

(19) 日本国特許庁 (JP)

(12) 特 許 公 報 (B2)

(11) 特許番号
特許第6109065号
(P6109065)

(45) 発行日 平成29年4月5日 (2017.4.5)

(24) 登録日 平成29年3月17日 (2017.3.17)

(51) Int.Cl.

F I

F 2 2 D 1/18 (2006.01)

F 2 4 H 4/02 (2006.01)

F 2 4 H 1/00 (2006.01)

F 2 2 D 1/18

F 2 4 H 4/02 B

F 2 4 H 1/00 6 3 1 Z

請求項の数 8 (全 16 頁)

(21) 出願番号	特願2013-272536 (P2013-272536)	(73) 特許権者	514030104
(22) 出願日	平成25年12月27日 (2013.12.27)		三菱日立パワーシステムズ株式会社
(65) 公開番号	特開2015-127594 (P2015-127594A)		神奈川県横浜市西区みなとみらい三丁目3番1号
(43) 公開日	平成27年7月9日 (2015.7.9)	(74) 代理人	110000785
審査請求日	平成27年10月5日 (2015.10.5)		誠真 I P 特許業務法人
		(72) 発明者	八木田 寛之
			東京都港区港南二丁目16番5号 三菱重工業株式会社内
		(72) 発明者	澁谷 誠司
			東京都港区港南二丁目16番5号 三菱重工業株式会社内
		(72) 発明者	石川 博章
			東京都港区港南二丁目16番5号 三菱重工業株式会社内
			最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 ボイラ給水システム

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項 1】

ボイラに給水するためのボイラ給水システムであって、
前記ボイラに供給するボイラ給水を貯留可能な給水タンクと、
前記給水タンクに貯留されている前記ボイラ給水を前記ボイラに供給するためのボイラ給水路と、
排熱源から排出される冷却水を熱源として前記ボイラ給水を加温するためのヒートポンプと、
前記排熱源から排出される前記冷却水と、前記ヒートポンプで加温される前のボイラ給水とを熱交換するための熱交換器と、を含み、
前記排熱源から排出される前記冷却水を分水する分水手段と、
前記分水手段によって分水される前記冷却水を前記熱交換器に供給するための第1冷却水路と、
前記分水手段によって分水される前記冷却水の熱エネルギーを前記ヒートポンプに供給するための第2冷却水路と、をさらに含み、
前記分水手段は、分水する前記冷却水の流量を調節可能に構成されるとともに、
前記排熱源から排出される前記冷却水の水温を測定可能な冷却水温測定手段と、
前記給水タンクに貯留される前記ボイラ給水、又は前記熱交換器よりも上流側の前記ボイラ給水路を流れる前記ボイラ給水、の水温を測定可能なボイラ給水温測定手段と、
前記分水手段の作動を制御することで、前記分水手段によって分水される前記冷却水の

流量を調節可能に構成されるとともに、前記ボイラ給水温測定手段で測定される前記ボイラ給水の水温、及び前記冷却水温測定手段で測定される前記冷却水の水温と前記ボイラ給水温測定手段で測定される前記ボイラ給水の水温との温度差、の少なくともいずれか一方に応じて、前記分水手段によって分水される前記冷却水の流量を調節するように構成される制御装置と、をさらに含む

ボイラ給水システム。

【請求項 2】

前記給水タンクに貯留されている前記ボイラ給水は、前記排熱源から排出される前記冷却水よりも年間を通しての水温の変動幅が大きい

請求項 1 に記載のボイラ給水システム。

10

【請求項 3】

前記第 2 冷却水路は、前記分水手段によって分水される前記冷却水を前記ヒートポンプに供給することで、該冷却水の熱エネルギーを前記ヒートポンプに供給するように構成される

請求項 1 に記載のボイラ給水システム。

【請求項 4】

第 2 熱交換器と、

前記第 2 熱交換器と前記ヒートポンプとの間を熱媒体が循環して流れるように構成される循環流路と、をさらに含み、

前記第 2 冷却水路は、前記分水手段によって分水される前記冷却水を前記第 2 熱交換器に供給するように構成され、

20

前記ヒートポンプは、前記第 2 熱交換器において前記冷却水と熱交換される前記熱媒体を介して、前記冷却水を熱源として前記ボイラ給水を加温するように構成される

請求項 1 に記載のボイラ給水システム。

【請求項 5】

前記ボイラ給水路は、前記給水タンクから前記ボイラに供給される前記ボイラ給水が前記熱交換器をバイパス可能に構成され、

前記ボイラ給水が前記熱交換器をバイパスするか否かを切り替え可能な第 1 切替手段をさらに含む

請求項 1 に記載のボイラ給水システム。

30

【請求項 6】

前記ボイラ給水路は、前記給水タンクから前記ボイラに供給される前記ボイラ給水が前記ヒートポンプをバイパス可能に構成され、

前記ボイラ給水が前記ヒートポンプをバイパスするか否かを切り替え可能な第 2 切替手段をさらに含む

請求項 5 に記載のボイラ給水システム。

【請求項 7】

前記制御装置は、前記冷却水温測定手段で測定される前記冷却水の水温が、前記ボイラ給水温測定手段で測定される前記ボイラ給水の水温よりも低い時には、前記給水タンクから前記ボイラに供給される前記ボイラ給水が前記熱交換器をバイパスするように、前記第 1 切替手段を切り替えるように構成される

40

請求項 5 に記載のボイラ給水システム。

【請求項 8】

前記給水タンクに貯留されている前記ボイラ給水は、河川から取水した水、海水を淡水化した水、及び湖沼から取水した水、の少なくとも一種を含む自然由来の原水を浄化することで製造される

請求項 1 に記載のボイラ給水システム。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

50

本開示は、ボイラに給水するためのボイラ給水システムに関し、詳しくは、排熱源から排出される冷却水を熱源としてボイラに供給するボイラ給水を加温するためのヒートポンプを備えるボイラ給水システムに関する。

【背景技術】

【0002】

発電プラントや各種の工場設備では、冷熱源として、冷却塔などで冷却した冷却水を循環利用する。発電プラントにおいては、蒸気タービンから排出される排気蒸気を凝縮する復水器を冷却するための冷熱源として冷却水が利用される。また、各種の工場設備では、製品の洗浄や冷却などの様々な用途において冷却水が利用されている。これら復水器や工場設備などの排熱源から排出される冷却水は、一般に30～40程度と低温なため、従来は未利用のまま排出されていた。ところが近年、この低温の冷却水が有する熱エネルギーを有効に利用するために、ヒートポンプの利用が考えられている。

10

【0003】

例えば、特許文献1には、復水器から排出される冷却水の熱エネルギーをヒートポンプで汲み上げ、その熱エネルギーによってボイラ給水を加温するシステムが開示されている。このようなシステムによれば、従来は未利用のまま排出されていた冷却水の熱エネルギーを有効利用することで、ボイラ効率を高めることが出来る。

【先行技術文献】

【特許文献】

【0004】

20

【特許文献1】特開2007-205187号公報

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

【0005】

ところで、発電プラントや工場設備等の排熱源から排出される冷却水の水温は、発電工程や製造工程などのプロセスに依存しているため、年間を通してそれほど大きくは変動しない。これに対してボイラ給水の水温は、給水タンクなどに貯留された状態で外部に保管されるため、外気温の影響を受け易く、排熱源から排出される冷却水よりも年間を通しての水温の変動幅が大きい。特に、ボイラ給水の原水として、河川から取水した水、海水を淡水化した水、湖沼から取水した水などを利用する場合には、これらの自然由来の原水は水温の季節変動が大きいいため、その傾向が顕著である。

30

【0006】

ヒートポンプは、低温条件下において加熱能力や成績係数(COP)が低下することが知られている。このため、ヒートポンプで通常よりも低温の水を加温する場合、加熱能力やCOPが通常よりも低下してしまう。よって、年間を通して効率的にボイラ給水を加温するためには、ヒートポンプで加温する前のボイラ給水の水温を所定温度以上に維持する必要がある。

【0007】

本発明の少なくとも一つの実施形態は、上述したような従来の課題に鑑みなされたものであって、その目的とするところは、ヒートポンプによってボイラ給水を加温するに当たり、年間を通して効率的にボイラ給水を加温することが出来るとともに、ヒートポンプの設備費及び消費電力を低減可能なボイラ給水システムを提供することにある。

40

【課題を解決するための手段】

【0008】

(1) 本発明の少なくとも一つの実施形態は、
ボイラに給水するためのボイラ給水システムであって、
前記ボイラに供給するボイラ給水を貯留可能な給水タンクと、
前記給水タンクに貯留されている前記ボイラ給水を前記ボイラに供給するためのボイラ給水路と、

排熱源から排出される冷却水を熱源として前記ボイラ給水を加温するためのヒートポン

50

プと、

前記排熱源から排出される前記冷却水と、前記ヒートポンプで加温される前のボイラ給水とを熱交換するための熱交換器と、を含む。

【 0 0 0 9 】

本発明の少なくとも一つの実施形態にかかるボイラ給水システムは、発電プラントの復水器や各種の工場設備などの排熱源から排出される冷却水を熱源としてボイラ給水を加温するためのヒートポンプを含んでいる。このようなボイラ給水システムによれば、ヒートポンプによって回収した冷却水の熱エネルギーによってボイラ給水を加温することで、ボイラ効率を高めることが出来る。

【 0 0 1 0 】

しかも、上記（１）の実施形態のボイラ給水システムは、排熱源から排出される冷却水と、ヒートポンプで加熱される前のボイラ給水とを熱交換するための熱交換器を含んでいる。排熱源から排出される冷却水の水温は、一般に年間を通して３０～４０程度とあまり変動しないのに対し、給水タンクに貯留されているボイラ給水の水温は、例えば冬季は０～２０程度、夏季は２０～４０程度と、季節によって大きく変動する。したがって、排熱源から排出される冷却水と、ヒートポンプで加温される前のボイラ給水とを熱交換させ、ヒートポンプに供給される前のボイラ給水を予め所定温度まで加温することで、年間を通してヒートポンプによってボイラ給水を効率的に加温することが出来る。またこれにより、ヒートポンプの設備費及び消費電力を低減可能なボイラ給水システムを提供することが出来る。

【 0 0 1 1 】

（２）幾つかの実施形態では、上記（１）に記載のボイラ給水システムにおいて、給水タンクに貯留されているボイラ給水は、排熱源から排出される冷却水よりも年間を通しての水温の変動幅が大きい。

【 0 0 1 2 】

上述したとおり、本発明の少なくとも一つの実施形態にかかるボイラ給水システムによれば、熱交換器によってヒートポンプに供給される前のボイラ給水を予め所定温度まで加温することが出来るため、年間を通してヒートポンプに行ってボイラ給水を効率的に加温することが出来る。

【 0 0 1 3 】

（３）幾つかの実施形態では、上記（１）に記載のボイラ給水システムにおいて、ボイラ給水システムが、排熱源から排出される冷却水を分水する分水手段と、分水手段によって分水される冷却水を熱交換器に供給するための第１冷却水路とをさらに含む。そして分水手段は、分水する冷却水の流量を調節可能に構成される。

【 0 0 1 4 】

上記（３）の実施形態によれば、冷却水を分水する分水手段が、その分水する冷却水の流量を調節可能に構成される。分水手段で分水された冷却水の少なくとも一部は、第１冷却水路を介して熱交換器に供給される。よって、このような実施形態によれば、例えば熱交換器に供給されるボイラ給水の温度や流量に応じて、分水手段によって分水する冷却水の流量を調節することが可能となる。

【 0 0 1 5 】

（４）幾つかの実施形態では、上記（３）に記載のボイラ給水システムにおいて、ボイラ給水システムが、分水手段によって分水される冷却水の熱エネルギーをヒートポンプに供給するための第２冷却水路をさらに含む。

【 0 0 1 6 】

上記（４）の実施形態によれば、分水手段で分水された冷却水の熱エネルギーの少なくとも一部は、第２冷却水路を介してヒートポンプに供給される。よって、このような実施形態によれば、例えばヒートポンプに供給されるボイラ給水の温度や流量に応じて、分水手段によって分水する冷却水の流量を調節することが可能となる。

【 0 0 1 7 】

(5) 幾つかの実施形態では、上記(4)に記載のボイラ給水システムにおいて、第2冷却水路は、分水手段によって分水される冷却水をヒートポンプに供給することで、この冷却水の熱エネルギーをヒートポンプに供給するように構成される

【0018】

(6) 幾つかの実施形態では、上記(4)に記載のボイラ給水システムにおいて、ボイラ給水システムが、第2熱交換器と、第2熱交換器とヒートポンプとの間を熱媒体が循環して流れるように構成される循環流路とをさらに含む。第2冷却水路は、分水手段によって分水される冷却水を第2熱交換器に供給するように構成される。そして、ヒートポンプは、第2熱交換器において冷却水と熱交換される熱媒体を介して、冷却水を熱源としてボイラ給水を加温するように構成される。

10

【0019】

上記(5)の実施形態によれば、冷却水の熱エネルギーをヒートポンプによって直接回収することが出来る。このため、上記(6)の実施形態のように第2熱交換器を設ける必要がなく、システムを簡素化することが出来る。

【0020】

上記(6)の実施形態によれば、第2熱交換器、及びこの第2熱交換器とヒートポンプとの間を熱媒体が循環して流れる循環流路をさらに含むため、熱媒体を介して冷却水の熱エネルギーを間接的に回収し、ボイラ給水を加温することが出来る。このため、例えば冷却水の水質が悪く、冷却水をヒートポンプに直接供給することが出来ないような場合であっても、冷却水の熱エネルギーをヒートポンプによって間接的に回収し、ボイラ給水を加温することが出来る。

20

【0021】

(7) 幾つかの実施形態では、上記(4)に記載のボイラ給水システムにおいて、ボイラ給水路は、給水タンクからボイラに供給されるボイラ給水が熱交換器をバイパス可能に構成される。そして、本実施形態のボイラ給水システムは、ボイラ給水が熱交換器をバイパスするか否かを切り替え可能な第1切替手段をさらに含む。

【0022】

上記(7)の実施形態によれば、ボイラ給水が熱交換器をバイパスするか否かを第1切替手段によって切り替えることが出来る。したがって、例えば、熱交換器が故障した場合や、冷却水の水温がボイラ給水との熱交換に適さない場合などに、熱交換器をバイパスするようにボイラ給水を流すことが出来る。

30

【0023】

(8) 幾つかの実施形態では、上記(7)に記載のボイラ給水システムにおいて、ボイラ給水路は、給水タンクからボイラに供給されるボイラ給水がヒートポンプをバイパス可能に構成される。そして、本実施形態のボイラ給水システムは、ボイラ給水がヒートポンプをバイパスするか否かを切り替え可能な第2切替手段をさらに含む。

【0024】

上記(8)の実施形態によれば、ボイラ給水がヒートポンプをバイパスするか否かを第2切替手段によって切り替えることが出来る。したがって、例えば、ヒートポンプが故障した場合などに、ヒートポンプをバイパスするようにボイラ給水を流すことが出来る。

40

【0025】

(9) 幾つかの実施形態では、上記(7)に記載のボイラ給水システムにおいて、ボイラ給水システムは、排熱源から排出される冷却水の水温を測定可能な冷却水温測定手段と、給水タンクに貯留されるボイラ給水、又は熱交換器よりも上流側のボイラ給水路を流れるボイラ給水、の水温を測定可能なボイラ給水温測定手段と、少なくとも第1切替手段における切り替えを制御可能な制御装置とをさらに含む。そして、制御装置は、冷却水温測定手段で測定される冷却水の水温が、ボイラ給水温測定手段で測定されるボイラ給水の水温よりも低い時には、給水タンクからボイラに供給されるボイラ給水が熱交換器をバイパスするように、第1切替手段を切り替えるように構成される。

【0026】

50

上記(9)の実施形態によれば、冷却水の水温が熱交換器に供給されるボイラ給水の水温よりも低い時には、ボイラ給水が熱交換器をバイパスするように、制御装置によって第1切替手段が切り替えられる。このため、熱交換器において、ボイラ給水とボイラ給水よりも低温の冷却水とが熱交換して逆にボイラ給水の水温が下がってしまうことを防止することが出来る。

【0027】

ここで本明細書における「熱交換器」とは、温度の高い流体から低い流体へと一方向にのみ熱を移動させるための機器を指す。よって、熱媒体の気化熱と凝縮熱とを利用することで、温度の高い流体から低い流体へと熱を移動させるだけでなく、温度の低い流体から高い流体へと熱を移動させることも可能なヒートポンプは、本明細書の「熱交換器」には含まれない。

10

【0028】

(10)幾つかの実施形態では、上記(9)に記載のボイラ給水システムにおいて、制御装置は、分水手段の作動を制御することで、分水手段によって分水される冷却水の流量を調節可能に構成される。そして、制御装置は、ボイラ給水温測定手段で測定されるボイラ給水の水温、冷却水温測定手段で測定される冷却水の水温とボイラ給水温測定手段で測定されるボイラ給水の水温との温度差、の少なくともいずれか一方に応じて、分水手段によって分水される冷却水の流量を調節するように構成される。

【0029】

上記(10)の実施形態によれば、ボイラ給水温測定手段で測定されるボイラ給水の水温、及び冷却水温測定手段で測定される冷却水の水温とボイラ給水温測定手段で測定されるボイラ給水の水温との温度差、の少なくともいずれか一方に応じて、分水手段によって分水される冷却水の流量が調節される。

20

したがって、例えば、ボイラ給水温測定手段で測定されるボイラ給水の水温が低い場合は分水する冷却水の流量を増やし、反対に、ボイラ給水温測定手段で測定されるボイラ給水の水温が高い場合は分水する冷却水の流量を減らすことが出来る。また、冷却水の水温とボイラ給水の水温との温度差(冷却水の水温>ボイラ給水の水温)が小さい場合は、分水する冷却水の流量を増やし、反対に、冷却水の水温とボイラ給水の水温との温度差(冷却水の水温>ボイラ給水の水温)が大きい場合は、分水する冷却水の流量を減らすことが出来る。このように、本実施形態によれば、ボイラ給水を所定の温度に加温するために必要な分だけの冷却水を分水することが可能となる。

30

【発明の効果】

【0030】

本発明の少なくとも一つの実施形態によれば、ヒートポンプによってボイラ給水を加温するに当たり、年間を通して効率的にボイラ給水を加温することが出来るとともに、ヒートポンプの設備費及び消費電力を低減可能なボイラ給水システムを提供することが出来る。

【図面の簡単な説明】

【0031】

【図1】本発明の少なくとも一実施形態にかかるボイラ給水システムを示した全体模式図である。

40

【図2】本発明の一実施形態にかかるボイラ給水システムを示した全体模式図である。

【図3】本発明の一実施形態にかかるボイラ給水システムを示した全体模式図である。

【図4】制御装置の機能を説明するためのブロック図である。

【図5】第1切替手段制御部における切り替え動作を説明するためのフロー図である。

【図6】分水流量制御部における制御動作を説明するためのフロー図である。

【発明を実施するための形態】

【0032】

以下、本発明の実施形態について、図面に基づいてより詳細に説明する。

ただし、本発明の範囲は以下の実施形態に限定されるものではない。以下の実施形態に

50

記載されている構成部品の寸法、材質、形状、その相対配置などは、本発明の範囲をそれにのみ限定する趣旨ではなく、単なる説明例に過ぎない。

【0033】

図1は、本発明の少なくとも一実施形態にかかるボイラ給水システムを示した全体模式図である。

本実施形態のボイラ給水システム10Aは、ボイラ1に給水するためのシステムであり、図1に示すように、給水タンク12と、ボイラ給水路30と、ヒートポンプ14と、熱交換器16と、を少なくとも含むように構成される。

【0034】

給水タンク12は、ボイラ1に供給するボイラ給水を貯留可能なタンクである。ボイラ1は、供給されたボイラ給水を加熱して蒸気を生成する。ボイラ1で生成された蒸気は、蒸気管路3によって例えば蒸気タービン（不図示）などの蒸気エネルギーを必要とする場所に供給される。ボイラ給水は、例えば河川から取水した水、海水を淡水化した水、湖沼から取水した水などの自然由来の原水を純水製造装置（不図示）で浄化することで製造される。また、ボイラ給水は、例えば復水器で凝縮される凝縮水などを含んでいてもよい。

【0035】

図示した実施形態では、給水タンク12に貯留されているボイラ給水の水温を25℃と表示している。しかしながら、この給水タンク12に貯留されているボイラ給水は、給水タンク12に貯留された状態で外部に保管されるため、外気温の影響を受け易く、後述する排熱源2から排出される冷却水よりも年間を通しての水温の変動幅が大きい。特に、河川から取水した水、海水を淡水化した水、湖沼から取水した水などを利用する場合には、これらの自然由来の原水は水温の季節変動が大きいため、その傾向が顕著である。

【0036】

ボイラ給水路30は、給水タンク12に貯留されているボイラ給水をボイラ1に供給するための管路である。本実施形態のボイラ給水路30は、給水タンク12から後述する熱交換器16までの第1区間（30A）、熱交換器16から後述するヒートポンプ14までの第2区間（30B）、ヒートポンプ14から脱気器6までの第3区間（30C）、及び脱気器6からボイラ1までの第4区間（30D）の4つの区間に区分することができる。第1区間には第1給水ポンプ23が設置されており、給水タンク12に貯留されているボイラ給水を加圧して熱交換器16に供給する。また、第3区間には第2給水ポンプ25が設置されており、ヒートポンプ14を通過して流れるボイラ給水を加圧して脱気器6に供給する。

【0037】

符号5は抽気管路である。抽気管路5は、蒸気管路3から分岐し、蒸気管路3を流れる蒸気の一部を脱気器6へと供給するための管路である。この抽気された蒸気の蒸気エネルギーによって、脱気器6においてボイラ給水が例えば140℃まで加温される。後述するように、ヒートポンプ14によってボイラ給水を80℃まで加温することで、ボイラ給水を140℃まで加温するのに必要な蒸気量を減少させることが出来る。そして、脱気器6でボイラ給水に含まれる酸素が除去された後、第4区間を通過してボイラ1にボイラ給水が供給される。

【0038】

ヒートポンプ14は、排熱源2から排出される冷却水を熱源としてボイラ給水を加温するためのものである。ヒートポンプ14は、装置内部に熱媒体が循環する循環路と、熱媒体を圧縮するコンプレッサと、圧縮された熱媒体を膨張させる膨張弁とを備えている。そして、熱媒体の気化熱と凝縮熱とを利用することで、冷却水から汲み上げた熱エネルギーをボイラ給水へと供給し、ボイラ給水を目標温度まで加温するように構成されている。

【0039】

図示した実施形態では、熱エネルギーが汲み上げられることで、冷却水の温度が38℃から33℃まで低下する一方、ボイラ給水は35℃から80℃まで加温されている。

【0040】

排熱源 2 は、発電プラントや各種の工場設備において冷熱源として冷却水を利用するものであり、例えば、蒸気タービンから排出される排気蒸気を凝縮する復水器や、製品の洗浄や冷却などの様々な用途で冷却水を利用する各種の工場設備がこれに当る。排熱源 2 から排出される冷却水は、冷却塔 4 における大気との熱交換によって冷却された後、再び排熱源 2 に供給される。排熱源 2 と冷却塔 4 の間には、冷却水が循環して流れる冷却水循環流路 3 2 が設けられている。符号 2 1 は、冷却塔 4 で冷却された冷却水を加圧して排熱源 2 へと供給する冷却水循環ポンプ 2 1 である。

【 0 0 4 1 】

図示した実施形態では、排熱源 2 から排出される冷却水の水温は 3 8 となっている。この排熱源 2 から排出される冷却水の水温は、発電工程や製造工程などのプロセスに依存しているため、昼夜および年間を通してそれほど大きくは変動しない。一般に 3 0 ~ 4 0 程度である。

10

【 0 0 4 2 】

熱交換器 1 6 は、排熱源 2 から排出される冷却水と、ヒートポンプ 1 4 で加温される前のボイラ給水とを熱交換するためのものである。この熱交換器 1 6 は、温度の高い流体から低い流体へと一方向にのみ熱を移動させるように構成されている。

【 0 0 4 3 】

図示した実施形態では、水温の高い冷却水 (3 8) と水温の低いボイラ給水 (2 5) とが熱交換し、ボイラ給水が 2 5 から 3 5 まで加温される。一方、冷却水は、3 8 から 3 3 まで水温が低下している。

20

【 0 0 4 4 】

冷却水循環流路 3 2 の排熱源 2 の下流側、且つ冷却塔 4 の上流側 (図中の A 地点) からは、冷却水分水路 3 4 が分岐している。この冷却水分水路 3 4 は、その下流 (図中の B 地点) において、さらに第 1 冷却水路 3 4 B と第 2 冷却水路 3 4 C の 2 本の水路に分岐している。そして、A 地点から B 地点までの冷却水分水路 3 4 (3 4 A) には、軸流ポンプ 2 9 が設置されており、この軸流ポンプ 2 9 が駆動することで、冷却水循環流路 3 2 を流れる冷却水が冷却水分水路 3 4 (3 4 A) に分水される。また、この軸流ポンプ 2 9 のポンプ回転数等の駆動状態を制御することで、分水する冷却水の流量を調節することが出来るようになっている。すなわち本実施形態では、この軸流ポンプ 2 9 によって、排熱源 2 から排出される冷却水を分水し、且つ分水する冷却水の流量を調節可能とする分水手段が構成されている。

30

【 0 0 4 5 】

第 1 冷却水路 3 4 B は、熱交換器 1 6 と接続している。そして、上述した軸流ポンプ 2 9 (分水手段) によって分水される冷却水の少なくとも一部を熱交換器 1 6 に供給するように構成されている。熱交換器 1 6 に供給され、ヒートポンプ 1 4 で加温される前のボイラ給水と熱交換した冷却水は、冷却水循環流路 3 2 の A 地点よりも下流側に戻される。

【 0 0 4 6 】

第 2 冷却水路 3 4 C は、ヒートポンプ 1 4 と接続している。そして、上述した軸流ポンプ 2 9 (分水手段) によって分水される冷却水の少なくとも一部をヒートポンプ 1 4 に供給するように構成されている。ヒートポンプ 1 4 に供給され、熱エネルギーが汲み上げられた冷却水は、冷却水循環流路 3 2 の A 地点よりも下流側に戻される。

40

【 0 0 4 7 】

このように構成される本実施形態のボイラ給水システム 1 0 A は、排熱源 2 から排出される冷却水を熱源としてボイラ給水を加温するためのヒートポンプ 1 4 を含んでいる。このため、ヒートポンプ 1 4 によって回収した冷却水の熱エネルギーによってボイラ給水を加温することで、ボイラ効率を高めることが出来る。または、抽気する蒸気量を減少させることが出来る。

【 0 0 4 8 】

しかも、本実施形態のボイラ給水システム 1 0 A は、排熱源 2 から排出される冷却水と、ヒートポンプ 1 4 で加熱される前のボイラ給水とを熱交換するための熱交換器 1 6 を含

50

んでいる。排熱源 2 から排出される冷却水の水温は、一般に年間を通して 30 ~ 40 程度とあまり変動しないのに対し、給水タンク 12 に貯留されているボイラ給水の水温は、例えば冬季は 0 ~ 20 程度、夏季は 20 ~ 40 程度と、季節によって大きく変動する。したがって、排熱源 2 から排出される冷却水と、ヒートポンプ 14 で加温される前のボイラ給水とを熱交換させ、ヒートポンプ 14 に供給される前のボイラ給水を予め所定温度まで加温することで、年間を通してヒートポンプ 14 によってボイラ給水を効率的に加温することが出来る。またこれにより、ヒートポンプ 14 の設備費及び消費電力を低減可能なボイラ給水システム 1A を提供することが出来る。

【0049】

また幾つかの実施形態では、上述したように、ボイラ給水システム 10A が、排熱源 2 から排出される冷却水を分水する分水手段 29 と、分水手段 29 によって分水される冷却水を熱交換器 16 に供給するための第 1 冷却水路 34B とをさらに含んでいる。そして分水手段 29 は、分水する冷却水の流量を調節可能に構成される。

【0050】

このような実施形態によれば、例えば熱交換器 16 に供給されるボイラ給水の温度や流量に応じて、分水手段 29 によって分水する冷却水の流量を調節することが出来る。このため、ボイラ給水の温度や流量が変化した場合であっても、分水手段 29 を適宜制御することで、ヒートポンプ 14 に供給される前のボイラ給水を所定温度まで加温するのに必要な量の冷却水を熱交換器 16 に供給することが出来る。

【0051】

また幾つかの実施形態では、上述したように、ボイラ給水システム 10A が、分水手段 29 によって分水される冷却水をヒートポンプ 14 に供給するための第 2 冷却水路 34C をさらに含んでいる。

【0052】

このような実施形態によれば、例えばヒートポンプ 14 に供給されるボイラ給水の温度や流量に応じて、分水手段 29 によって分水する冷却水の流量を調節することが出来る。このため、ボイラ給水の温度や流量が変化した場合であっても、分水手段 29 を適宜制御することで、ヒートポンプ 14 に供給されるボイラ給水を目標温度まで加温するのに必要な量の冷却水を熱交換器 16 に供給することが出来る。

【0053】

図 2 は、本発明の一実施形態にかかるボイラ給水システムを示した全体模式図である。本実施形態のボイラ給水システム 10B は、上述した実施形態のボイラ給水システム 10A と基本的には同様の構成を有している。よって、同一の構成には同一の符号を付し、その詳細な説明を省略する。

【0054】

本実施形態のボイラ給水システム 10B は、図 2 に示したように、第 2 熱交換器 18 と、第 2 熱交換器 18 とヒートポンプ 14 との間を循環水（熱媒体）が循環して流れるように構成される循環流路 36 とをさらに含んでいる。循環流路 36 には、循環水を循環して流すための循環ポンプ 27 が配置されている。第 2 冷却水路 34C は、分水手段 29 によって分水される冷却水の少なくとも一部を第 2 熱交換器 18 に供給するように構成されている。そして、ヒートポンプ 14 は、第 2 熱交換器 18 において冷却水と熱交換される循環水（熱媒体）を介して、冷却水を熱源としてボイラ給水を加温するように構成される。

【0055】

図示した実施形態では、水温の高い冷却水（38）と水温の低い循環水（30）とが熱交換し、循環水が 30 から 35 まで加温される。そして、35 まで加温された循環水は、ヒートポンプ 14 においてその熱エネルギーが汲み上げられ、その水温が 35 から 30 まで低下する。そして再び第 2 熱交換器 18 に供給される。一方、ボイラ給水は、循環水から汲み上げられた熱エネルギーによって、ヒートポンプ 14 において 35 から 80 まで加温される。

【0056】

10

20

30

40

50

このようなボイラ給水システム 10 B によれば、第 2 熱交換器 18、及びこの第 2 熱交換器 18 とヒートポンプ 14 との間を熱媒体が循環して流れる循環流路 36 をさらに含むため、熱媒体を介して冷却水の熱エネルギーを間接的に回収し、ボイラ給水を加温することが出来る。このため、例えば冷却水の水質が悪く、冷却水をヒートポンプ 14 に直接供給することが出来ないような場合であっても、冷却水の熱エネルギーをヒートポンプ 14 によって間接的に回収し、ボイラ給水を加温することが出来る。

【0057】

一方、上述したボイラ給水システム 10 A によれば、冷却水の熱エネルギーをヒートポンプ 14 によって直接回収することが出来る。このため、ボイラ給水システム 10 B のように第 2 熱交換器 18 を設ける必要がなく、システムを簡素化することが出来る。

10

【0058】

図 3 は、本発明の一実施形態にかかるボイラ給水システムを示した全体模式図である。本実施形態のボイラ給水システム 10 C は、上述した実施形態のボイラ給水システム 10 A 及び 10 B と基本的には同様の構成を有している。よって、同一の構成には同一の符号を付し、その詳細な説明を省略する。

【0059】

本実施形態のボイラ給水システム 10 C では、図 3 に示したように、ボイラ給水路 30 が、給水タンク 12 からボイラ 1 に供給されるボイラ給水が熱交換器 16 を迂回して流れるように形成された第 1 バイパス路 30 a をさらに備えている。そして、本実施形態のボイラ給水システム 10 C は、ボイラ給水が熱交換器 16 をバイパスするか否かを切り替え可能な第 1 切替手段 22 をさらに含んでいる。この第 1 切替手段 22 は、給水タンク 12 から供給されるボイラ給水を熱交換器 16 側に流すか、第 1 バイパス路 30 a に流すかを切り替え可能に構成された、例えば三方弁から構成される。

20

【0060】

このような実施形態によれば、ボイラ給水が熱交換器 16 をバイパスするか否かを第 1 切替手段 22 によって切り替えることが出来る。したがって、例えば、熱交換器 16 が故障した場合や、冷却水の水温がボイラ給水との熱交換に適さない場合などに、熱交換器 16 をバイパスするようにボイラ給水を流すことが出来る。

【0061】

また、本実施形態のボイラ給水システム 10 C では、図 3 に示したように、ボイラ給水路 30 が、給水タンク 12 からボイラ 1 に供給されるボイラ給水がヒートポンプ 14 を迂回して流れるように形成された第 2 バイパス路 30 b をさらに備えている。そして、本実施形態のボイラ給水システム 10 C は、ボイラ給水がヒートポンプ 14 をバイパスするか否かを切り替え可能な第 2 切替手段 24 をさらに含んでいる。この第 2 切替手段 24 は、上述した第 1 切替手段と同様、給水タンク 12 から供給されるボイラ給水をヒートポンプ 14 側に流すか、第 2 バイパス路 30 b に流すかを切り替え可能に構成された、例えば三方弁から構成される。

30

【0062】

このような実施形態によれば、ボイラ給水がヒートポンプ 14 をバイパスするか否かを第 2 切替手段 24 によって切り替えることが出来る。したがって、例えば、ヒートポンプ 14 が故障した場合などに、ヒートポンプ 14 をバイパスするようにボイラ給水を流すことが出来る。

40

【0063】

また、本実施形態のボイラ給水システム 10 C では、図 3 に示したように、排熱源 2 から排出される冷却水の水温を測定可能な冷却水温測定手段 28 と、給水タンク 12 に貯留されているボイラ給水の水温を測定可能なボイラ給水温測定手段 26 と、第 1 切替手段 22 及び第 2 切替手段 24 における切り替え、並びに分水手段 29 の作動を制御可能な制御装置 20 とをさらに含んでいる。なお、ボイラ給水温測定手段 26 は、給水タンク 12 に貯留されているボイラ給水の水温でなくとも、熱交換器 16 よりも上流側のボイラ給水路 30 を流れるボイラ給水の水温を測定できるように構成されていればよい。

50

【 0 0 6 4 】

制御装置 2 0 は、中央処理装置（ＣＰＵ）、ランダムアクセスメモリ（ＲＡＭ）、リードオンリメモリ（ＲＯＭ）、およびＩ／Ｏインターフェイスなどからなるマイクロコンピュータとして構成されている。

【 0 0 6 5 】

図 4 は、制御装置の機能を説明するためのブロック図である。図 4 に示したように、制御装置 2 0 は、第 1 切替手段 2 2 における切り替えを制御するための第 1 切替手段制御部 2 0 A と、第 2 切替手段 2 4 における切り替えを制御するための第 2 切替手段制御部 2 0 B と、分水手段 2 9 の作動を制御するための分水手段制御部 2 0 C と、ボイラ給水温測定手段 2 6 で測定されるボイラ給水の水温と、冷却水温測定手段 2 8 で測定される冷却水の水温とを比較するための水温比較部 2 0 D と、分水手段 2 9 によって分水される冷却水の流量を演算する分水流量演算部 2 0 E と、を備えている。

10

【 0 0 6 6 】

そして、上述した第 1 切替手段制御部 2 0 A は、冷却水温測定手段 2 8 で測定される冷却水の水温が、ボイラ給水温測定手段 2 6 で測定されるボイラ給水の水温よりも低いと水温比較部 2 0 D において判断された時には、給水タンク 1 2 からボイラ 1 に供給されるボイラ給水が熱交換器 1 6 をバイパスするように、第 1 切替手段 2 2 を切り替えるように構成される。

【 0 0 6 7 】

図 5 は、第 1 切替手段制御部における切り替え動作を説明するためのフロー図である。図 5 に示したように、まず、ボイラ給水温測定手段 2 6 及び冷却水温測定手段 2 8 によって、ボイラ給水温及び冷却水温をそれぞれ測定し、測定した水温を制御装置 2 0 に送信する（S 5 1）。そして、上述した水温比較部 2 0 D において、測定されたボイラ給水温と冷却水温とを比較する（S 5 2）。そして、冷却水の水温がボイラ給水の水温よりも低い時（冷却水温 < ボイラ給水温）に、第 1 切替手段制御部 2 0 A によって、給水タンク 1 2 からボイラ 1 に供給されるボイラ給水が熱交換器 1 6 をバイパスするように、第 1 切替手段 2 2 が切り替えられる（S 5 3）。冷却水の水温がボイラ給水の水温よりも高い時（冷却水温 > ボイラ給水温）は、第 1 切替手段 2 2 は切り替えられず、給水タンク 1 2 からボイラ 1 に供給されるボイラ給水は、第 1 バイパス路 3 0 a には流れずにそのまま熱交換器 1 6 側を流れる（S 5 2 において N o の場合）。

20

30

【 0 0 6 8 】

このような実施形態によれば、冷却水の水温が熱交換器 1 6 に供給されるボイラ給水の水温よりも低い時には、ボイラ給水が熱交換器 1 6 をバイパスするように、制御装置 2 0 の第 1 切替手段制御部 2 0 A によって第 1 切替手段 2 2 が切り替えられる。このため、熱交換器 1 6 において、ボイラ給水とボイラ給水よりも低温の冷却水とが熱交換して逆にボイラ給水の水温が下がってしまうことを防止することが出来る。

【 0 0 6 9 】

また、上述した分水流量演算部 2 0 E は、ボイラ給水温測定手段 2 6 で測定されるボイラ給水の水温、及び冷却水温測定手段 2 8 で測定される冷却水の水温とボイラ給水温測定手段 2 6 で測定されるボイラ給水の水温との温度差、の少なくともいずれか一方に応じて、分水手段 2 9 によって分水される冷却水の流量を演算するように構成されている。

40

【 0 0 7 0 】

例えば、給水タンク 1 2 から供給されるボイラ給水の温度が低い時（例えば 0 ）には、熱交換器 1 6 においてボイラ給水を所定温度（例えば 3 5 ）まで加温するのに必要な冷却水の流量、及びヒートポンプ 1 4 においてにおいてボイラ給水を目標温度（例えば 8 0 ）まで加温するのに必要な冷却水の流量は、ボイラ給水量を一定とした場合に、給水タンク 1 2 から供給されるボイラ給水の温度が高い時（例えば 2 5 ）と比べて多くなる。

このような場合、分水流量演算部 2 0 E は、分水手段 2 9 によって分水される冷却水の流量が多くなるように演算する。分水手段制御部 2 0 C は、この演算結果に基づいて分水手

50

段 29 を制御し、分水手段 29 によって分水する冷却水の流量を調節する。

【0071】

反対に、給水タンク 12 から供給されるボイラ給水の温度が高い時（例えば 25 ）には、熱交換器 16 においてボイラ給水を所定温度（例えば 35 ）まで加温するのに必要な冷却水の流量、及びヒートポンプ 14 においてボイラ給水を目標温度（例えば 80 ）まで加温するのに必要な冷却水の流量は、ボイラ給水量を一定とした場合に、給水タンク 12 から供給されるボイラ給水の温度が低い時（例えば 0 ）と比べて少なくなる。

このような場合、分水流量演算部 20 E は、分水手段 29 によって分水される冷却水の流量が少なくなるように演算する。分水手段制御部 20 C は、この演算結果に基づいて分水手段 29 を制御し、分水手段 29 によって分水する冷却水の流量を調節する。

10

【0072】

また例えば、冷却水の水温と給水タンク 12 から供給されるボイラ給水の水温との温度差（冷却水の水温 > ボイラ給水の水温）が小さい時（例えば 3 ）には、熱交換器 16 においてボイラ給水を所定温度（例えば 35 ）まで加温するのに必要な冷却水の流量、及びヒートポンプ 14 においてボイラ給水を目標温度（例えば 80 ）まで加温するのに必要な冷却水の流量は、ボイラ給水量を一定とした場合に、給水タンク 12 から供給されるボイラ給水の水温と冷却水の水温との温度差が大きい時（例えば 8 ）と比べて多くなる。

このような場合、分水流量演算部 20 E は、分水手段 29 によって分水される冷却水の流量が多くなるように演算する。分水手段制御部 20 C は、この演算結果に基づいて分水手段 29 を制御し、分水手段 29 によって分水する冷却水の流量を調節する。

20

【0073】

反対に、冷却水の水温と給水タンク 12 から供給されるボイラ給水の水温との温度差（冷却水の水温 > ボイラ給水の水温）が大きい時（例えば 8 ）には、熱交換器 16 においてボイラ給水を所定温度（例えば 35 ）まで加温するのに必要な冷却水の流量、及びヒートポンプ 14 においてボイラ給水を目標温度（例えば 80 ）まで加温するのに必要な冷却水の流量は、ボイラ給水量を一定とした場合に、給水タンク 12 から供給されるボイラ給水の水温と冷却水の水温との温度差が小さい時（例えば 3 ）と比べて少なくなる。

30

このような場合、分水流量演算部 20 E は、分水手段 29 によって分水される冷却水の流量が少なくなるように演算する。分水手段制御部 20 C は、この演算結果に基づいて分水手段 29 を制御し、分水手段 29 によって分水する冷却水の流量を調節する。

【0074】

図 6 は、分水流量制御部における制御動作を説明するためのフロー図である。図 6 に示したように、まず、ボイラ給水温測定手段 26 及び冷却水温測定手段 28 によって、ボイラ給水温及び冷却水温をそれぞれ測定し、測定した水温を制御装置 20 に送信する（S61）。そして、上述した分水流量演算部 20 E において、測定されたボイラ給水温が所定温度よりも低いか高いか、又は冷却水温とボイラ給水温との温度差が所定温度差よりも小さいか大きいかが判定する（S62）。そして、ボイラ給水温が所定温度よりも低い、又は冷却水温とボイラ給水温との温度差が所定温度差よりも小さい場合は、上述したように、分水流量演算部 20 E において、分水される冷却水の流量が多くなるような演算がなされる。そしてこの演算された分水量に基づき、分水手段制御部 20 C によって分水流量が多くなるように分水手段 29 を制御する（S63）。一方、ボイラ給水温が所定温度よりも高い、又は冷却水温とボイラ給水温との温度差が所定温度差よりも大きい場合は、上述したように、分水流量演算部 20 E において、分水される冷却水の流量が少なくなるような演算がなされる。そしてこの演算された分水量に基づき、分水手段制御部 20 C によって分水流量が少なくなるように分水手段 29 を制御する（S64）。

40

【0075】

このような実施形態によれば、ボイラ給水の水温、及び冷却水の水温とボイラ給水の水

50

温との温度差、の少なくともいずれか一方に応じて、分水手段 2 9 によって分水される冷却水の流量を調節することで、ボイラ給水を所定の温度に加熱するのに必要な冷却水量だけを無駄なく分水することが可能となる。

【 0 0 7 6 】

以上、本発明の好ましい形態について説明したが、本発明は上記の形態に限定されるものではない。例えば上述した実施形態を組み合わせても良く、本発明の目的を逸脱しない範囲での種々の変更が可能である。

【産業上の利用可能性】

【 0 0 7 7 】

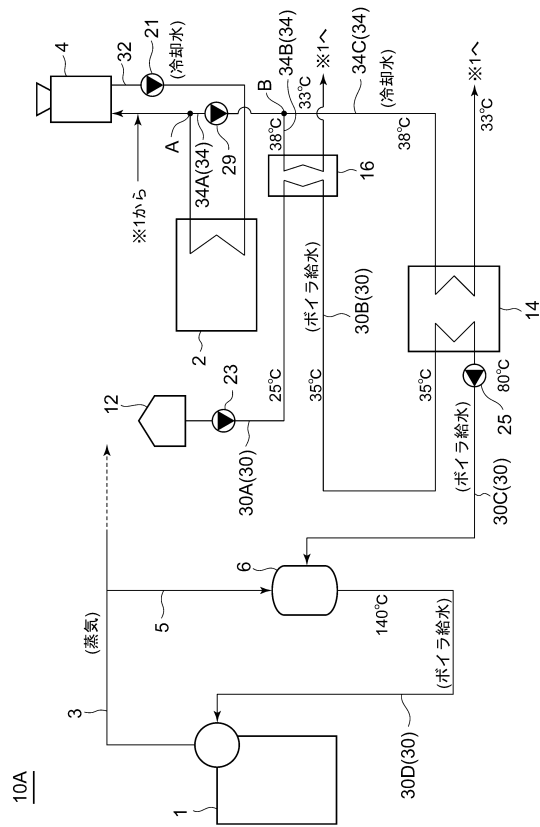
本発明の少なくとも一実施形態は、ボイラに給水するためのボイラ給水システムとして 10、ボイラを備える発電プラントや各種の工場において好適に用いることが出来る。

【符号の説明】

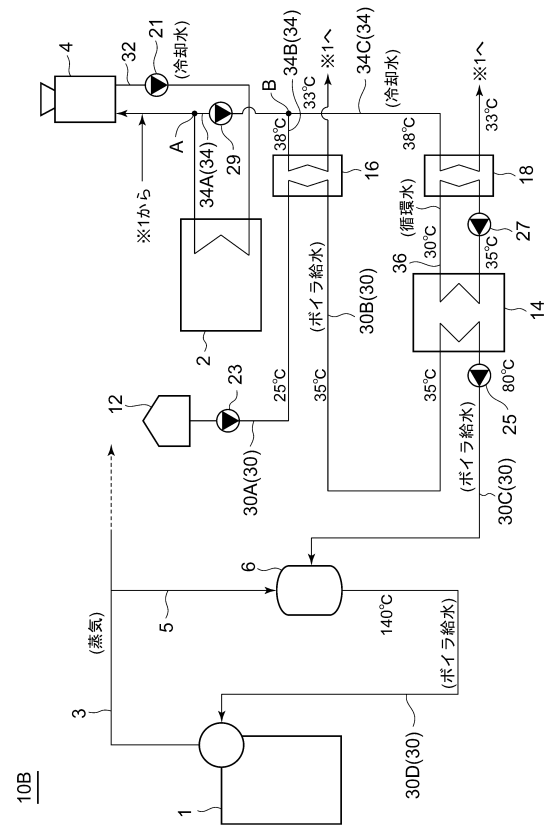
【 0 0 7 8 】

1	ボイラ	
2	排熱源	
3	蒸気管路	
4	冷却塔	
5	抽気管路	
6	脱気器	
1 0 A ~ 1 0 C	ボイラ給水システム	20
1 2	給水タンク	
1 4	ヒートポンプ	
1 6	熱交換器	
1 8	第 2 熱交換器	
2 0	制御装置	
2 0 A	第 1 切替手段制御部	
2 0 B	第 2 切替手段制御部	
2 0 C	分水手段制御部	
2 0 D	水温比較部	
2 0 E	分水流量演算部	30
2 1	冷却水循環ポンプ	
2 2	第 1 切替手段	
2 3	第 1 給水ポンプ	
2 4	第 2 切替手段	
2 5	第 2 給水ポンプ	
2 6	ボイラ給水温測定手段	
2 7	循環ポンプ	
2 8	冷却水温測定手段	
2 9	軸流ポンプ（分水手段）	
3 0	ボイラ給水路	40
3 0 a	第 1 バイパス路	
3 0 b	第 2 バイパス路	
3 2	冷却水循環流路	
3 4、3 4 A	冷却水分水路	
3 4 B	第 1 冷却水路	
3 4 C	第 2 冷却水路	
3 6	循環流路	

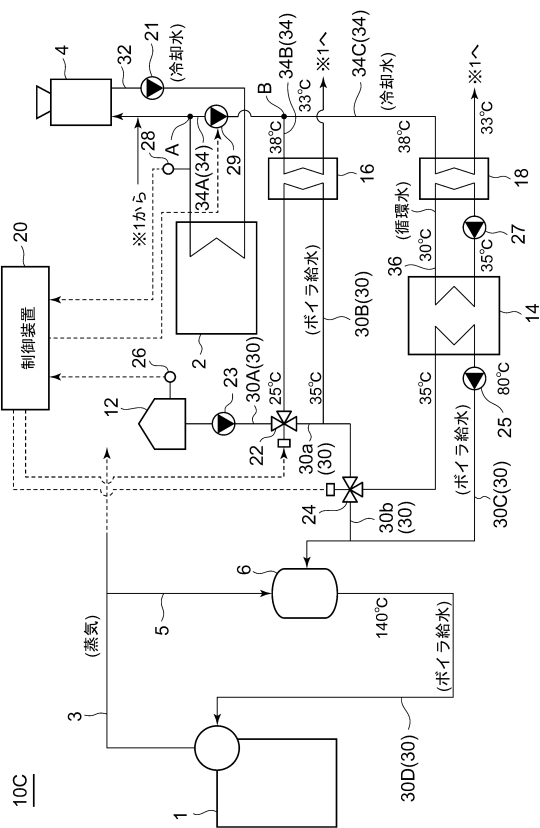
【図 1】



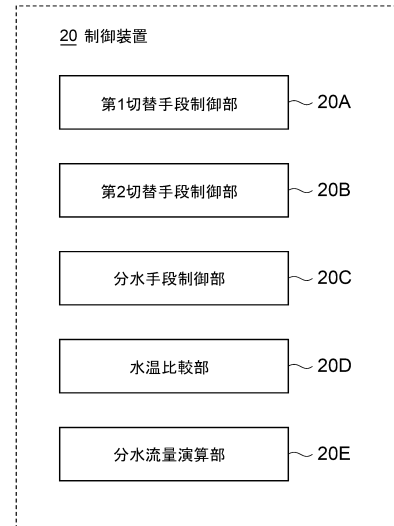
【図 2】



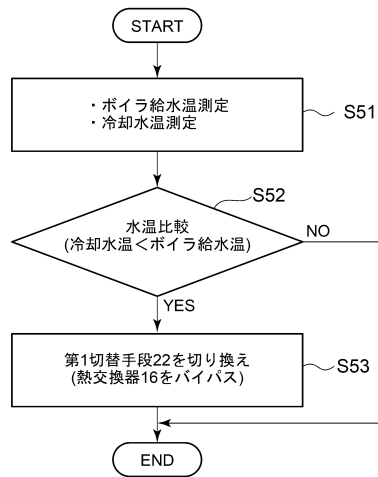
【図 3】



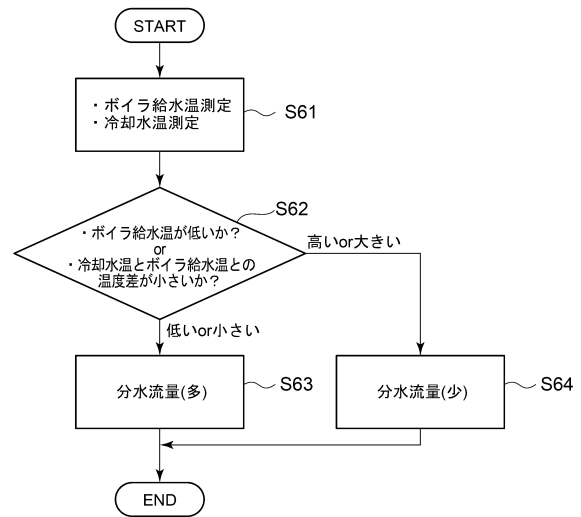
【図 4】



【図 5】



【図 6】



フロントページの続き

- (72)発明者 鈴木 俊毅
東京都港区港南二丁目１６番５号 三菱重工業株式会社内
- (72)発明者 兵頭 潤
東京都港区港南二丁目１６番５号 三菱重工業株式会社内

審査官 杉山 豊博

- (56)参考文献 特開２０１３－２３８３３７（ＪＰ，Ａ）
特開２００７－２０５１８７（ＪＰ，Ａ）
特開２００４－１０８２４０（ＪＰ，Ａ）
特開２０１１－１１７６４７（ＪＰ，Ａ）
特開２０１２－０９７９４１（ＪＰ，Ａ）

- (58)調査した分野(Int.Cl.，ＤＢ名)
- | | |
|---------|---------|
| F 2 2 D | 1 / 1 8 |
| F 2 4 H | 1 / 0 0 |
| F 2 4 H | 4 / 0 2 |