

WO 2016/010015 A1



ロシア (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).

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： 発電機を組み込んだボイラシステム

技術分野

[0001] この発明は、スターリングエンジンにより駆動される発電機を組み込んだボイラシステムに関する。

背景技術

[0002] 従来、ボイラシステムには、燃焼用の空気やボイラ給水を供給するユーティリティとして送風機や給水ポンプなどの補機が備えられている。このような補機は、商用電源を用いて駆動されていた。あるいは、ボイラで発生した蒸気で蒸気タービンを駆動し、その動力で駆動することもあった。

[0003] 図 1 は、補機を備える従来の典型的なボイラシステムの構成を示している。このシステムにおいて、蒸気を発生するボイラ 101 には、燃料が供給されるとともに、送風機 102 から燃焼のための空気が供給されている。また、給水ポンプ 113 からボイラ給水がエコノマイザ 104 による予熱を経て供給されている。ボイラ 101 の排気はエコノマイザ 104 を経て排気筒 105 から排出されている。エコノマイザ 104 が設置されない場合は、ボイラ給水は給水ポンプ 113 から直接ボイラ 101 に供給され、ボイラ 101 の排気は直接排気筒 105 から排出される。

[0004] 一方、高温熱源と低温熱源との温度差から電力を発生するスターリングエンジン発電装置が提供されている。スターリングエンジン発電装置の高温熱源には、燃料をバーナで燃焼させた燃焼熱を利用するものと、種々の排熱を高温熱源として利用するものがある。特許文献 1 には、ごみ焼却炉等の排熱をスターリングエンジンの高温熱源とする技術が開示されている。

[0005] スターリングエンジン発電装置においては、高温熱源と低温熱源の温度差が大きいほど発電効率も高く、発電効率に応じて熱を電気に変換することができる。電気に変換されなかった残りの熱は大気に捨てられるか、あるいは水を加熱して温水を作るのに利用される。スターリングエンジン発電装置の

低温熱源には冷却水が使用される。冷却水は高温熱源からの熱で加熱されるが、その熱は捨てられるか、あるいは温水として利用される。

先行技術文献

特許文献

[0006] 特許文献1：特開平8－94050号公報

発明の概要

発明が解決しようとする課題

[0007] ボイラシステムの補機を商用電源から供給された電力を用いてモータ駆動する場合、ランニングコストとして電気代が必要となっていた。発電所の送電端効率は40%未満であり、その価格は高いものとなっている。一方、補機を蒸気タービンの動力で駆動する場合、ボイラシステムから供給できる蒸気量が減少する。

[0008] 一方、スターリングエンジン発電装置は、単体では燃料の燃焼熱を高温熱源とする場合でも発電効率は40%未満であり、60%以上の熱を捨てることになっていた。排熱利用のスターリングエンジン発電装置ではさらに効率が低下し、単体ではほとんどの熱を捨てることになっていた。また、高温熱源及び低温熱源の排熱を有効利用するために、低温熱源の冷却水を温水として利用したり、熱交換器（レキュペレータ）を設けて排ガスから温水を作り利用したりすることができるが、温水は蒸気と比べ利用先が限られていた。

[0009] この発明は、上述の課題を解決するために提供されるものであって、ボイラとの組み合わせによりスターリングエンジンの総合熱効率を向上させることにより燃料の量を削減し、ひいてはボイラシステムの補機に外部から供給する電力、発生する二酸化炭素の量を低減するような発電機を組み込んだボイラシステム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

[0010] 上述の課題を解決するために、この発明に係る発電機を組み込んだボイラシステムは、ボイラと、発電機を駆動し、燃焼熱を高温熱源とするスターリ

ングエンジンとを含み、前記ボイラは燃焼熱とともに前記スターリングエンジンの排熱を蒸気発生熱源とする。

[0011] 前記ボイラの排気から排熱を回収するエコノマイザをさらに含み、前記スターリングエンジンの排熱は前記エコノマイザを介して前記ボイラに供給され、前記ボイラは前記スターリングエンジンの排熱に加えて前記エコノマイザで回収された前記ボイラの排熱も蒸気発生熱源に含んでもよい。前記第1のスターリングエンジンは、前記ボイラに供給されるボイラ給水を低温熱源として使用して予熱し、この予熱されたボイラ給水により前記ボイラに排熱を提供してもよい。

[0012] 前記スターリングエンジンの排気から排熱を回収するレキュペレータをさらに含み、前記ボイラは前記レキュペレータで回収された排熱も蒸気発生熱源に含んでもよい。

[0013] 前記ボイラの排気から排熱を回収するエコノマイザ及び前記スターリングエンジンの排気から排熱を回収するレキュペレータをさらに含み、前記ボイラは前記エコノマイザで回収された排熱及び前記レキュペレータで回収された排熱も蒸気発生熱源に含んでもよい。

[0014] 送風機及び給水ポンプをさらに含み、前記第1のスターリングエンジンからの電力は前記送風機及び前記給水ポンプに供給されてもよい。

[0015] また、この出願に係る発電機を組み込んだボイラシステムは、ボイラと、発電機を駆動し、前記ボイラの排熱を高温熱源とするスターリングエンジンとを含み、前記ボイラは燃焼熱及び前記スターリングエンジンの排熱を蒸気発生熱源とする。

[0016] 前記ボイラの排気から熱を回収する熱交換器をさらに含み、前記第2のスターリングエンジンには前記熱交換器で回収された前記ボイラの排熱が高温熱源として供給されてもよい。前記熱交換器の排気から回収した排熱を前記ボイラの蒸気発生熱源に提供するエコノマイザをさらに含んでもよい。

[0017] 前記第2のスターリングエンジンは、前記ボイラに供給されるボイラ給水を低温熱源として使用して予熱し、この予熱されたボイラ給水により前記ボ

イラに排熱を提供する。送風機及び給水ポンプをさらに含み、前記第2のスターリングエンジンからの電力は前記送風機及び前記給水ポンプに供給されてもよい。

[0018] さらに、この出願に係る発電機を組み込んだボイラシステムは、ボイラと、第1の発電機を駆動し、燃焼熱を高温熱源とする第1のスターリングエンジンと、第2の発電機を駆動し、前記ボイラの排熱を高温熱源とする第2のスターリングエンジンとを含み、前記ボイラは燃焼熱とともに前記第1のスターリングエンジン及び前記第2のスターリングエンジンの排熱を蒸気発生熱源とする。

[0019] 前記ボイラの排気から熱を回収する熱交換器をさらに含み、前記第2のスターリングエンジンには前記熱交換器で回収された前記ボイラの排熱が高温熱源として供給されてもよい。前記熱交換器の排気から排熱を回収するエコノマイザをさらに含み、前記第1のスターリングエンジンの排熱は前記エコノマイザまたはレキュペレータを介して前記ボイラに供給され、前記ボイラは前記第1のスターリングエンジンの排熱に加えて前記エコノマイザで回収された前記ボイラの排熱も蒸気発生熱源に含む。

[0020] 前記第1のスターリングエンジン及び前記第2のスターリングエンジンは、前記ボイラに供給されるボイラ給水を低温熱源として使用して予熱し、この予熱されたボイラ給水により前記ボイラに排熱を提供する。送風機及び給水ポンプをさらに含み、前記第1のスターリングエンジン及び前記第2のスターリングエンジンからの電力は前記送風機及び前記給水ポンプに供給されてもよい。

発明の効果

[0021] この出願に係る発電機を組み込んだボイラシステムは、総合熱効率を向上させることにより燃料の量を削減し、ひいてはボイラシステムの補機に外部から供給する電力、発生する二酸化炭素の量を低減することができる。

図面の簡単な説明

[0022] [図1]従来のボイラシステムの概略的な構成を示すブロック図である。

[図2]実施例1の発電機を組み込んだボイラシステムの概略的な構成を示すブロック図である。

[図3]実施例1の発電機を組み込んだボイラシステムの変形例を説明するブロック図である。

[図4]実施例1の発電機を組み込んだボイラシステムの他の変形例を説明するブロック図である。

[図5]実施例2の発電機を組み込んだボイラシステムの概略的な構成を示すブロック図である。

[図6]実施例3の発電機を組み込んだボイラシステムの概略的な構成を示すブロック図である。

[図7]実施例4の発電機を組み込んだボイラシステムの概略的な構成を示すブロック図である。

発明を実施するための形態

[0023] 以下、発電機を込みこんだボイラシステムの実施の形態について図面を参照して詳細に説明する。なお、以下の実施例は、本実施の形態を示すために例示するものであり、本発明を限定するものではない。また、実施例中の各種数値、燃料の種類、補機の種類等は説明のために示すものであり、本発明はこれらに限らず実施することができる。

実施例 1

[0024] 図2は、実施例1の発電機を組み込んだボイラシステムの全体の装置を示すブロック図である。実施例1の発電機を組み込んだボイラシステムは、燃料をバーナで燃焼させた燃焼熱を高温熱源とするスターリングエンジン発電装置とボイラを組合せたものである。

[0025] 実施例1の発電機を組み込んだボイラシステムには、ボイラ1が含まれ、このボイラ1には、燃料の都市ガス13Aが流路51を介して57.2 m³N/hの流量で供給され、燃焼に用いられる空気が押し込み通風機の送風機2から流路52を介して供給され、予熱されたボイラ給水が流路53から供給されている。ボイラ1は、燃料と空気の燃焼熱を熱源とし、予熱されたボイ

ラ給水を蒸発させて蒸気にしている。ボイラ 1 の換算蒸発量は 1000 kg/h であり、圧力 0.7 MPa g で温度 170°C の蒸気を流路 54 を介して 890 kg/h の流量で供給している。

[0026] また、実施例 1 の発電機を組み込んだボイラシステムには、第 1 のスターリングエンジン 11 が含まれ、この第 1 のスターリングエンジン 11 には、燃料の都市ガス 13A が流路 61 を介して $0.84 \text{ m}^3\text{N/h}$ の流量で供給され、燃焼に用いられる空気が流路 62 を介して供給され、 55°C のボイラ給水が第 1 の給水ポンプ 13 から流路 59 を介して 890 kg/h の流量で供給されている。

[0027] 第 1 のスターリングエンジン 11 は、第 1 の発電機 12 を備え、燃料と空気の燃焼熱を高温熱源とし、ポンプ給水を冷却水として低温熱源に用い、第 1 の発電機 12 を駆動している。これら第 1 のスターリングエンジン 11 と第 1 の発電機 12 とは、第 1 のスターリングエンジン発電装置 10 を構成している。

[0028] 第 1 の発電機 12 は、 3 kW の電力を線路 63 を介してこの装置に備えられる送風機 2 と第 1 の給水ポンプ 13 とに供給している。第 1 のスターリングエンジン 11 は、温度 320°C の排気を流路 56 を介して 15 kg/h の流量で排出し、温度 61°C に昇温したボイラ給水を流路 58 を介して 890 kg/h の流量で排出している。排出されるボイラ給水は、第 1 のスターリングエンジン 11 に供給された温度 55°C のボイラ給水が、第 1 のスターリングエンジン 11 において温度が 6°C 上昇したものである。

[0029] さらに、実施例 1 の発電機を組み込んだボイラシステムには、エコノマイザ 4 が含まれ、このエコノマイザ 4 には、ボイラ給水が第 1 のスターリングエンジン 11 から流路 58 を介して供給され、流路 55 を介したボイラ 1 の排気と流路 56 を介した第 1 のスターリングエンジン 11 の排気とを併せた排気が流路 57 を介して 1040 kg/h の流量で供給されている。エコノマイザ 4 は、流路 57 から供給された排気からの熱で流路 58 から供給されたボイラ給水を加熱し、昇温したボイラ給水を流路 53 を介してボイラ 1 に

供給している。エコノマイザ４で熱を回収された排気は、流路６４を介して排出され、最終的に排気筒５を介して大気中に排出される。

[0030] この実施例１の発電機を組み込んだボイラシステムにおいては、第１のスターリングエンジン１１と第１の発電機１２とを含む第１のスターリングエンジン発電装置１０で発電した電力を送風機２と第１の給水ポンプ１３とに供給している。この第１のスターリングエンジン発電装置１０から供給される電力が不足する場合には、外部から電力を供給して補充する。

[0031] この実施例１の発電機を組み込んだボイラシステムは、燃焼熱を高温熱源とする第１のスターリングエンジン発電装置１０とボイラ１を組合せた構成を有し、低温のボイラ給水を第１のスターリングエンジン１１の低温熱源として使用することにより、低温熱源を確保し、かつ低温熱源からの排熱でボイラ給水を予熱することで、ボイラ単独のシステムと比べ、同じ蒸発量を得るのに必要なボイラの燃料消費量を削減している。

[0032] また、第１のスターリングエンジン１１の高温熱源の排熱をボイラ１またはエコノマイザ４の入口に導入することにより、ボイラ給水の蒸発あるいは予熱に活用することにより燃料消費量を削減している。さらに、第１のスターリングエンジン発電装置１０で得られた電力は、送風機２、第１の給水ポンプ１３等のボイラ１の補機のモータに供給することにより、ボイラ１の補機で消費する外部供給の電力量を削減している。

[0033] ここで、実施例１の発電機を組み込んだボイラシステムを運転したときの諸量を図１に示した従来例と比較して算出した結果を表１に示す。なお、表における「ＳＥ」は第１のスターリングエンジン発電装置１０を意味している。

[0034] この比較において、実施例１と従来例とにおいて対応するシステムの部材は同様の構成を有し、共通の条件で運転するものとする。例えば、図１の従来例において、換算蒸発量 1000 kg/h を有するボイラ１０１には燃料の都市ガス１３Ａが $57.7\text{ m}^3\text{ N/h}$ の流量で供給され、圧力 0.7 MPa g で温度 170°C の蒸気が 890 kg/h の流量で発生し、 1040 kg/

hの流量で排気が排出され、温度55℃で流量890kg/hのボイラ給水が供給されるエコノマイザ104でこの排気が温度125℃まで冷却されるものとする。

[0035] [表1]

項目				従来例	実施例 1	差	備考
入力	燃料 13A	ボイラ	m³N/h	57.7	57.2	-0.4	
		SE	m³N/h	0	0.8	0.8	
		合計	m³N/h	57.7	58.1	0.4	合計燃費は増加
	電力	ボイラ	kW	4	4	0	
		SE	kW	0	0	0	
		合計	kW	4	4	0	
出力	蒸気	ボイラ	kg/h	890	890	0	
	電力	SE	kW	0	3	3	
運転時間			h/年	3000			
ユーティリティ 使用量		13A	×10³m³N/年	173.0	174.2	1.2	
		電力	MWh/年	12.0	3.0	-9.0	買電量削減
経済性比較							
燃料単価			円/m³N	80			
電力単価			円/kWh	20			
運転費	燃料代		百万円/年	13.8	13.9	0.1	
	電気代		百万円/年	0.2	0.1	-0.2	
	合計		百万円/年	14.1	14.0	-0.1	運転費用削減
環境性(CO₂発生量)比較							
CO₂ 原単位	13A		kg-CO₂/m³N	2.19			
	電力		kg-CO₂/kWh	0.476			
CO₂ 発生量	13A		t-CO₂/年	378.9	381.4	2.5	
	電力		t-CO₂/年	5.7	1.4	-4.3	
	合計		t-CO₂/年	384.6	382.8	-1.7	CO₂発生量削減

[0036] 表1に示された結果を参照すると、実施例1においてはボイラ1と第1のスターリングエンジン11の合計の燃費が増加する一方、外部から補機（ユーティリティ）に供給する電力（買電量）は削減されている。また、燃料代と電気代を合計した運転費用とともに、燃料と外部から供給した電力に由来

する二酸化炭素（ CO_2 ）発生量が削減されている。

[0037] 図3は、実施例1の発電機を組み込んだボイラシステムの変形例を示す図である。この変形例は、図1に示した実施例1において、第1のスターリングエンジン発電装置10の第1のスターリングエンジン11の後段にレキュペレータ14を設けたものである。第1のスターリングエンジン11からの高温熱源の排気はレキュペレータ14で排熱利用された後、流路56を介し流路64に排出される。第1のスターリングエンジン11で予熱されたボイラ給水は流路66を介してレキュペレータ14に供給され、高温熱源の排気によりさらに予熱され、流路58を介してエコノマイザ4に供給される。

[0038] この変形例においては、ボイラ1は、エコノマイザ4で回収されたボイラ1の排熱及びレキュペレータ14で回収された第1のスターリングエンジン11の排気の排熱を蒸気発生の熱源にさらに含んでいる。したがって、総合熱効率がさらに向上している。

[0039] なお、この変形例においては、エコノマイザ4を省略してもよい。この場合、第1のスターリングエンジン11とレキュペレータ14で予熱されたボイラ給水は、流路58を介して直接ボイラ1に供給される。ボイラ1の排気は、直接排気筒5から排出される。この場合も、ボイラ1は、レキュペレータ14で回収された第1のスターリングエンジン11の排気の排熱を蒸気発生の熱源にさらに含むため、総合熱効率の向上が図られている。

[0040] 図4は、実施例1の発電機を組み込んだボイラシステムの他の変形例を示す図である。この変形例は、図1に示した実施例1の構成において、第1のスターリングエンジン11から排出されるボイラ給水の流路58から、第1の給水ポンプ13から第1のスターリングエンジン11にボイラ給水を供給する流路59に向けてボイラ給水の一部を還流させる循環ポンプ15を設けたものである。

[0041] この変形例は、ボイラ1の負荷低下時に、ボイラ1へのボイラ給水が減少し、第1のスターリングエンジン11が必要とする給水量を下回る場合に、冷却水量を確保するために有益である。また、循環ポンプ15に代えて、第

1のスターリングエンジン11から排出されるボイラ給水の流路58から第1の給水ポンプ13の吸い込み側に向かう流路60を設けてボイラ給水の一部を還流させてもよい。なお、実施例1の発電機を組み込んだボイラからエコマイザ4を省略してもよい。

実施例 2

[0042] 図5は、実施例2の発電機を組み込んだボイラシステムの全体の装置を示すブロック図である。実施例2の発電機を組み込んだボイラシステムは、排熱を高温熱源とするスターリングエンジン発電装置とボイラを組合せたものである。

[0043] 実施例2の発電機を組み込んだボイラシステムには、ボイラ1が含まれ、このボイラ1には、燃料の都市ガス13Aが流路51を介して57.0 m³N/hの流量で供給され、燃焼に用いられる空気が押し込み通風機の送風機2から流路52を介して供給され、予熱されたボイラ給水が流路58から890 kg/hの流量で供給されている。ボイラ1は、燃料と空気の燃焼熱を熱源とし、予熱されたボイラ給水を蒸発させて蒸気にしている。ボイラ1の換算蒸発量は1000 kg/hであり、圧力0.7 MPa gで温度170℃の蒸気を流路54を介して890 kg/hの流量で供給している。

[0044] また、実施例2の発電機を組み込んだボイラシステムには、第2のスターリングエンジン21が含まれ、この第2のスターリングエンジン21には、温水が流路71を介して供給され、温度55℃のボイラ給水が第2の給水ポンプ23から流路75を介して供給されている。

[0045] 第2のスターリングエンジン21は、第2の発電機22を備え、高温の熱媒体を高温熱源とし、ボイラ給水を冷却水として低温熱源に用い、第2の発電機22を駆動している。これら第2のスターリングエンジン21と第2の発電機22とは、第2のスターリングエンジン発電装置20を構成している。第2の発電機22は、1 kWの電力を線路76を介してこの装置に備えられる送風機2と第2の給水ポンプ23とに供給している。

[0046] 第2のスターリングエンジン21は、流路71から供給されて高温熱源に

使用した熱媒体を流路 7 2 に排出している。また、流路 7 5 から供給されて低温熱源に使用したボイラ給水を流路 7 4 に排出している。排出されるボイラ給水は、第 2 のスターリングエンジン 2 1 に供給された温度 5 5 °C のボイラ給水が、第 2 のスターリングエンジン 2 1 で熱を吸収して温度 6 1 °C まで昇温したものである。

[0047] さらに、実施例 2 の発電機を組み込んだボイラシステムには、熱交換器 3 が含まれ、この熱交換器 3 には、第 2 のスターリングエンジン 2 1 の高温熱源の熱媒体が流路 7 2 を介して供給され、ボイラ 1 の温度 2 4 0 °C の排気が流路 5 5 を介して供給されている。熱交換器 3 は、流路 5 5 から供給された排気から流路 7 2 から供給された熱媒体に熱を移動し、加熱された熱媒体を流路 7 1 を介して第 2 のスターリングエンジン 2 1 に供給し、温度 2 2 0 °C の排気を流路 7 3 を介して 1 0 3 0 k g / h の流量で排出している。

[0048] さらに、実施例 2 の発電機を組み込んだボイラシステムには、エコノマイザ 4 が含まれ、このエコノマイザ 4 には、ボイラ給水が第 2 のスターリングエンジン 2 1 から流路 7 4 を介して供給され、熱交換器 3 の 2 2 0 °C の排気が流路 7 3 を介して 1 0 3 0 k g / h の流量で供給されている。エコノマイザ 4 は、流路 7 3 から供給された排気から回収した熱で流路 7 4 から供給されたボイラ給水を加熱し、昇温したボイラ給水を流路 5 8 を介してボイラ 1 に供給している。エコノマイザ 4 で熱を回収された排気は、流路 6 4 を介して排出され、最終的に排気筒 5 を介して大気中に排出される。

[0049] この実施例 2 の発電機を組み込んだボイラシステムにおいては、第 2 のスターリングエンジン 2 1 と第 2 の発電機 2 2 とを含む第 2 のスターリングエンジン発電装置 2 0 で発電した電力を送風機 2 と第 2 の給水ポンプ 2 3 とに供給している。この第 2 のスターリングエンジン発電装置 2 0 から供給される電力が不足する場合には、外部から電力を供給して補充する。

[0050] この実施例 2 の発電機を組み込んだボイラシステムは、ボイラの排熱を高温熱源とする第 2 のスターリングエンジン発電装置 2 0 とボイラ 1 を組合せ、低温のボイラ給水を低温熱源として使用することにより、低温熱源を確保

し、かつ低温熱源の排熱でボイラ給水を予熱することで、ボイラ単独のシステムと比べ、同じ蒸発量を得るのに必要なボイラの燃料消費量を削減している。

[0051] また、ボイラ 1 からの排熱を第 2 のスターリングエンジン発電装置 20 の温度差発電の高温熱源とすることで、従来捨てていた熱により発電することが可能となり、この電力を送風機 2、第 2 の給水ポンプ 23 等のボイラ 1 の補機のモータに供給することにより、ボイラ 1 の補機で消費する外部供給の電力量を削減している。

[0052] ここで、実施例 2 の発電機を組み込んだボイラを運転したときの諸量を図 1 に示した従来例と比較して算出した結果を表 2 に示す。この比較において、実施例 2 と従来例におけるシステムの構成、運転の条件等は共通であるものとする。なお、表における「S E」は第 2 のスターリングエンジン発電装置 20 を意味している。

[0053]

[表2]

項目				従来例	実施例 2	差	備考
入力	燃料 13A	ボイラ	m³N/h	57.7	57.0	-0.6	
		SE	m³N/h	0	0	0	
		合計	m³N/h	57.7	57.0	-0.6	燃費削減
	電力	ボイラ	kW	4	4	0	
		SE	kW	0	0	0	
		合計	kW	4	4	0	
出力	蒸気	ボイラ	kg/h	890	890	0	
	電力	SE	kW	0	1	1	
運転時間			h/年	3000			
ユーティリティ 使用量		13A	×10³m³N/年	173.0	171.1	-1.9	
		電力	MWh/年	12.0	9.0	-3.0	買電量削減
経済性比較							
燃料単価			円/m³N	80			
電力単価			円/kWh	20			
運転費	燃料代		百万円/年	13.8	13.7	-0.1	
	電気代		百万円/年	0.2	0.2	-0.1	
	合計		百万円/年	14.1	13.9	-0.2	運転費用削減
環境性(CO₂発生量)比較							
CO₂ 原単位	13A		kg-CO₂/m³N	2.19			
	電力		kg-CO₂/kWh	0.476			
CO₂ 発生量	13A		t-CO₂/年	378.9	374.8	-4.1	
	電力		t-CO₂/年	5.7	4.3	-1.4	
	合計		t-CO₂/年	384.6	379.1	-5.5	CO₂発生量削減

[0054] 表2に示された結果を参照すると、実施例2においてはボイラ1、第2のスターリングエンジン21の合計の燃費とともに、外部から補機（ユーティリティ）に供給する電力（買電量）も削減されている。また、燃料代と電気代を合計した運転費用とともに、燃料と外部の電力に由来する二酸化炭素（CO₂）発生量も削減されている。

[0055] なお、実施例2の発電機を組み込んだボイラシステムにおいても、実施例1の変形例と同様に、第2のスターリングエンジン21の低温熱源から排出

されるボイラ給水の流路 7 4 から、第 2 の給水ポンプ 2 3 から第 2 のスターリングエンジン 2 1 にボイラ給水を供給する流路 7 5 に向けて循環ポンプでボイラ給水の一部を還流させてもよい。また、循環ポンプに代えて、低温熱源から排出されるボイラ給水の流路 7 4 から第 2 の給水ポンプ 2 3 の吸い込み側に流路を設けてボイラ給水の一部を還流させてもよい。また、実施例 2 の発電機を組み込んだボイラからエコノマイザ 4 を省略してもよい。

実施例 3

[0056] 図 6 は、実施例 3 の発電機を組み込んだボイラシステムの全体の装置を示すブロック図である。実施例 3 の発電機を組み込んだボイラシステムは、燃焼熱を高温熱源とするスターリングエンジン発電装置と排熱を高温熱源とするスターリングエンジン発電装置の両方をボイラと組合せたものである。

[0057] 実施例 3 の発電機を組み込んだボイラシステムには、ボイラ 1 が含まれ、このボイラ 1 には、燃料の都市ガス 1 3 A が流路 5 1 を介して供給され、燃焼に用いられる空気が押し込み通風機の送風機 2 から流路 5 2 を介して供給され、予熱されたボイラ給水が流路 5 3 から供給されている。ボイラ 1 は、燃料と空気の燃焼熱を熱源とし、予熱されたボイラ給水を蒸発させて蒸気にしている。ボイラ 1 の換算蒸発量は 1000 kg/h であり、圧力 0.7 MPa で温度 170°C の蒸気を流路 5 4 を介して 890 kg/h の流量で供給している。

[0058] また、実施例 3 の発電機を組み込んだボイラシステムには、第 1 のスターリングエンジン 1 1 が含まれ、この第 1 のスターリングエンジン 1 1 には、燃料の都市ガス 1 3 A が流路 6 1 を介して供給され、燃焼に用いられる空気が流路 6 2 を介して供給され、冷却水に用いられるボイラ給水が流路 8 1 を介して供給されている。

[0059] 第 1 のスターリングエンジン 1 1 は、第 1 の発電機 1 2 を備え、燃料と空気の燃焼熱を高温熱源とし、ボイラ給水を冷却水として低温熱源に用い、第 1 の発電機 1 2 を駆動している。これら第 1 のスターリングエンジン 1 1 と第 1 の発電機 1 2 とは、第 1 のスターリングエンジン発電装置 1 0 を構成し

ている。第１の発電機１２は、３ｋＷの電力を線路６３を介して送風機２と第２の給水ポンプ２３とに供給している。第１のスターリングエンジン１１は、排気を流路５６を介して排出し、昇温されたボイラ給水を流路５８を介して排出している。

[0060] さらに、実施例３の発電機を組み込んだボイラシステムには、第２のスターリングエンジン２１が含まれ、この第２のスターリングエンジン２１には、高温の熱媒体が流路７１を介して供給され、ボイラ給水が第２の給水ポンプ２３から流路７５を介して供給されている。

[0061] 第２のスターリングエンジン２１は、第２の発電機２２を備え、高温の熱媒体を高温熱源とし、ボイラ給水を冷却水として低温熱源に用い、第２の発電機２２を駆動している。これら第２のスターリングエンジン２１と第２の発電機２２とは、第２のスターリングエンジン発電装置２０を構成している。第２の発電機２２は、１ｋＷの電力を線路７６を介してこの装置に備えられる送風機２と第２の給水ポンプ２３とに供給している。

[0062] 第２のスターリングエンジン２１は、流路７１から供給されて高温熱源に使用した熱媒体を流路７２に排出している。また、流路７５から供給されて低温熱源に使用したボイラ給水を流路８１に排出している。

[0063] さらに、実施例３の発電機を組み込んだボイラシステムには、熱交換器３が含まれ、この熱交換器３には、第２のスターリングエンジン２１の高温熱源の熱媒体が流路７２を介して供給され、流路５５を介したボイラ１の排気と流路５６を介した第１のスターリングエンジン１１の排気とを併せた排気が流路５７を介して供給されている。熱交換器３は、流路５７から供給された排気から流路７２から供給された熱媒体に熱を移動し、加熱された熱媒体を流路７１を介して第２のスターリングエンジン２１に供給し、排気を流路７３を介して排出している。

[0064] さらに、実施例３の発電機を組み込んだボイラシステムには、エコノマイザ４が含まれ、このエコノマイザ４には、第１のスターリングエンジン１１から排出されたボイラ給水が流路５８を介して供給され、熱交換器３の排気

が流路 7 3 を介して供給されている。エコノマイザ 4 は、流路 7 3 から供給された排気から回収した熱で流路 5 8 から供給されたボイラ給水を加熱し、昇温したボイラ給水を流路 5 3 を介してボイラ 1 に供給している。エコノマイザ 4 で熱を回収された排気は、流路 6 4 を介して排出され、最終的に排気筒 5 を介して大気中に排出される。なお、実施例 3 においては、エコノマイザ 4 に限らず、レキュペレータを使用することもできる。

[0065] この実施例 3 の発電機を組み込んだボイラシステムにおいては、第 1 のスターリングエンジン発電装置 1 0 と第 2 のスターリングエンジン発電装置 2 0 とで発電した電力を送風機 2 と第 2 の給水ポンプ 2 3 とに供給している。第 1 のスターリングエンジン発電装置 1 0 と第 2 のスターリングエンジン発電装置 2 0 とから供給される電力が不足する場合には、外部から電力を供給して補充する。

[0066] この実施例 3 の発電機を組み込んだボイラシステムは、燃焼熱を高温熱源とする第 1 のスターリングエンジン発電装置 1 0 と排熱を高温熱源とする第 2 のスターリングエンジン発電装置 2 0 の両方をボイラ 1 と組合せ、低温のボイラ給水を第 2 のスターリングエンジン発電装置 2 0 と第 1 のスターリングエンジン発電装置 1 0 との低温熱源として使用することにより、低温熱源を確保し、かつ低温熱源の排熱でボイラ給水を予熱することで、ボイラ単独のシステムと比べ、同じ蒸発量を得るのに必要なボイラの燃料消費量を削減している。

[0067] また、ボイラ 1 からの排熱を第 2 のスターリングエンジン発電装置 2 0 の温度差発電の高温熱源とし、この電力を送風機 2、第 2 の給水ポンプ 2 3 等のボイラ 1 システムの補機のモータに供給することにより、ボイラシステムの補機で消費する電力量を削減している。

[0068] ここで、実施例 3 の発電機を組み込んだボイラシステムを運転したときの諸量を図 1 に示した従来例と比較して算出した結果を表 3 に示す。この比較において、実施例 3 と従来例におけるシステムの構成、運転の条件等は共通であるものとする。なお、表における「S E」は第 1 のスターリングエンジ

ン発電装置 10 と第 2 のスターリングエンジン発電装置 20 とを意味している。

[0069] [表3]

項目				従来例	実施例 3	差	備考
入力	燃料 13A	ボイラ	m³N/h	57.7	56.5	-1.2	
		SE	m³N/h	0	0.8	0.8	
		合計	m³N/h	57.7	57.3	-0.3	燃費増加
	電力	ボイラ	kW	4	4	0	
		SE	kW	0	0	0	
		合計	kW	4	4	0	
出力	蒸気	ボイラ	kg/h	890	890	0	
	電力	SE	kW	0	4	4	
運転時間			h/年	3000			
ユーティリティ 使用量		13A	×10³m³N/年	173.0	172.0	-1.0	
		電力	MWh/年	12.0	0.0	-12.0	
経済性比較							
燃料単価			円/m³N	80			
電力単価			円/kWh	20			
運転費	燃料代		百万円/年	13.8	13.8	-0.1	
	電気代		百万円/年	0.2	0.0	-0.2	
	合計		百万円/年	14.1	13.8	-0.3	運転費用削減
環境性(CO₂発生量)比較							
CO₂ 原単位	13A		kg-CO₂/m³N	2.19			
	電力		kg-CO₂/kWh	0.476			
CO₂ 発生量	13A		t-CO₂/年	378.9	376.8	-2.1	
	電力		t-CO₂/年	5.7	0	-5.7	
	合計		t-CO₂/年	384.6	376.8	-7.8	CO₂発生量削減

[0070] 表 3 に示された結果を参照すると、実施例 3 においてはボイラ 1、第 1 のスターリングエンジン 11、第 2 のスターリングエンジン 21 の合計の燃費とともに、外部から補機（ユーティリティ）に供給する電力（買電量）も削減されている。また、燃料代と電気代を合計した運転費用とともに、燃料と外部の電力に由来する二酸化炭素（CO₂）発生量も削減されている。

- [0071] 実施例 3 の発電機を組み込んだボイラシステムにおいては、エコノマイザ 4 を省略することも可能である。エコノマイザ 4 を省略した場合、第 1 のスターリングエンジンの低温熱源から排出されるボイラ給水は流路 5 8 からエコノマイザ 4 を通ることなく流路 5 3 を経てボイラ 1 に供給される。また、熱交換器 3 からのボイラ 1 の排気はエコノマイザ 4 を通ることなく流路 6 4 を経て排気筒 5 に送られる。また、ボイラ給水は、第 1 のスターリングエンジン 1 1、第 2 のスターリングエンジンの順に通水してもよい。
- [0072] なお、実施例 3 の発電機を組み込んだボイラシステムにおいても、実施例 1 の変形例と同様に第 1 のスターリングエンジン発電装置 1 0 にレキュペレータ 1 4 を設け、高温熱源の排気から熱回収しボイラ給水を加熱してもよい。
- [0073] また、実施例 1 の他の変形例と同様に、第 1 のスターリングエンジン 1 1 から排出されるボイラ給水の流路 5 8 から、第 2 のスターリングエンジン 2 1 から第 1 のスターリングエンジン 1 1 にボイラ給水を供給する流路 8 1 に向けてボイラ給水の一部を還流させる循環ポンプを設けてもよい。
- [0074] また、第 2 のスターリングエンジン 2 1 の低温熱源から排出されるボイラ給水の流路 8 1 から、第 2 の給水ポンプ 2 3 から第 2 のスターリングエンジン 2 1 にボイラ給水を供給する流路 7 5 に向けて循環ポンプでボイラ給水の一部を還流させてもよい。さらに、この循環ポンプに換えて、第 2 のスターリングエンジン 2 1 から排出されるボイラ給水の流路 8 1 から第 2 の給水ポンプ 2 3 の吸い込み側に向かう流路を設けてボイラ給水の一部を還流させてもよい。

実施例 4

- [0075] 図 7 は、実施例 4 の発電機を組み込んだボイラシステムの全体の装置を示すブロック図である。実施例 4 の発電機を組み込んだボイラシステムは、実施例 1 の発電機を組み込んだボイラシステムの構成において、第 1 のスターリングエンジン発電装置 1 0 に冷却水を連続的に供給することができるようにバッファタンク 9 1 をさらに設けたものである。他の構成は、実施例 1 の

発電機を組み込んだボイラシステムと同様である。

- [0076] バッファタンク 9 1 は、所定の容量を有する容器であり、内部に所定量までの水 1 1 1 を貯蔵することができるように構成されている。このバッファタンク 9 1 には、内部の水 1 1 1 の水位を検出することができる水位計 9 7 が設けられている。図 7 においては、電極棒型の水位計 9 7 が示されているが、これに限らず他の種類の水位計を使用することができる。
- [0077] バッファタンク 9 1 には、図示しない水供給源から流路 9 2 を介して水が供給されている。流路 9 2 には弁が設けられ、水位計 9 7 によって検出された水位に基づいて弁の開／閉を切り替え、バッファタンク 9 1 内の水 1 1 1 の水位が所定範囲内になるように制御している。
- [0078] バッファタンク 9 1 からは、第 1 の給水ポンプ 1 3 によって、貯蔵された水が流路 5 9 を介して第 1 のスターリングエンジン 1 1 に冷却水として供給されている。この冷却水は、第 1 のスターリングエンジン 1 1 の低温熱源に使用された後で排出され、流路 9 3 を介してバッファタンク 9 1 に戻されている。また、バッファタンク 9 1 からは、第 3 の給水ポンプ 9 5 によって、貯蔵された水が流路 5 8 を介してエコマイザ 4 を通じてボイラ給水に供給されている。
- [0079] この実施例 4 においては、バッファタンク 9 1 と第 1 のスターリングエンジン 1 1 との間の流路 5 9、9 3 を介する閉じた循環ラインにより冷却水が連続して循環されている。一方、エコマイザ 4 に供給されるボイラ給水は、循環ラインとは別の流路 5 8 によってバッファタンク 9 1 から送られている。
- [0080] 例えばボイラ 1 に小型貫流ボイラを使用した場合、ボイラ 1 内の水位によりボイラ給水を断続的に行うため、第 3 の給水ポンプ 9 5 が運転・停止を繰り返すことがある。このようなときにも、第 1 のスターリングエンジン 1 1 は、循環ラインを通じて冷却水を連続して供給することによって、連続的に運転することができる。したがって、ポンプ給水が断続的に行われる場合にも、第 1 のスターリングエンジン 1 1 の発電効率や内部温度などの維持が保

証される。

[0081] なお、ボイラ 1 が停止してボイラ給水が止まった状態が続くと、循環ラインを冷却水が循環を続けてバッファタンク 9 1 に貯蔵された水 1 1 1 の温度が次第に上昇することがあり得る。この場合、第 1 のスターリングエンジン 1 1 の負荷を低減し、さらに、バッファタンク 9 1 に貯蔵された水が所定の温度まで上昇すると第 1 のスターリングエンジン 1 1 を停止することができる。

[0082] なお、本実施の形態においては、補機として送風機 2 と第 2 の給水ポンプ 2 3 とを例示したが、本発明はこれらに限られず所望の補機に適用することができる。また、本実施の形態で例示した第 1 のスターリングエンジン 1 1 と第 2 のスターリングエンジン 2 1 とに換えて熱音響発電装置を利用することもできる。さらに、本実施の形態では、燃料に都市ガス 1 3 A を使用したが、本発明はこれに限られず燃焼熱を得られるものであればよく、例えばごみ、石油などであってもよい。

符号の説明

- [0083]
- 1 ボイラ
 - 2 送風機
 - 3 熱交換器
 - 4 エコノマイザ
 - 5 排気筒
 - 10 第 1 のスターリングエンジン発電装置
 - 11 第 1 のスターリングエンジン
 - 12 第 1 の発電機
 - 13 第 1 の給水ポンプ
 - 14 レキュペレータ
 - 20 第 2 のスターリングエンジン発電装置
 - 21 第 2 のスターリングエンジン
 - 22 第 2 の発電機

2 3 第2の給水ポンプ

9 1 バッファタンク

請求の範囲

- [請求項1] ボイラと、
 発電機を駆動し、燃焼熱を高温熱源とするスターリングエンジンと
 を含み、
 前記ボイラは燃焼熱とともに前記スターリングエンジンの排熱を蒸
 気発生熱源とする発電機を組み込んだボイラシステム。
- [請求項2] 前記ボイラの排気から排熱を回収するエコマイザをさらに含み、
 前記スターリングエンジンの排熱は前記エコマイザを介して前記ボ
 イラに供給され、前記ボイラは前記スターリングエンジンの排熱に加
 えて前記エコマイザで回収された前記ボイラの排熱も蒸気発生熱
 源に含む請求項1に記載の発電機を組み込んだボイラシステム。
- [請求項3] 前記スターリングエンジンの排気から排熱を回収するレキュペレー
 タをさらに含み、前記ボイラは前記レキュペレータで回収された排熱
 も蒸気発生熱源に含む請求項1に記載の発電機を組み込んだボイラ
 システム。
- [請求項4] 前記ボイラの排気から排熱を回収するエコマイザ及び前記スター
 リングエンジンの排気から排熱を回収するレキュペレータをさらに含
 み、前記ボイラはエコマイザで回収された排熱及び前記レキュペ
 レータで回収された排熱も蒸気発生熱源に含む請求項1に記載の発電
 機を組み込んだボイラシステム。
- [請求項5] 前記スターリングエンジンは、前記ボイラに供給されるボイラ給水
 を低温熱源に使用して予熱し、この予熱されたボイラ給水により前記
 ボイラに排熱を提供する請求項1から4のいずれか一項に記載の発電
 機を組み込んだボイラシステム。
- [請求項6] 送風機及び給水ポンプをさらに含み、前記スターリングエンジンか
 らの電力は前記送風機及び給水ポンプに供給される請求項1から5の
 いずれか一項に記載の発電機を組み込んだボイラシステム。
- [請求項7] ボイラと、

発電機を駆動し、前記ボイラの排熱を高温熱源とするスターリングエンジンとを含み、

前記ボイラは燃焼熱及び前記スターリングエンジンの排熱を蒸気発生熱源とする発電機を組み込んだボイラシステム。

[請求項8] 前記ボイラの排気から熱を回収する熱交換器をさらに含み、前記スターリングエンジンには前記熱交換器で回収された前記ボイラの排熱が高温熱源として供給される請求項7に記載の発電機を組み込んだボイラシステム。

[請求項9] 前記熱交換器の排気から回収した排熱を前記ボイラの蒸気発生熱源に提供するエコノマイザをさらに含む請求項8に記載の発電機を組み込んだボイラシステム。

[請求項10] 前記スターリングエンジンは、前記ボイラに供給されるボイラ給水を低温熱源として使用して予熱し、この予熱されたボイラ給水により前記ボイラに排熱を提供する請求項7から9のいずれか一項に記載の発電機を組み込んだボイラシステム。

[請求項11] 送風機及び給水ポンプの少なくとも一方をさらに含み、前記スターリングエンジンからの電力は前記少なくとも一方に供給される請求項7から10のいずれか一項に記載の発電機を組み込んだボイラシステム。

[請求項12] ボイラと、

第1の発電機を駆動し、燃焼熱を高温熱源とする第1のスターリングエンジンと、

第2の発電機を駆動し、前記ボイラの排熱を高温熱源とする第2のスターリングエンジンとを含み、

前記ボイラは燃焼熱とともに前記第1のスターリングエンジン及び前記第2のスターリングエンジンの排熱を蒸気発生熱源とする発電機を組み込んだボイラシステム。

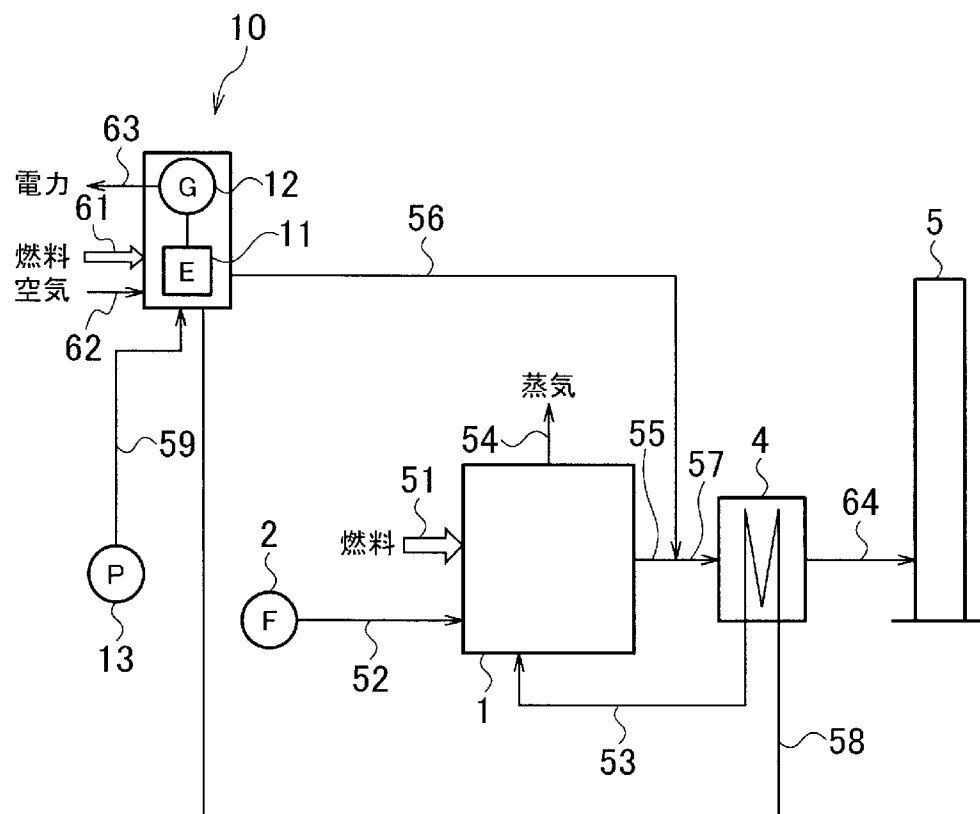
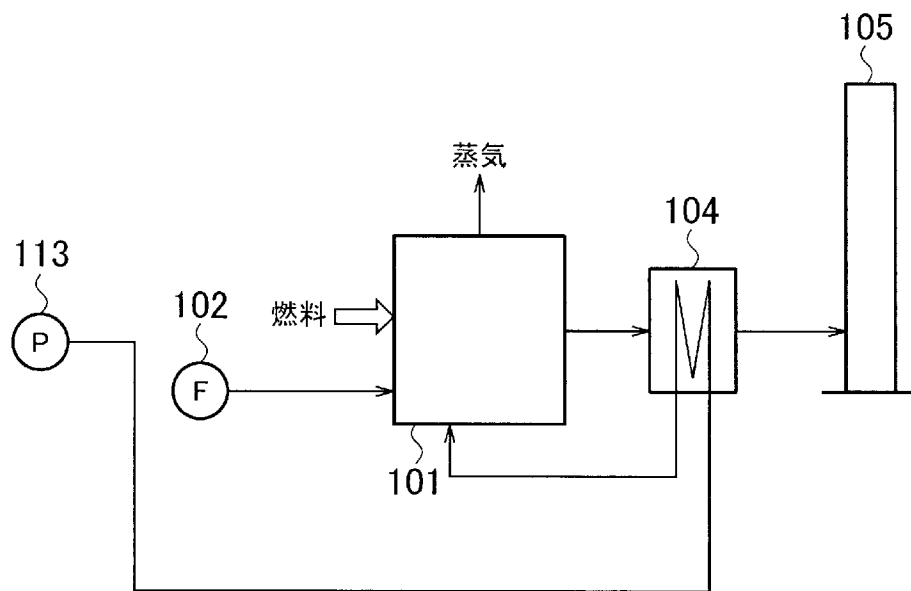
[請求項13] 前記ボイラの排気から熱を回収する熱交換器をさらに含み、前記第

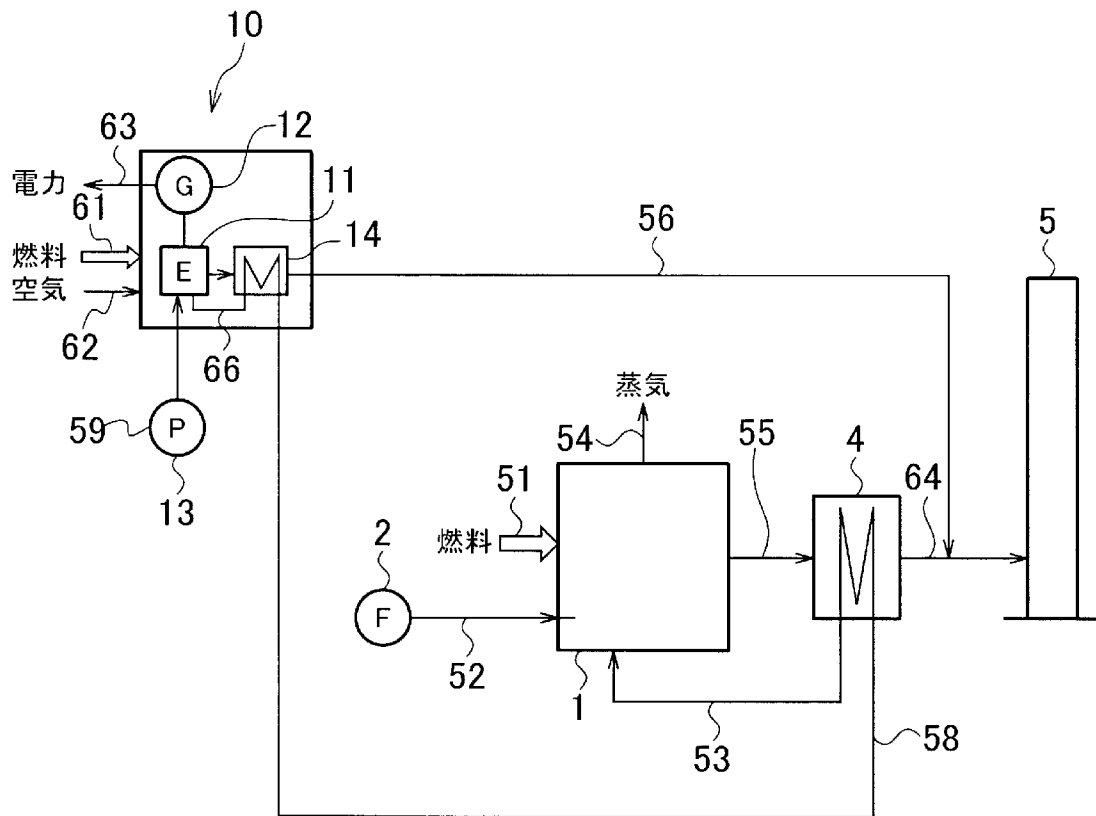
2のスターリングエンジンには前記熱交換器で回収された前記ボイラの排熱が高温熱源として供給される請求項12に記載の発電機を組み込んだボイラシステム。

[請求項14] 前記熱交換器の排気から排熱を回収するエコノマイザをさらに含み、前記第1のスターリングエンジンの排熱は前記エコノマイザまたはレキュペレータを介して前記ボイラに供給され、前記ボイラは前記第1のスターリングエンジンの排熱に加えて前記エコノマイザで回収された前記ボイラの排熱も蒸気発生熱源に含む請求項13に記載の発電機を組み込んだボイラシステム。

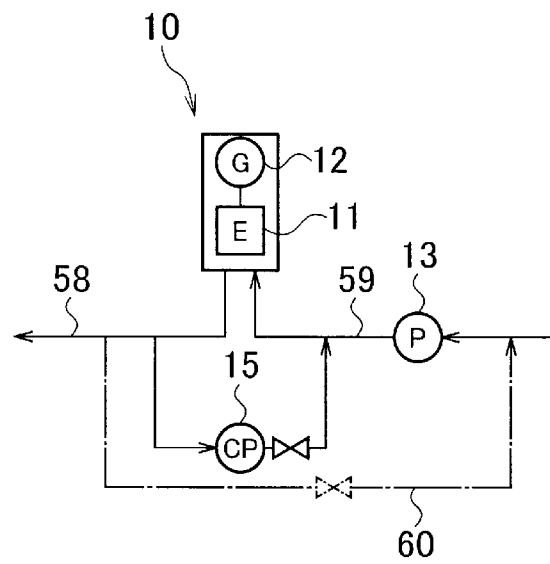
[請求項15] 前記第1のスターリングエンジン及び第2のスターリングエンジンは、前記ボイラに供給されるボイラ給水を低温熱源として使用して予熱し、この予熱されたボイラ給水により前記ボイラに排熱を提供する請求項12から14のいずれか一項に記載の発電機を組み込んだボイラシステム。

[請求項16] 送風機及び給水ポンプをさらに含み、前記第1のスターリングエンジン及び前記第2のスターリングエンジンからの電力は前記送風機及び給水ポンプに供給される請求項12から15のいずれか一項に記載の発電機を組み込んだボイラシステム。

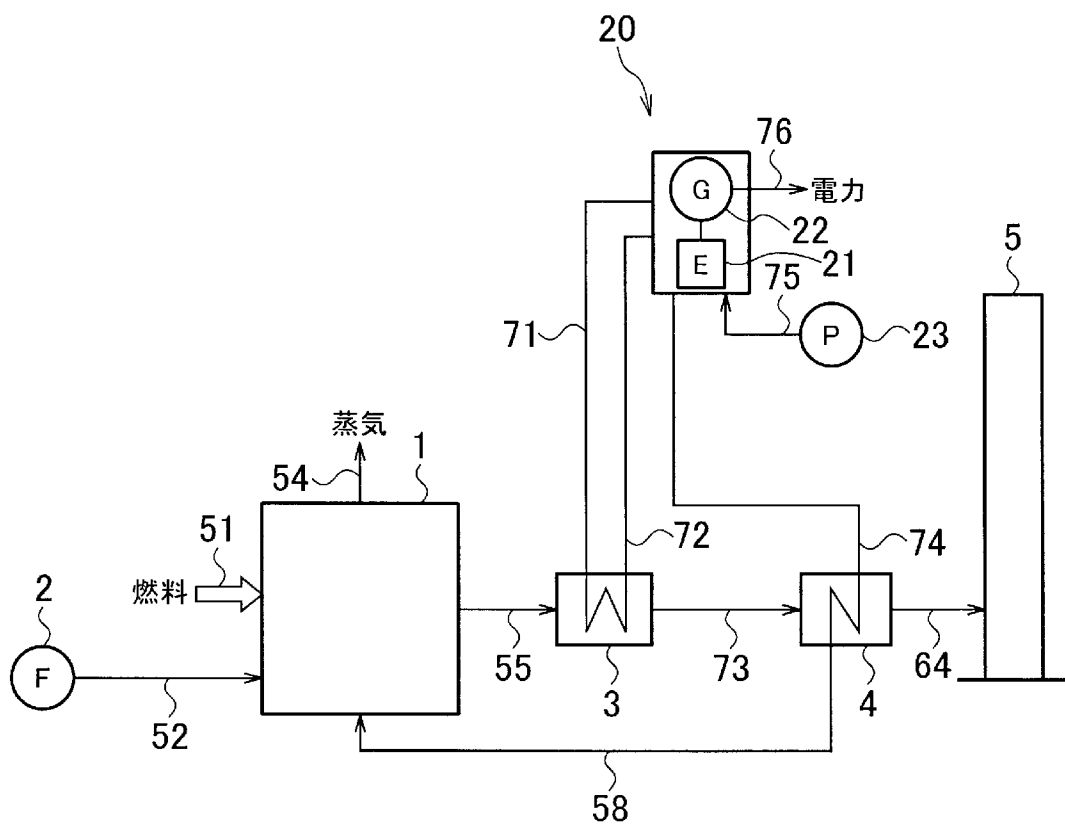




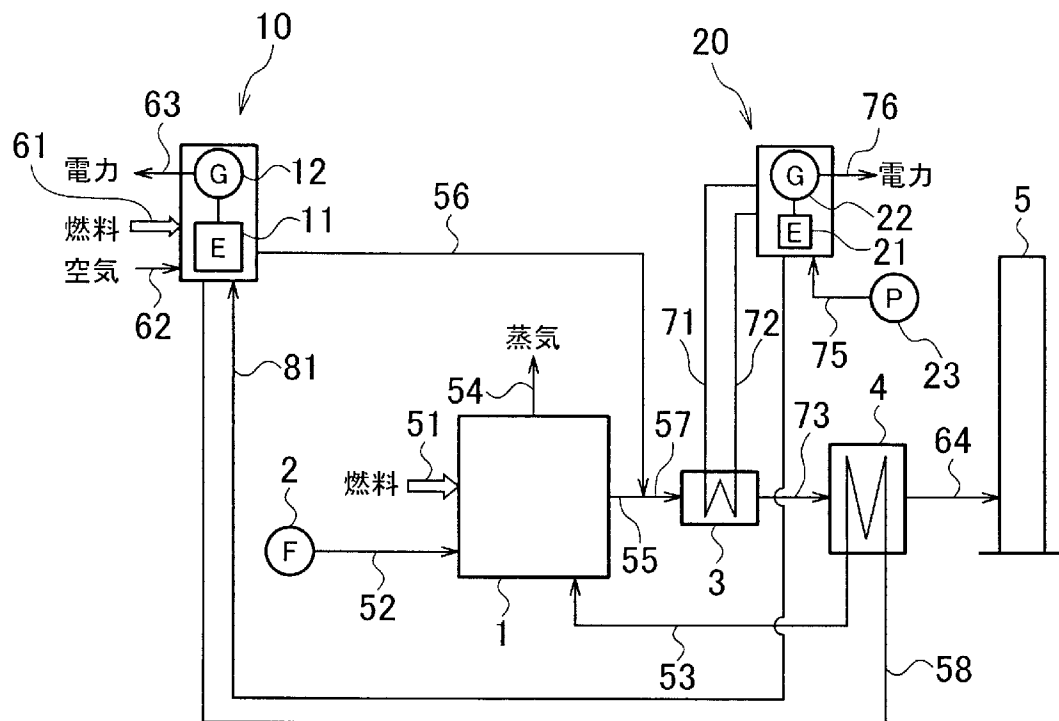
[図4]



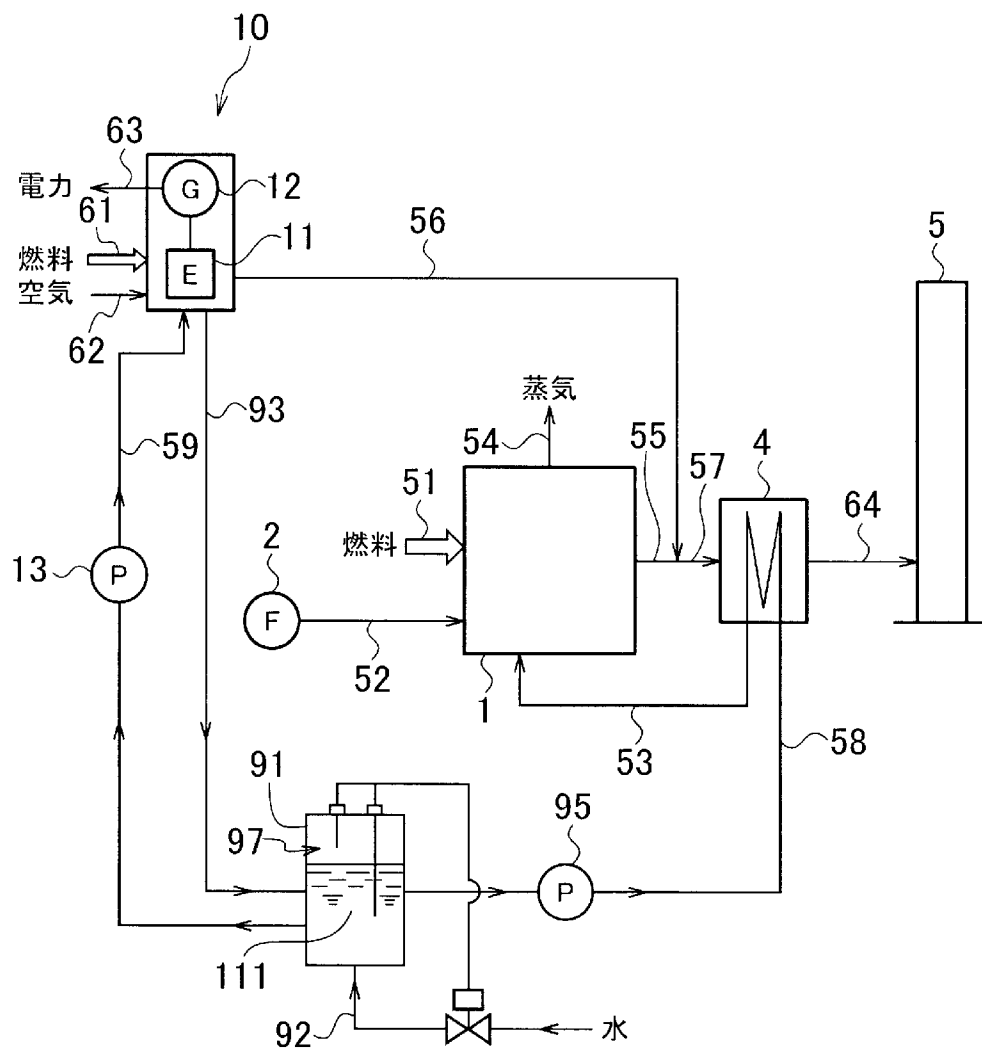
[図5]



[図6]



[図7]



INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2015/070097

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

F22B1/18(2006.01)i, F02G1/043(2006.01)i, F02G5/02(2006.01)i, F02G5/04(2006.01)i, F22D1/02(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)

F22B1/00-1/26, F02G1/043, F02G5/02, F02G5/04, F22D1/02

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 63-235650 A (Kawasaki Heavy Industries, Ltd.), 30 September 1988 (30.09.1988), entire text; all drawings (Family: none)	1, 3, 5 2, 4-16
Y	JP 2010-117095 A (Ebara Corp.), 27 May 2010 (27.05.2010), paragraphs [0022] to [0027]; fig. 3 (Family: none)	2, 4-11, 14-16
Y	JP 8-94050 A (Hitachi Engineering Co., Ltd.), 12 April 1996 (12.04.1996), entire text; all drawings (Family: none)	6, 8-16

☒ 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
14 September 2015 (14.09.15)

Date of mailing of the international search report
29 September 2015 (29.09.15)

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/JP2015/070097

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 2005-273556 A (Mitsubishi Heavy Industries, Ltd.), 06 October 2005 (06.10.2005), entire text; all drawings (Family: none)	1-16
A	JP 2003-299397 A (NTT Facilities, Inc.), 17 October 2003 (17.10.2003), entire text; all drawings (Family: none)	1-16
A	JP 2008-175151 A (The Chugoku Electric Power Co., Inc.), 31 July 2008 (31.07.2008), entire text; all drawings (Family: none)	1-16

A. 発明の属する分野の分類（国際特許分類（I P C））

Int.Cl. F22B1/18(2006.01)i, F02G1/043(2006.01)i, F02G5/02(2006.01)i, F02G5/04(2006.01)i, F22D1/02(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. F22B1/00-1/26, F02G1/043, F02G5/02, F02G5/04, F22D1/02

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 63-235650 A（川崎重工業株式会社）1988.09.30, 全文, 全図 （ファミリーなし）	1, 3, 5 2, 4-16
Y	JP 2010-117095 A（株式会社荏原製作所）2010.05.27, 段落【0022】 - 【0027】, 図3（ファミリーなし）	2, 4-11, 14-16
Y	JP 8-94050 A（日立エンジニアリング株式会社）1996.04.12, 全 文, 全図（ファミリーなし）	6, 8-16

☒ 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

1 4 . 0 9 . 2 0 1 5

国際調査報告の発送日

2 9 . 0 9 . 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）

渡邊 洋

3 L

9 3 3 1

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

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 2005-273556 A (三菱重工業株式会社) 2005.10.06, 全文, 全図 (ファミリーなし)	1 - 16
A	JP 2003-299397 A (株式会社エヌ・ティ・ティ ファシリティーズ) 2003.10.17, 全文, 全図 (ファミリーなし)	1 - 16
A	JP 2008-175151 A (中国電力株式会社) 2008.07.31, 全文, 全図 (ファミリーなし)	1 - 16