(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
2012 年 8 月 30 日(30.08.2012)

WIPO | PCT

(10) 国際公開番号
WO 2012/114557 A1

(51) 国際特許分類:
F01D 17/20 (2006.01) *F01K 7/38* (2006.01)

(21) 国際出願番号: PCT/JP2011/066820

(22) 国際出願日: 2011 年 7 月 25 日(25.07.2011)

(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 2011-040724 2011 年 2 月 25 日(25.02.2011) JP

(71) 出願人 (米国を除く全ての指定国について): 三菱重工コンプレッサ株式会社(MITSUBISHI HEAVY INDUSTRIES COMPRESSOR CORPORATION) [JP/JP]; 〒1080014 東京都港区芝五丁目３４番６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): 蛇蝮 和寛 (JAHAMI, Kazuhiro) [JP/JP]; 〒7338553 広島県広島市西区観音新町４丁目６番２２号 三菱重工コンプレッサ株式会社内 Hiroshima (JP).

(74) 代理人: 藤田 考晴, 外(FUJITA, Takaharu et al.); 〒2208137 神奈川県横浜市西区みなとみらい２－２－１ 横浜ランドマークタワー３７Ｆ Kanagawa (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, 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, IS, 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, PE, PG, PH, PL, PT, RO, RS, RU, 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, 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 (AL, AT, BE, BG, CH, CY, CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR, GB, GR, HR, HU, IE, IS, IT, LT, LU, LV, MC, MK, MT, NL, NO, PL, PT, RO, RS, SE, SI, SK, SM, TR), OAPI (BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GQ, GW, ML, MR, NE, SN, TD, TG).

(54) **Title**: OPERATION CONTROL DEVICE AND OPERATION CONTROL METHOD FOR STEAM TURBINE

(54) 発明の名称 : 蒸気タービンの運転制御装置及び運転制御方法

[図1]

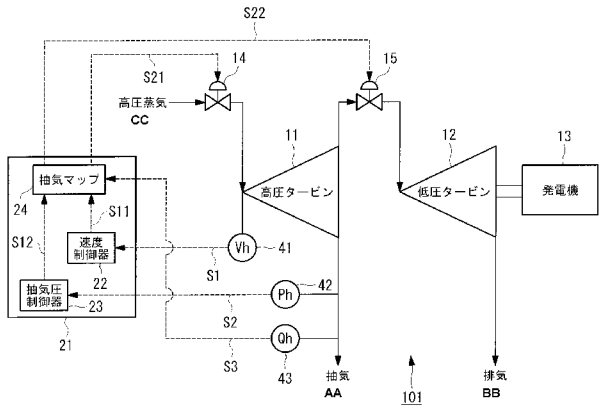


FIG. 1:
11 High-pressure turbine
12 Low-pressure turbine
13 Power generator
22 Speed controller
23 Bleed pressure controller
24 Bleed map
AA Bleeding
BB Exhaust
CC High-pressure steam

(57) **Abstract**: A speed control output signal (S11) is generated by a speed controller (22) on the basis of an output target value and a speed detection value of a steam turbine (101), and a bleed pressure control output signal (S12) is generated by a bleed pressure controller (23) on the basis of a bleed flow rate target value and a bleed pressure detection value of the steam turbine (101). When operating signals of the steam regulating valve (14) and the bleed pressure adjustment valve (15) are generated by referring to a bleed map (24) that dictates the opening degrees of a steam regulating valve (14) and a bleed pressure adjustment valve (15) at an operating point established according to the speed control output signal (S11) and the bleed pressure control output signal (S12), a bleed map (24) is used in which the scale of the bleed pressure control output signal (S12) in the bleed map (24) is modified to double the "bleed flow rate target value/bleed flow rate measured value" on the basis of a periodically detected bleed flow rate measured value of the steam turbine (101).

(57) 要約: 速度制御器（２２）により蒸気タービン（１０１）の出力目標値及び速度検出値に基づき速度制御出力信号（Ｓ１１）を生成し、抽気圧制御器（２３）により蒸気タービン（１０１）の抽気流量目標値及び抽気圧力検出値に基づき抽気圧制御出力信号（Ｓ１２）を生成し、速度制御出力信号（Ｓ１１）及び抽気圧制御出力信号（Ｓ１２）に応じて定まる運転点における蒸気加減弁（１４）及び抽気調圧弁（１５）のそれぞれの開度を導く抽気マップ（２４）を参照して、蒸気加減弁（１４）及び抽気調圧弁（１５）のそれぞれの操作信号を生成する際に、定期的に検出される蒸気タービン（１０１）の抽気流量実測値に基づき、抽気マップ（２４）における抽気圧制御出力信号（Ｓ１２）のスケールを「抽気流量目標値／抽気流量実測値」倍に修正した抽気マップ（２４）を用いる。

WO 2012/114557 A1

添付公開書類:

— 国際調査報告（条約第 21 条(3)）

明　細　書

発明の名称 ： 蒸気タービンの運転制御装置及び運転制御方法

技術分野

[0001] 本発明は蒸気タービンの運転制御装置及び運転制御方法に係り、特に、抽気マップに基づき弁開度制御信号を生成して運転制御を行う蒸気タービンの運転制御装置及び運転制御方法に関するものである。

背景技術

[0002] 蒸気タービンの中間段から蒸気を抽出し、これをプラント等のプロセス系へ供給して利用する抽気タービンが知られている（例えば、特開昭６２－６７２０９号公報等）。図７に、従来の蒸気タービン及びその周辺機器の構成を例示する。同図において、蒸気タービン１１０は、高圧タービン１１及び低圧タービン１２を備え、また、高圧タービン１１に供給する蒸気流量を加減する蒸気加減弁１４と、高圧タービン１１から低圧タービン１２に供給する蒸気流量を加減する抽気調圧弁１５とを備えた構成である。なお、蒸気タービン１１０には、発電機１３が直結されている。

[0003] また、蒸気タービンの運転制御装置として電子ガバナ５１を備えており、電子ガバナ５１は、蒸気タービン１１０の出力目標値並びに速度検出器４１からの速度信号Ｓ１に基づき速度制御出力信号Ｓ１１を生成する速度制御器５２と、蒸気タービン１１０の抽気流量目標値並びに抽気圧検出器４２からの抽気圧力信号Ｓ２に基づき抽気圧制御出力信号Ｓ１２を生成する抽気圧制御器５３と、速度制御出力信号Ｓ１１及び抽気圧制御出力信号Ｓ１２に応じて定まる運転点における蒸気加減弁１４及び抽気調圧弁１５のそれぞれの開度を導く抽気マップ５４と、を備えた構成であり、抽気マップ５４の変換によって蒸気加減弁１４のＧＶ操作信号Ｓ２１並びに抽気調圧弁１５のＥＣＶ操作信号Ｓ２２を生成している。

先行技術文献

特許文献

[0004] 特許文献1：特開昭６２－６７２０９号公報

発明の概要

発明が解決しようとする課題

[0005] このように、従来技術においては、抽気マップ５４に基づいて、蒸気タービン１１０の出力に相当する速度制御出力信号Ｓ１１、並びに、蒸気タービン１１０の抽気流量に相当する抽気圧制御出力信号Ｓ１２を、蒸気加減弁１４の開度並びに抽気調圧弁１５の開度に変換して運転制御を行っている。ここで、実機における蒸気加減弁１４の開度並びに抽気調圧弁１５の開度と、想定している蒸気タービン１１０の出力及び蒸気タービン１１０の抽気流量との関係において、実機と想定（計画）との間にずれがある場合には、想定している抽気マップ５４上の運転点と実際の運転点とにずれが生じ、想定する運転制御通りに運転が行われずに実機が本来備えている機械性能が実現されないおそれがあるという事情があった。

[0006] 本発明は、上記従来の事情に鑑みてなされたものであって、蒸気タービンの運転制御に用いる抽気マップ上の運転点と実際の運転点とのずれを修正して、想定する運転制御通りの運転を行うことができ、実機が本来備えている機械性能を実現し得る蒸気タービンの運転制御装置及び運転制御方法を提供することを目的としている。

課題を解決するための手段

[0007] 上記課題を解決するため、本発明は以下の手段を採用する。

本発明の第一の態様に係る蒸気タービンの運転制御装置は、少なくとも高圧タービン及び低圧タービンを有し、前記高圧タービンに供給する蒸気流量を加減する蒸気加減弁と、前記高圧タービンから前記低圧タービンに供給する蒸気流量を加減する抽気調圧弁とを備えた蒸気タービンの運転制御装置であって、前記蒸気タービンの出力目標値並びに該蒸気タービンの速度検出値に基づき速度制御出力信号を生成する速度制御器と、前記蒸気タービンの抽気流量目標値並びに該蒸気タービンの抽気圧力検出値に基づき抽気圧制御出力信号を生成する抽気圧制御器と、前記速度制御出力信号及び前記抽気圧制

御出力信号に応じて定まる運転点における前記蒸気加減弁及び前記抽気調圧弁のそれぞれの開度を導く抽気マップと、を有し、定期的に検出される前記蒸気タービンの抽気流量実測値に基づき、前記抽気マップにおける前記抽気圧制御出力信号のスケールを「抽気流量目標値／抽気流量実測値」倍に修正し、該修正後の抽気マップを参照して、前記蒸気加減弁及び前記抽気調圧弁のそれぞれの操作信号を生成するものである。

[0008] 本発明の第一の態様によれば、定期的に検出される抽気流量実測値に基づき抽気マップを修正し、修正後の抽気マップに基づいて蒸気加減弁の開度並びに抽気調圧弁の開度を調整するので、蒸気タービンの運転制御に用いる抽気マップ上の運転点と実際の運転点とのずれを修正して、想定する運転制御通りの運転を行うことができ、実機が本来備えている機械性能を確実に実現することができる。

[0009] 本発明の第一の態様の蒸気タービンの運転制御装置においては、定期的に検出される前記蒸気タービンの出力実測値に基づき、前記抽気マップにおける前記速度制御出力信号のスケールを「出力実測値／出力目標値」倍に修正し、該修正後の抽気マップを参照して、前記蒸気加減弁及び前記抽気調圧弁のそれぞれの操作信号を生成することが好ましい。

[0010] この構成によれば、さらに定期的に検出される出力実測値に基づき抽気マップを修正し、修正後の抽気マップに基づいて蒸気加減弁の開度並びに抽気調圧弁の開度を調整するので、蒸気タービンの運転制御に用いる抽気マップ上の運転点と実際の運転点とのずれを修正して、想定する運転制御通りの運転を行うことができ、実機が本来備えている機械性能をより確実に実現することができる。

[0011] また、本発明の第二の態様に係る蒸気タービンの運転制御装置は、少なくとも高圧タービン及び低圧タービンを有し、前記高圧タービンに供給する蒸気流量を加減する蒸気加減弁と、前記高圧タービンから前記低圧タービンに供給する蒸気流量を加減する抽気調圧弁とを備えた蒸気タービンの運転制御装置であって、前記蒸気タービンの出力目標値並びに該蒸気タービンの速度

検出値に基づき速度制御出力信号を生成する速度制御器と、前記蒸気タービンの抽気流量目標値並びに該蒸気タービンの抽気圧力検出値に基づき抽気圧制御出力信号を生成する抽気圧制御器と、前記速度制御出力信号及び前記抽気圧制御出力信号に応じて定まる運転点における前記蒸気加減弁及び前記抽気調圧弁のそれぞれの開度を導く抽気マップと、を有し、定期的に検出される前記蒸気タービンの出力実測値に基づき、前記抽気マップにおける前記速度制御出力信号のスケールを「出力実測値／出力目標値」倍に修正し、該修正後の抽気マップを参照して、前記蒸気加減弁及び前記抽気調圧弁のそれぞれの操作信号を生成するものである。

[0012] 本発明の第二の態様によれば、定期的に検出される出力実測値に基づき抽気マップを修正し、修正後の抽気マップに基づいて蒸気加減弁の開度並びに抽気調圧弁の開度を調整するので、蒸気タービンの運転制御に用いる抽気マップ上の運転点と実際の運転点とのずれを修正して、想定する運転制御通りの運転を行うことができ、実機が本来備えている機械性能を確実に実現することができる。

[0013] また、本発明の第三の態様に係る蒸気タービンの運転制御方法は、少なくとも高圧タービン及び低圧タービンを有し、前記高圧タービンに供給する蒸気流量を加減する蒸気加減弁と、前記高圧タービンから前記低圧タービンに供給する蒸気流量を加減する抽気調圧弁とを備えた蒸気タービンの運転制御方法であって、前記蒸気タービンの出力目標値並びに該蒸気タービンの速度検出値に基づき速度制御出力信号を生成する速度制御ステップと、前記蒸気タービンの抽気流量目標値並びに該蒸気タービンの抽気圧力検出値に基づき抽気圧制御出力信号を生成する抽気圧制御ステップと、前記速度制御出力信号及び前記抽気圧制御出力信号に応じて定まる運転点における前記蒸気加減弁及び前記抽気調圧弁のそれぞれの開度を導く抽気マップを参照して、該蒸気加減弁及び該抽気調圧弁のそれぞれの操作信号を生成する操作信号生成ステップと、を有し、定期的に検出される前記蒸気タービンの抽気流量実測値に基づき、前記抽気マップにおける前記抽気圧制御出力信号のスケールを「

抽気流量目標値／抽気流量実測値」倍に修正するものである。

[0014] 本発明の第三の態様によれば、定期的に検出される抽気流量実測値に基づき抽気マップを修正し、修正後の抽気マップに基づいて蒸気加減弁の開度並びに抽気調圧弁の開度を調整するので、蒸気タービンの運転制御に用いる抽気マップ上の運転点と実際の運転点とのずれを修正して、想定する運転制御通りの運転を行うことができ、実機が本来備えている機械性能を確実に実現することができる。

[0015] 本発明の第三の態様の蒸気タービンの運転制御方法においては、定期的に検出される前記蒸気タービンの出力実測値に基づき、前記抽気マップにおける前記速度制御出力信号のスケールを「出力実測値／出力目標値」倍に修正することが好ましい。

[0016] この構成によれば、さらに定期的に検出される出力実測値に基づき抽気マップを修正し、修正後の抽気マップに基づいて蒸気加減弁の開度並びに抽気調圧弁の開度を調整するので、蒸気タービンの運転制御に用いる抽気マップ上の運転点と実際の運転点とのずれを修正して、想定する運転制御通りの運転を行うことができ、実機が本来備えている機械性能をより確実に実現することができる。

[0017] さらに、本発明の第四の態様に係る蒸気タービンの運転制御方法は、少なくとも高圧タービン及び低圧タービンを有し、前記高圧タービンに供給する蒸気流量を加減する蒸気加減弁と、前記高圧タービンから前記低圧タービンに供給する蒸気流量を加減する抽気調圧弁とを備えた蒸気タービンの運転制御方法であって、前記蒸気タービンの出力目標値並びに該蒸気タービンの速度検出値に基づき速度制御出力信号を生成する速度制御ステップと、前記蒸気タービンの抽気流量目標値並びに該蒸気タービンの抽気圧力検出値に基づき抽気圧制御出力信号を生成する抽気圧制御ステップと、前記速度制御出力信号及び前記抽気圧制御出力信号に応じて定まる運転点における前記蒸気加減弁及び前記抽気調圧弁のそれぞれの開度を導く抽気マップを参照して、該蒸気加減弁及び該抽気調圧弁のそれぞれの操作信号を生成する操作信号生成

ステップと、を有し、定期的に検出される前記蒸気タービンの出力実測値に基づき、前記抽気マップにおける前記速度制御出力信号のスケールを「出力実測値／出力目標値」倍に修正するものである。

[0018] 本発明の第四の態様によれば、定期的に検出される出力実測値に基づき抽気マップを修正し、修正後の抽気マップに基づいて蒸気加減弁の開度並びに抽気調圧弁の開度を調整するので、蒸気タービンの運転制御に用いる抽気マップ上の運転点と実際の運転点とのずれを修正して、想定する運転制御通りの運転を行うことができ、実機が本来備えている機械性能を確実に実現することができる。

発明の効果

[0019] 本発明によれば、蒸気タービンの運転制御に用いる抽気マップ上の運転点と実際の運転点とのずれを修正して、想定する運転制御通りの運転を行うことができ、実機が本来備えている機械性能を確実に実現することができるという効果を奏する。

図面の簡単な説明

[0020] [図1]本発明の第１実施形態に係る蒸気タービンの運転制御装置の構成図である。

[図2]蒸気タービンの運転制御に用いる抽気マップを例示する説明図である。

[図3]抽気マップに対応する高圧蒸気流量とタービン出力との関係を例示する説明図である。

[図4]第１実施形態における修正後の抽気マップを例示する説明図である。

[図5]本発明の第２実施形態に係る蒸気タービンの運転制御装置の構成図である。

[図6]第２実施形態における修正後の抽気マップを例示する説明図である。

[図7]従来の蒸気タービン及びその周辺機器の構成を例示する構成図である。

発明を実施するための形態

[0021] 以下、本発明の蒸気タービンの運転制御装置及び運転制御方法の実施形態について、第１実施形態、第２実施形態の順に図面を参照して詳細に説明す

る。

[0022] 〔第１実施形態〕

図１は本発明の第１実施形態に係る蒸気タービンの運転制御装置の構成図である。同図において、図７（従来例）と重複する部分には同一の符号を附する。

同図において、本実施形態の蒸気タービンの運転制御装置が制御対象とする蒸気タービン１０１は、従来と同様に、高圧タービン１１及び低圧タービン１２を備え、また、高圧タービン１１に供給する蒸気流量を加減する蒸気加減弁１４と、高圧タービン１１から低圧タービン１２に供給する蒸気流量を加減する抽気調圧弁１５とを備えた構成である。また、この蒸気タービン１０１には、発電機１３が直結またはギアを介して接続されている。さらに、各種物理量を検出する検出器として、蒸気タービン１１０の回転速度を検出して速度信号Ｓ１を出力する速度検出器４１と、蒸気タービン１１０の抽気圧力を検出して抽気圧力信号Ｓ２を出力する抽気圧検出器４２と、蒸気タービン１１０の抽気流量を定期的に検出して抽気流量信号Ｓ３を出力する抽気流量検出器４３と、を備えている。

[0023] また、蒸気タービンの運転制御装置としての電子ガバナ２１は、蒸気タービン１０１の出力目標値並びに速度検出器４１からの速度信号Ｓ１に基づき速度制御出力信号Ｓ１１を生成する速度制御器２２と、蒸気タービン１０１の抽気流量目標値並びに抽気圧検出器４２からの抽気圧力信号Ｓ２に基づき抽気圧制御出力信号Ｓ１２を生成する抽気圧制御器２３と、速度制御出力信号Ｓ１１及び抽気圧制御出力信号Ｓ１２に応じて定まる運転点における蒸気加減弁１４及び抽気調圧弁１５のそれぞれの開度を導く抽気マップ２４と、を備えた構成であり、抽気マップ２４の変換によって蒸気加減弁１４のＧＶ操作信号Ｓ２１並びに抽気調圧弁１５のＥＣＶ操作信号Ｓ２２を生成している。

[0024] ここで、抽気マップ２４は、定期的に（例えば１［秒］間隔で）抽気流量検出器４３からの抽気流量信号Ｓ３に基づき修正される。すなわち、現運転

制御における蒸気タービン１０１の抽気流量目標値並びに蒸気タービン１０１の抽気流量実測値に基づき、抽気マップ２４における抽気圧制御出力信号のスケールを「抽気流量目標値／抽気流量実測値」倍に修正する。この修正により実機と想定（計画）との間にずれが修正されることとなる。

[0025] 次に、以上のような構成要素を備えた蒸気タービンの運転制御装置による運転制御方法について、図２～図４を参照して説明する。ここで、図２は本実施形態の蒸気タービンの運転制御で用いる抽気マップを例示する説明図であり、図３は抽気マップ（図２）に対応する高圧蒸気流量とタービン出力との関係を例示する説明図であり、図４は本実施形態における修正後の抽気マップを例示する説明図である。

[0026] まず、図２の抽気マップについて簡単に説明すると、抽気マップ２４は、横軸を速度制御出力信号［％］、縦軸をＧＶ操作信号［％］（蒸気加減弁１４の開度）とし、これらの相対関係に対応して、抽気圧制御出力信号［％］について、０［％］（：図中、線分Ｏ－Ａ１）から１００［％］（：図中、線分Ｂ１－Ｃ１２）まで、縦軸方向にスケールを刻み（図中、１点鎖線で１０［％］毎に表記）、またＥＣＶ操作信号［％］（抽気調圧弁１５の開度）について、０［％］（：図中、線分Ｏ－Ｂ１）から１００［％］（：図中、線分Ａ１－Ｃ１１）まで、横軸方向にスケールを刻んだもの（図中、破線で１０［％］毎に表記）である。

[0027] 例えば、速度制御器２２から速度制御出力信号Ｓ１１＝７０［％］が、また抽気圧制御器２３から抽気圧制御出力信号Ｓ１２＝１００［％］がそれぞれ出力されているとき、抽気マップ２４上で運転点Ｒ１が定まり、該運転点Ｒ１における蒸気加減弁１４の開度並びに抽気調圧弁１５の開度が求められる。すなわち、ＧＶ操作信号Ｓ２１＝８５［％］、ＥＣＶ操作信号Ｓ２２＝４６［％］である。

[0028] また、抽気マップにおける速度制御出力信号［％］はタービン出力［ＭＷ］に、ＧＶ操作信号［％］は高圧蒸気流量［％］に、抽気圧制御出力信号［％］は抽気流量［ｔ／ｈ］に、それぞれ対応しており、これらの関係は図３

の制御マップで表される。なお、制御マップは、蒸気加減弁１４の開度制御と抽気調圧弁１５の開度制御とが干渉を起こさない不干渉制御となるよう、設計データ等に基づき作成されるものであり、蒸気タービンの運転制御時には、この制御マップを参照して蒸気タービン１０１の出力目標値及び抽気流量目標値が設定される。つまり、上記した具体的数値例では、蒸気タービン１０１の出力目標値＝２１［ＭＷ］、抽気流量目標値＝８０［ｔ／ｈ］に設定されていたこととなる。

[0029] 次に、抽気マップ２４の修正について、実機と想定（計画）との間にずれが生じているケースを例示して説明する。ここでは、抽気流量検出器４３からの抽気流量信号Ｓ３により、抽気流量実測値＝６０［ｔ／ｈ］であったとする（実際には、これほどの大きなずれが生じる可能性は低いが、説明を分かり易くするためにこの数値例を用いる）。このとき、抽気マップ２４における抽気圧制御出力信号のスケールは「抽気流量目標値／抽気流量実測値≒１．３３」倍に修正され、図４に示す如くなる。

[0030] 図４において、修正後の抽気マップ２４は、速度制御出力信号［％］及びＧＶ操作信号［％］の相対関係に対応して、抽気圧制御出力信号［％］について、０［％］（：図中、線分Ｏ－Ａ１）から１００［％］（：図中、線分Ｂ２－Ｃ２２）まで、縦軸方向にスケールが刻まれ、またＥＣＶ操作信号［％］について、０［％］（：図中、線分Ｏ－Ｂ２）から１００［％］（：図中、線分Ａ１－Ｃ１１）まで、横軸方向にスケールが刻まれたものとなっている。

[0031] したがって、図２の抽気マップ２４上では運転点がＲ１であったが、この修正により、図４の修正後の抽気マップ２４上では運転点はＲ２となり、該運転点Ｒ２における蒸気加減弁１４の開度並びに抽気調圧弁１５の開度が求められ、ＧＶ操作信号Ｓ２１＝９６［％］、ＥＣＶ操作信号Ｓ２２＝３２［％］となる。

[0032] すなわち、蒸気タービン１０１の出力目標値＝２１［ＭＷ］、抽気流量目標値＝８０［ｔ／ｈ］に応じて図２の抽気マップ２４上での運転点Ｒ１によ

る運転制御を行ったが、実機と想定との間のずれにより、実際には抽気流量＝６０［ｔ／ｈ］となっていた。ここで、図４の修正後の抽気マップ２４上での運転点Ｒ２による運転制御を行うことにより、抽気流量＝８０［ｔ／ｈ］とすることが可能となる。

[0033] なお、実機と想定（計画）との間のずれは、例えば、蒸気加減弁１４や抽気調圧弁１５などについて起こり得る。より具体的には、抽気調圧弁１５の弁開度を０～８０［％］の間で調整するためにＥＣＶ操作信号Ｓ２２は０～１００［％］の間で設定されるが、実際には抽気調圧弁１５の弁開度調整範囲が狭いような（例えば、０～７６［％］）ケースである。この場合、実機では想定よりも蒸気流量が抑えられることとなってずれが生じるが、実機に即した抽気マップ２４の修正を行うことにより、想定通りの運転状態に持っていくことが可能となる。

[0034] 以上説明したように、本実施形態の蒸気タービンの運転制御装置及び運転制御方法では、少なくとも高圧タービン１１及び低圧タービン１２を有し、高圧タービン１１に供給する蒸気流量を加減する蒸気加減弁１４と、高圧タービン１１から低圧タービン１２に供給する蒸気流量を加減する抽気調圧弁１５とを備えた蒸気タービン１０１の運転制御装置及び運転制御方法であって、速度制御器２１により蒸気タービン１０１の出力目標値及び速度検出値（Ｓ１）に基づき速度制御出力信号Ｓ１１を生成し（速度制御ステップ）、抽気圧制御器２３により蒸気タービン１０１の抽気流量目標値及び抽気圧力検出値（Ｓ２）に基づき抽気圧制御出力信号Ｓ１２を生成し（抽気圧制御ステップ）、速度制御出力信号Ｓ１１及び抽気圧制御出力信号Ｓ１２に応じて定まる運転点における蒸気加減弁１４及び抽気調圧弁１５のそれぞれの開度を導く抽気マップ２４を参照して、蒸気加減弁１４及び抽気調圧弁１５のそれぞれの操作信号（Ｓ２１及びＳ２２）を生成する（操作信号生成ステップ）際に、定期的に検出される蒸気タービン１０１の抽気流量実測値（Ｓ３）に基づき、抽気マップ２４における抽気圧制御出力信号Ｓ１２のスケールを「抽気流量目標値／抽気流量実測値」倍に修正した抽気マップ２４を用いる

。

[0035] このように、定期的に検出される抽気流量実測値（Ｓ３）に基づき抽気マップ２４を修正し、修正後の抽気マップ２４に基づいて蒸気加減弁１４の開度並びに抽気調圧弁１５の開度を調整するので、蒸気タービン１０１の運転制御に用いる抽気マップ２４上の運転点と実際の運転点とのずれを修正して、想定する運転制御通りの運転を行うことができ、実機が本来備えている機械性能を確実に実現することができる。

[0036] 〔第２実施形態〕

次に、図５は本発明の第２実施形態に係る蒸気タービンの運転制御装置の構成図である。同図において、図１（第１実施形態）及び図７（従来例）と重複する部分には同一の符号を附する。

[0037] 同図において、本実施形態の蒸気タービンの運転制御装置が制御対象とする蒸気タービン１０２は、第１実施形態と同様に、高圧タービン１１及び低圧タービン１２を備え、また、高圧タービン１１に供給する蒸気流量を加減する蒸気加減弁１４と、高圧タービン１１から低圧タービン１２に供給する蒸気流量を加減する抽気調圧弁１５とを備えた構成である。また、この蒸気タービン１０２には、発電機１３が直結またはギアを介して接続されている。さらに、各種物理量を検出する検出器として、蒸気タービン１１０の回転速度を検出して速度信号Ｓ１を出力する速度検出器４１と、蒸気タービン１１０の抽気圧力を検出して抽気圧力信号Ｓ２を出力する抽気圧検出器４２と、発電機１３の出力を定期的に検出して出力信号Ｓ４を出力する出力検出器４５と、を備えている。

[0038] また、蒸気タービンの運転制御装置としての電子ガバナ３１は、蒸気タービン１０２の出力目標値並びに速度検出器４１からの速度信号Ｓ１に基づき速度制御出力信号Ｓ１１を生成する速度制御器３２と、蒸気タービン１０２の抽気流量目標値並びに抽気圧検出器４２からの抽気圧力信号Ｓ２に基づき抽気圧制御出力信号Ｓ１２を生成する抽気圧制御器３３と、速度制御出力信号Ｓ１１及び抽気圧制御出力信号Ｓ１２に応じて定まる運転点における蒸気

加減弁１４及び抽気調圧弁１５のそれぞれの開度を導く抽気マップ３４と、を備えた構成であり、抽気マップ３４の変換によって蒸気加減弁１４のＧＶ操作信号Ｓ２１並びに抽気調圧弁１５のＥＣＶ操作信号Ｓ２２を生成している。

[0039] ここで、抽気マップ３４は、定期的に（例えば１［秒］間隔で）出力検出器４５からの出力信号Ｓ４に基づき修正される。すなわち、現運転制御における蒸気タービン１０２の出力目標値並びに蒸気タービン１０２の出力実測値に基づき、抽気マップ３４における速度制御出力信号のスケールを「出力実測値／出力目標値」倍に修正する。この修正により実機と想定（計画）との間にずれが修正されることとなる。

[0040] 次に、以上のような構成要素を備えた蒸気タービンの運転制御装置による運転制御方法について、図２及び図６を参照して説明する。ここで、図６は本実施形態における修正後の抽気マップを例示する説明図である。

[0041] ここで、現運転制御が第１実施形態同様に図２に示す抽気マップ３４に基づき行われているものとし、実機と想定（計画）との間にずれが生じて抽気マップ３４を修正するケースを例示して説明する。すなわち、出力検出器４５からの出力信号Ｓ４により、出力実測値＝２１×０．９６＝２０．１６≒２０．２［MW］であったとする。

このとき、抽気マップ３４における速度制御出力信号のスケールは「出力実測値／出力目標値≒０．９６」倍に修正され、図６に示す如くなる。

[0042] 図６において、修正後の抽気マップ３４は、速度制御出力信号［％］及びＧＶ操作信号［％］の相対関係に対応して、抽気圧制御出力信号［％］について、０［％］（：図中、線分Ｏ－Ａ３）から１００［％］（：図中、線分Ｂ１－Ｃ３２）まで、縦軸方向にスケールが刻まれ、またＥＣＶ操作信号［％］について、０［％］（：図中、線分Ｏ－Ｂ１）から１００［％］（：図中、線分Ａ３－Ｃ３１）まで、横軸方向にスケールが刻まれたものとなっている。

[0043] したがって、図２の抽気マップ２４上では運転点がＲ１であったが、この

修正により、図６の修正後の抽気マップ３４上では運転点はＲ４となり、該運転点Ｒ４における蒸気加減弁１４の開度並びに抽気調圧弁１５の開度が求められ、ＧＶ操作信号Ｓ２１＝８８［％］、ＥＣＶ操作信号Ｓ２２＝４７［％］となる。

［0044］ すなわち、蒸気タービン１０２の出力目標値＝２４［ＭＷ］、抽気流量目標値＝８０［ｔ／ｈ］に応じて図２の抽気マップ３４上での運転点Ｒ１による運転制御を行ったが、実機と想定との間のずれにより、実際には出力＝２０．２［ＭＷ］となっていた。ここで、図６の修正後の抽気マップ３４上での運転点Ｒ４による運転制御を行うことにより、出力＝２１［ＭＷ］とすることが可能となる。

［0045］ 以上説明したように、本実施形態の蒸気タービンの運転制御装置及び運転制御方法では、少なくとも高圧タービン１１及び低圧タービン１２を有し、高圧タービン１１に供給する蒸気流量を加減する蒸気加減弁１４と、高圧タービン１１から低圧タービン１２に供給する蒸気流量を加減する抽気調圧弁１５とを備えた蒸気タービン１０２の運転制御装置及び運転制御方法であって、速度制御器３１により蒸気タービン１０２の出力目標値及び速度検出値（Ｓ１）に基づき速度制御出力信号Ｓ１１を生成し（速度制御ステップ）、抽気圧制御器３３により蒸気タービン１０２の抽気流量目標値及び抽気圧力検出値（Ｓ２）に基づき抽気圧制御出力信号Ｓ１２を生成し（抽気圧制御ステップ）、速度制御出力信号Ｓ１１及び抽気圧制御出力信号Ｓ１２に応じて定まる運転点における蒸気加減弁１４及び抽気調圧弁１５のそれぞれの開度を導く抽気マップ３４を参照して、蒸気加減弁１４及び抽気調圧弁１５のそれぞれの操作信号（Ｓ２１及びＳ２２）を生成する（操作信号生成ステップ）際に、定期的に検出される蒸気タービン１０３の出力実測値（Ｓ４）に基づき、抽気マップ３４における速度制御出力信号Ｓ１１のスケールを「出力実測値／出力目標値」倍に修正した抽気マップ３４を用いる。

［0046］ このように、定期的に検出される出力実測値（Ｓ４）に基づき抽気マップ３４を修正し、修正後の抽気マップ３４に基づいて蒸気加減弁１４の開度並

びに抽気調圧弁１５の開度を調整するので、蒸気タービン１０２の運転制御に用いる抽気マップ３４上の運転点と実際の運転点とのずれを修正して、想定する運転制御通りの運転を行うことができ、実機が本来備えている機械性能を確実に実現することができる。

[0047] 以上、本発明の実施形態について図面を参照して詳述したが、本発明はこれら実施形態およびその変形に限定されるものではなく、本発明の要旨を逸脱しない範囲の設計変更等があっても本発明に含まれる。例えば、第１実施形態と第２実施形態を組み合わせた構成とすることができる。すなわち。第１実施形態の構成（図１）に、発電機１３の出力を定期的に検出して出力信号Ｓ４を出力する出力検出器４５を追加して、抽気マップ２４を抽気流量検出器４３からの抽気流量信号Ｓ３に基づき修正すると共に、出力検出器４５からの出力信号Ｓ４に基づき修正する。なお、修正の順序は不問である。このようにすれば、蒸気タービンの運転制御に用いる抽気マップ上の運転点と実際の運転点とのずれを修正して、想定する運転制御通りの運転を行うことができ、実機が本来備えている機械性能をより確実に実現することができる。

また、上述した各実施形態では、蒸気タービンの被駆動機として発電機を例に挙げて説明したが、被駆動機としては、圧縮機としてもよく、さらにはポンプやファンであってもよい。第２実施形態において発電機が被駆動機とされていない場合には、発電機の出力信号に代えてタービン出力軸に装備したトルクメータの出力信号を用いれば良い。

符号の説明

[0048] １１　高圧タービン

１２　低圧タービン

１３　発電機

１４　蒸気加減弁

１５　抽気調圧弁

２１，３１　電子ガバナ（蒸気タービンの運転制御装置）

２２，３２　速度制御器

２３，３３　抽気圧制御器

２４，３４　抽気マップ

４１　速度検出器

４２　抽気圧検出器

４３　抽気流量検出器

１０１，１０２　蒸気タービン

請求の範囲

［請求項1］ 少なくとも高圧タービン及び低圧タービンを有し、前記高圧タービンに供給する蒸気流量を加減する蒸気加減弁と、前記高圧タービンから前記低圧タービンに供給する蒸気流量を加減する抽気調圧弁とを備えた蒸気タービンの運転制御装置であって、

前記蒸気タービンの出力目標値並びに該蒸気タービンの速度検出値に基づき速度制御出力信号を生成する速度制御器と、

前記蒸気タービンの抽気流量目標値並びに該蒸気タービンの抽気圧力検出値に基づき抽気圧制御出力信号を生成する抽気圧制御器と、

前記速度制御出力信号及び前記抽気圧制御出力信号に応じて定まる運転点における前記蒸気加減弁及び前記抽気調圧弁のそれぞれの開度を導く抽気マップと、を有し、

定期的に検出される前記蒸気タービンの抽気流量実測値に基づき、前記抽気マップにおける前記抽気圧制御出力信号のスケールを「抽気流量目標値／抽気流量実測値」倍に修正し、該修正後の抽気マップを参照して、前記蒸気加減弁及び前記抽気調圧弁のそれぞれの操作信号を生成する蒸気タービンの運転制御装置。

［請求項2］ 定期的に検出される前記蒸気タービンの出力実測値に基づき、前記抽気マップにおける前記速度制御出力信号のスケールを「出力実測値／出力目標値」倍に修正し、該修正後の抽気マップを参照して、前記蒸気加減弁及び前記抽気調圧弁のそれぞれの操作信号を生成する請求項１に記載の蒸気タービンの運転制御装置。

［請求項3］ 少なくとも高圧タービン及び低圧タービンを有し、前記高圧タービンに供給する蒸気流量を加減する蒸気加減弁と、前記高圧タービンから前記低圧タービンに供給する蒸気流量を加減する抽気調圧弁とを備えた蒸気タービンの運転制御装置であって、

前記蒸気タービンの出力目標値並びに該蒸気タービンの速度検出値に基づき速度制御出力信号を生成する速度制御器と、

前記蒸気タービンの抽気流量目標値並びに該蒸気タービンの抽気圧力検出値に基づき抽気圧制御出力信号を生成する抽気圧制御器と、

前記速度制御出力信号及び前記抽気圧制御出力信号に応じて定まる運転点における前記蒸気加減弁及び前記抽気調圧弁のそれぞれの開度を導く抽気マップと、を有し、

定期的に検出される前記蒸気タービンの出力実測値に基づき、前記抽気マップにおける前記速度制御出力信号のスケールを「出力実測値／出力目標値」倍に修正し、該修正後の抽気マップを参照して、前記蒸気加減弁及び前記抽気調圧弁のそれぞれの操作信号を生成する蒸気タービンの運転制御装置。

［請求項4］ 少なくとも高圧タービン及び低圧タービンを有し、前記高圧タービンに供給する蒸気流量を加減する蒸気加減弁と、前記高圧タービンから前記低圧タービンに供給する蒸気流量を加減する抽気調圧弁とを備えた蒸気タービンの運転制御方法であって、

前記蒸気タービンの出力目標値並びに該蒸気タービンの速度検出値に基づき速度制御出力信号を生成する速度制御ステップと、

前記蒸気タービンの抽気流量目標値並びに該蒸気タービンの抽気圧力検出値に基づき抽気圧制御出力信号を生成する抽気圧制御ステップと、

前記速度制御出力信号及び前記抽気圧制御出力信号に応じて定まる運転点における前記蒸気加減弁及び前記抽気調圧弁のそれぞれの開度を導く抽気マップを参照して、該蒸気加減弁及び該抽気調圧弁のそれぞれの操作信号を生成する操作信号生成ステップと、を有し、

定期的に検出される前記蒸気タービンの抽気流量実測値に基づき、前記抽気マップにおける前記抽気圧制御出力信号のスケールを「抽気流量目標値／抽気流量実測値」倍に修正する蒸気タービンの運転制御方法。

［請求項5］ 定期的に検出される前記蒸気タービンの出力実測値に基づき、前記

抽気マップにおける前記速度制御出力信号のスケールを「出力実測値／出力目標値」倍に修正する請求項４に記載の蒸気タービンの運転制御方法。

［請求項6］ 少なくとも高圧タービン及び低圧タービンを有し、前記高圧タービンに供給する蒸気流量を加減する蒸気加減弁と、前記高圧タービンから前記低圧タービンに供給する蒸気流量を加減する抽気調圧弁とを備えた蒸気タービンの運転制御方法であって、

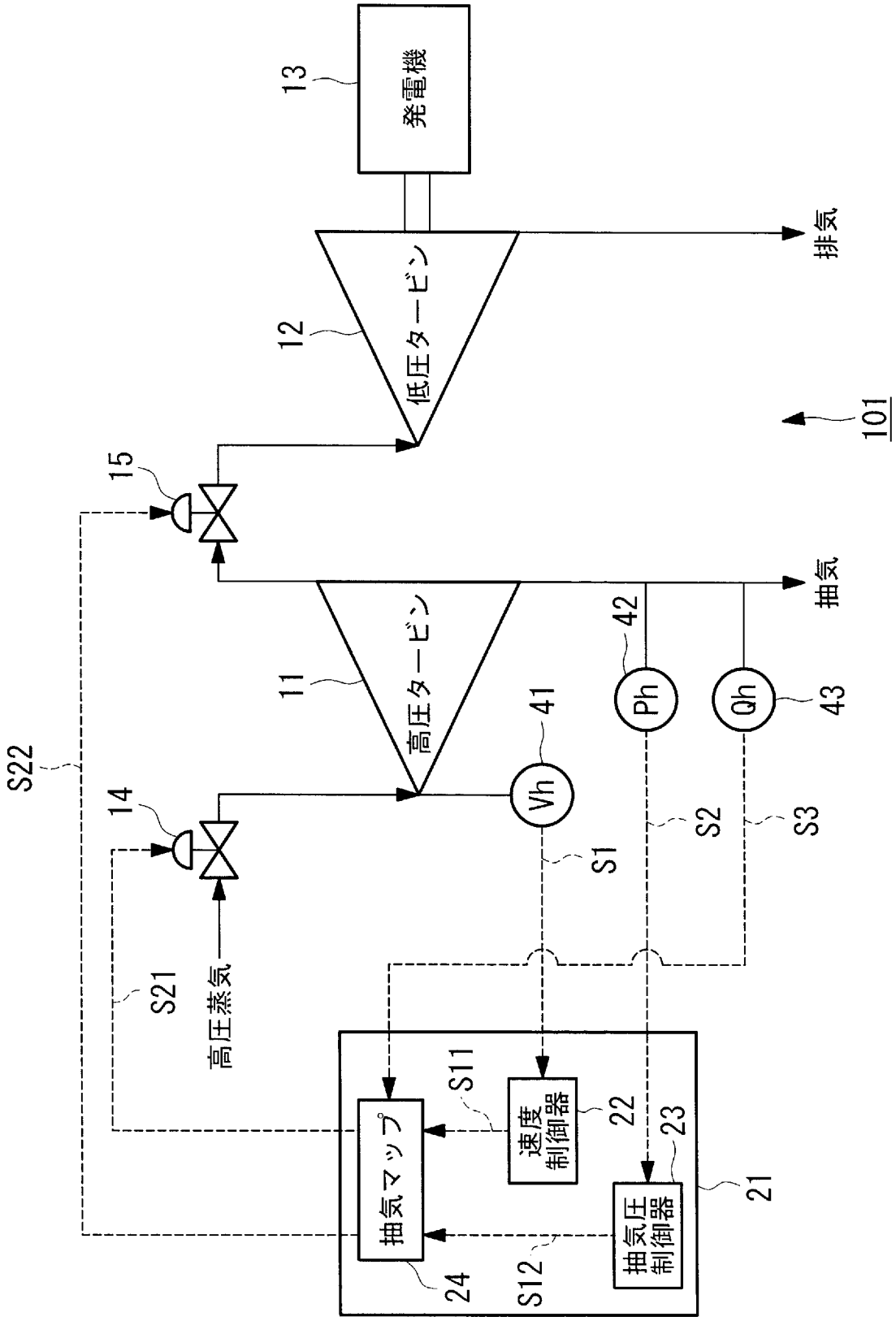
前記蒸気タービンの出力目標値並びに該蒸気タービンの速度検出値に基づき速度制御出力信号を生成する速度制御ステップと、

前記蒸気タービンの抽気流量目標値並びに該蒸気タービンの抽気圧力検出値に基づき抽気圧制御出力信号を生成する抽気圧制御ステップと、

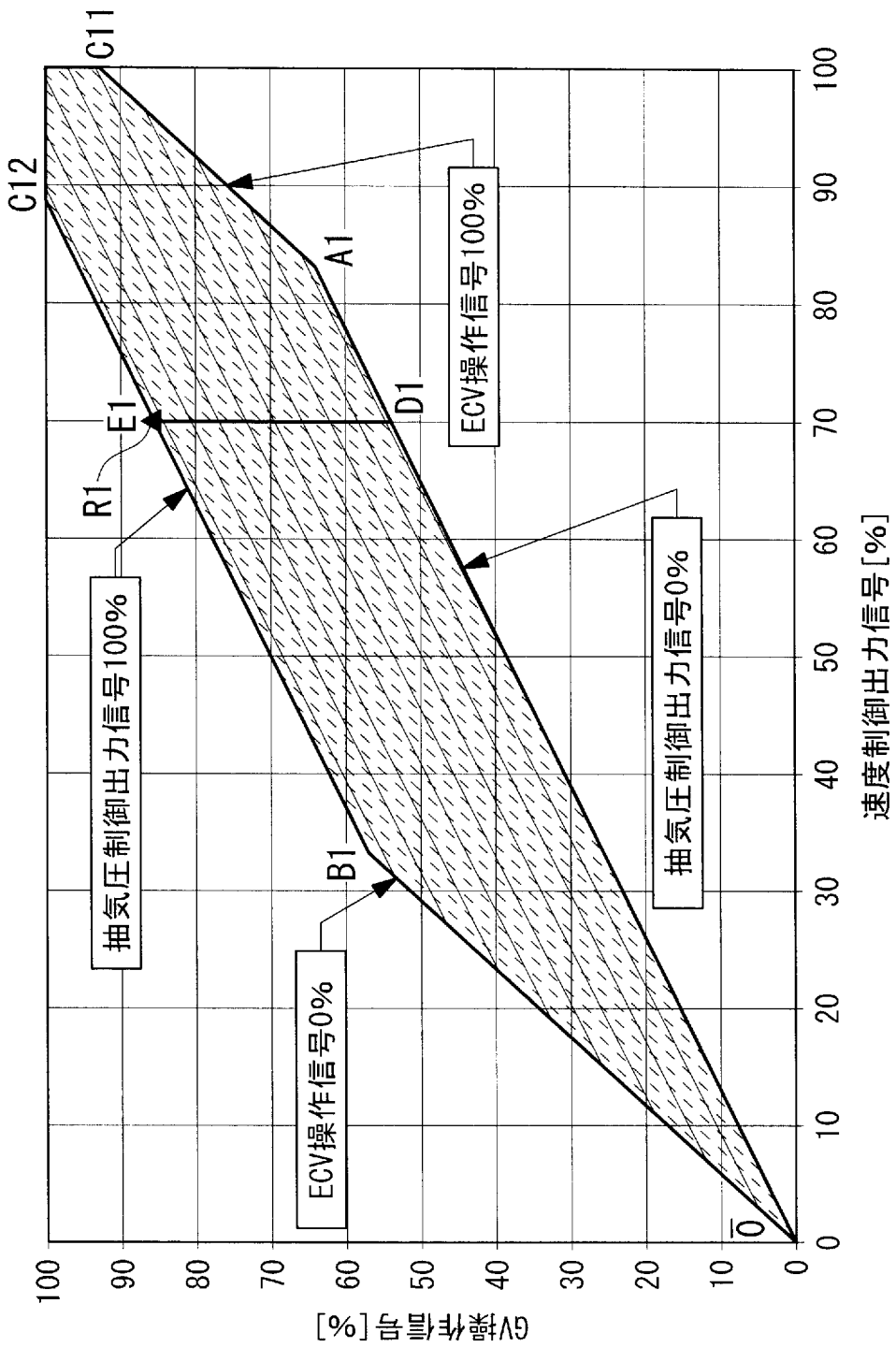
前記速度制御出力信号及び前記抽気圧制御出力信号に応じて定まる運転点における前記蒸気加減弁及び前記抽気調圧弁のそれぞれの開度を導く抽気マップを参照して、該蒸気加減弁及び該抽気調圧弁のそれぞれの操作信号を生成する操作信号生成ステップと、を有し、

定期的に検出される前記蒸気タービンの出力実測値に基づき、前記抽気マップにおける前記速度制御出力信号のスケールを「出力実測値／出力目標値」倍に修正する蒸気タービンの運転制御方法。

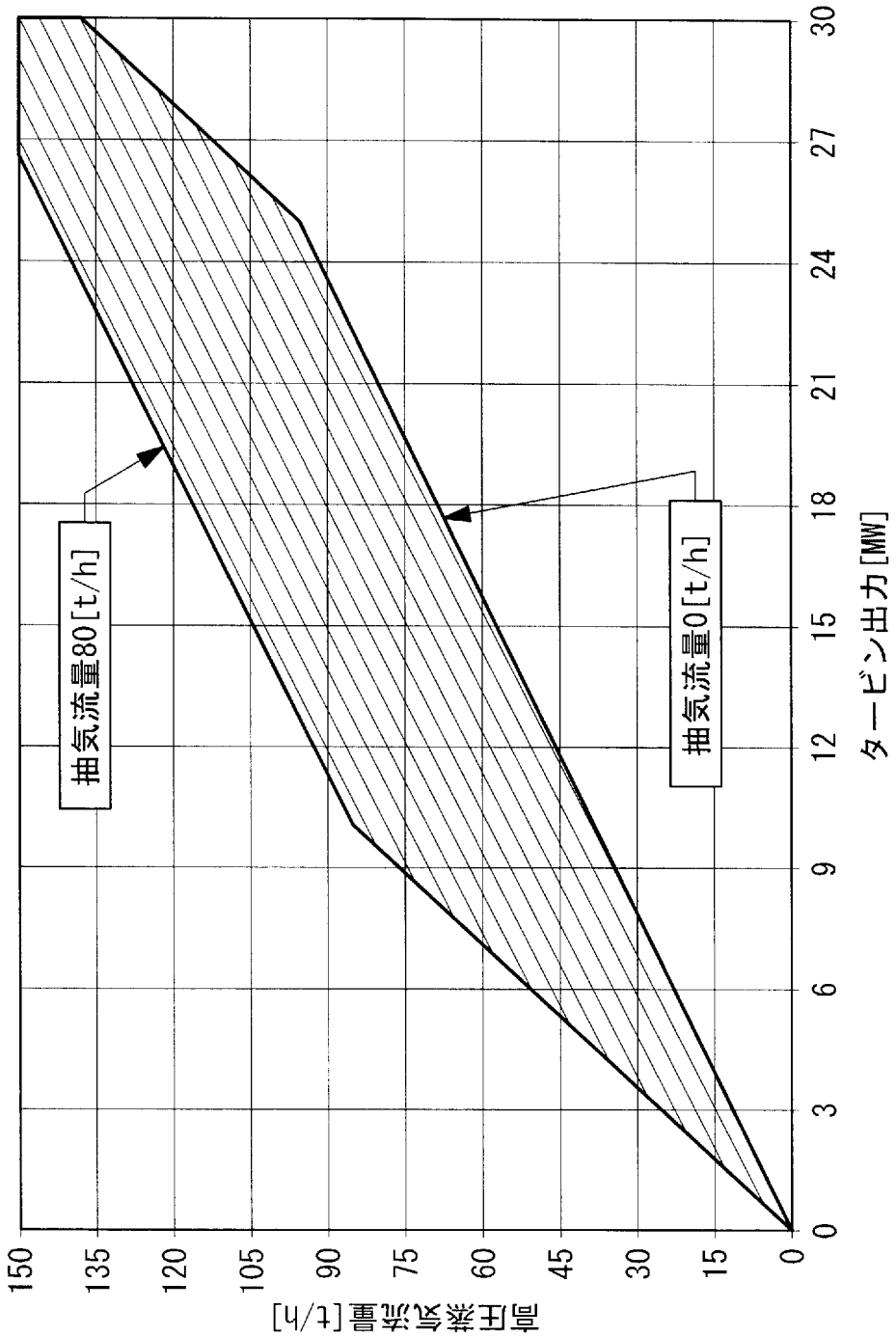
[図1]


13
発電機
排気
12
低圧タービン
101
15
抽気
11
高圧タービン
42
41
Ph
Vh
Qh
43
S22
14
S1
S2
S3
S21
高圧蒸気
S11
速度制御器
22
23
抽気マップ
抽気圧制御器
21
24
S12

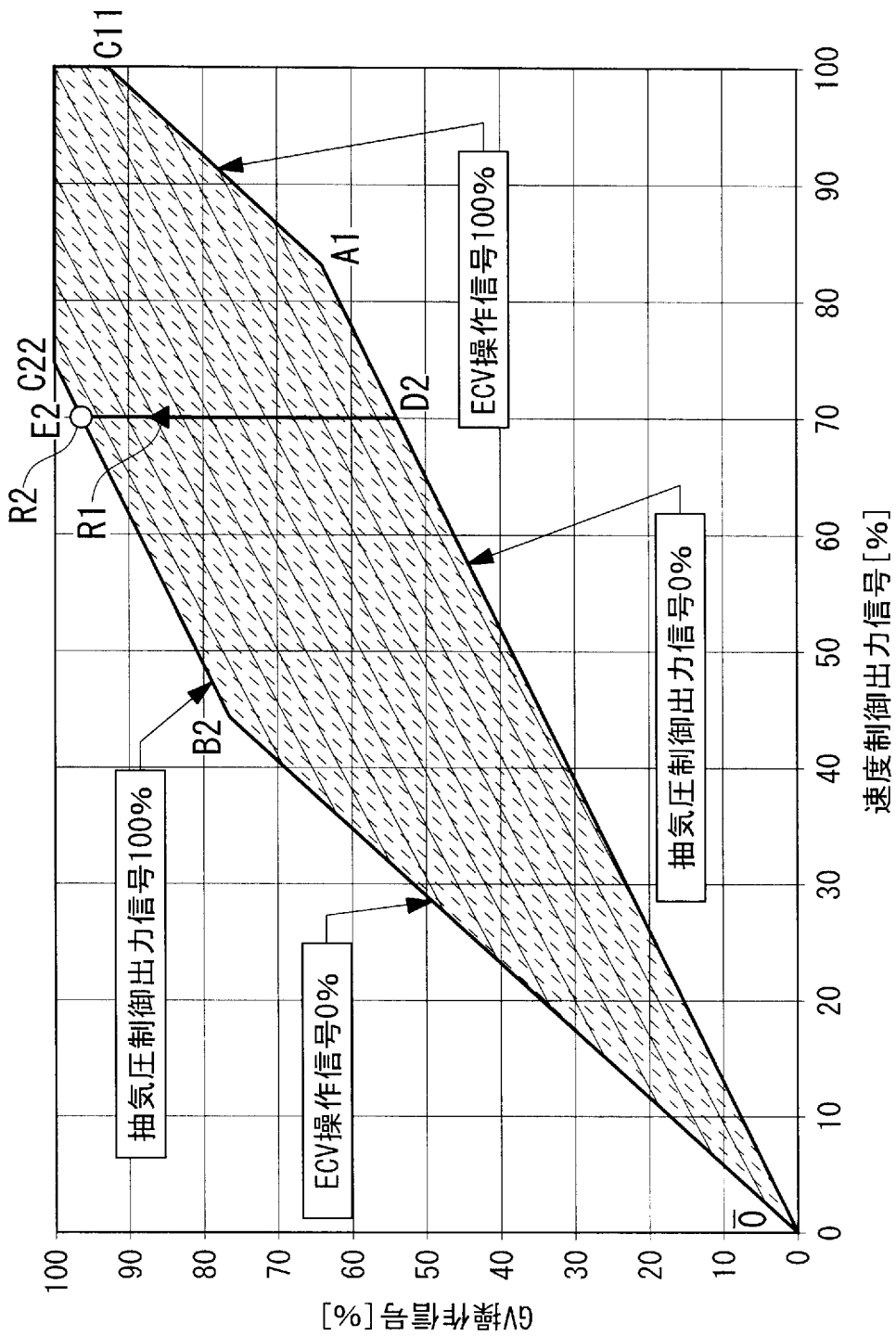
[図2]


C11
C12
A1
D1
E1
R1
B1
O
ECV操作信号100%
抽気圧制御出力信号100%
ECV操作信号0%
抽気圧制御出力信号0%
GV操作信号[%]
速度制御出力信号[%]
0
10
20
30
40
50
60
70
80
90
100

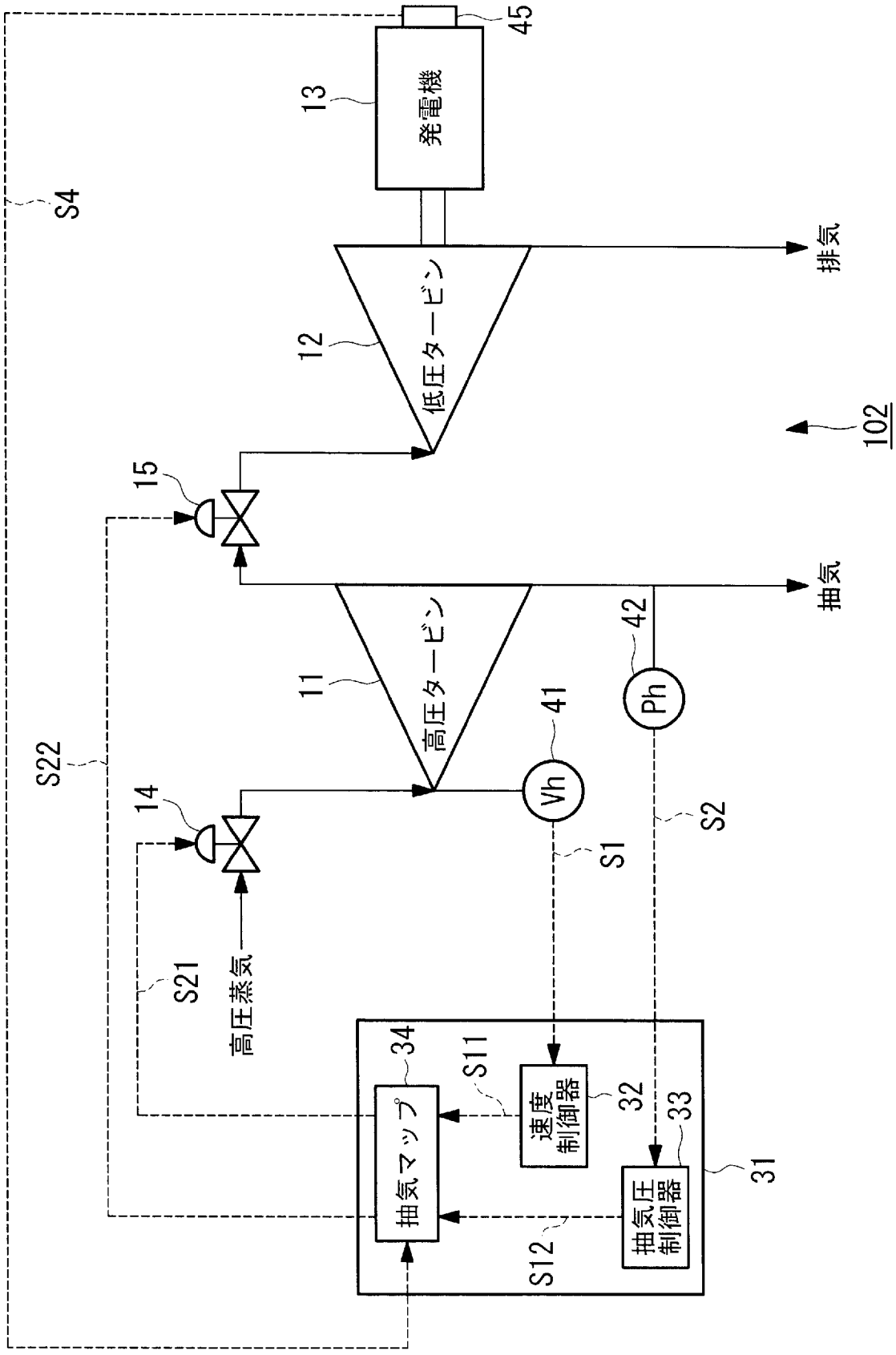
[図3]


抽気流量80[t/h]
抽気流量0[t/h]
高圧蒸気流量[t/h]
150
135
120
105
90
75
60
45
30
15
0
0
3
6
9
12
15
18
21
24
27
30
タービン出力[MW]

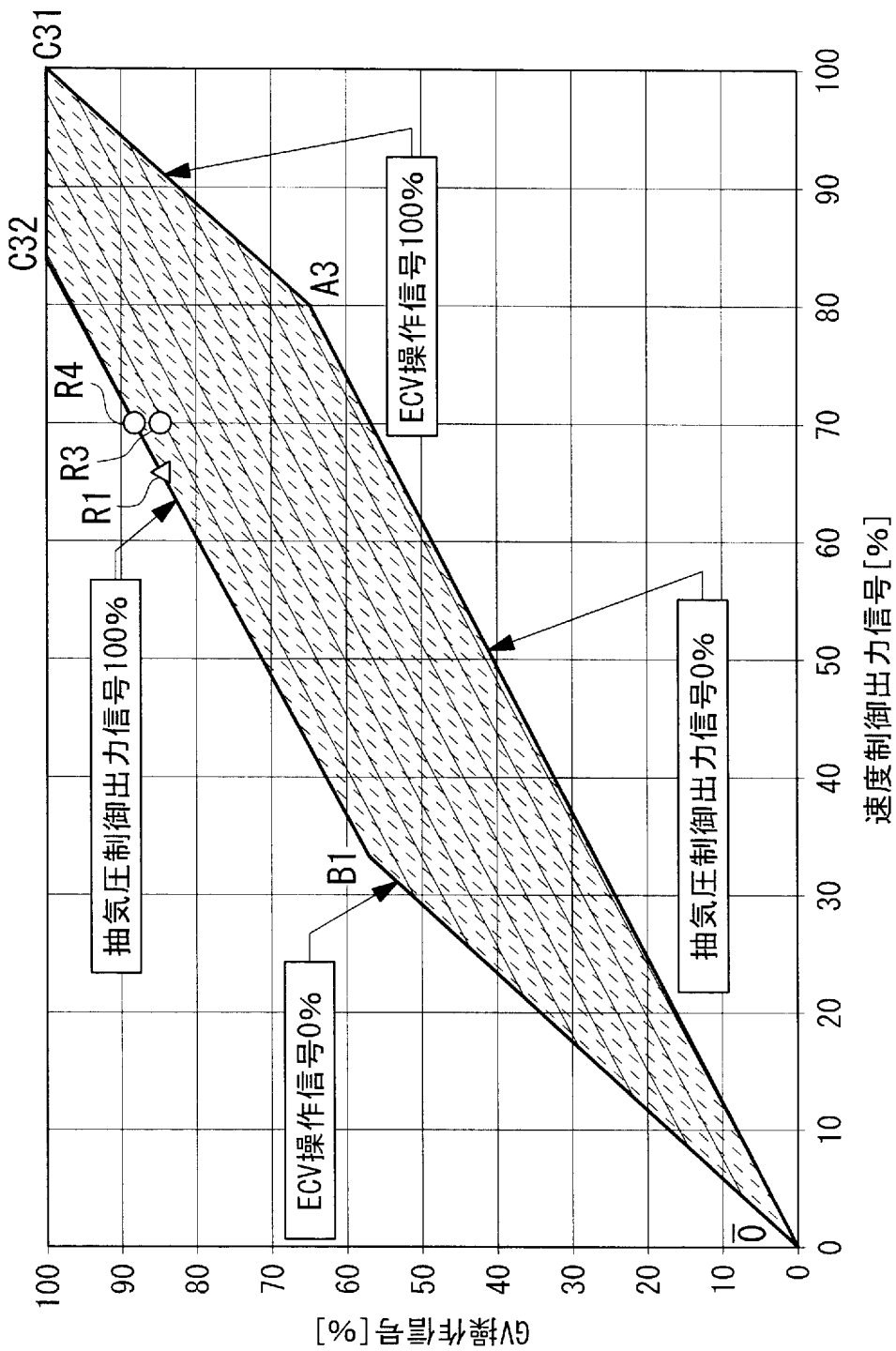
[図4]


C11
C22
E2
R2
R1
A1
D2
B2
O
ECV操作信号100%
抽気圧制御出力信号100%
ECV操作信号0%
抽気圧制御出力信号0%
GV操作信号[%]
速度制御出力信号[%]
0
10
20
30
40
50
60
70
80
90
100

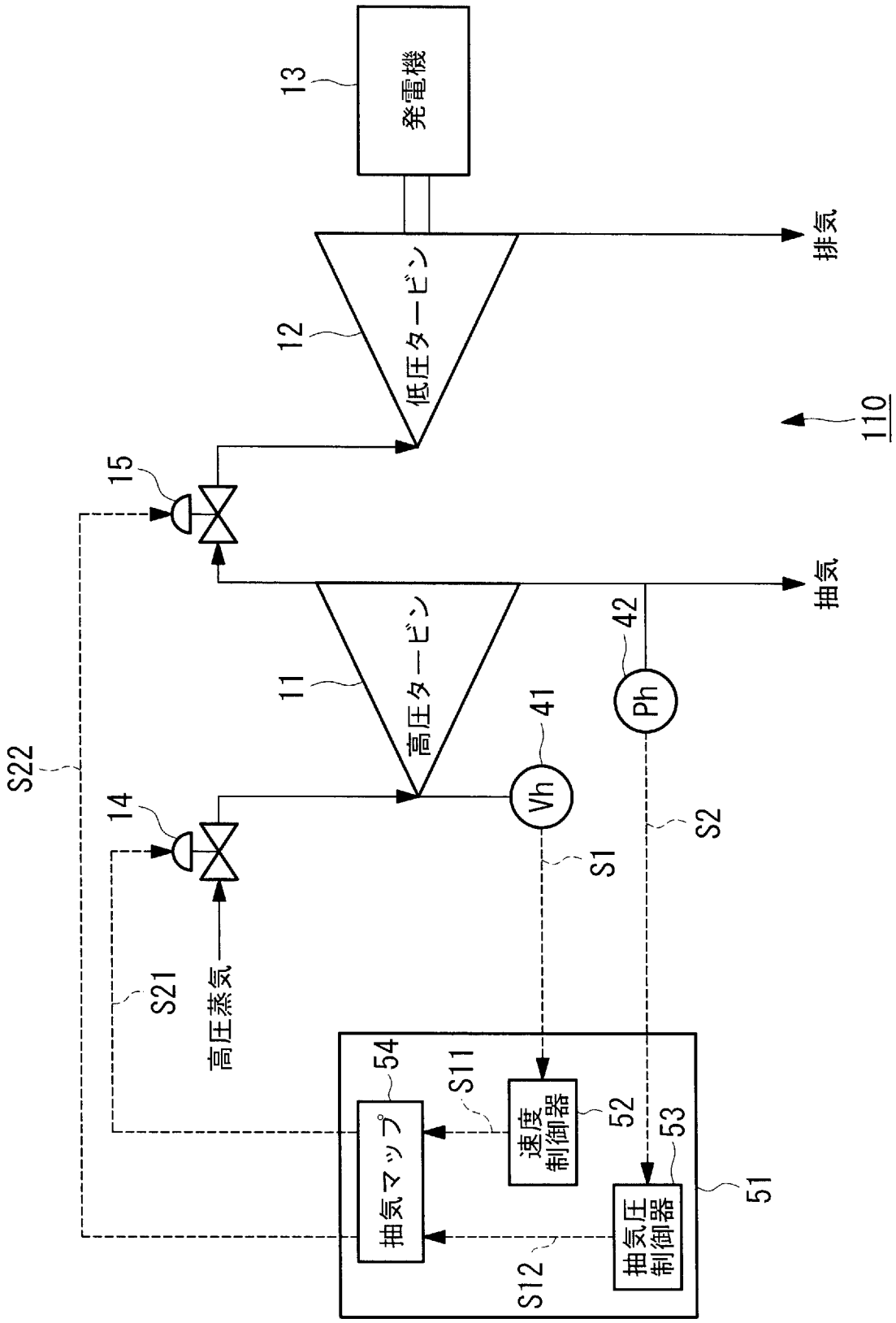
[図5]


45
13
発電機
S4
排気
12
低圧タービン
102
15
抽気
11
高圧タービン
42
Ph
41
Vh
S22
14
S1
S2
S21
高圧蒸気
34
S11
速度制御器
32
33
抽気マップ
抽気圧制御器
31
S12

[図6]


C31
C32
A3
R4
R3
R1
B1
O
ECV操作信号100%
抽気圧制御出力信号100%
ECV操作信号0%
抽気圧制御出力信号0%
GV操作信号[%]
速度制御出力信号[%]
0
10
20
30
40
50
60
70
80
90
100

[図7]


13
発電機
排気
12
低圧タービン
110
15
抽気
11
高圧タービン
42
Ph
41
Vh
S22
14
S2
S1
S21
高圧蒸気
54
S11
52
53
51
抽気マップ
速度制御器
抽気圧制御器
S12

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.
PCT/JP2011/066820

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER
F01D17/20(2006.01)i, *F01K7/38*(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)
F01D17/00-21/20, F01K7/38

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	1996-2011
Kokai Jitsuyo Shinan Koho	1971-2011	Toroku Jitsuyo Shinan Koho	1994-2011

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 62-67209 A (Mitsubishi Heavy Industries, Ltd.), 26 March 1987 (26.03.1987), page 1, lower right column, line 1 to page 2, lower left column, line 20; fig. 3, 4 (Family: none)	1-6
A	JP 5-39703 A (Fuji Electric Co., Ltd.), 19 February 1993 (19.02.1993), paragraphs [0007] to [0025]; fig. 3, 4 (Family: none)	1-6

☒ 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	Date of mailing of the international search report
24 August, 2011 (24.08.11)	06 September, 2011 (06.09.11)
Name and mailing address of the ISA/ Japanese Patent Office Facsimile No.	Authorized officer Telephone No.

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.
PCT/JP2011/066820

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 55-146205 A (Tokyo Shibaura Electric Co., Ltd.), 14 November 1980 (14.11.1980), page 2, upper right column, line 13 to page 3, upper right column, line 14; fig. 1 (Family: none)	1-6

国際調査報告

国際出願番号　ＰＣＴ／ＪＰ２０１１／０６６８２０

Ａ．　発明の属する分野の分類（国際特許分類（ＩＰＣ））

Int.Cl.　F01D17/20(2006.01)i, F01K7/38(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.　F01D17/00-21/20, F01K7/38

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	１９７１－２０１１年
日本国実用新案登録公報	１９９６－２０１１年
日本国登録実用新案公報	１９９４－２０１１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 62-67209 A (三菱重工業株式会社) 1987.03.26, 第１頁右下欄第１行-第２頁左下欄第20行, 第3,4図 (ファミリーなし)	1-6
A	JP 5-39703 A (富士電機株式会社) 1993.02.19, 段落【0007】-【0025】, 第3,4図 (ファミリーなし)	1-6

☑　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 ２４．０８．２０１１	国際調査報告の発送日 ０６．０９．２０１１
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）　３Ｔ　４６４７ 出口　昌哉 電話番号　０３－３５８１－１１０１　内線　３３９５

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 55-146205 A (東京芝浦電気株式会社) 1980.11.14, 第2頁右上欄第13行-第3頁右上欄第14行, 第1図 (ファミリーなし)	1-6