

(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
2015 年 12 月 10 日(10.12.2015)



(10) 国際公開番号

WO 2015/186274 A1

- (51) 国際特許分類:
G21D 3/08 (2006.01)
- (21) 国際出願番号: PCT/JP2014/080823
- (22) 国際出願日: 2014 年 11 月 20 日(20.11.2014)
- (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 2014-116232 2014 年 6 月 4 日(04.06.2014) JP
- (71) 出願人: 三菱重工業株式会社 (MITSUBISHI HEAVY INDUSTRIES, LTD.) [JP/JP]; 〒1088215 東京都港区港南二丁目 1 6 番 5 号 Tokyo (JP).
- (72) 発明者: 清水 健太 (SHIMIZU, Kenta); 〒1088215 東京都港区港南二丁目 1 6 番 5 号 三菱重工業株式会社内 Tokyo (JP). 柴田 明裕 (SHIBATA, Akihiro); 〒1088215 東京都港区港南二丁目 1 6 番 5 号 三菱重工業株式会社内 Tokyo (JP). 松井 昇 (MATSUI, Noboru); 〒1088215 東京都港区港南二丁目 1 6 番 5 号 三菱重工業株式会社内 Tokyo (JP).
- (74) 代理人: 酒井 宏明, 外 (SAKAI, Hiroaki et al.); 〒1000013 東京都千代田区霞が関 3 丁目 8 番 1 号

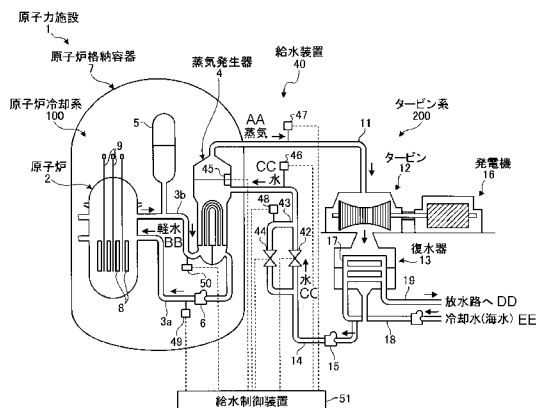
虎の門三井ビルディング 特許業務法人酒井国際特許事務所 Tokyo (JP).

- (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, BN, BR, BW, BY, BZ, CA, CH, CL, CN, CO, CR, CU, CZ, DE, DK, DM, DO, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, GT, HN, HR, HU, ID, IL, IN, IR, IS, KE, KG, KN, KP, KR, KZ, LA, LC, LK, LR, LS, LU, LY, MA, MD, ME, MG, MK, MN, MW, MX, MY, MZ, NA, NG, NI, NO, NZ, OM, PA, PE, PG, PH, PL, PT, QA, RO, RS, RU, RW, SA, SC, SD, SE, SG, SK, SL, SM, ST, SV, SY, TH, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA, UG, US, UZ, VC, VN, ZA, ZM, ZW.
- (84) 指定国 (表示のない限り、全ての種類の広域保護が可能): ARIPO (BW, GH, GM, KE, LR, LS, MW, MZ, NA, RW, SD, SL, ST, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), ユーラシア (AM, AZ, BY, KG, KZ, RU, TJ, TM), ヨーロッパ (AL, AT, BE, BG, CH, CY, CZ, DE, DK, EE, 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, KM, ML, MR, NE, SN, TD, TG).

[続葉有]

(54) Title: WATER SUPPLY CONTROL DEVICE AND WATER SUPPLY DEVICE

(54) 発明の名称: 給水制御装置および給水装置



- 1 Nuclear power facility
2 Nuclear reactor
4 Steam generating component
7 Nuclear reactor containment vessel
12 Turbine
13 Condenser
16 Power generator
40 Water supply device
51 Water supply control device
100 Nuclear reactor cooling system
200 Turbine system
AA Steam
BB Light water
CC Water
DD To discharge path
EE Cooling water (seawater)

(57) Abstract: The present invention improves control responsiveness. Specifically, there is provided a water supply control device (51) for controlling a water supply device (40) in a nuclear power facility (1) in which steam is generated from the secondary coolant in a steam generating unit (4) by heat exchange between the secondary coolant in the steam generating unit (4) and a primary coolant outputted by a nuclear reactor cooling system (100). The water supply device (40) is provided with a water supply pipe (14) connected to a steam generating component (4) so as to supply the secondary coolant to the steam generating unit (4), and a water supply valve (42) provided in the water supply pipe (14). The degree to which the water supply valve (42) is open is set on the basis of the output state of a nuclear reactor (2).

(57) 要約: 制御の即応性を向上すること。すなわち、蒸気発生器 (4) 内の二次冷却材と原子炉冷却系 (100) から出力される一次冷却材との熱交換により蒸気発生器 (4) の二次冷却材から蒸気を発生させる原子力施設 (1) にて、蒸気発生器 (4) へ向けて二次冷却材を供給するように蒸気発生器 (4) に接続された給水管 (14) と、給水管 (14) に設けられた給水弁 (42) と、を備える給水装置 (40) を制御するための給水制御装置 (51) であって、原子炉 (2) の出力状態に基づいて給水弁 (42) の弁開度を設定する。

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： 給水制御装置および給水装置

技術分野

[0001] 本発明は、原子力施設に設けられた蒸気発生器へ向けて冷却材を供給するための給水制御装置および給水装置に関する。

背景技術

[0002] 従来、例えば、特許文献 1 に記載の給水装置は、原子力施設に設けられた蒸気発生器へ向けて冷却材を供給するため、蒸気発生器に接続された給水管と、給水管に設けられて定格容量の大きな給水弁と、給水弁の上流側と下流側とで給水管に接続されるバイパス管と、バイパス管に設けられて給水弁に比して定格容量の小さなバイパス弁と、蒸気発生器内の冷却材の水位を検出可能に設けられた水位検出手段と、水位検出手段によって検出された検出水位と予め設定された蒸気発生器内の冷却材の目標水位との水位偏差に基づいて給水弁とバイパス弁とを制御して蒸気発生器に供給される冷却材の給水流量を制御可能に設けられた給水制御装置と、を備えている。

先行技術文献

特許文献

[0003] 特許文献1：特開 2 0 1 2 - 4 7 5 0 1 号公報

発明の概要

発明が解決しようとする課題

[0004] 従来の給水制御は、負荷遮断などの大幅負荷急減が生じた際、蒸気発生器から流出する蒸気流量が減少して蒸気発生器の冷却材の保有水量は増加傾向にあるにも関わらず、蒸気発生器の内圧上昇により蒸気発生器内の冷却材の水位が低下する水位の逆応答により、給水制御装置の積分要素が過大となる。この結果、蒸気発生器内の冷却材の水位が目標水位に回復した後においても、給水流量が蒸気流量よりも多い状態が継続し、目標水位を行き過ぎるオーバーシュート量が大きくなる。また、蒸気発生器内の冷却材の水位の調整

において、積分要素により負荷変化後の蒸気流量に見合った弁開度に変化するが、蒸気流量と給水流量との不一致量が蓄積されていると、調整に時間を要することになる。また、原子炉の出力状態が低く、蒸気流量、給水流量が少ないプラント状態において、負荷変動が生じた場合は、その蒸気流量変動が蒸気発生器水位の変化となって現れてくるまでに時間がかかる傾向にあることから、蒸気発生器内の冷却材の水位の調整に時間を要することになる。

[0005] 本発明は上述した課題を解決するものであり、制御の即応性を向上することのできる給水制御装置および給水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

[0006] 上述の目的を達成するために、第1の発明の給水制御装置は、蒸気発生器内の二次冷却材と原子炉冷却系から出力される一次冷却材との熱交換により前記二次冷却材から蒸気を発生させる原子力施設にて、前記蒸気発生器へ向けて前記二次冷却材を供給するように前記蒸気発生器に接続された給水管と、前記給水管に設けられた給水弁と、を備える給水装置を制御するための給水制御装置であって、原子炉の出力状態に基づいて前記給水弁の弁開度を設定することを特徴とする。

[0007] この給水制御装置によれば、原子炉の出力状態に応じた弁開度を目標として給水弁を制御するため、蒸気発生器内の冷却材の水位を原子炉の出力状態に応じた水位にいち早く近づけることができる。この結果、制御の即応性を向上することができる。しかも、原子炉の出力状態に基づいて給水弁の弁開度を設定することから、蒸気発生器内の冷却材の水位の逆応答の影響を小さくすることができ、調整に要する時間を短縮できる。

[0008] また、第2の発明の給水制御装置は、第1の発明において、前記蒸気発生器内の前記二次冷却材の水位と、前記給水管における前記二次冷却材の給水流量と、前記蒸気発生器から流出する蒸気の蒸気流量と、に基づいて前記給水弁の弁開度を調整することを特徴とする。

[0009] この給水制御装置によれば、原子炉の出力状態に応じた弁開度を目標として給水弁を制御し、この制御に加えて蒸気発生器内の冷却材の水位と、給水

管における冷却材の給水流量と、蒸気発生器から流出する蒸気の蒸気流量と、に基づいて給水弁の開度を調整することで、蒸気発生器内の状態に応じてより適した開度に給水弁を制御することができる。

[0010] また、第3の発明の給水制御装置は、第1または第2の発明において、前記給水装置は、前記給水弁の上流側と下流側とで前記給水管に接続されるバイパス管と、前記バイパス管に設けられて前記給水弁に比して定格容量の小さいバイパス弁と、を備えており、前記原子炉の出力状態に基づいて前記バイパス弁の開度を設定するとともに、前記蒸気発生器内の前記二次冷却材の水位に基づいて前記バイパス弁の開度を調整することを特徴とする。

[0011] この給水制御装置によれば、バイパス管側からの給水においても、原子炉の出力状態に応じた開度を目標としてバイパス弁を制御するため、蒸気発生器内の冷却材の水位を原子炉の出力状態に応じた水位にいち早く近づけることができる。この結果、制御の即応性を向上することができる。しかも、原子炉の出力状態に基づいてバイパス弁の開度を設定することから、低出力時の蒸気発生器水位の応答遅れの影響を小さくすることができ、調整に要する時間を短縮できる。そして、原子炉の出力状態に応じた開度を目標としてバイパス弁を制御し、この制御に加えて蒸気発生器内の冷却材の水位に基づいてバイパス弁の開度を調整することで、仮に、製作誤差などによりバイパス弁のCv値特性が設計と差が生じた場合であっても、蒸気発生器の状態に応じてより適した開度にバイパス弁を制御することができる。

[0012] また、第4の発明の給水制御装置は、第1または第2の発明において、前記給水装置は、前記給水弁の上流側と下流側とで前記給水管に接続されるバイパス管と、前記バイパス管に設けられて前記給水弁に比して定格容量の小さいバイパス弁と、を備えており、前記原子炉の出力状態に基づいて前記バイパス弁の開度を設定するとともに、前記蒸気発生器内の前記二次冷却材の水位と、前記バイパス弁の容量に対応して得られる給水流量と、に基づいて前記バイパス弁の開度を調整することを特徴とする。

[0013] この給水制御装置によれば、バイパス管側からの給水においても、原子炉

の出力状態に応じた弁開度を目標としてバイパス弁を制御するため、蒸気発生器内の冷却材の水位を原子炉の出力状態に応じた水位にいち早く近づけることができる。この結果、制御の即応性を向上することができる。しかも、原子炉の出力状態に基づいてバイパス弁の弁開度を設定することから、低出力時の蒸気発生器水位の応答遅れの影響を小さくすることができ、調整に要する時間を短縮できる。そして、原子炉の出力状態に応じた弁開度を目標としてバイパス弁を制御し、この制御に加えて蒸気発生器内の冷却材の水位と、バイパス管における冷却材の給水流量と、に基づいてバイパス弁の弁開度を調整することで、仮に、製作誤差などによりバイパス弁のCv値特性が設計と差が生じた場合であっても、蒸気発生器の状態に応じてより適した弁開度にバイパス弁を制御することができる。

[0014] 上述の目的を達成するために、第5の発明の給水装置は、蒸気発生器内の二次冷却材と原子炉冷却系から出力される一次冷却材との熱交換により前記蒸気発生器の前記二次冷却材から蒸気を発生させる原子力施設にて、前記蒸気発生器へ向けて前記二次冷却材を供給するように前記蒸気発生器に接続された給水管と、前記給水管に設けられた給水弁と、前記給水弁の上流側と下流側とで前記給水管に接続されるバイパス管と、前記バイパス管に設けられて前記給水弁に比して定格容量の小さいバイパス弁と、前記給水弁および前記バイパス弁を制御する第1～4のいずれか一つの発明に記載の給水制御装置と、を備えることを特徴とする。

[0015] この給水装置によれば、原子炉の出力状態に応じた弁開度を目標として給水弁やバイパス弁を制御することで、蒸気発生器内の冷却材の水位を原子炉の出力状態に応じた水位にいち早く近づけることができる。この結果、制御の即応性を向上することができる。しかも、原子炉の出力状態に基づいて給水弁やバイパス弁の弁開度を設定することから、蒸気発生器内の冷却材の水位の逆応答、および、低出力時における蒸気発生器内の冷却材の水位の応答遅れの影響を小さくすることができ、調整に要する時間を短縮できる。

発明の効果

[0016] 本発明によれば、制御の即応性を向上することができる。

図面の簡単な説明

[0017] [図1]図1は、本発明の実施形態に係る給水装置を備えた原子力施設の概略構成図である。

[図2]図2は、本発明の実施形態に係る給水制御装置における給水系に関する制御ブロック図である。

[図3]図3は、本発明の実施形態に係る給水制御装置における給水系に関する制御を示すグラフである。

[図4]図4は、本発明の実施形態に係る給水制御装置における給水バイパス系に関する制御ブロック図である。

[図5]図5は、本発明の実施形態に係る給水制御装置における給水バイパス系に関する他の制御ブロック図である。

発明を実施するための形態

[0018] 以下に、本発明に係る実施形態を図面に基づいて詳細に説明する。なお、この実施形態によりこの発明が限定されるものではない。また、下記実施形態における構成要素には、当業者が置換可能かつ容易なもの、あるいは実質的に同一のものが含まれる。

[0019] 図1は、本実施形態に係る給水装置を備えた原子力施設の概略構成図である。原子力施設1は、原子炉2を有する。原子炉2は、例えば、加圧水型原子炉（PWR：Pressurized Water Reactor）が用いられる。この加圧水型の原子炉2を用いた原子力施設1は、原子炉2を含む原子炉冷却系（一次冷却系）100と、原子炉冷却系100と熱交換するタービン系（二次冷却系）200とで構成される。原子炉冷却系100は、一次冷却材が流通し、タービン系200は、二次冷却材が流通する。

[0020] 原子炉冷却系100は、コールドレグ3aおよびホットレグ3bを介して原子炉2に接続された蒸気発生器4を有する。ホットレグ3bは、加圧器5が設けられ、コールドレグ3aは、一次冷却材ポンプ6が設けられている。そして、原子炉2、コールドレグ3a、ホットレグ3b、蒸気発生器4、加

圧器 5 および一次冷却材ポンプ 6 は、原子炉格納容器 7 に収容されている。

[0021] 原子炉 2 は、上記したように加圧水型原子炉であり、その内部は一次冷却材で満たされる。一次冷却材は、中性子減速材として用いられるホウ素が溶解した軽水である。また、原子炉 2 は、その内部に、多数の燃料集合体 8 が収容され、この各燃料集合体 8 に対し、燃料集合体 8 の核分裂を制御する多数の制御棒 9 が抜差し可能に設けられている。

[0022] 原子力施設 1 の原子炉冷却系 100 における一連の動作について説明する。原子炉 2 内において、制御棒 9 により核分裂反応を制御しながら燃料集合体 8 を核分裂させると、核分裂により熱エネルギーが発生する。この熱エネルギーにより、原子炉 2 内の一次冷却材が加熱されると、加熱された一次冷却材は、一次冷却材ポンプ 6 によりホットレグ 3b を介して蒸気発生器 4 に送られる。ホットレグ 3b を通過する高温の一次冷却材は、加圧器 5 により加圧されることで沸騰が抑制され、高温高圧となった状態で、蒸気発生器 4 に流入する。蒸気発生器 4 に流入した高温高圧の一次冷却材は、二次冷却材と熱交換を行うことにより冷却され、冷却された一次冷却材は、一次冷却材ポンプ 6 によりコールドレグ 3a を介して原子炉 2 に送られる。そして、冷却された一次冷却材が原子炉 2 に流入することで、原子炉 2 が冷却される。このように、一次冷却材は、原子炉 2 と蒸気発生器 4 とを循環している。

[0023] タービン系 200 は、蒸気管 11 を介して蒸気発生器 4 に接続されたタービン 12、タービン 12 に接続された復水器 13、および復水器 13 と蒸気発生器 4 とを接続する給水管 14 に介設された給水ポンプ 15、を有している。そして、タービン 12 は、発電機 16 が接続されている。

[0024] 原子力施設 1 のタービン系 200 における一連の動作について説明する。蒸気管 11 を介して蒸気発生器 4 から蒸気がタービン 12 に流入すると、タービン 12 は回転を行う。タービン 12 が回転すると、タービン 12 に接続された発電機 16 は、発電を行う。この後、タービン 12 から流出した蒸気は復水器 13 に流入する。復水器 13 は、その内部に冷却管 17 が配設されており、冷却管 17 の一方には冷却水（例えば、海水）を供給するための取

水管 18 が接続され、冷却管 17 の他方には冷却水を排水するための排水管 19 が接続されている。この復水器 13 は、タービン 12 から流入した蒸気を冷却管 17 により冷却することで、蒸気を液体に戻す。液体となった二次冷却材は、給水ポンプ 15 により給水管 14 を介して蒸気発生器 4 に送られる。蒸気発生器 4 に送られた二次冷却材は、蒸気発生器 4 において一次冷却材と熱交換を行うことにより再び蒸気となる。

[0025] 上記した原子力施設 1 において、二次冷却材は、上記の給水管 14 および給水ポンプ 15 を含む給水装置 40 により、その流量が制御されながら、蒸気発生器 4 へ向けて供給される。

[0026] 給水装置 40 は、図 1 に示すように、上記の給水管 14 と、上記の給水ポンプ 15 と、給水管 14 に設けられた給水弁 42 と、給水弁 42 を迂回して給水管 14 に接続されたバイパス管 43 と、バイパス管 43 に設けられたバイパス弁 44 と、蒸気発生器 4 に設けられた水位計 45 と、給水管 14 に設けられて給水弁 42 の容量に対応した給水流量計 46 と、蒸気管 11 に設けられた蒸気流量計 47 と、バイパス管 43 または給水管 14 に設けられてバイパス弁 44 の容量に対応した給水バイパス流量計 48 と、コールドレグ 3a に設けられた第一温度センサ 49 と、ホットレグ 3b に設けられた第二温度センサ 50 と、を備える。この給水装置 40 は、給水制御装置 51 により制御される。

[0027] 給水弁 42 は、給水管 14 において給水ポンプ 15 の下流側に設けられている。給水弁 42 は、空気式の制御弁であり、バイパス弁 44 に比して、定格容量の大きな構成となっている。バイパス管 43 は、その一端が給水弁 42 の上流側で給水管 14 に接続され、その他端が給水弁 42 の下流側で給水管 14 に接続されている。バイパス弁 44 は、バイパス管 43 に設けられている。バイパス弁 44 は、給水弁 42 と同様に空気式の制御弁であるが、給水弁 42 に比して、定格容量の小さな構成となっている。

[0028] 水位計 45 は、蒸気発生器 4 内に設けられており、蒸気発生器 4 内の二次冷却材の水位を計測する。給水流量計 46 は、給水弁 42 の下流側で給水管

14に設けられ、給水管14内を流れる液相の二次冷却材の流量を計測する。この給水流量計46は、給水弁42の容量に対応し、給水弁42を経て流れる二次冷却材における給水流量を計測する。蒸気流量計47は、蒸気管11内を流れる蒸気（気相の二次冷却材）における蒸気流量を計測する。給水バイパス流量計48は、バイパス弁44の下流側でバイパス管43または給水管14に設けられ、給水管14内を流れる液相の二次冷却材の流量を計測する。この給水バイパス流量計48は、バイパス弁44の容量に対応し、バイパス弁44を経て流れる二次冷却材における狭域給水流量を計測する。第一温度センサ49は、コールドレグ3aに流通する一次冷却材の温度を検出する。第二温度センサ50は、ホットレグ3bに流通する一次冷却材の温度を検出する。

[0029] 給水制御装置51は、給水装置40を統括的に制御する。給水制御装置51は、水位計45、給水流量計46、蒸気流量計47、給水バイパス流量計48、第一温度センサ49、および第二温度センサ50に接続され、さらに、給水弁42およびバイパス弁44に接続されている。この給水制御装置51は、水位計45、給水流量計46、蒸気流量計47、給水バイパス流量計48、第一温度センサ49、および第二温度センサ50からの入力に基づいて給水弁42およびバイパス弁44を制御することにより、蒸気発生器4への給水制御を行う。

[0030] 図2は、本実施形態に係る給水制御装置における給水系に関する制御ブロック図である。また、図3は、本実施形態に係る給水制御装置における給水系に関する制御を示すグラフである。また、図4および図5は、本実施形態に係る給水制御装置における給水バイパス系に関する制御ブロック図である。ここで、給水系とは、給水制御装置51において給水弁42を開状態として制御し、バイパス弁44を閉状態として制御しない給水制御を意味する。一方、給水バイパス系とは、給水制御装置51においてバイパス弁44を開状態として制御し、給水弁42を閉状態として制御しない給水制御を意味する。

- [0031] まず、給水系について説明する。給水系において、給水制御装置 5 1 は、図 2 に示すように、第一水位設定部 5 2 と、第一可変ゲイン設定部 5 3 と、第一 P I 制御部（第一フィードバック制御部） 5 4 と、第二可変ゲイン設定部 5 5 と、第二 P I 制御部（第二フィードバック制御部） 5 6 と、第一弁開度信号出力部 5 7 と、を有している。
- [0032] 第一水位設定部 5 2 は、タービン 1 2 における流入口周りである第一段静翼周りの蒸気圧力〔タービン第一段圧力〕に応じて蒸気発生器 4 内の目標水位を設定する。水位設定値は、図 2 に示すグラフ G 1 に基づいて設定される。グラフ G 1 は、予め定められたもので、横軸がタービン第一段圧力となっており、縦軸が水位設定値となっている。このため、タービン第一段圧力の信号が入力されると、給水制御装置 5 1 は、タービン第一段圧力と第一水位設定部 5 2 のグラフ G 1 とに基づいて水位設定値を導出する。
- [0033] 第一可変ゲイン設定部 5 3 は、可変する第一比例ゲインを設定する。第一比例ゲインの大きさは、第一温度センサ 4 9 で得られるコールドレグ 3 a の温度と、第二温度センサ 5 0 で得られるホットレグ 3 b の温度との温度差 ΔT に基づいて設定される。この温度差 ΔT は、第一温度センサ 4 9 および第二温度センサ 5 0 からの入力に基づいて給水制御装置 5 1 で導出され、原子炉 2 の出力の指標である。そして、給水制御装置 5 1 は、導出した温度差 ΔT に基づいて、図 2 に示すグラフ G 2 から第一比例ゲインを導出する。グラフ G 2 は、横軸が温度差 ΔT となっており、縦軸が第一比例ゲインとなっている。グラフ G 2 では、第一比例ゲインは、温度差 ΔT が 0 から T 1 までは、予め設定された下限比例ゲインとなっており、T 1 から T 2 までは、下限比例ゲインから、予め設定された上限比例ゲインまで増大し、T 2 以上は、上限比例ゲインとなっている。
- [0034] 第一 P I 制御部 5 4 は、第一可変ゲイン設定部 5 3 の出力側に接続されている。第一 P I 制御部 5 4 は、水位偏差である制御入力信号 I S 1 に対し、第一比例ゲインを用いた比例制御と、積分制御とを行うことで、制御入力信号をフィードバック制御（P I 制御）する。そして、第一 P I 制御部 5 4 は

、P I 制御後の制御入力信号を制御出力信号（第一制御出力信号）OS 1 として出力する。

[0035] 第二可変ゲイン設定部 5 5 は、その入力側に第一 P I 制御部 5 4 と給水流量計 4 6 と蒸気流量計 4 7 とが接続され、その出力側に第二 P I 制御部 5 6 が接続されている。そして、第二可変ゲイン設定部 5 5 は、可変する第二比例ゲインを設定する。第二比例ゲインの大きさは、第一 P I 制御部 5 4 から出力された制御出力信号 OS 1 と、流量偏差である制御入力信号（第二制御入力信号）IS 2 とから導出された導出信号の制御値に基づいて設定される。ここで、導出信号の制御値は、第一 P I 制御部 5 4 から出力された制御出力信号 OS 1 である P I 制御後の水位偏差と、制御入力信号 IS 2 である流量偏差とを考慮した偏差値である。そして、給水制御装置 5 1 は、導出信号の制御値に基づいて、図 2 に示すグラフ G 3 から第二比例ゲインを導出する。グラフ G 3 は、横軸が導出信号の制御値となっており、縦軸が第二比例ゲインとなっている。グラフ G 3 では、第二比例ゲインは、制御値が 0、すなわち偏差が 0 のときは、予め設定された下限比例ゲインとなっている。一方、第二比例ゲインは、制御値が 0 から S 1 までは、下限比例ゲインから予め設定された上限比例ゲインまで増大し、S 1 よりも大きい場合は上限比例ゲインとなっている。同様に、第二比例ゲインは、制御値が 0 から -S 1 までは、下限比例ゲインから予め設定された上限比例ゲインまで増大し、-S 1 よりも小さい場合は、上限比例ゲインとなっている。

[0036] 第二 P I 制御部 5 6 は、第二可変ゲイン設定部 5 5 の出力側に接続されている。第二 P I 制御部 5 6 は、導出信号に対し、第二比例ゲインを用いた比例制御と、積分制御とを行うことで、導出信号をフィードバック制御（P I 制御）する。そして、第二 P I 制御部 5 6 は、P I 制御後の導出信号を、給水弁 4 2 を制御するための制御出力信号（第二制御出力信号）OS 2 として出力する。

[0037] 第一弁開度信号出力部 5 7 は、原子炉 2 の出力の指標である温度差 ΔT に基づいて、給水弁 4 2 の弁開度を制御するための制御出力信号（第三制御出

力信号) OS3として出力する。すなわち、給水制御装置51は、導出した温度差 ΔT に基づいて、図2に示すグラフG4から給水弁42の弁開度を導出する。グラフG4は、横軸が温度差 ΔT となっており、縦軸が弁開度となっている。

[0038] そして、給水制御装置51は、第一弁開度信号出力部57で出力する制御出力信号OS3と、第二PI制御部56で出力する制御出力信号OS2とを合わせて給水弁42を制御する制御出力信号(第四制御出力信号)OS4を出力する。すなわち、給水制御装置51は、原子炉2の出力状態である温度差 ΔT に基づいた給水弁42の弁開度の制御出力信号OS3を、第一弁開度信号出力部57から出力することで、図3に破線で示すように目標値である給水弁42の弁開度を設定する。そして、給水制御装置51は、この制御出力信号OS3を給水弁42に出力し、図3に実線で示すように、目標値まで給水弁42の弁開度を制御する。さらに、給水制御装置51は、蒸気発生器4内の二次冷却材の水位と、給水管14における二次冷却材の給水流量と、蒸気発生器4から流出する蒸気の蒸気流量と、に基づいた制御出力信号OS2を出力することで、図3に実線で示すように給水弁42の弁開度を調整する。つまり、目標値まで給水弁42の弁開度を制御するまでに原子炉2の出力により変化し得る水位分(図3に斜線で示す範囲)を考慮してこれを加算して調整する。なお、図3の一点鎖線は、第一弁開度信号出力部57で出力する制御出力信号OS3を用いない場合の給水制御を示す。

[0039] 次に、給水バイパス系について説明する。給水バイパス系において、給水制御装置51は、図4に示すように、第二水位設定部62と、第三可変ゲイン設定部63と、第二弁開度信号出力部64と、で構成されている。

[0040] 第二水位設定部62は、タービン12における流入口周りである第一段静翼周りの蒸気圧力[タービン第一段圧力]に応じて蒸気発生器4内の目標水位を設定する。水位設定値は、図4に示すグラフG5に基づいて設定される。グラフG5は、予め定められたもので、横軸がタービン第一段圧力となっており、縦軸が水位設定値となっている。このため、タービン第一段圧力の

信号が入力されると、給水制御装置 51 は、タービン第一段圧力と水位設定部 62 のグラフ G5 とに基づいて水位設定値を導出する。

[0041] 第三可変ゲイン設定部 63 は、可変する第三比例ゲインを設定する。第三比例ゲインの大きさは、第一温度センサ 49 で得られるコールドレグ 3a の温度と、第二温度センサ 50 で得られるホットレグ 3b の温度との温度差 ΔT に基づいて設定される。この温度差 ΔT は、第一温度センサ 49 および第二温度センサ 50 からの入力に基づいて給水制御装置 51 で導出され、原子炉 2 の出力の指標である。そして、給水制御装置 51 は、導出した温度差 ΔT に基づいて、図 4 に示すグラフ G6 から第三比例ゲインを導出する。グラフ G6 は、横軸が温度差 ΔT となっており、縦軸が第三比例ゲインとなっている。グラフ G6 では、第三比例ゲインは、温度差 ΔT が 0 から 20%（バイパス弁 44 が使用される出力領域に対応）までは、予め設定された下限比例ゲイン K_L から予め設定された上限比例ゲイン K_H まで増大し、20%以上は、上限比例ゲイン K_H となっている。

[0042] 第二弁開度信号出力部 64 は、原子炉 2 の出力の指標である温度差 ΔT に基づいて、バイパス弁 44 の弁開度を制御するための制御出力信号（第五制御出力信号）OS5 として出力する。すなわち、給水制御装置 51 は、導出した温度差 ΔT に基づいて、図 4 に示すグラフ G7 からバイパス弁 44 の弁開度を導出する。グラフ G7 は、横軸が温度差 ΔT となっており、縦軸が弁開度となっている。

[0043] そして、給水制御装置 51 は、第二弁開度信号出力部 64 で出力する制御出力信号 OS5 と、第三可変ゲイン設定部 63 の第三比例ゲインとを用いてバイパス弁 44 を制御する制御出力信号（第六制御出力信号）OS6 を出力する。すなわち、給水制御装置 51 は、原子炉 2 の出力の指標である温度差 ΔT に基づいたバイパス弁 44 の弁開度の制御出力信号 OS5 を、第二弁開度信号出力部 64 から出力することで、目標値であるバイパス弁 44 の弁開度を設定する。そして、給水制御装置 51 は、この制御出力信号 OS5 をバイパス弁 44 に出力し、例えば、図 3 に実線で示すように、目標値までバイ

パス弁 44 の弁開度を制御する。さらに、給水制御装置 51 は、蒸気発生器 4 内の二次冷却材の水位に基づき、例えば、図 3 に実線で示すようにバイパス弁 44 の弁開度を調整する。つまり、目標値までバイパス弁 44 の弁開度を制御するまでに原子炉 2 の出力により低下し得る水位分（例えば、図 3 に斜線で示す範囲）を考慮してこれを加算して調整する。なお、図 3 の一点鎖線は、第二弁開度信号出力部 64 で出力する制御出力信号 OS5 を用いない場合の給水制御に相当する。

[0044] ところで、給水バイパス系において、給水制御装置 51 は、図 5 に示すように、第二水位設定部 62 と、第三可変ゲイン設定部 63 と、第二弁開度信号出力部 64 と、に加え、第三 PI 制御部（第三フィードバック制御部）65 と、蒸気流量信号出力部 66 と、第四 PI 制御部（第三フィードバック制御部）67 と、を有してもよい。

[0045] 第二水位設定部 62 は、タービン 12 における流入口周りである第一段静翼周りの蒸気圧力〔タービン第一段圧力〕に応じて蒸気発生器 4 内の目標水位を設定する。水位設定値は、図 5 に示すグラフ G5 に基づいて設定される。グラフ G5 は、予め定められたもので、横軸がタービン第一段圧力となっており、縦軸が水位設定値となっている。このため、タービン第一段圧力の信号が入力されると、給水制御装置 51 は、タービン第一段圧力と第二水位設定部 62 のグラフ G5 とに基づいて水位設定値を導出する。

[0046] 第三可変ゲイン設定部 63 は、可変する第三比例ゲインを設定する。第三比例ゲインの大きさは、第一温度センサ 49 で得られるコールドレグ 3a の温度と、第二温度センサ 50 で得られるホットレグ 3b の温度との温度差 ΔT に基づいて設定される。この温度差 ΔT は、第一温度センサ 49 および第二温度センサ 50 からの入力に基づいて給水制御装置 51 で導出され、原子炉 2 の出力の指標である。そして、給水制御装置 51 は、導出した温度差 ΔT に基づいて、図 5 に示すグラフ G6 から第三比例ゲインを導出する。グラフ G6 は、横軸が温度差 ΔT となっており、縦軸が第三比例ゲインとなっている。グラフ G6 では、第三比例ゲインは、温度差 ΔT が 0 から 20%（バ

イパス弁44が使用される出力領域に対応)までは、予め設定された下限比例ゲイン K_L から予め設定された上限比例ゲイン K_H まで増大し、20%以上は、上限比例ゲイン K_H となっている。

[0047] 第三PI制御部65は、第三可変ゲイン設定部63の出力側に接続されている。第三PI制御部65は、導出信号に対し、第三比例ゲインを用いた比例制御と、積分制御とを行うことで、導出信号をフィードバック制御(PI制御)する。そして、第三PI制御部65は、PI制御後の制御入力信号を制御出力信号(第七制御出力信号)OS7として出力する。

[0048] 蒸気流量信号出力部66は、原子炉2の出力の指標である温度差 ΔT に基づいて、蒸気発生器4から流出する蒸気流量である制御出力信号(第八制御出力信号)OS8として出力する。すなわち、給水制御装置51は、導出した温度差 ΔT に基づいて、図5に示すグラフG8から蒸気発生器4の蒸気流量を導出する。グラフG8は、横軸が温度差 ΔT となっており、縦軸が蒸気流量となっている。

[0049] 第四PI制御部67は、第三PI制御部65および蒸気流量信号出力部66の出力側に接続されている。第四PI制御部67は、給水バイパス流量計48により検出した狭域給水流量と、蒸気流量信号出力部66から出力された蒸気流量との流量偏差に対し、第三PI制御部65からの制御出力信号OS7を用いた比例制御と、積分制御とを行うことで、制御入力信号をフィードバック制御(PI制御)する。そして、第四PI制御部67は、PI制御後の制御入力信号を、バイパス弁44を制御するための制御出力信号(第九制御出力信号)OS9として出力する。

[0050] 第二弁開度信号出力部64は、原子炉2の出力の指標である温度差 ΔT に基づいて、バイパス弁44の弁開度を制御するための制御出力信号(第五制御出力信号)OS5として出力する。すなわち、給水制御装置51は、導出した温度差 ΔT に基づいて、図5に示すグラフG7からバイパス弁44の弁開度を導出する。グラフG7は、横軸が温度差 ΔT となっており、縦軸が弁開度となっている。

[0051] そして、給水制御装置 51 は、第二弁開度信号出力部 64 で出力する制御出力信号 OS5 と、第四 PI 制御部 67 で出力する制御出力信号 OS9 とを合わせてバイパス弁 44 を制御する制御出力信号（第十制御出力信号）OS10 を出力する。すなわち、給水制御装置 51 は、原子炉 2 の出力の指標である温度差 ΔT に基づいたバイパス弁 44 の弁開度の制御出力信号 OS5 を、第二弁開度信号出力部 64 から出力することで、例えば、図 3 に破線で示すように目標値であるバイパス弁 44 の弁開度を設定する。そして、給水制御装置 51 は、この制御出力信号 OS5 をバイパス弁 44 に出力し、例えば、図 3 に実線で示すように、目標値までバイパス弁 44 の弁開度を制御する。さらに、給水制御装置 51 は、蒸気発生器 4 内の二次冷却材の水位と、バイパス管 43 または給水管 14 における二次冷却材の狭域給水流量と、蒸気流量信号出力部 66 で出力した蒸気流量と、に基づいた制御出力信号 OS9 を出力することで、図 3 に実線で示すようにバイパス弁 44 の弁開度を調整する。つまり、目標値までバイパス弁 44 の弁開度を制御するまでに原子炉 2 の出力により低下し得る水位分（例えば、図 3 に斜線で示す範囲）を考慮してこれを加算して調整する。なお、図 3 の一点鎖線は、第二弁開度信号出力部 64 で出力する制御出力信号 OS5 を用いない場合の給水制御に相当する。

[0052] 以上説明したように、本実施形態の給水制御装置 51 は、蒸気発生器 4 の二次冷却材と原子炉冷却系 100 から出力される一次冷却材との熱交換により蒸気発生器 4 の二次冷却材から蒸気を発生させる原子力施設 1 にて、蒸気発生器 4 へ向けて二次冷却材を供給するように蒸気発生器 4 に接続された給水管 14 と、給水管 14 に設けられた給水弁 42 と、を備える給水装置 40 を制御するためのものであって、原子炉 2 の出力状態に基づいて給水弁 42 の弁開度を設定する。

[0053] この給水制御装置 51 によれば、原子炉 2 の出力状態（原子炉 2 の出力の指標）、具体的には、原子炉冷却系 100 から出力される一次冷却材の温度と、蒸気発生器 4 を経て二次冷却材（冷却材）との熱交換により冷却されて

原子炉 2 に送られる一次冷却材の温度との温度差 ΔT に基づき、原子炉 2 の出力状態に応じた弁開度を目標として給水弁 4 2 を制御することで、蒸気発生器 4 内の二次冷却材の水位を原子炉 2 の出力状態に応じた水位にいち早く近づけることができる。この結果、制御の即応性を向上することができる。しかも、原子炉 2 の出力状態に基づいて給水弁 4 2 の弁開度を設定することから、蒸気発生器 4 内の二次冷却材の水位の逆応答の影響を小さくすることができ、調整に要する時間を短縮できる。

[0054] また、本実施形態の給水制御装置 5 1 は、蒸気発生器 4 内の二次冷却材の水位と、給水管 1 4 における二次冷却材の給水流量と、蒸気発生器 4 から流出する蒸気の蒸気流量と、に基づいて給水弁 4 2 の弁開度を調整する。

[0055] この給水制御装置 5 1 によれば、原子炉 2 の出力状態に応じた弁開度を目標として給水弁 4 2 を制御し、この制御に加えて蒸気発生器 4 内の二次冷却材の水位と、給水管 1 4 における二次冷却材の給水流量と、蒸気発生器 4 から流出する蒸気の蒸気流量と、に基づいて給水弁 4 2 の弁開度を調整することで、蒸気発生器 4 内の状態に応じてより適した弁開度に給水弁 4 2 を制御することができる。

[0056] また、本実施形態の給水制御装置 5 1 では、給水装置 4 0 は、給水弁 4 2 の上流側と下流側とで給水管 1 4 に接続されるバイパス管 4 3 と、バイパス管 4 3 に設けられて給水弁 4 2 に比して定格容量の小さいバイパス弁 4 4 と、を備えており、原子炉 2 の出力状態に基づいてバイパス弁 4 4 の弁開度を設定するとともに、蒸気発生器 4 内の二次冷却材の水位に基づいてバイパス弁 4 4 の弁開度を調整する。

[0057] この給水制御装置 5 1 によれば、バイパス管 4 3 側からの給水においても、原子炉 2 の出力状態、具体的には、原子炉冷却系 1 0 0 から出力される一次冷却材の温度と、蒸気発生器 4 を経て二次冷却材との熱交換により冷却されて原子炉 2 に送られる一次冷却材の温度との温度差 ΔT に基づき、原子炉 2 の出力状態に応じた弁開度を目標としてバイパス弁 4 4 を制御することで、蒸気発生器 4 内の二次冷却材の水位を原子炉 2 の出力状態に応じた水位に

いち早く近づけることができる。この結果、制御の即応性を向上することができる。しかも、原子炉 2 の出力状態に基づいてバイパス弁 4 4 の弁開度を設定することから、蒸気発生器 4 内の二次冷却材の水位の低出力時の応答遅れの影響を小さくすることができ、調整に要する時間を短縮できる。そして、原子炉 2 の出力状態に応じた弁開度を目標としてバイパス弁 4 4 を制御し、この制御に加えて蒸気発生器 4 内の二次冷却材の水位に基づいてバイパス弁 4 4 の弁開度を調整することで、仮に、製作誤差などによりバイパス弁 4 4 の C v 値特性が設計と差が生じた場合であっても、蒸気発生器 4 の状態に応じてより適した弁開度にバイパス弁 4 4 を制御することができる。

[0058] また、本実施形態の給水制御装置 5 1 では、給水装置 4 0 は、給水弁 4 2 の上流側と下流側とで給水管 1 4 に接続されるバイパス管 4 3 と、バイパス管 4 3 に設けられて給水弁 4 2 に比して定格容量の小さいバイパス弁 4 4 と、を備えており、原子炉 2 の出力状態に基づいてバイパス弁 4 4 の弁開度を設定するとともに、蒸気発生器 4 内の二次冷却材の水位と、バイパス弁 4 4 の容量に対応して得られる給水流量と、に基づいてバイパス弁 4 4 の弁開度を調整する。

[0059] この給水制御装置 5 1 によれば、バイパス管 4 3 側からの給水においても、原子炉 2 の出力状態、具体的には、原子炉冷却系 1 0 0 から出力される一次冷却材の温度と、蒸気発生器 4 を経て二次冷却材との熱交換により冷却されて原子炉 2 に送られる一次冷却材の温度との温度差 ΔT に基づき、原子炉 2 の出力状態に応じた弁開度を目標としてバイパス弁 4 4 を制御することで、蒸気発生器 4 内の二次冷却材の水位を原子炉 2 の出力状態に応じた水位にいち早く近づけることができる。この結果、制御の即応性を向上することができる。しかも、原子炉 2 の出力状態に基づいてバイパス弁 4 4 の弁開度を設定することから、蒸気発生器 4 内の二次冷却材の水位の低出力時の応答遅れの影響を小さくすることができ、調整に要する時間を短縮できる。そして、原子炉 2 の出力状態に応じた弁開度を目標としてバイパス弁 4 4 を制御し、この制御に加えて蒸気発生器 4 内の二次冷却材の水位と、バイパス管 4 3

における二次冷却材の給水流量と、に基づいてバイパス弁４４の弁開度を調整することで、仮に、製作誤差などによりバイパス弁４４のＣｖ値特性が設計と差が生じた場合であっても、蒸気発生器４の状態に応じてより適した弁開度にバイパス弁４４を制御することができる。

[0060] また、本実施形態の給水装置４０は、蒸気発生器４の二次冷却材と原子炉冷却系１００から出力される一次冷却材との熱交換により蒸気発生器４の二次冷却材から蒸気を発生させる原子力施設１にて、蒸気発生器４へ向けて二次冷却材を供給するように蒸気発生器４に接続された給水管１４と、給水管１４に設けられた給水弁４２と、給水弁４２の上流側と下流側とで給水管１４に接続されるバイパス管４３と、バイパス管４３に設けられて給水弁４２に比して定格容量の小さいバイパス弁４４と、給水弁４２およびバイパス弁４４を制御する給水制御装置５１と、を備える。

[0061] この給水装置４０によれば、原子炉２の出力状態に応じた弁開度を目標として給水弁４２やバイパス弁４４を制御することで、蒸気発生器４内の二次冷却材の水位を原子炉２の出力状態に応じた水位にいち早く近づけることができる。この結果、制御の即応性を向上することができる。しかも、原子炉２の出力状態に基づいて給水弁４２やバイパス弁４４の弁開度を設定することから、蒸気発生器４内の二次冷却材の水位の逆応答、および、低出力時における蒸気発生器内の冷却材の水位の応答遅れの影響を小さくすることができ、調整に要する時間を短縮できる。

符号の説明

- [0062]
- １ 原子力施設
 - ２ 原子炉
 - ４ 蒸気発生器
 - １４ 給水管
 - １５ 給水ポンプ
 - ４０ 給水装置
 - ４２ 給水弁

- 4 3 バイパス管
- 4 4 バイパス弁
- 4 5 水位計
- 4 6 給水流量計
- 4 7 蒸気流量計
- 4 8 給水バイパス流量計
- 4 9 第一温度センサ
- 5 0 第二温度センサ
- 5 1 給水制御装置
- ΔT 温度差

請求の範囲

- [請求項1] 蒸気発生器内の二次冷却材と原子炉冷却系から出力される一次冷却材との熱交換により前記二次冷却材から蒸気を発生させる原子力施設にて、前記蒸気発生器へ向けて前記二次冷却材を供給するように前記蒸気発生器に接続された給水管と、前記給水管に設けられた給水弁と、を備える給水装置を制御するための給水制御装置であって、
前記原子炉の出力状態に基づいて前記給水弁の弁開度を設定することを特徴とする給水制御装置。
- [請求項2] 前記蒸気発生器内の前記二次冷却材の水位と、前記給水管における前記二次冷却材の給水流量と、前記蒸気発生器から流出する蒸気の蒸気流量と、に基づいて前記給水弁の弁開度を調整することを特徴とする請求項1に記載の給水制御装置。
- [請求項3] 前記給水装置は、前記給水弁の上流側と下流側とで前記給水管に接続されるバイパス管と、前記バイパス管に設けられて前記給水弁に比して定格容量の小さいバイパス弁と、を備えており、
前記原子炉の出力状態に基づいて前記バイパス弁の弁開度を設定するとともに、前記蒸気発生器内の前記二次冷却材の水位に基づいて前記バイパス弁の弁開度を調整することを特徴とする請求項1または2に記載の給水制御装置。
- [請求項4] 前記給水装置は、前記給水弁の上流側と下流側とで前記給水管に接続されるバイパス管と、前記バイパス管に設けられて前記給水弁に比して定格容量の小さいバイパス弁と、を備えており、
前記原子炉の出力状態に基づいて前記バイパス弁の弁開度を設定するとともに、前記蒸気発生器内の前記二次冷却材の水位と、前記バイパス弁の容量に対応して得られる給水流量と、に基づいて前記バイパス弁の弁開度を調整することを特徴とする請求項1または2に記載の給水制御装置。
- [請求項5] 蒸気発生器内の二次冷却材と原子炉冷却系から出力される一次冷却

材との熱交換により前記蒸気発生器の前記二次冷却材から蒸気を発生させる原子力施設にて、

前記蒸気発生器へ向けて前記二次冷却材を供給するように前記蒸気発生器に接続された給水管と、

前記給水管に設けられた給水弁と、

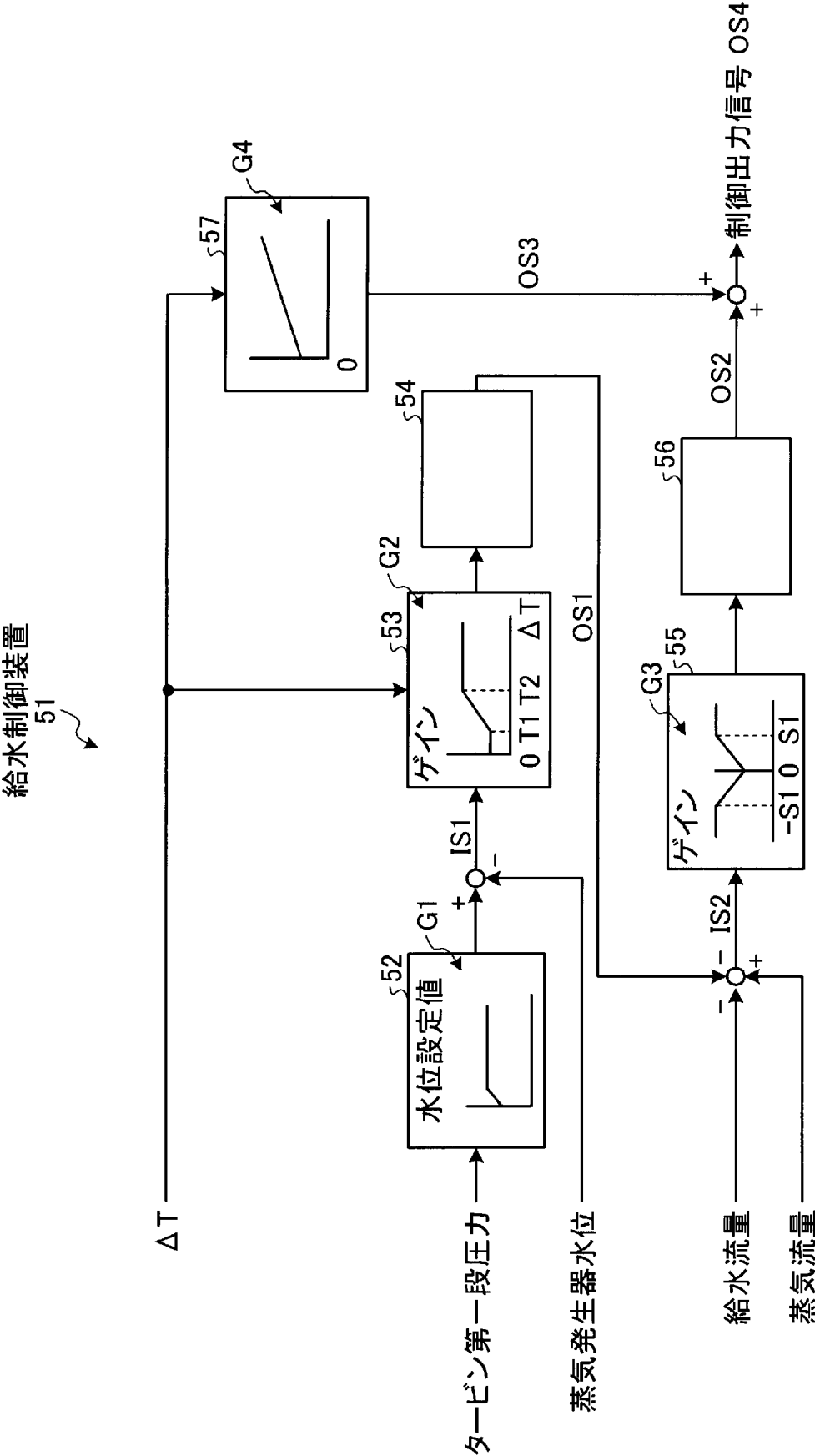
前記給水弁の上流側と下流側とで前記給水管に接続されるバイパス管と、

前記バイパス管に設けられて前記給水弁に比して定格容量の小さいバイパス弁と、

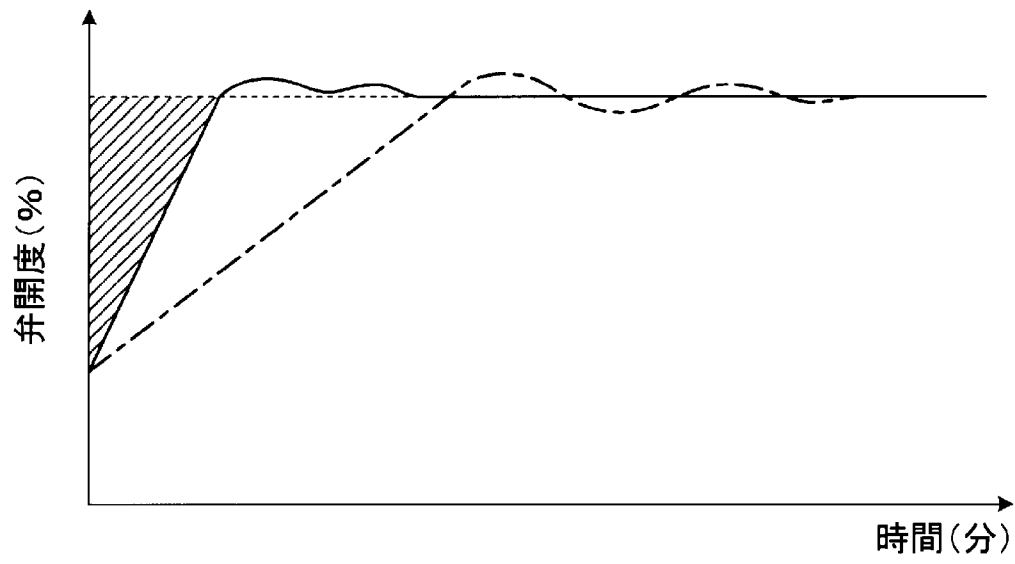
前記給水弁および前記バイパス弁を制御する請求項 1 ～ 4 のいずれか一つに記載の給水制御装置と、

を備えることを特徴とする給水装置。

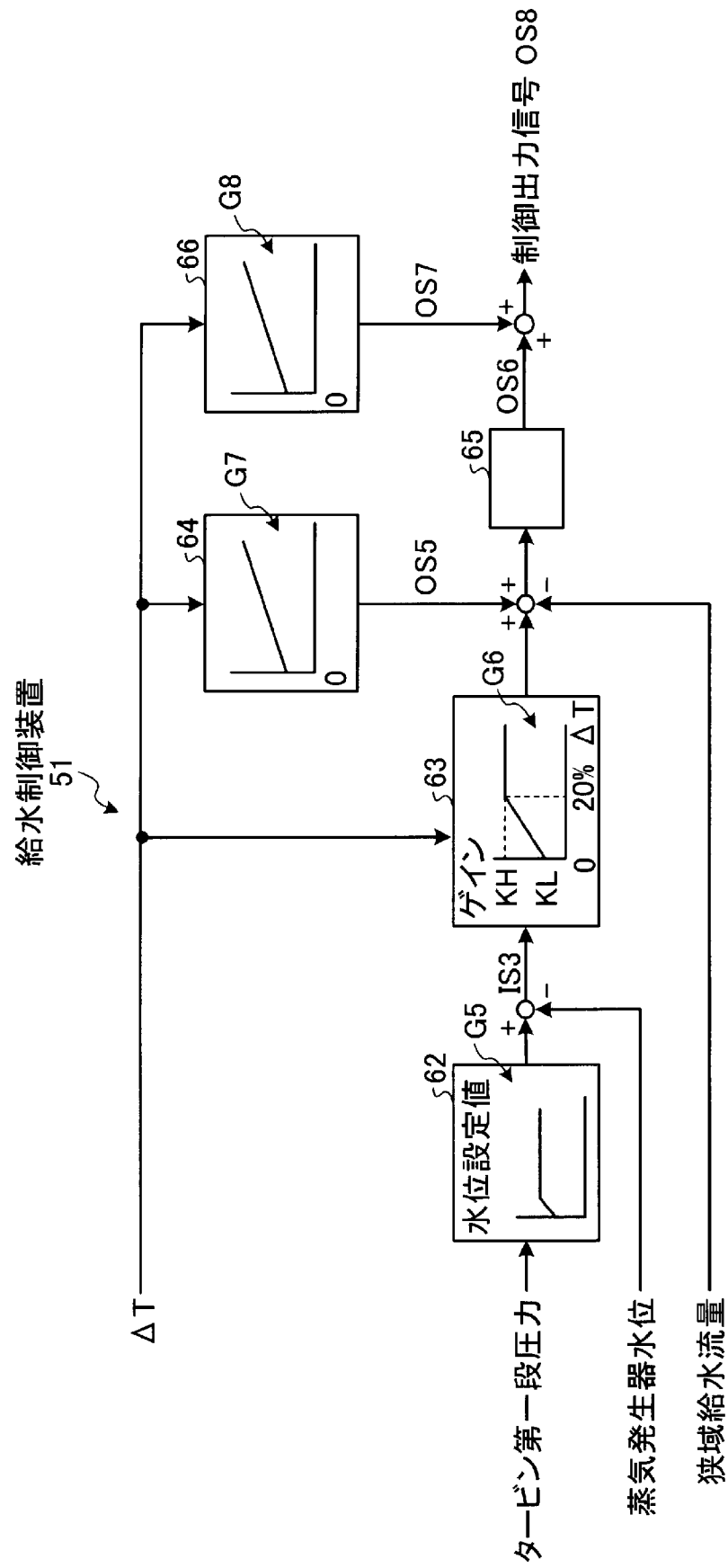
[図2]



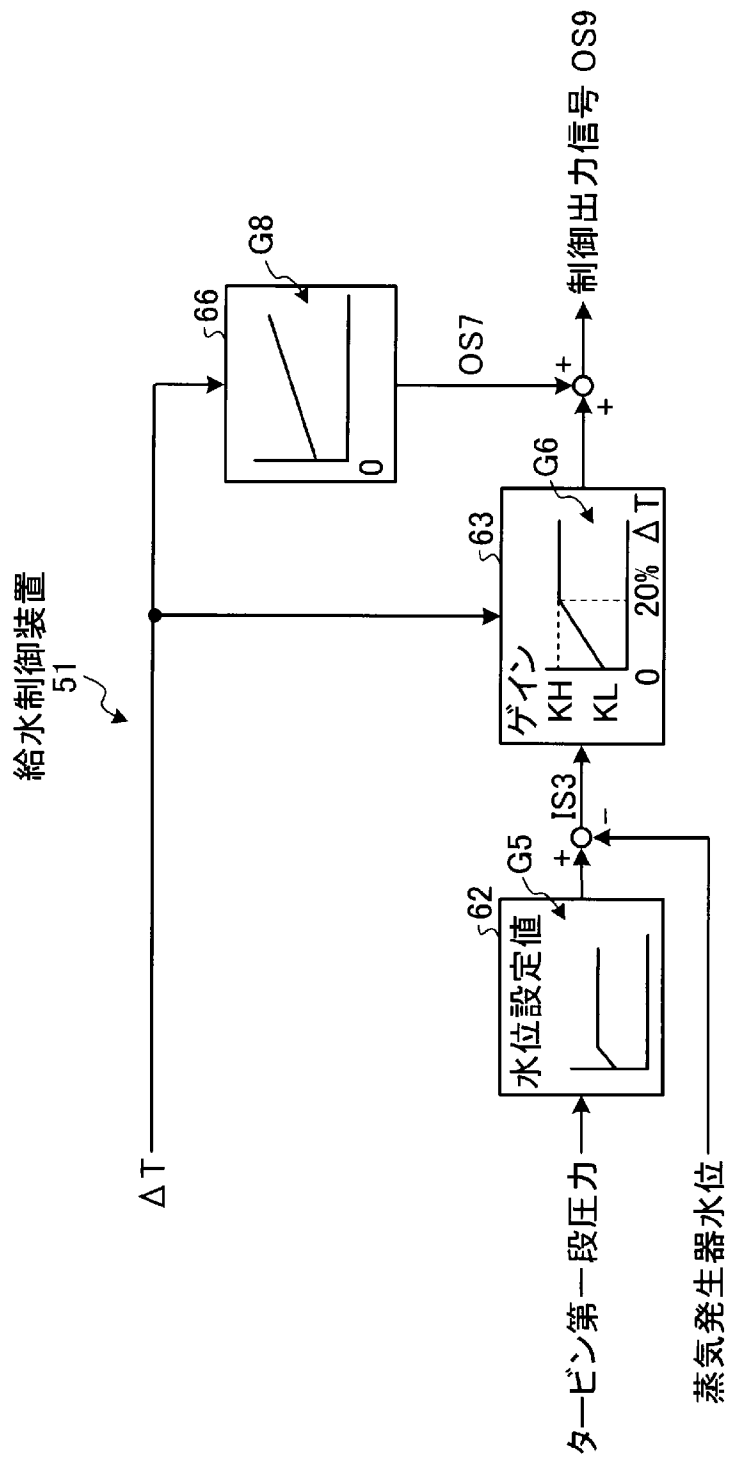
[図3]



[図4]



[図5]



INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2014/080823

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

G21D3/08 (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)

G21D3/08

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	1996-2015
Kokai Jitsuyo Shinan Koho	1971-2015	Toroku Jitsuyo Shinan Koho	1994-2015

Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practicable, search terms used)

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
X Y	JP 57-158596 A (Westinghouse Electric Corp.), 30 September 1982 (30.09.1982), entire text; all drawings & US 4424186 A & GB 2093958 A & EP 67497 A2 & ES 510024 A1 & CA 1191400 A1 & IL 64934 A & YU 30482 A & ZA 8200667 A & IT 1206683 B & KR 10-1989-0001252 B1	1-3, 5 4
X Y	JP 2012-47501 A (Mitsubishi Heavy Industries, Ltd.), 08 March 2012 (08.03.2012), entire text; all drawings & WO 2012/026328 A1	1-2, 5 3-4

☒ 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 February 2015 (06.02.15)

Date of mailing of the international search report
17 February 2015 (17.02.15)

Name and mailing address of the ISA/
Japan Patent Office
3-4-3, Kasumigaseki, Chiyoda-ku,
Tokyo 100-8915, Japan

Authorized officer

Telephone No.

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2014/080823

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 53-102495 A (Westinghouse Electric Corp.), 06 September 1978 (06.09.1978), entire text; all drawings & US 4104117 A & DE 2803000 A1 & FR 2379887 A1 & BE 863739 A1 & CH 633124 A5 & SE 7801365 A & ES 466709 A1 & CA 1076371 A1 & EG 13087 A & IL 53822 A & YU 19678 A & IT 1093648 B	1-5
A	JP 3-504413 A (Combustion Engineering, Inc.), 26 September 1991 (26.09.1991), entire text; all drawings & US 4912732 A & EP 411013 A1 & WO 1989/009996 A1 & ES 2013439 A6	1-5
A	JP 4-148101 A (Power Reactor and Nuclear Fuel Development Corp.), 21 May 1992 (21.05.1992), entire text; all drawings (Family: none)	1-5
A	JP 55-17091 A (Framatome), 06 February 1980 (06.02.1980), entire text; all drawings & US 4275447 A & EP 6040 A2 & FR 2426933 A1 & BE 876553 A1 & ZA 7902373 A & ES 480835 A1	1-5

A. 発明の属する分野の分類（国際特許分類（I P C））

Int.Cl. G21D3/08(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. G21D3/08

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 1 5 年
日本国実用新案登録公報	1 9 9 6 - 2 0 1 5 年
日本国登録実用新案公報	1 9 9 4 - 2 0 1 5 年

国際調査で使用した電子データベース（データベースの名称、調査に使用した用語）

C. 関連すると認められる文献

引用文献の カテゴリー*	引用文献名 及び一部の箇所が関連するときは、その関連する箇所の表示	関連する 請求項の番号
X Y	JP 57-158596 A（ウエスチングハウス・エレクトリック・コーポレーション）1982.09.30, 全文、全図 & US 4424186 A & GB 2093958 A & EP 67497 A2 & ES 510024 A1 & CA 1191400 A1 & IL 64934 A & YU 30482 A & ZA 8200667 A & IT 1206683 B & KR 10-1989-0001252 B1	1-3, 5 4
X Y	JP 2012-47501 A（三菱重工業株式会社）2012.03.08, 全文、全図 & WO 2012/026328 A1	1-2, 5 3-4

☒ 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 2 . 2 0 1 5

国際調査報告の発送日

1 7 . 0 2 . 2 0 1 5

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 1 0 0 - 8 9 1 5

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）

青木 洋平

2 I

3 1 0 4

電話番号 0 3 - 3 5 8 1 - 1 1 0 1 内線 3 2 7 3

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 53-102495 A (ウエスチングハウス・エレクトリック・コーポレーション) 1978. 09. 06, 全文、全図 & US 4104117 A & DE 2803000 A1 & FR 2379887 A1 & BE 863739 A1 & CH 633124 A5 & SE 7801365 A & ES 466709 A1 & CA 1076371 A1 & EG 13087 A & IL 53822 A & YU 19678 A & IT 1093648 B	1-5
A	JP 3-504413 A (コンバツション エンジニアリング インコーポレーテッド) 1991. 09. 26, 全文、全図 & US 4912732 A & EP 411013 A1 & WO 1989/009996 A1 & ES 2013439 A6	1-5
A	JP 4-148101 A (動力炉・核燃料開発事業団) 1992. 05. 21, 全文、全図 (ファミリーなし)	1-5
A	JP 55-17091 A (フラマトーム) 1980. 02. 06, 全文、全図 & US 4275447 A & EP 6040 A2 & FR 2426933 A1 & BE 876553 A1 & ZA 7902373 A & ES 480835 A1	1-5