(19)日本国特許庁(JP)　(12)特　許　公　報(B2)　(11)特許番号
特許第6219742号
(P6219742)
(45)発行日　平成29年10月25日(2017.10.25)　(24)登録日　平成29年10月6日(2017.10.6)

(51)Int.Cl.　F I
F22D 1/12 (2006.01)　F22D 1/12

請求項の数 6　(全 12 頁)

(21)出願番号　特願2014-25526(P2014-25526)
(22)出願日　平成26年2月13日(2014.2.13)
(65)公開番号　特開2015-152210(P2015-152210A)
(43)公開日　平成27年8月24日(2015.8.24)
審査請求日　平成28年11月7日(2016.11.7)

(73)特許権者　000006208
三菱重工業株式会社
東京都港区港南二丁目１６番５号
(74)代理人　100112737
弁理士　藤田　考晴
(74)代理人　100118913
弁理士　上田　邦生
(72)発明者　中村　龍太
長崎県長崎市飽の浦町１番１号　三菱重工船用機械エンジン株式会社内

審査官　宮崎　賢司

最終頁に続く

(54)【発明の名称】ボイラプラント及びボイラプラント運転方法

(57)【特許請求の範囲】
【請求項１】
ガス燃料と重油燃料とを切り替えて燃焼させ、生成した燃焼ガスにより給水を加熱するボイラと、
前記ボイラで生成された前記燃焼ガスとの熱交換によって前記給水を加熱するエコノマイザと、
前記ボイラで燃焼される燃料の種類に応じた目標温度となるように、前記エコノマイザへ送出する前記給水の温度を調整する給水温度調整部と、
を備え、
前記給水温度調整部は、前記燃料がガス燃料から重油燃料に切り替わる場合と前記燃料が重油燃料からガス燃料に切り替わる場合とで、前記エコノマイザへ送出する前記給水の温度を異なるタイミング及び異なる変化速度で調整するボイラプラント。
【請求項２】
前記エコノマイザ内に付着した粉体を吹き飛ばして除去する除煤装置を備え、
前記給水温度調整部は、前記燃料が重油燃料からガス燃料に切り替わり、前記除煤装置が所定時間駆動した後に、前記エコノマイザへ送出する前記給水の温度をガス燃料に応じた目標温度に調整する請求項１記載のボイラプラント。
【請求項３】
前記除煤装置が駆動する前記所定時間において、前記ボイラに供給される燃焼用空気の供給量が増加される請求項２記載のボイラプラント。

【請求項４】
前記給水温度調整部は、前記燃料がガス燃料から重油燃料に切り替わる場合、重油燃料からガス燃料に切り替わる場合に比べて、前記エコノマイザへ送出する前記給水の温度を早い速度で調整する請求項１から請求項３の何れか１項記載のボイラプラント。
【請求項５】
前記エコノマイザを通過した前記燃焼ガスの温度が酸露点温度を超えるように前記エコノマイザへ送出する前記給水の温度を調整する請求項４記載のボイラプラント。
【請求項６】
ガス燃料と重油燃料とを切り替えて燃焼させ、生成した燃焼ガスにより給水を加熱する燃焼ガス生成工程と、
前記燃焼ガス生成工程によって生成された前記燃焼ガスとの熱交換によって前記給水を加熱する給水加熱工程と、
前記燃焼ガス生成工程で用いられる燃料の種類に応じた目標温度となるように、前記給水の温度を調整すると共に、前記燃料がガス燃料から重油燃料に切り替わる場合と前記燃料が重油燃料からガス燃料に切り替わる場合とで、前記給水の温度を異なるタイミング及び異なる変化速度で調整する給水温度調整工程と、
を備えるボイラプラント運転方法。
【発明の詳細な説明】
【技術分野】
【０００１】
本発明は、ボイラプラント及びボイラプラント運転方法に関するものである。
【背景技術】
【０００２】
ボイラプラントとして、燃焼ガスと給水とを熱交換することで、給水を加熱してボイラへ供給するエコノマイザと共に、脱気器からの給水をボイラの燃焼ガスで加熱して脱気器へ戻すエコノマイザ（以下「デュアルエコノマイザ」という。）を備えたものが開発されている（特許文献１，特許文献２）。デュアルエコノマイザは、例えば、エコノマイザの配置位置よりも、燃焼ガスの下流側に設けられている。デュアルエコノマイザによる給水の循環加熱によって、ボイラから排出される排熱がより多く回収される。
なお、脱気器の器内圧力は一定であるため、脱気器とデュアルエコノマイザとを循環する給水の温度は一定、すなわち器内圧力の飽和温度となる。
【０００３】
また、硫黄分を含む重油燃料と硫黄分を含まないガス燃料とを切り替えて用いるボイラも開発されている。このようなボイラは、燃料中の硫黄分による硫酸腐食を防止するために、重油燃料の使用に対応させて酸露点温度に基づいた設計が行われる。すなわち、デュアルエコノマイザを備えたボイラは、デュアルエコノマイザの出口ガス温度が酸露点温度を超えるように設計される。
このような重油燃料の使用に対応させたボイラの設計では、硫黄分を含まないガス燃料を使用しても、デュアルエコノマイザの出口ガス温度を酸露点温度以下とできないため、回収可能な熱に制限が設けられていた。
【０００４】
なお、特許文献２には、デュアルエコノマイザを備えないものの、硫黄分を含まない燃料を燃焼した後の排ガスを導入して蒸気を発生させる際に、排熱回収ボイラ本体出口の排ガスの温度を低下させて、排熱回収ボイラ本体による熱効率を高める排熱回収ボイラが開示されている。
【先行技術文献】
【特許文献】
【０００５】
【特許文献１】特開２０１２－１７７５１９号公報
【特許文献２】特開平９－３３００４号公報

【発明の概要】
【発明が解決しようとする課題】
【０００６】
しかしながら、特許文献２に開示されているように、排熱回収ボイラ本体出口の排ガスの温度を低下させると、硫黄分を含む燃料を燃焼させる切り替えのタイミングによっては、この燃料の硫黄分による硫酸腐食が発生する可能性がある。
【０００７】
本発明は、このような事情に鑑みてなされたものであって、重油燃料とガス燃料を切り替えて用いるボイラで生成された燃焼ガスの熱回収を向上させると共に、より確実に硫酸腐食を防止できる、ボイラプラント及びボイラプラント運転方法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】
【０００８】
上記課題を解決するために、本発明のボイラプラント及びボイラプラント運転方法は以下の手段を採用する。
【０００９】
本発明の第一態様に係るボイラプラントは、ガス燃料と重油燃料とを切り替えて燃焼させ、生成した燃焼ガスにより給水を加熱して蒸気を発生させるボイラと、前記ボイラで生成された前記燃焼ガスとの熱交換によって前記給水を加熱するエコノマイザと、前記ボイラで燃焼される燃料の種類に応じた目標温度となるように、前記エコノマイザへ送出する前記給水の温度を調整する給水温度調整部と、を備え、前記給水温度調整部が、前記燃料がガス燃料から重油燃料に切り替わる場合と前記燃料が重油燃料からガス燃料に切り替わる場合とで、前記エコノマイザへ送出する前記給水の温度を異なるタイミング及び異なる変化速度で調整する。
【００１０】
本発明に係るボイラプラントは、ガス燃料と重油燃料とを切り替えて燃焼させ、生成した燃焼ガスによりボイラで給水を加熱して蒸気を発生させる。
【００１１】
また、エコノマイザは、ボイラで生成された燃焼ガスとの熱交換によって、給水を加熱してボイラへ供給する。
【００１２】
そして、エコノマイザへ送出する給水の温度は、ボイラで燃焼される燃料の種類に応じた目標温度となるように給水温度調整部によって調整される。例えば、重油燃料の場合、エコノマイザの出口ガス温度が酸露点温度を超えるように、給水の温度は高くされる。一方、ガス燃料の場合、エコノマイザでより熱回収が行われるように、エコノマイザへ送られる給水の温度は低くされる。
【００１３】
そして、燃料がガス燃料から重油燃料に切り替わる場合と燃料が重油燃料からガス燃料に切り替わる場合とで、エコノマイザへ送出する給水の温度は、給水温度調整部によって、異なるタイミング及び異なる変化速度で調整される。
燃料がガス燃料から重油燃料、又は重油燃料からガス燃料に切り替わる場合、給水の温度調整によって、エコノマイザの出口ガス温度が、酸露点温度以下の温度から酸露点温度を超える温度の間で過度的に変化する。このため、給水の温度調整によるエコノマイザの出口温度の変化によって、エコノマイザに硫酸腐食が発生しないように、燃料の切り替えに応じて、異なるタイミング及び異なる変化速度で調整される。
従って、本構成は、重油燃料とガス燃料を切り替えて用いるボイラで生成された燃焼ガスの熱回収を向上させると共に、より確実に硫酸腐食を防止できる。
【００１４】
上記第一態様では、前記エコノマイザ内に付着した粉体を吹き飛ばして除去する除煤装置を備え、前記給水温度調整部が、前記燃料が重油燃料からガス燃料に切り替わり、前記

除煤装置が所定時間駆動した後に、前記エコノマイザへ送出する前記給水の温度をガス燃料に応じた目標温度に調整することが好ましい。

【００１５】

燃料として重油燃料が用いられる状態では、硫黄分を含んだ煤等の粉体がエコノマイザ内に付着している。そのような状態で重油燃料からガス燃料に切り替わり、エコノマイザへ送出する前記給水の温度が低下し、エコノマイザの出口ガス温度が酸露点温度以下となると、硫黄分を含んだ煤等の粉体による硫酸腐食が生じる可能性がある。

そこで、本構成によれば、重油燃料からガス燃料に切り替わっても、除煤装置を所定時間駆動させた状態で、エコノマイザへ送出する給水の温度を重油燃料に応じた目標温度のままとする。そして、所定時間経過後に、エコノマイザへ送出する給水の温度が、ガス燃料に応じた目標温度に調整される。

従って、本構成は、エコノマイザへ送出する給水の温度を下げ、エコノマイザの出口ガス温度が低下しても、硫酸腐食の原因となる煤等を含んだ粉体が除去されているので、硫酸腐食の発生が抑制される。

【００１６】

上記第一態様では、前記除煤装置が駆動する前記所定時間において、前記ボイラに供給される燃焼用空気の供給量が増加されることが好ましい。

【００１７】

本構成によれば、燃焼用空気の増加によって燃焼ガスの温度が上昇するので、煤等の粉体中の水分が蒸発して付着個所から剥がれやすくなる。

従って、本構成は、より除煤装置による粉体の除去効果を高めることができる。

【００１８】

上記第一態様では、前記給水温度調整部が、前記燃料がガス燃料から重油燃料に切り替わる場合、重油燃料からガス燃料に切り替わる場合に比べて、前記エコノマイザへ送出する前記給水の温度を早い速度で調整することが好ましい。

【００１９】

本構成によれば、燃料が重油燃料となると硫黄分を含む煤等が発生するので、重油燃料からガス燃料に切り替わる場合に比べて、エコノマイザへ送出する給水の温度が早い速度で調整されることで、硫酸腐食の発生が抑制される。

【００２０】

上記第一態様では、前記エコノマイザを通過した前記燃焼ガスの温度が酸露点温度を超えるように前記エコノマイザへ送出する給水の温度を調整することが好ましい。

【００２１】

本構成によれば、より確実に硫酸腐食の発生が抑制される。

【００２２】

本発明の第二態様に係るボイラプラント運転方法は、ガス燃料と重油燃料とを切り替えて燃焼させて燃焼ガスを生成する燃焼ガス生成工程と、給水を加熱して蒸気を発生させる蒸気発生工程と、前記蒸気発生工程によって給水を加熱した後の前記燃焼ガスとの熱交換によって給水を加熱する給水加熱工程と、前記燃焼ガス生成工程で用いられる燃料の種類に応じた目標温度となるように、給水の温度を調整すると共に、前記燃料がガス燃料から重油燃料に切り替わる場合と前記燃料が重油燃料からガス燃料に切り替わる場合とで、給水の温度を異なるタイミング及び異なる変化速度で調整する給水温度調整工程と、を備える。

【発明の効果】

【００２３】

本発明によれば、重油燃料とガス燃料を切り替えて用いるボイラで生成された燃焼ガスの熱回収を向上させると共に、より確実に硫酸腐食を防止できる、という優れた効果を有する。

【図面の簡単な説明】

【００２４】

【図１】本発明の実施形態に係るボイラプラントの構成を示すブロック図である。
【図２】本発明の実施形態に係る弁開度制御装置の構成を示す機能ブロック図である。
【図３】本発明の実施形態に係るデュアルエコノマイザへ送出する給水の温度調整の例を示した模式図である。
【図４】本発明の実施形態に係るガス燃料切替処理の流れを示すフローチャートである。
【発明を実施するための形態】
【００２５】
以下に、本発明の実施形態に係るボイラプラント１０について、図１を参照して説明する。なお、ボイラプラント１０は、推進用であってもよいし、発電用であってもよい。
図１は、本実施形態にかかるボイラプラント１０の構成を示すブロック図である。ボイラプラント１０は、一例としてＬＮＧ船に搭載され、燃料として重油又はガスを用いる。
【００２６】
ボイラプラント１０は、舶用ボイラ１２、舶用ボイラ１２で生成された蒸気を利用して回転駆動する蒸気タービン１４、及び給水が流れる給水系統１６を備える。
蒸気タービン１４は、一例として、高圧タービン１４Ａ、中圧タービン１４Ｂ、及び低圧タービン１４Ｃを有している。なお、蒸気タービン１４は、蒸気を利用するものとして例示したものであり、これに限定されるものではなく、また、蒸気タービン１４は、後進用タービンを有してもよい。このように、蒸気タービン１４は、推進用である。
さらに、蒸気タービン１４へ供給される蒸気の一部は、発電用タービン１８へ供給され、発電に用いられる。
【００２７】
舶用ボイラ１２には、図示しないバーナを備える。バーナは、空気配管を介して導入される燃焼用空気を用いて燃料を燃焼させ、高温の燃焼ガスを生成する。なお、燃料は、ＬＮＧ等のガス燃料と重油燃料とが適宜切り替えられて用いられる。
燃焼ガスは下流の熱交換器内を流れる給水と熱交換し、給水を加熱して蒸気とする。蒸気は、蒸気タービン１４に供給され、蒸気タービン１４に回転動力を与える。一方、給水との熱交換を終えた燃焼ガスは、燃焼ガス流路２０を通って系外へ排気される。
【００２８】
給水系統１６には、メインコンデンサ２２、脱気器２４、第１エコノマイザ２６、及びデュアルエコノマイザ２８が備えられる。
【００２９】
メインコンデンサ２２は、蒸気タービン１４の排気蒸気を冷却して復水（凝縮）する。
【００３０】
脱気器２４は、蒸気タービン１４から復水された給水中の溶存ガス（空気、特に酸素）を物理的に分離除去する。
【００３１】
第１エコノマイザ２６は、送液ポンプ３０によって脱気器２４からの給水が送られ、燃焼ガス流路２０を通る燃焼ガスとの熱交換によって給水を加熱させ、舶用ボイラ１２へ供給する。
【００３２】
デュアルエコノマイザ２８は、第１エコノマイザ２６の配置位置に対して燃焼ガス流路２０の下流側に配置され、脱気器２４とは循環流路３２によって接続される。
デュアルエコノマイザ２８は、循環ポンプ３４によって脱気器２４からの給水が送られ、燃焼ガス流路２０を通る燃焼ガスとの熱交換によって給水を加熱させ、脱気器２４へ戻す。デュアルエコノマイザ２８は、温水（液体）と燃焼ガス（気体）との熱交換となるので、高い熱貫流率が得られるため、構造が簡単で、小型化することができる。
なお、燃焼ガス流路２０には、デュアルエコノマイザ２８を通過した後の、燃焼ガスの温度（以下「ガス出口温度」）を測定する温度センサ３６が備えられる。
【００３３】
これらメインコンデンサ２２、脱気器２４、第１エコノマイザ２６、及びデュアルエコ

ノマイザ２８等は、給水系統１６により接続されている。
【００３４】
また、メインコンデンサ２２の給水出口の下流には、メインコンデンサ２２からの復水を必要な圧力まで昇圧する復水昇圧ポンプ３８が備えられる。
【００３５】
復水昇圧ポンプ３８の下流には、グランドコンデンサ４０、スピルスチームコンデンサ４２、及び低圧給水加熱器４４が備えられる。
スピルスチームコンデンサ４２は、蒸気タービン１４からの漏れ蒸気がグランドパッキンレシーバ４６を経て供給され、この漏れ蒸気を復水する。
低圧給水加熱器４４は、蒸気タービン１４の例えば低圧タービン１４Ｃから抽気された蒸気で給水を加熱する。なお、低圧給水加熱器４４は、別途、生成された清水（純水）を加熱する機能も有する。
【００３６】
また、蒸気タービン１４の例えば中圧タービン１４Ｂから抽気された蒸気は、脱気器２４及び燃焼用空気を加熱して昇温させる空気加熱器４８に供給される。空気加熱器４８に供給された蒸気は、低圧給水加熱器４４に送られ、熱交換に用いられる。
なお、低圧給水加熱器４４に送られ、熱交換に用いられた蒸気は、ドレインタンクへ送られる。
【００３７】
さらに、給水系統１６には、デュアルエコノマイザ２８へ送出する給水の温度（以下「入口水温度」という。）を、舶用ボイラ１２で燃焼される燃料の種類に応じた目標温度に調整する給水温度調整部５０が設けられる。
【００３８】
給水温度調整部５０は、脱気器２４に供給される給水の一部を加熱して戻す加熱器５２、デュアルエコノマイザ２８の入口水温度を測定する温度センサ５４、及び温度センサ５４の測定温度と目標温度とに基づいて、加熱器５２へ供給する給水の流量を調整する流量調整弁５６を備える。また、給水温度調整部５０は、低圧給水加熱器４４から脱気器２４へ送出される給水の流量を調整する流量調整弁５７を備える。
【００３９】
このため、脱気器２４の上流側には、給水系統１６を流れる給水の一部を分流した後に、加熱器５２によって加熱して給水系統１６へ戻す循環流路５８が備えられる。すなわち、加熱器５２は、デュアルエコノマイザ２８へ送出する給水と循環流路５８を流れる給水とを熱交換させる熱交換器である。
なお、温度センサ５４は、加熱器５２を通過した後の給水の温度を測定することとなる。
【００４０】
そして、流量調整弁５６及び流量調整弁５７は、温度センサ５４の測定温度に応じて、開度が決定される。なお、流量調整弁５７は、流量調整弁５６とは逆の動作を行う。具体的には、流量調整弁５６の開度が１００％の場合、流量調整弁５７の開度は０％とされ、流量調整弁５６の開度が０％の場合、流量調整弁５７の開度は１００％とされる。
【００４１】
図２は、流量調整弁５６の開度を制御する弁開度制御装置６０の構成を示す機能ブロック図である。
弁開度制御装置６０は、例えば、ＣＰＵ（Central Processing Unit）、ＲＡＭ（Random Access Memory）、及びコンピュータ読み取り可能な記録媒体等から構成されている。そして、各種機能を実現するための一連の処理は、一例として、プログラムの形式で記録媒体等に記録されており、このプログラムをＣＰＵがＲＡＭ等に読み出して、情報の加工・演算処理を実行することにより、各種機能が実現される。
【００４２】
弁開度制御装置６０は、一例として、ボイラプラント１０の全体の制御を司るボイラプ

ラント制御装置６２に備えられる。ボイラプラント制御装置６２は、燃料切替指示部６４及びスーツブロア制御部６６等、他の制御機能も有している。

【００４３】

燃料切替指示部６４は、ボイラプラント１０の運転者による燃料の切替指示に基づいて、燃料切替指令を生成する。燃料切替指令は、舶用ボイラ１２で用いられる燃料をガス燃料から重油燃料へ切り替える指令、又は重油燃料からガス燃料へ切り替える指令の何れかを示す。燃料切替指示が出力されると、舶用ボイラ１２へ供給される燃料が切り替えられる。

【００４４】

スーツブロア制御部６６は、スーツブロア６８を制御するための制御指令を生成し、スーツブロア６８へ出力する。スーツブロア６８は、デュアルエコノマイザ２８内に付着した煤等の粉体を、例えば圧縮空気や蒸気によって吹き飛ばして除去する除煤装置である。

なお、スーツブロア制御部６６には、燃料切替指示部６４からの燃料切替指令が入力される。

【００４５】

弁開度制御装置６０は、給水温度設定部７０及び弁開度演算部７２を備える。

給水温度設定部７０は、燃料切替指示部６４からの燃料切替指令が入力されると、舶用ボイラ１２で用いられる燃料に応じた目標温度を流量調整弁５６へ出力する。この目標温度は、デュアルエコノマイザ２８の入口水温度の目標温度であり、給水温度設定部７０に予め記憶されている。

弁開度演算部７２は、温度センサ５４による測定温度が入力され、目標温度と測定温度との差分に応じた弁開度指令値を演算し、流量調整弁５６へ出力する。

なお、弁開度演算部７２は、燃料がガス燃料から重油燃料に切り替わる場合と燃料が重油燃料からガス燃料に切り替わる場合とで、デュアルエコノマイザ２８の入口水温度を異なるタイミング及び異なる変化速度で調整するように弁開度指令値を演算する。

【００４６】

以下、このように構成された本実施形態にかかるボイラプラント１０の動作について説明する。

【００４７】

蒸気タービン１４の排気は、メインコンデンサ２２で冷却されて復水される。復水された水は、グランドコンデンサ４０、スピルチームコンデンサ４２、及び低圧給水加熱器４４において、例えば、約９０℃の温水とされる。この温水が、脱気器２４で、蒸気タービン１４から抽気された蒸気によって加熱され、更に高温の温水とされて舶用ボイラ１２に供給される。この温水は、さらに、第１エコノマイザ２６によって燃焼ガス流路２０を通る燃焼ガスによって加熱されて、舶用ボイラ１２に供給される。

【００４８】

これと共に、循環ポンプ３４が作動し、脱気器２４内の温水（給水）は、デュアルエコノマイザ２８が設けられる循環流路３２に導入され、循環流路３２を循環する。循環する温水は、デュアルエコノマイザ２８を通る際、燃焼ガス流路２０を通る燃焼ガスと熱交換され、脱気器２４へ戻る。

このようなデュアルエコノマイザ２８による給水の循環加熱によって、舶用ボイラ１２から排出される排熱がより多く回収されることになる。

【００４９】

そして、デュアルエコノマイザ２８の入口水温度は、舶用ボイラ１２で用いられる燃料の種類に応じた目標温度に給水温度調整部５０によって調整される。例えば、重油燃料の場合、デュアルエコノマイザ２８の出口ガス温度が酸露点温度を超えるように、給水の温度は高くされる。一方、ガス燃料の場合、デュアルエコノマイザ２８でより多くの熱回収が行われるように、給水の温度は低くされる。

【００５０】

図３は、デュアルエコノマイザ２８の入口水温度の温度調整の例を示した模式図である

。図３の二重線で示される矢印は給水の流れ方向を示し、デュアルエコノマイザ２８を通過する一点鎖線は燃焼ガスの流れ方向を示す。そして、各温度のうち上段は燃料が重油燃料の場合であり、括弧書きで示される下段は燃料がガス燃料の場合である。なお、図３に示される温度は一例であり、一定値ではなく、ある程度の幅を持たせてもよい。

【００５１】

脱気器２４及び加熱器５２に供給される給水の温度、脱気器２４と加熱器５２とを循環する給水の温度、デュアルエコノマイザ２８から脱気器２４へ戻る給水の温度は、燃料の種類にかかわらず同じである。また、デュアルエコノマイザ２８の入口における燃焼ガスの温度も燃料の種類にかかわらず同じである。

一方、加熱器５２からデュアルエコノマイザ２８へ送出する給水の温度は、重油燃料とガス燃料とで異なる。

【００５２】

ここで、燃料が重油燃料の場合、弁開度制御装置６０は、加熱器５２を通過した後の給水の目標温度を、例えば１３０℃とする。一方、燃料がガス燃料の場合、弁開度制御装置６０は、加熱器５２を通過した後の給水の目標温度を、例えば１１０℃とする。

弁開度制御装置６０は、加熱器５２を通過した後の給水の温度が目標温度となるように、弁開度指令値を生成して流量調整弁５６及び流量調整弁５７へ出力する。流量調整弁５６及び流量調整弁５７は、弁開度指令値に応じて弁の開度を開閉し、給水の流量を調整する。なお、燃料がガス燃料の場合には、重油燃料の場合に比べて流量調整弁５６の開度は大きくされ、より多くの給水が加熱器５２へ流される。

【００５３】

この結果、加熱器５２を通過した後の給水の温度は、重油燃料の場合では１３０℃となり、ガス燃料の場合では１１０℃となる。

そして、デュアルエコノマイザ２８での熱交換により、デュアルエコノマイザ２８の出口ガス温度は、重油燃料の場合では１４０℃となり、ガス燃料の場合では１２０℃となる。

このように、燃料が重油燃料の場合、出口ガス温度が酸露点温度以上である１４０℃となるので、デュアルエコノマイザ２８での硫酸腐食が防止される。また、燃料がガス燃料の場合、出口ガス温度がより低い１２０℃となるので、デュアルエコノマイザ２８でより多くの熱回収が行われる。

【００５４】

さらに、燃料がガス燃料から重油燃料に切り替わる場合と燃料が重油燃料からガス燃料に切り替わる場合とで、デュアルエコノマイザ２８の入口水温度は、異なるタイミング及び異なる変化速度で調整される。

燃料がガス燃料から重油燃料、又は重油燃料からガス燃料に切り替わる場合、給水の温度調整によって、デュアルエコノマイザ２８の出口ガス温度が、上述のように、酸露点温度以下の温度から酸露点温度を超える温度の間で過度的に変化する。このため、給水の温度調整によるデュアルエコノマイザ２８の出口温度の変化によって、デュアルエコノマイザ２８に硫酸腐食が発生しないように、燃料の切り替えに応じて、異なるタイミング及び異なる変化速度で調整されることとなる。

【００５５】

以下では、燃料を重油燃料からガス燃料へ切り替える場合について説明する。

【００５６】

燃料として重油燃料が用いられる状態では、硫黄分を含んだ煤等の粉体がデュアルエコノマイザ２８内、給水が流れる伝熱管の外表面等に付着している。そのような状態で重油燃料からガス燃料に切り替わり、デュアルエコノマイザ２８の入口水温度が低下し、デュアルエコノマイザ２８の出口ガス温度が酸露点温度以下となると、硫黄分を含んだ煤等の粉体による硫酸腐食が生じる可能性がある。

【００５７】

そこで、燃料を重油燃料からガス燃料へ切り替える場合に、ボイラプラント制御装置６

２によって図４に示されるガス燃料切替処理が実行される。

【００５８】

まず、ステップ１００では、燃料切替指示部６４によって燃料を重油燃料からガス燃料へ切り替えることを示す燃料切替指令値が生成され、燃料切替指令値が弁開度制御装置６０及びスーツブロア制御部６６へ入力される。

【００５９】

次のステップ１０２では、スーツブロア制御部６６がスーツブロア６８を駆動させるための制御信号をスーツブロア６８へ出力する。これによりスーツブロア６８の駆動が開始される。

【００６０】

次のステップ１０４では、スーツブロア６８の駆動が所定時間経過したか否かを判定し、肯定判定の場合はステップ１０６へ移行し、否定判定の場合は所定時間が経過するまで、スーツブロア６８の駆動を継続する。上記所定時間は、スーツブロア６８によって煤がデュアルエコノマイザ２８内から除去される時間であり、予め設定されている。

【００６１】

ステップ１０６では、弁開度制御装置６０がガス燃料に応じた給水の温度調整を開始する。すなわち、給水温度調整部５０が、ガス燃料時の目標温度１１０℃に応じて、デュアルエコノマイザ２８の入口水温度を１３０℃から１１０℃へ低下させる。

また、温度センサ３６の測定温度であるデュアルエコノマイザ２８の出口ガス温度に基づいて、デュアルエコノマイザ２８の出口ガス温度が下がり過ぎないように、デュアルエコノマイザ２８の入口水温度は調整される。

【００６２】

このように、本実施形態に係るボイラプラント１０は、重油燃料からガス燃料に切り替わっても、スーツブロア６８を所定時間駆動させた状態で、デュアルエコノマイザ２８の入口水温度を重油燃料に応じた目標温度のままとする。スーツブロア６８を所定時間駆動させることによって、煤等を含む粉体は舶用ボイラ１２から除去されることとなる。

そして、所定時間経過後に、デュアルエコノマイザ２８の入口水温度が、ガス燃料に応じた目標温度に調整される。

【００６３】

これにより、本実施形態に係るボイラプラント１０は、デュアルエコノマイザ２８の入口水温度を下げ、デュアルエコノマイザ２８の出口ガス温度が低下しても、硫酸腐食の原因となる煤等を含んだ粉体が除去されているので、デュアルエコノマイザ２８の硫酸腐食の発生が抑制される。

【００６４】

また、本実施形態に係るボイラプラント１０は、スーツブロア６８が駆動する上記所定時間において、舶用ボイラ１２に供給される燃焼用空気の供給量を増加させる。

燃焼用空気の増加によって燃焼ガスの温度が上昇することにより、煤等の粉体中の水分が蒸発して付着個所から剥がれやすくなる。従って、本実施形態に係るボイラプラント１０は、よりスーツブロア６８による粉体の除去効果を高めることができる。

【００６５】

次に、燃料をガス燃料から重油燃料へ切り替える場合について説明する。

【００６６】

燃料としてガス燃料を用いても舶用ボイラ１２に煤等の付着は無い。一方で、燃料として重油燃料を用いると、硫黄分を含んだ煤等が発生しはじめ、硫酸腐食の原因となる。

【００６７】

そこで、本実施形態に係る給水温度調整部５０は、燃料がガス燃料から重油燃料に切り替わる場合、重油燃料からガス燃料に切り替わる場合に比べて、デュアルエコノマイザ２８の入口水温度を早い速度で調整する。すなわち、デュアルエコノマイザ２８の入口水温度を１１０℃から１３０℃へ急速に上昇させる。

これにより、燃料が重油燃料となると硫黄分を含む煤等の発生が抑制され、その結果、

デュアルエコノマイザ２８の硫酸腐食の発生が抑制される。

【００６８】

また、給水温度調整部５０は、温度センサ３６による測定温度が酸露点温度を超えるようにデュアルエコノマイザ２８の入口水温度を調整する。

これにより、デュアルエコノマイザ２８の出口ガス温度が酸露点温度を超えるので、より確実に硫酸腐食の発生が抑制される。

【００６９】

以上説明したように、本実施形態に係るボイラプラント１０は、舶用ボイラ１２からの燃焼ガスとの熱交換によって、脱気器２４からの給水を加熱して脱気器２４へ戻すデュアルエコノマイザ２８を備える。そして、ボイラプラント１０は、舶用ボイラ１２で用いられる燃料の種類に応じた目標温度となるように、デュアルエコノマイザ２８の入口水温度を調整する際に、燃料がガス燃料から重油燃料に切り替わる場合と燃料が重油燃料からガス燃料に切り替わる場合とで、デュアルエコノマイザ２８の入口水温度を異なるタイミング及び異なる変化速度で調整する。

従って、本実施形態に係るボイラプラント１０は、重油燃料とガス燃料を切り替えて用いる舶用ボイラ１２で生成された燃焼ガスの熱回収を向上させると共に、より確実に硫酸腐食を防止できる。

【００７０】

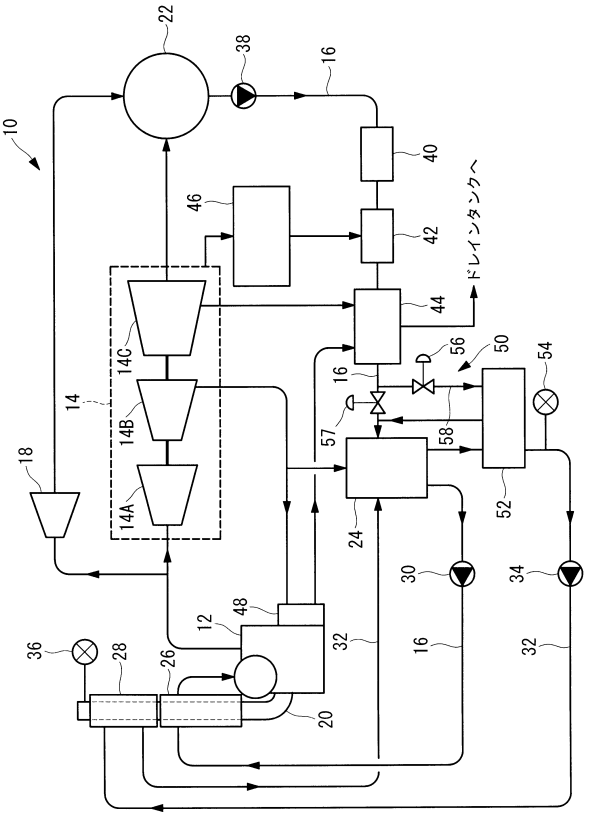
以上、本発明を、上記実施形態を用いて説明したが、本発明の技術的範囲は上記実施形態に記載の範囲には限定されない。発明の要旨を逸脱しない範囲で上記実施形態に多様な変更又は改良を加えることができ、該変更又は改良を加えた形態も本発明の技術的範囲に含まれる。また、複数の上記実施形態を組み合わせてもよい。

【符号の説明】

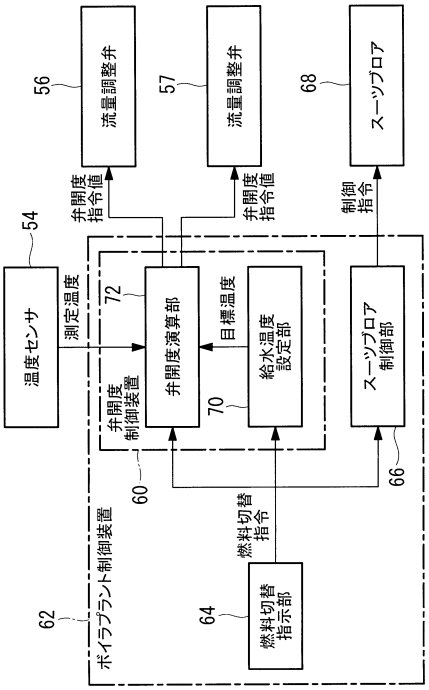
【００７１】

１０　ボイラプラント
１２　舶用ボイラ（ボイラ）
２６　第１エコノマイザ（エコノマイザ）
２８　デュアルエコノマイザ（エコノマイザ）
５０　給水温度調整部
６８　スーツブロア（除煤装置）

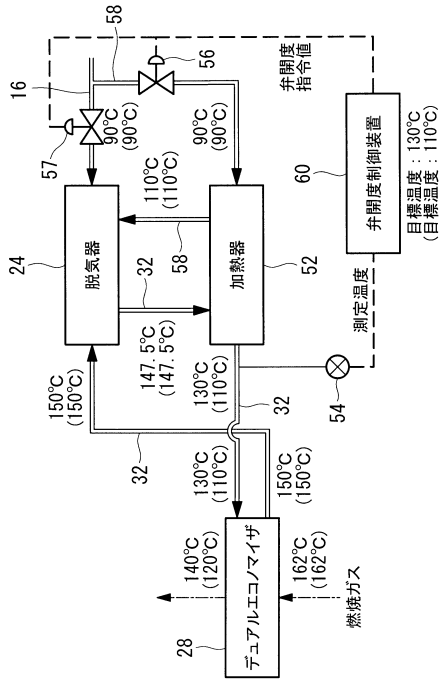
【図１】


ドレインタンクへ

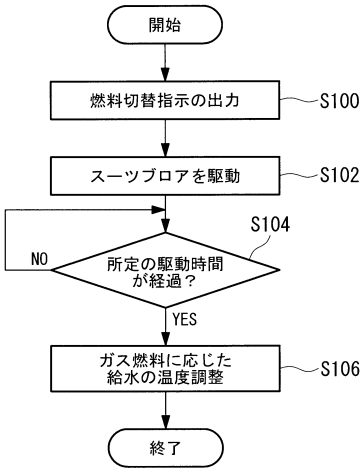
【図２】


流量調整弁
流量調整弁
スーツブロア
弁開度指令値
弁開度指令値
制御指令
温度センサ
測定温度
弁開度制御装置
弁開度演算部
目標温度
給水温度設定部
スーツブロア制御部
燃料切替指令
燃料切替指示部
ボイラプラント制御装置

【図３】


弁開度指令値
弁開度制御装置
目標温度：130℃
(目標温度：110℃)
測定温度
脱気器
加熱器
デュアルエコノマイザ
燃焼ガス

【図４】


開始
燃料切替指示の出力
S100
スーツブロアを駆動
S102
S104
所定の駆動時間が経過？
NO
YES
ガス燃料に応じた給水の温度調整
S106
終了

フロントページの続き

(56)参考文献 特開２０００－３３７６０３（ＪＰ，Ａ）
特開２００２－３６４８０２（ＪＰ，Ａ）
実開昭６０－１１７４３３（ＪＰ，Ｕ）
特開平０１－０９５２９５（ＪＰ，Ａ）
特開平０９－０３３００４（ＪＰ，Ａ）
特開２０１２－１７７５１９（ＪＰ，Ａ）
米国特許第０４３１８３６６（ＵＳ，Ａ）

(58)調査した分野(Int.Cl.，ＤＢ名)
Ｆ２２Ｄ　　１／１２