が減少した場合の下限許容変動幅 ΔP_{sd} を減算器 162 からの出力変動幅 ΔP_g が超えているか否かを判断する下限判断器 165 と、を有する。許容幅判断器 163 は、減算器 162 からの出力変動幅 ΔP_g が許容出力変動幅 ΔP_s の範囲外であると、異常状態である旨を示す異常信号を出力する。具体的には、減算器 162 からの出力変動幅 ΔP_g が上限許容変動幅 ΔP_{si} を超えている場合には上限判断器 164 が異常信号を出力し、減算器 162 からの出力変動幅 ΔP_g が下限許容変動幅 ΔP_{sd} を負側に超えている場合には下限判断器 165 が異常信号を出力する。

【手続補正 6】

【補正対象書類名】明細書

【補正対象項目名】0059

【補正方法】変更

【補正の内容】

【0059】

この判断工程 (S6) では、許容幅判断器 163 が減算器 162 から出力変動幅 ΔP_g を受け付け、この出力変動幅 ΔP_g が補正部 150 で補正された許容出力変動幅 ΔP_s の範囲外か否かを判断する。そして、許容幅判断器 163 は、出力変動幅 ΔP_g が許容出力変動幅 ΔP_s の範囲外であると、異常状態である旨を示す異常信号を出力する。この異常信号が出力されると、許容外時間判断器 166 は、出力変動幅 ΔP_g が許容出力変動幅 ΔP_s の範囲外になっている時間が所定時間 T_p 以上であるか否かを判断し、所定時間 T_p 以上であれば、トリップ信号出力部 170 に異常信号を出力する。すなわち、この判断工程 (S6) では、出力変動幅 ΔP_g が許容出力変動幅 ΔP_s の範囲外であり、且つこの状態が所定時間 T_p 継続すると、トリップ信号出力部 170 に異常信号を出力する。一方、出力変動幅 ΔP_g が許容出力変動幅 ΔP_s の範囲外ではない、又は、出力変動幅 ΔP_g が許容出力変動幅 ΔP_s の範囲外である状態が所定時間 T_p 継続しない場合には、補正工程 (S1) に戻ると共に、異常判定工程 (S4) に戻る。

【手続補正 7】

【補正対象書類名】明細書

【補正対象項目名】0062

【補正方法】変更

【補正の内容】

【0062】

「背景技術」の欄で述べた特許文献 1 に記載の技術では、発電機 20 の現在の出力と所定時間前の発電機 20 の出力との差と、固定値である基準値とが比較されて、ガスタービン 10 の状態を判定している。すなわち、図 7 に示すように、基準値である発電機 20 の出力の許容出力変動幅 ΔP_s は、回転数変動幅 ΔN_p の変化に関わらず、一定である。従って、ガスタービン 10 の出力が一定でも、電力系統 29 が変動して、発電機 20 の出力が大きく変動すると、例えば、図 6 中の時刻 t_x でガスタービン 10 をトリップさせる可能性がある。

【手続補正 8】

【補正対象書類名】明細書

【補正対象項目名】0069

【補正方法】変更

【補正の内容】

【0069】

出力変動算出部167aは、出力計26からの出力に基づき参照出力Prを出力する参照出力発生器161と、参照出力Prと補正部110からの出力Ptとの差である出力変動幅 ΔP_g を求める減算器162aと、を有している。

【手続補正9】

【補正対象書類名】明細書

【補正対象項目名】0071

【補正方法】変更

【補正の内容】

【0071】

なお、ここでは、参照出力Prを基準として、この参照出力Prと補正部110からの出力Ptとの差を出力変動幅 ΔP_g としているが、所定時間前の補正部110からの出力Ptを基準にして、この基準となる補正部110からの出力と現時点の補正部110からの出力との差を出力変動幅 ΔP_g としてもよい。

【手続補正10】

【補正対象書類名】明細書

【補正対象項目名】0083

【補正方法】変更

【補正の内容】

【0083】

仮に、位相が遅れ時間Td分遅れている発電機20の出力Pgから、位相が遅れていない見掛け上の出力変動 Δp を減算して、ガスタービン10の出力Ptを求めるとする。この場合、遅れ時間Tdが比較的短い時間であれば、あまり問題にならないが、遅れ時間Tdが比較的長い時間になれば、求められるガスタービン10の出力Ptに大きな誤差が含まれることになる。特に、遅れ時間Tdが回転数の変動周期Tの $1/2$ である場合、本来、出力の正のピーク値から出力変動の正のピーク値を減算しなければならないにも関わらず、出力の正のピーク値から出力変動の負のピーク値を減算することになり、ガスタービン10の出力の変動が見掛け上の変動より極めて大きくなってしまう。

【手続補正11】

【補正対象書類名】明細書

【補正対象項目名】0091

【補正方法】変更

【補正の内容】

【0091】

この結果、遅れ時間調節部112から出力された見掛け上の出力変動 Δp は、出力計26の遅れ時間Tdを考慮した見掛け上の出力変動となる。なお、見掛け出力変動演算工程(S12)と遅れ時間調節工程(S13)とを合わせた工程が、出力計26の遅れ時間Tdを考慮した見掛け上の出力変動を求める見掛け出力変動算出工程(S11)を成す。

【手続補正12】

【補正対象書類名】明細書

【補正対象項目名】0094

【補正方法】変更

【補正の内容】

【0094】

異常判断部160aは、ガスタービン10が異常か否かを判断する(異常判断工程(S4a))。この異常判断工程(S4a)では、まず、参照出力発生器161が出力計26からの出力を受け付け、この出力に基づき参照出力Prを出力する。減算器162aは、この参照出力Prと補正部110からのガスタービン10の出力Ptとの差である出力変動幅 ΔP_g を求める(出力変動幅算出工程(S5a))。そして、この出力変動幅 ΔP_g

に基づいて各判断器 1 6 3, 1 6 6 が異常か否かの判断を行う（判断工程（S 6 a））。

【手続補正 1 3】

【補正対象書類名】明細書

【補正対象項目名】0 0 9 5

【補正方法】変更

【補正の内容】

【0 0 9 5】

この判断工程（S 6 a）では、許容幅判断器 1 6 3 が減算器 1 6 2 a から出力変動幅 ΔP_g を受け付け、この出力変動幅 ΔP_g が予め定められている許容出力変動幅 ΔP_s の範囲外か否かを判断する。そして、許容幅判断器 1 6 3 は、出力変動幅 ΔP_g が許容出力変動幅 ΔP_s の範囲外であると、異常状態である旨を示す異常信号を出力する。この異常信号が出力されると、許容外時間判断器 1 6 6 は、出力変動幅 ΔP_g が許容出力変動幅 ΔP_s の範囲外になっている時間が所定時間 T_p 以上であるか否かを判断し、所定時間 T_p 以上であれば、トリップ信号出力部 1 7 0 に異常信号を出力する。

【手続補正 1 4】

【補正対象書類名】明細書

【補正対象項目名】0 1 0 7

【補正方法】変更

【補正の内容】

【0 1 0 7】

ところで、第一時刻 t_1 における回転数変化率を以上のように求める場合、第一時刻 t_1 に対して未来の時刻である第三時刻 t_3 における第三回転数 N_3 が必要である。

【手続補正 1 5】

【補正対象書類名】明細書

【補正対象項目名】0 1 1 4

【補正方法】変更

【補正の内容】

【0 1 1 4】

このため、出力変動演算部 1 2 0 b が、第一時刻 t_1 におけるガスタービン 1 0 の見掛け上の出力変動 Δp を出力する時刻も、第一時刻 t_1 から所定時間 T_s 分だけ未来の第三時刻 t_3 以降になる。よって、出力変動演算部 1 2 0 b からの出力である見掛け上の出力変動 Δp は、すでに所定時間 T_s 遅れているので、この見掛け上の出力変動 Δp を $(T_d - T_s)$ 分 を遅らせるだけで、この見掛け上の出力変動 Δp と出力計 2 6 からの発電機 2 0 の出力との遅れ時間 T_d 差が解消される。

【手続補正 1 6】

【補正対象書類名】明細書

【補正対象項目名】0 1 1 5

【補正方法】変更

【補正の内容】

【0 1 1 5】

そこで、本実施形態の遅れ時間調節部 1 1 2 b は、第二実施形態と異なり、出力変動演算部 1 2 0 b からの出力である見掛け上の出力変動 Δp を $(T_d - T_s)$ 分 を遅らせる。

【手続補正 1 7】

【補正対象書類名】明細書

【補正対象項目名】0 1 2 1

【補正方法】変更

【補正の内容】

【0 1 2 1】

本実施形態では、回転数計 2 5 で検知された回転数が遅れ時間調節部 1 1 2 c により見掛け時間 T_d 遅らされてから、見掛け出力変動演算部 1 2 0 に入力する。この結果、見掛

け出力変動演算部 120 で求められたガスタービン 10 の見掛け上の出力変動 Δp は、既に見掛け時間 T_d 分遅れていることになる。このため、本実施形態では、第二実施形態のように、見掛け出力変動演算部 120 からの見掛け上の出力変動 Δp は、遅れ時間調節されることなく、出力演算部 118 に入力する。

【手続補正 18】

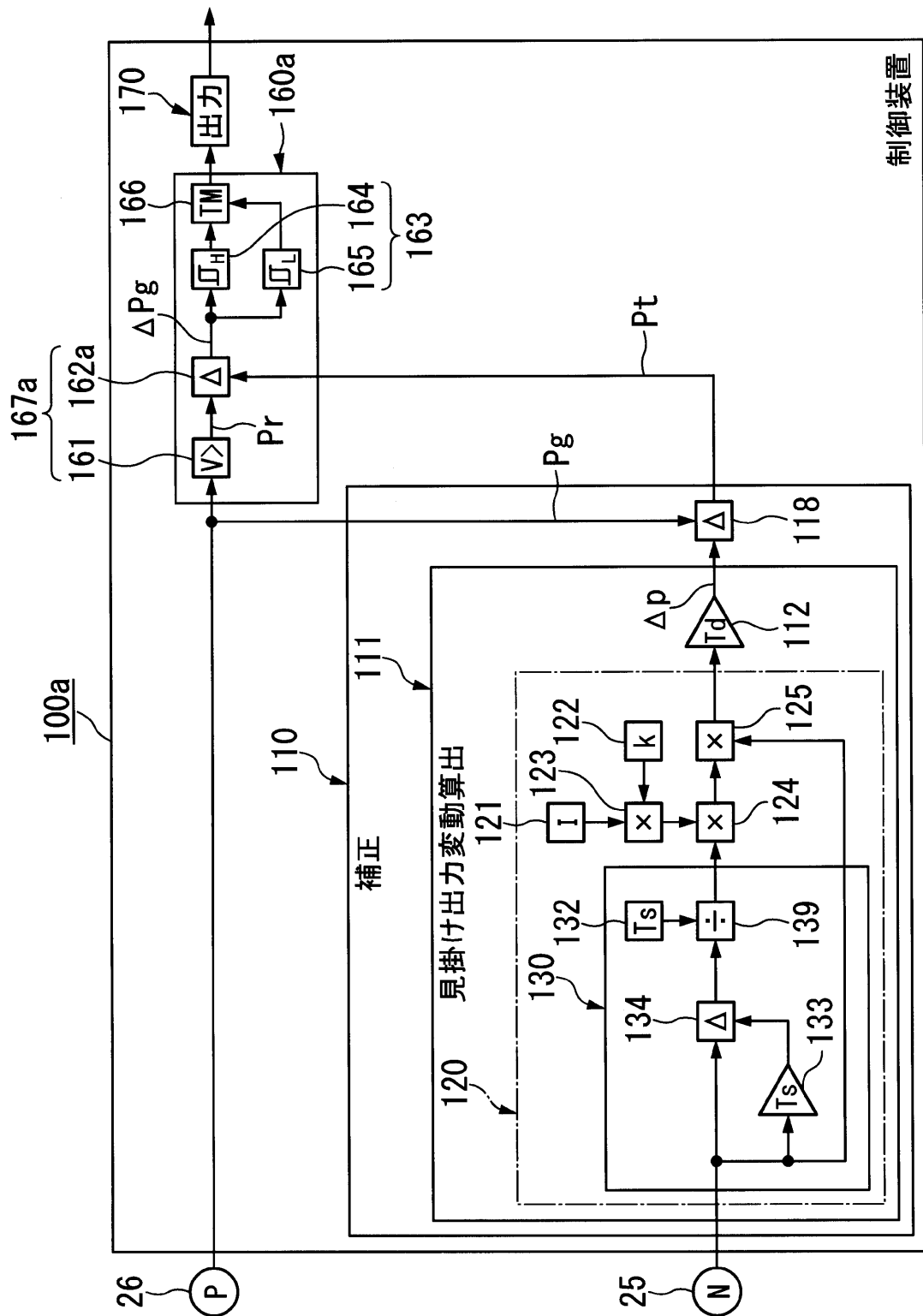
【補正対象書類名】図面

【補正対象項目名】図 9

【補正方法】変更

【補正の内容】

【図 9】



【図 9】

【手続補正 19】

【補正対象書類名】図面
【補正対象項目名】図 1 1
【補正方法】変更
【補正の内容】
【図 1 1】

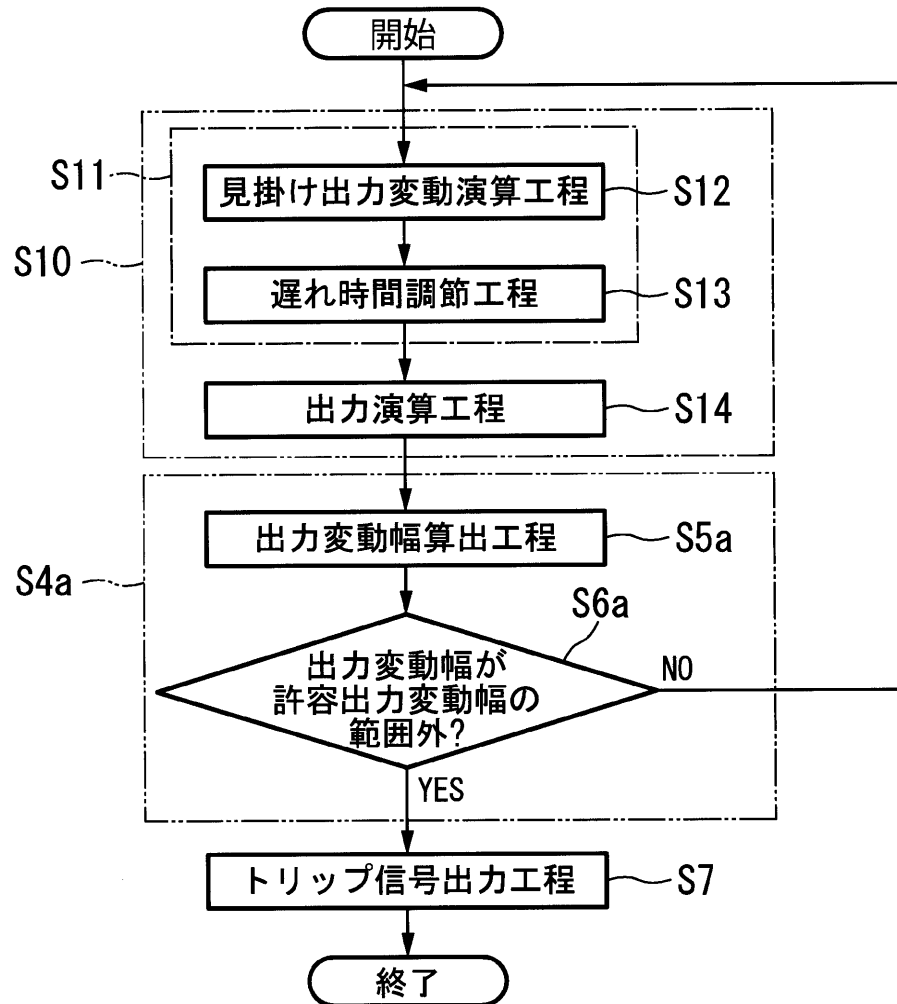


図 1 1