(19)日本国特許庁(JP)　(12)公開特許公報(A)　(11)特許出願公開番号
特開2019-190359
(P2019-190359A)
(43)公開日　令和1年10月31日(2019.10.31)

(51)Int.Cl.		F I			テーマコード（参考）
F01K 23/10	(2006.01)	F01K	23/10	ZABX	3G081
F01K 17/02	(2006.01)	F01K	17/02		4D002
F02G 5/02	(2006.01)	F02G	5/02	C	4D020
B01D 53/62	(2006.01)	B01D	53/62		
B01D 53/78	(2006.01)	B01D	53/78		

審査請求 未請求　請求項の数 9　ＯＬ　（全 14 頁）　最終頁に続く

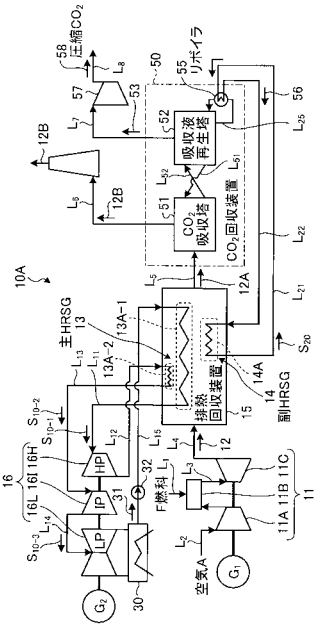
(21)出願番号　特願2018-83280(P2018-83280)
(22)出願日　平成30年4月24日(2018.4.24)

(71)出願人　518018986
三菱重工エンジニアリング株式会社
神奈川県横浜市西区みなとみらい三丁目３番１号
(74)代理人　110002147
特許業務法人酒井国際特許事務所
(72)発明者　辻内　達也
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　米川　隆仁
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　上條　孝
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】プラント及び燃焼排ガス処理方法

(57)【要約】
【課題】プラント及び燃焼排ガス処理方法を提供する。
【解決手段】ガスタービン１１と、ガスタービン１１からの燃焼排ガス１２の熱エネルギーを主熱交換部１３Ａで熱交換し、主蒸気S_{10}を生成する主排熱回収ボイラ１３、及び、主熱交換部１３Ａと独立して設置され、主排熱回収ボイラ１３の主熱交換部１３Ａで一部熱交換した後の燃焼排ガス１２からの熱エネルギーを副熱交換部１４Ａで熱交換し、副蒸気S_{20}を生成する副排熱回収ボイラ１４と、を備えた排熱回収装置１５と、主排熱回収ボイラ１３で発生した主蒸気S_{10}で駆動される主蒸気タービン１６と、排熱回収装置１５から排出される燃焼排ガス１２中に含有するCO_2を回収するリボイラを備えたCO_2回収装置５０と、副排熱回収ボイラ１４で発生した副蒸気S_{20}を、リボイラ５５に導入する第１のリボイラ用熱供給ラインL_{21}と、を備える。
【選択図】図１



【特許請求の範囲】
【請求項１】
ガスタービンと、
前記ガスタービンからの燃焼排ガスの熱エネルギーを主熱交換部で熱交換し、主蒸気を生成する主排熱回収ボイラ、及び、主熱交換部と独立して設置され、主排熱回収ボイラの主熱交換部で熱交換した後の燃焼排ガスからの熱エネルギーを副熱交換部で熱交換し、副蒸気を生成する副排熱回収ボイラを有する排熱回収装置と、
前記主排熱回収ボイラで発生した前記主蒸気で駆動される主蒸気タービンと、
前記排熱回収装置から排出される前記燃焼排ガス中に含有するCO_2を回収するリボイラを備えたCO_2回収装置と、
前記副排熱回収ボイラで発生した前記副蒸気を、前記リボイラに導入する第１のリボイラ用熱供給ラインと、を備えることを特徴とするプラント。
【請求項２】
前記副排熱回収ボイラで熱交換された熱水を抜出す熱水供給ラインと、
前記熱水供給ラインにより抜出した前記熱水を副蒸気に変換する熱交換装置と、を備えることを特徴とする請求項１に記載のプラント。
【請求項３】
前記第１のリボイラ用熱供給ラインから分岐され、前記副蒸気を分岐する第１の蒸気分岐ラインと、
前記第１の蒸気分岐ラインに設置され、前記副蒸気で駆動される補助蒸気タービンと、を備えることを特徴とする請求項１に記載のプラント。
【請求項４】
前記副排熱回収ボイラが第１の副熱交換部と、第１の副熱交換部の後流側に設けた第２の副熱交換部とを備え、
前記第１の副熱交換部で熱交換された副蒸気を、前記第１のリボイラ用熱供給ラインにより前記リボイラに導入すると共に、
前記第２の副熱交換部で熱交換された熱水を、前記熱水供給ラインにより熱交換装置に導入し、前記熱水を副蒸気に変換し、前記リボイラに導入することを特徴とする請求項２に記載のプラント。
【請求項５】
前記副排熱回収ボイラが、第１の副熱交換部と、第１の副熱交換部の上流側に設けた第３の副熱交換部とを備え、
前記第１の副熱交換部で熱交換された副蒸気を、前記第１のリボイラ用熱供給ラインにより前記リボイラに導入すると共に、
前記第３の副熱交換部で熱交換され、前記第１の副熱交換部で熱交換された副蒸気よりも高温の副蒸気を、CO_2圧縮機を駆動する蒸気タービンに導入することを特徴とする請求項１に記載のプラント。
【請求項６】
前記リボイラから凝縮水を排出する凝縮蒸気ラインから分岐された凝縮水分岐ラインと、
前記凝縮水分岐ラインに設置され、前記凝縮水を蒸気に変換する外部熱源と、
前記外部熱源で得られた蒸気を、第１のリボイラ用熱供給ラインに導入する第２のリボイラ用熱供給ラインと、を具備することを特徴とする請求項１に記載のプラント。
【請求項７】
前記主排熱回収ボイラの上流に設置され、前記燃焼排ガスを加熱する第１のダクトバーナを具備することを特徴とする請求項１乃至６のいずれか一つに記載のプラント。
【請求項８】
前記主排熱回収ボイラの後流側に独立して設置され、前記主排熱回収ボイラで熱交換した後に排出される燃焼排ガスからの熱エネルギーを回収する副排熱回収ボイラと、
前記副排熱回収ボイラの上流に設置され、前記主排熱回収ボイラで熱交換した後の燃焼

排ガスを加熱する第２のダクトバーナと、を具備することを特徴とする請求項１乃至７のいずれか一つに記載のプラント。
【請求項９】
ガスタービン・コンバインドサイクル発電プラントからのCO_2を回収する燃焼排ガス処理方法において、
ガスタービンからの燃焼排ガスからの熱エネルギーを主熱交換部で熱交換する主排熱回収工程と、
前記主排熱回収工程と独立し、主排熱回収工程の主熱交換部で熱交換した後の燃焼排ガスからの熱エネルギーを回収する副排熱回収工程と、
前記副排熱回収工程から排出される燃焼排ガス中に含有するCO_2を回収するリボイラを備えたCO_2回収工程と、を有し、
前記副排熱回収工程で熱交換された副蒸気を前記リボイラに導入することを特徴とする燃焼排ガス処理方法。
【発明の詳細な説明】
【技術分野】
【０００１】
本発明は、プラント及び燃焼排ガス処理方法に関するものである。
【背景技術】
【０００２】
化石燃料を使用した高効率な発電設備として、ガスタービン・コンバインドサイクル発電プラント（Ｇａｓ　Ｔｕｒｂｉｎｅ　Ｃｏｍｂｉｎｅｄ　Ｃｙｃｌｅ;以下「ＧＴＣＣ」ともいう）がある。このＧＴＣＣは、ガスタービンでの発電に加え、その排熱を排熱回収ボイラ（Ｈｅａｔ　Ｒｅｃｏｖｅｒｙ　Ｓｔｅａｍ　Ｇｅｎｅｒａｔｏｒ；以下「ＨＲＳＧ」ともいう）で利用して蒸気タービンでも発電することにより、高い発電効率を実現している。
【０００３】
ＧＴＣＣを備える発電プラントでは、ガスタービンからの燃焼排ガス中のCO_2（二酸化炭素）を回収してCO_2の排出量削減を図るCO_2回収装置を設置する場合がある。このCO_2回収装置は、排出ガス中のCO_2をCO_2吸収液（例えばアミン吸収液等）により吸収するCO_2吸収塔と、このCO_2を吸収したCO_2吸収液からCO_2を脱離させる吸収液再生塔とを有する。CO_2回収装置の吸収液再生塔は、CO_2吸収液からCO_2を脱離させるために、蒸気を発生させるリボイラを備える。吸収液再生塔は、リボイラからの蒸気によりCO_2を吸収したCO_2吸収液を加熱することで、CO_2吸収液からCO_2を脱離・放散し、高純度CO_2が回収されると共に、CO_2吸収液を再生させ、CO_2吸収塔に送り循環再利用している。
【０００４】
特許文献１及び特許文献２には、ガスタービン後流に設けられたＨＲＳＧで発生する蒸気の一部を抽気し、CO_2回収装置のリボイラを有するプラントが記載されている。
【先行技術文献】
【特許文献】
【０００５】
【特許文献１】米国特許第９０２７３４８号明細書
【特許文献２】米国特許第８６８３８０９号明細書
【発明の概要】
【発明が解決しようとする課題】
【０００６】
ここで、ＧＴＣＣとCO_2回収装置を有するプラントは、ガスタービンの運転において、発電需要による負荷変動により、CO_2回収装置の負荷変動も発生する。また、プラントは、排熱回収ボイラからの蒸気の抽気量が変化と、蒸気タービン側への影響が大きくなり、運転が複雑となる。このため、例えば、CO_2回収装置の運転条件の変動により、蒸

気タービンに供給される蒸気条件(例えば温度・圧力・流量)の変化が発生し、蒸気タービン側への影響が発生し、発電出力の大幅な変動が発生する場合がある。

【０００７】

本発明は、上記問題を解決するために、ガスタービンの起動及び負荷変動等の非定常時における運転状態の変動があった際においても、蒸気タービンによる発電量の変動が少ないプラント及び燃焼排ガス処理方法を提供することを課題とする。

【課題を解決するための手段】

【０００８】

本発明は、ガスタービンと、前記ガスタービンからの燃焼排ガスの熱エネルギーを主熱交換部で熱交換し、主蒸気を生成する主排熱回収ボイラ、及び、主熱交換部と独立して設置され、主排熱回収ボイラの主熱交換部で熱交換した後の燃焼排ガスからの熱エネルギーを副熱交換部で熱交換し、副蒸気を生成する副排熱回収ボイラを有する排熱回収装置と、前記主排熱回収ボイラで発生した前記主蒸気で駆動される主蒸気タービンと、前記排熱回収装置から排出される前記燃焼排ガス中に含有するCO_2を回収するリボイラを備えたCO_2回収装置と、前記副排熱回収ボイラで発生した前記副蒸気を、前記リボイラに導入する第１のリボイラ用熱供給ラインと、を備えることを特徴とするプラントにある。

【０００９】

本発明は、ガスタービン・コンバインドサイクル発電プラントからのCO_2を回収する燃焼排ガス処理方法において、ガスタービンからの燃焼排ガスからの熱エネルギーを主熱交換部で熱交換する主排熱回収工程と、前記主排熱回収工程と独立し、主排熱回収工程の主熱交換部で熱交換した後の燃焼排ガスからの熱エネルギーを回収する副排熱回収工程と、前記副排熱回収工程から排出される燃焼排ガス中に含有するCO_2を回収するリボイラを備えたCO_2回収工程と、を有し、前記副排熱回収工程で熱交換された副蒸気を前記リボイラに導入することを特徴とする燃焼排ガス処理方法にある。

【発明の効果】

【００１０】

本発明によれば、ガスタービン・コンバインドサイクル発電プラントにおいて、ガスタービンの起動及び負荷変動等の非定常時における運転状態の変動があった際においても、主排熱回収ボイラからの蒸気タービン側へ抽気する蒸気抜き出しの影響が少なく、蒸気タービンによる発電量の変動が少なくなる。

【図面の簡単な説明】

【００１１】

【図１】図１は、実施例１に係るプラントの概略図である。
【図２】図２は、実施例２に係るプラントの概略図である。
【図３】図３は、実施例３に係るプラントの概略図である。
【図４】図４は、実施例４に係るプラントの概略図である。
【図５】図５は、実施例５に係るプラントの概略図である。
【図６】図６は、実施例６に係るプラントの概略図である。
【図７】図７は、実施例７に係るプラントの概略図である。
【図８】図８は、実施例８に係るプラントの概略図である。

【発明を実施するための形態】

【００１２】

以下に添付図面を参照して、本発明の好適な実施例を詳細に説明する。なお、この実施例により本発明が限定されるものではなく、また、実施例が複数ある場合には、各実施例を組み合わせて構成するものも含むものである。

【実施例１】

【００１３】

図１は、実施例１に係るプラントの概略図である。本実施形態では、プラント１０Ａを発電プラントの場合で説明するが、燃焼を燃焼して燃焼したエネルギーを取り出す種々の用途で用いることができる。図１に示すように、本実施例に係るプラント１０Ａは、ガス

タービン１１と、ガスタービン１１からの燃焼排ガス１２の熱エネルギーを主熱交換部１３Ａ（１３Ａ－１、１３Ａ－２）で熱交換し、主蒸気S_{10}を生成する主排熱回収ボイラ（主ＨＲＳＧ）１３と、主熱交換部１３Ａと独立して設置され、主排熱回収ボイラ１３の主熱交換部１３Ａで一部熱交換した後の燃焼排ガス１２からの熱エネルギーを副熱交換部１４Ａで熱交換し、副蒸気又は熱水を生成する副排熱回収ボイラ（副ＨＲＳＧ）１４と、を備えた排熱回収装置１５と、主排熱回収ボイラ１３で発生した主蒸気S_{10}（S_{10-1}、S_{10-2}、S_{10-3}）で駆動される主蒸気タービン１６と、排熱回収装置１５から排出される燃焼排ガス１２中に含有するCO_2を回収するリボイラ５５を備えたCO_2回収装置５０と、副排熱回収ボイラ１４で発生した副蒸気S_{20}を、リボイラ５５に導入する第１のリボイラ用熱供給ラインL_{21}と、を備える。主蒸気タービン１６は、高圧蒸気タービン１６Ｈ、中圧蒸気タービン１６Ｉ、低圧蒸気タービン１６Ｌを有する。

【００１４】

本実施例では、主蒸気タービン１６を駆動する主蒸気S_{10}（S_{10-1}、S_{10-2}、S_{10-3}）を得るための主排熱回収ボイラ１３と、主蒸気タービン１６以外に利用する熱を得るための副排熱回収ボイラ１４とは、一つの排熱回収装置１５の内部に配置されている。

【００１５】

ガスタービン１１は、空気圧縮機１１Ａと、燃焼器１１Ｂと、パワータービン１１Ｃとを備えている。空気圧縮機１１Ａは、動翼と静翼が交互に多段に配置され、外部から導入された空気Ａを圧縮して、高温・高圧とした圧縮空気を燃焼器１１Ｂ側に導入する。燃焼器１１Ｂは、空気圧縮機１１Ａから導入された高温・高圧の圧縮空気に、燃料Ｆを噴射して燃焼させて高温（例えば１５００℃）の燃焼ガスを発生させる。パワータービン１１Ｃは、動翼と静翼が交互に多段に配置され、燃焼器１１Ｂで発生された燃焼ガスが通過する。パワータービン１１Ｃは、燃焼ガスが通過する際に、燃焼ガスのエネルギーにより動翼が回転される。また、パワータービン１１Ｃと空気圧縮機１１Ａは、回転軸が連結している。ガスタービン１１は、燃焼ガスが、パワータービン１１Ｃへ噴射され、パワータービン１１Ｃで高温高圧の燃焼ガスが持つ熱エネルギーを回転エネルギーに変換する。この回転エネルギーによって同軸に配置された空気圧縮機１１Ａが駆動される。またガスタービン１１は、回転軸に発電機G_1が接続されており、回転エネルギーによって発電機G_1が駆動して電力を発生する。パワータービン１１Ｃを駆動した燃焼排ガス１２は、排熱回収装置１５に排出される。排熱回収装置１５は、排熱回収装置１５内の主排熱回収ボイラ１３と副排熱回収ボイラ１４で、燃焼排ガス１２の熱エネルギーを回収する。

【００１６】

主排熱回収ボイラ１３は、主熱交換部１３Ａ－１と、主熱交換部１３Ａ－２とを有する。第１蒸気ラインL_{11}は、主排熱回収ボイラ１３の主熱交換部１３Ａ－１と高圧蒸気タービン１６Ｈとを接続する。第２蒸気ラインL_{12}は、高圧蒸気タービン１６Ｈと主熱交換部１３Ａ－２とを接続する。第３蒸気ラインL_{13}は、主熱交換部１３Ａ－２と中圧蒸気タービン１６Ｉとを接続する。第４蒸気ラインL_{14}は、中圧蒸気タービン１６Ｉと低圧蒸気タービン１６Ｌとを接続し、主蒸気S_{10-3}を低圧蒸気タービン１６Ｌに導入する。復水ラインL_{15}は、復水器３０と主熱交換部１３Ａ－１とを接続し、復水３１を主熱交換部１３Ａ－１に導入する。昇圧ポンプ３２は、復水ラインL_{15}に介装され、復水３１を昇圧する。

【００１７】

主熱交換部１３Ａ－１は、復水器３０から供給される復水３１と燃焼排ガス１２とを熱交換させる。復水３１は、燃焼排ガス１２と熱交換することで主蒸気（例えば５５０℃）S_{10-1}となる。主蒸気S_{10-1}は、第１蒸気ラインL_{11}を介して高圧蒸気タービン１６Ｈに送られ、高圧蒸気タービン１６Ｈを駆動する。

【００１８】

主熱交換部１３Ａ－２は、高圧蒸気タービン１６Ｈを通過した排気蒸気と燃焼排ガス１２とを熱交換させる。排気蒸気は、第２蒸気ラインL_{12}を介して、主排熱回収ボイラ１３の主熱交換部１３Ａ－２に導入され、燃焼排ガス１２と熱交換して主蒸気（例えば５５０℃）S_{10-2}となる。主蒸気S_{10-2}は、第３蒸気ラインL_{13}を介して中圧蒸気タービン１６

Ｉに送られ、中圧蒸気タービン１６Ｉを駆動する。中圧蒸気タービン１６Ｉを通過した主蒸気（例えば２７０℃）S_{10-3}は、低圧蒸気タービン１６Ｌに供給され、低圧蒸気タービン１６Ｌを駆動している。低圧蒸気タービン１６Ｌを通過した排気蒸気は、復水器３０で復水（例えば４０～５０℃）３１に戻される。

【００１９】

さらに、プラント１０Ａは、燃料導入ラインL_1と、空気導入ラインL_2と、燃焼ガスラインL_3と、燃焼排ガス排出ラインL_4とを有する。燃料導入ラインL_1は、燃料Ｆを燃焼器１１Ｂに導入する。空気導入ラインL_2は、空気Ａを空気圧縮機１１Ａに導入する。燃焼ガスラインL_3は、燃料ガスをパワータービン１１Ｃに導入する。燃焼排ガス排出ラインL_4は、パワータービン１１Ｃからの燃焼排ガス１２を排出し、排熱回収装置１５に導入する。

【００２０】

副排熱回収ボイラ１４は、副熱交換部１４Ａを有する。第１のリボイラ用熱供給ラインL_{21}は、副熱交換部１４Ａとリボイラ５５とを接続する。凝縮水ラインL_{22}は、リボイラ５５と副熱交換部１４Ａとを接続する。副熱交換部１４Ａは、CO_2回収装置５０に設置されたリボイラ５５からの凝縮水５６と、主熱交換部１３Ａで熱交換した後の燃焼排ガス１２とを熱交換することで、副蒸気（１３０～１４０℃）S_{20}となる。副蒸気S_{20}は、第１のリボイラ用熱供給ラインL_{21}によりリボイラ５５に、リボイラ用蒸気として供給される。

【００２１】

CO_2回収装置５０は、排熱回収装置１５から排出された燃焼排ガス１２Ａ中のCO_2をCO_2吸収液（例えばアミン吸収液等）により吸収するCO_2吸収塔５１と、CO_2吸収塔５１でCO_2を吸収したCO_2吸収液からCO_2を脱離させる吸収液再生塔５２と、CO_2吸収液からCO_2を脱離させるために、蒸気を発生させるリボイラ５５と、を有する。リボイラ５５は、吸収液再生塔５２に対して設置されている。CO_2回収装置５０は、吸収液再生塔５２で、リボイラ５５からの蒸気によりCO_2を吸収したCO_2吸収液を間接加熱することで、CO_2吸収液からCO_2を放散し、高純度CO_2が回収されると共に、CO_2吸収液を再生している。

【００２２】

CO_2吸収塔５１を通過しCO_2が多いCO_2吸収液は、リッチ溶液と称される。吸収液再生塔５２で再生したCO_2が少ないCO_2吸収液は、リーン溶液と称される。リーン溶液は、リーン溶液ラインL_{51}によりCO_2吸収塔５１に送られ、CO_2吸収塔２１で再びCO_2を吸収してリッチ溶液となる。リッチ溶液は、リッチ溶液ラインL_{52}により吸収液再生塔５２に送られる。CO_2回収装置５０は、CO_2吸収液を閉鎖空間内で循環再利用している。CO_2吸収液は、アミン吸収液に限定されず、CO_2を吸収、放出する性質を備えたものであれば、いずれでもよく、本発明はこれに限定されるものではない。

【００２３】

吸収液再生塔５２はリーン溶液の一部を循環するリボイラ５５を備えたリボイライラインL_{25}が底部近傍側に接続されている。吸収液再生塔５２で再生されたリーン溶液の一部は、リボイライラインL_{25}に介装されたリボイラ５５で熱交換されて加熱され、蒸気を吸収液再生塔５２に循環されている。

【００２４】

CO_2回収装置５０は、第１ガス排出ラインL_6と、第２ガス排出ラインL_7と、排出ラインL_8とを有する。第１ガス排出ラインL_6は、CO_2吸収塔５１の頂部からCO_2除去した処理ガス１２Ｂを外部へ排出する。第２ガス排出ラインL_7は、吸収液再生塔５２の頂部から排出される水蒸気を含むCO_2同伴ガス５３を、CO_2圧縮機５７へ導入する。排出ラインL_8は、CO_2圧縮機５７で圧縮された圧縮$CO_2$５８を排出する。

【００２５】

本実施例の副排熱回収ボイラ１４の副熱交換部１４Ａで熱交換した副蒸気S_{20}は、リボイラ５５でCO_2吸収液の再生で要求とされる温度（例えば１３０～１４０℃）となって

おり、リボイラ５５からの凝縮水５６は約１００℃に降下し、凝縮水ラインL22により、副熱交換部１４Ａに戻される。

【００２６】

本実施例のプラント１０Ａは、排熱回収装置１５の、主排熱回収ボイラ１３の主熱交換部１３Ａと、副排熱回収ボイラ１４の副熱交換部１４Ａとを独立させている。そして、副排熱回収ボイラ１４で熱交換された副蒸気S20を、第１のリボイラ用熱供給ラインL21でリボイラ５５に導入している。プラント１０Ａは、副蒸気S20をリボイラ５５に導入することにより、CO2回収装置５０の例えば起動時や停止時等の運転条件が変動する場合にも、主蒸気タービン１６に供給される主蒸気S10とは別個独立で駆動することができる。この結果、主蒸気タービン１６に導入される蒸気条件(例えば温度・圧力・流量等)の変化が低減され、主蒸気タービン１６側への影響が少なくなる。これにより、プラント１０Ａは、従来のようなCO2回収装置５０のリボイラ５５へ、主排熱回収ボイラ１３で生成した主蒸気を抽気して供給しないため、主排熱回収ボイラ１３の蒸気の一部がCO2回収装置５０に抽気されることに起因する、従来のような発電出力の変動が生じることを抑制できる。

【実施例２】

【００２７】

次に、本発明の実施例２に係るプラントについて、図２を参照して説明する。図２は、実施例２に係るプラントの概略図である。なお、実施例１と同様の部材については、同一符号を付してその説明は省略する。本実施例に係るプラント１０Ｂの排熱回収装置１５内は、実施例１において副熱交換部１４Ａに設置する位置よりも後流（出口）側に、副熱交換部１４Ａを配置している。

【００２８】

プラント１０Ｂは、ヒートポンプシステム６０を有する。ヒートポンプシステム６０は、副排熱回収ボイラ１４の副熱交換部１４Ａで熱交換された熱水（例えば８０℃）HWを排出する熱水供給ラインL26に設けられており、この熱水HWを副蒸気（例えば１３０～１４０℃）S20に変換する熱交換装置である。このヒートポンプシステム６０で熱変換された温水（例えば４０℃）は温水ラインL27により、副熱交換部１４Ａに戻される。

【００２９】

ヒートポンプシステム６０で熱水HWを熱変換して得た副蒸気（１３０～１４０℃）S20は、第１のリボイラ用熱供給ラインL21により、リボイラ５５に導入される。副熱交換部１４Ａを流れる流体と、リボイラ５５に流れる流体は、別系統であり、ヒートポンプシステム６０で熱交換して、熱水HWを副蒸気S20に変換している。そして、熱変換された温水が副熱交換部１４Ａに戻される。リボイラ５５からの凝縮水５６は、ヒートポンプシステム６０に戻り、再度加熱され副蒸気S20となる。

【００３０】

プラント１０Ｂでは、ヒートポンプシステム６０から副熱交換部１４Ａに戻される水温を低く（例えば４０℃）することができるので、排熱回収装置１５内の熱交換領域を低温側まで利用することができる。よって、実施例１のプラント１０Ａよりも、燃焼排ガス１２から回収する熱量が増え、ＧＴＣＣの発電効率低下を低減できる。

【００３１】

本実施例のヒートポンプシステム６０として、その形式は限定されず、例えば圧縮式、吸収式、吸着式、反応式等の各種ヒートポンプシステムを例示することができる。

【実施例３】

【００３２】

次に、本発明の実施例３に係るプラントについて、図３を参照して説明する。図３は、実施例３に係るプラントの概略図である。なお、実施例１と同様の部材については、同一符号を付してその説明は省略する。本実施例に係るプラント１０Ｃは、プラント１０Ａの各構成に加え、第１のリボイラ用熱供給ラインL21から分岐された第１の蒸気分岐ラインL17と、第１の蒸気分岐ラインL17に設置され、副蒸気S20で駆動される補助蒸気タービ

ン（例えば復水タービン）７０とを有する。
【００３３】
また、第１の蒸気分岐ラインＬ$_{17}$には切替弁Ｖ$_{11}$が設置され、分岐後の第１のリボイラ用熱供給ラインＬ$_{21}$には切替弁Ｖ$_{12}$が設置されている。そして、切替弁Ｖ$_{11}$、Ｖ$_{12}$の開閉を切替えることで、第１の蒸気分岐ラインＬ$_{17}$と、分岐後の第１のリボイラ用熱供給ラインＬ$_{21}$への蒸気の供給、停止を行うようにしている。
【００３４】
プラント１０Ｃは、例えば電力需要が高い場合、切替弁Ｖ$_{12}$を閉じて切替弁Ｖ$_{11}$を開き、補助蒸気タービン７０側に副蒸気Ｓ$_{20}$を供給して、発電を行い、発電量の増大を図るようにしている。また、電力需要が低い場合、ＣＯ$_2$の回収を優先させる場合には、切替弁Ｖ$_{12}$を開き切替弁Ｖ$_{11}$を閉じて、リボイラ５５側へ副蒸気Ｓ$_{20}$を供給する。そしてＣＯ$_2$回収装置５０により燃焼排ガス１２中のＣＯ$_2$回収を行う。
【００３５】
プラント１０Ｃは、副排熱回収ボイラ１４の副熱交換部１４Ａで独立して熱回収を行なうため、ＣＯ$_2$回収装置５０の起動の有無によらず、主蒸気タービン１６側へ及ぼす影響をさらに低減している。なお、本実施例に係る補助蒸気タービン７０としては、例えば復水タービンを例示することができる。
【実施例４】
【００３６】
次に、本発明の実施例４に係るプラントについて、図４を参照して説明する。図４は、実施例４に係るプラントの概略図である。なお、実施例１及び実施例２と同様の部材については、同一符号を付してその説明は省略する。本実施例に係るプラント１０Ｄは、実施例１に係るプラント１０Ａにおいて、実施例２に係るプラント１０Ｂのヒートポンプシステム６０を併用して配置している。
【００３７】
プラント１０Ｄは、副排熱回収ボイラ１４が第１の副熱交換部１４Ａ－１と、第１の副熱交換部１４Ａ－１の後流側に設けた第２の副熱交換部１４Ａ－２とを有する。そして、第１の副熱交換部１４Ａ－１で熱交換された副蒸気Ｓ$_{20}$を、第１のリボイラ用熱供給ラインＬ$_{21}$によりリボイラ５５に導入すると共に、第２の副熱交換部１４－２で熱交換された熱水（例えば８０℃）ＨＷを、熱水供給ラインＬ$_{26}$によりヒートポンプシステム６０に導入している。
【００３８】
実施例２（図２参照）のプラント１０Ｂの設備においては、抽出した熱水（８０℃）ＨＷをヒートポンプシステム６０で熱交換して副蒸気（例えば１３０～１４０℃）Ｓ$_{20}$とする際には、膨大な熱水（例えば、リボイラ５５で必要な熱量の例えば３倍程度）が必要となる。これに対し、プラント１０Ｄでは、実施例１と実施例２との構成の熱交換システムを組み合わせることで、第１の副熱交換部１４Ａ－１から抽出した副蒸気（１３０℃以上）Ｓ$_{20}$を直接導入することができるので、ヒートポンプシステム６０の負荷が軽減され、熱交換容量を小さくすることができる。
【００３９】
また、ヒートポンプシステム６０を用いることで、実施例１の設備において、これまで未利用であった低温領域の排熱を利用でき、実施例１の設備に比べて副排熱回収ボイラ１４で生成する蒸気の量を減らすことができる。
【００４０】
また、第１の副熱交換部１４Ａ－１からの副蒸気Ｓ$_{20}$の抜き出し温度は、例えば１３０～１４０℃でもよいが、例えば１４０～１５０℃と少し高めの方が、副排熱回収ボイラ１４で生成する蒸気の量を減らすことができ、さらに好ましい。
【実施例５】
【００４１】
次に、本発明の実施例５に係るプラントについて、図５を参照して説明する。図５は、

実施例５に係るプラントの概略図である。本実施例に係るプラント１０Ｅは、実施例１に係るプラント１０Ａにおいて、副排熱回収ボイラ１４は、第１の副熱交換部１４Ａ－１と、第１の副熱交換部１４Ａ－１の上流側に設けた第３の副熱交換部１４Ａ－３とを有する。プラント１０Ｅは、第１の副熱交換部１４Ａ－１で熱交換された副蒸気S_{20}を、第１のリボイラ用熱供給ラインL_{21}によりリボイラ５５に導入すると共に、第３の副熱交換部１４Ａ－３で熱交換され、副蒸気（例えば１３０～１４０℃）S_{20}よりもさらに高温の副蒸気（例えば３００℃）S_{21}を、蒸気ラインL_{28}によりCO_2圧縮機５７を駆動する蒸気タービン８０に導入している。蒸気タービン８０からの排気蒸気は、排気蒸気ラインL_{29}により、第３の副熱交換部１４Ａ－３に戻される。吸収液再生塔５２から放出される水蒸気を含むCO_2同伴ガス５３は、図示しない気液分離器により水分が除去された後、蒸気タービン８０により駆動されるCO_2圧縮機５７に送られ、ここで圧縮されて圧縮$CO_2$５８とされる。

【００４２】

プラント１０Ｅにおいては、第３の副熱交換部１４Ａ－３での副蒸気（例えば３００℃）S_{21}を、CO_2圧縮用のCO_2圧縮機５７を駆動する蒸気タービン８０に送ることで、CO_2圧縮用に用いることができる。

【実施例６】

【００４３】

次に、本発明の実施例６に係るプラントについて、図６を参照して説明する。図６は、実施例６に係るプラントの概略図である。本実施例に係るプラント１０Ｆは、プラント１０Ａの各構成に加え、リボイラ５５から排出される凝縮水５６を戻す凝縮水ラインL_{22}から分岐された凝縮水分岐ラインL_{19}と、凝縮水分岐ラインL_{19}に設置され、凝縮水５６を蒸気に変換する外部熱源９０と、この外部熱源９０で得られた副蒸気S_{22}を、第１のリボイラ用熱供給ラインL_{21}に導入する第２のリボイラ用熱供給ラインL_{23}と、を有する。

【００４４】

ここで、外部熱源９０としては、リボイラ５５を循環するリボイラ水を加熱して蒸気とすることができる例えば補助ボイラ、蓄熱体、又は例えば太陽熱、地熱等の自然エネルギー又は化学プロセス排熱等の熱を発生するものを例示することができるが、本発明はこれらに限定されるものではない。

【００４５】

また、第１のリボイラ用熱供給ラインL_{21}には切替弁V_{13}が設置され、凝縮水ラインL_{22}には切替弁V_{14}が設置される。また、凝縮水分岐ラインL_{19}には、切替弁V_{15}が設置され、と第２のリボイラ用熱供給ラインL_{23}には、切替弁V_{16}が各々設置される。そしてガスタービン１１の起動時には、切替弁V_{13}、V_{14}閉じて切替弁V_{15}、V_{16}を開き、外部熱源９０にリボイラ水を供給して、リボイラ５５が要求する蒸気温度（１３０～１４０℃）まで熱交換し、リボイラ５５に蒸気S_{23}を供給している。

【００４６】

従来のＧＴＣＣの主蒸気タービン１６から抽気する場合は、主蒸気タービン１６が安定してからCO_2回収装置５０のリボイラ５５に蒸気を供給するため、CO_2回収装置５０の起動に時間がかかる。これに対して、プラント１０Ｆのように、CO_2回収装置５０の専用の外部熱源９０を設置し、これにより必要な蒸気が得られ、リボイラ５５を加熱することにより、ガスタービン１１の起動からCO_2回収装置５０の起動までの起動時間短縮を図ることができる。

【実施例７】

【００４７】

次に、本発明の実施例７に係るプラントについて、図７を参照して説明する。図７は、実施例７に係るプラントの概略図である。本実施例に係るプラント１０Ｇは、実施例１に係るプラント１０Ａにおいて、排熱回収装置１５の主排熱回収ボイラ１３の後流側に副排熱回収ボイラ１４を配置する。また、プラント１０Ｇは、主排熱回収ボイラ１３の上流に設置され、導入される燃焼排ガス１２を加熱する第１のダクトバーナ１０１を有する。第

１のダクトバーナ１０１は、別途供給される燃料ガス１０２を燃焼させることで、導入される燃焼排ガス１２を加熱する。これにより排熱回収装置１５内の燃焼排ガス１２の温度をより高くすることができる。

【００４８】

一般にダクトバーナを設置するのは、主蒸気タービン１６用の主蒸気の熱量を確保するものである。これに対しプラント１０Ｇでは、第１のダクトバーナ１０１を設置することで、第１のダクトバーナ１０１を設置していない場合と同様の主蒸気タービン１６の発電量を維持し、さらに後流の副排熱回収ボイラ１４への熱量を確保することができる。この結果、プラント１０Ｇでは、直接CO_2回収装置５０のリボイラ用蒸気の副熱交換部１４Ａを加熱することにより、短時間で副蒸気S_{20}が暖まり、追従性が高いものとなる。

【実施例８】

【００４９】

次に、本発明の実施例８に係るプラントについて、図８を参照して説明する。図８は、実施例８に係るプラントの概略図である。本実施例に係るプラント１０Ｈは、実施例１に係るプラント１０Ａにおいて、排熱回収装置１５は、主排熱回収ボイラ１３と、この主排熱回収ボイラ１３の後流側に独立して設置され、主排熱回収ボイラ１３で熱交換した後の燃焼排ガス１２Ａからの熱エネルギーを回収する副排熱回収ボイラ１４とから構成されている。さらにこの副排熱回収ボイラ１４においては、その上流に設置され、主排熱回収ボイラ１３で熱交換した後の燃焼排ガス１２Ａを加熱する第２のダクトバーナ１０３を有する。プラント１０Ｈでは、副排熱回収ボイラ１４において別途供給される燃料ガス１０２を第２のダクトバーナ１０３で燃焼させることで、導入される燃焼排ガス１２を加熱する。これにより副排熱回収ボイラ１４内の燃焼排ガス１２の温度をより高くすることができる。

【００５０】

プラント１０Ｈは、主排熱回収ボイラ１３と、副排熱回収ボイラ１４とを独立して設置すると共に、副排熱回収ボイラ１４の上流側の入口部に設けた第２のダクトバーナ１０３で直接CO_2回収用の副排熱回収ボイラ１４の副熱交換部１４Ａを加熱することにより、短時間で蒸気が暖まり、実施例１乃至実施例７の設備に較べて追従性が高くなる。

【００５１】

また、図示は省略するが、本実施例の構成において、さらに実施例２乃至実施例７の設備を付加した変形例とすることができる。

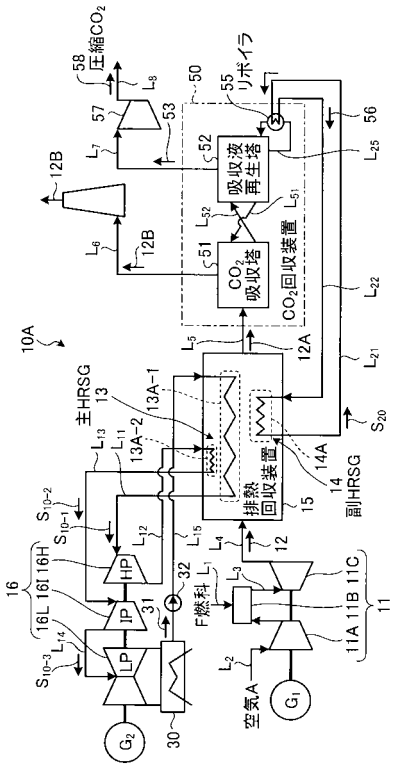
【符号の説明】

【００５２】

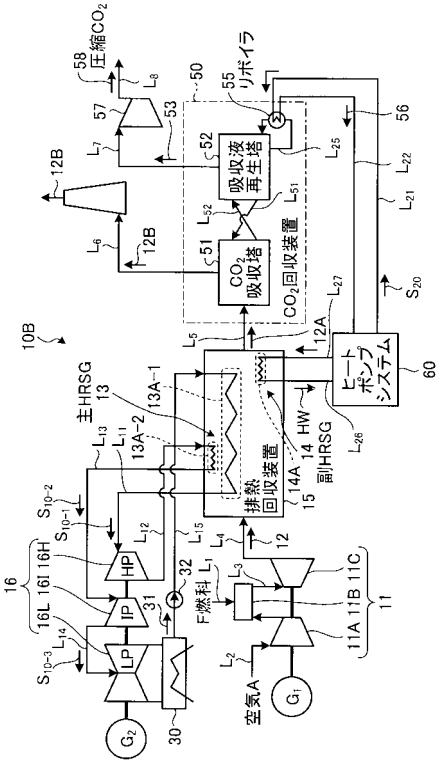
１０Ａ～１０Ｈ　プラント
１１　ガスタービン
１１Ａ　空気圧縮機
１１Ｂ　燃焼器
１１Ｃ　パワータービン
１２　燃焼排ガス
１３　主排熱回収ボイラ
１３Ａ　主熱交換部
１４　副排熱回収ボイラ
１４Ａ　副熱交換部
１４Ａ－１～１４Ａ－３　第１～第３の副熱交換部
１５　排熱回収装置
１６　主蒸気タービン
１６Ｈ　高圧蒸気タービン
１６Ｉ　中圧蒸気タービン
１６Ｌ　低圧蒸気タービン
５０　CO_2回収装置

５１　CO_2吸収塔
５２　吸収液再生塔
５３　CO_2同伴ガス
５５　リボイラ
５６　凝縮水
５７　CO_2圧縮機
５８　圧縮CO_2
６０　ヒートポンプシステム
７０　補助蒸気タービン
８０　蒸気タービン
９０　外部熱源
１０１　第１のダクトバーナ
１０２　燃料ガス
１０３　第２のダクトバーナ
S_{10}　主蒸気
S_{20}、S_{22}　副蒸気
L_{17}　第１の蒸気分岐ライン
L_{19}　凝縮水分岐ライン
L_{21}　第１のリボイラ用熱供給ライン
L_{22}　凝縮水ライン
L_{23}　第２のリボイラ用熱供給ライン

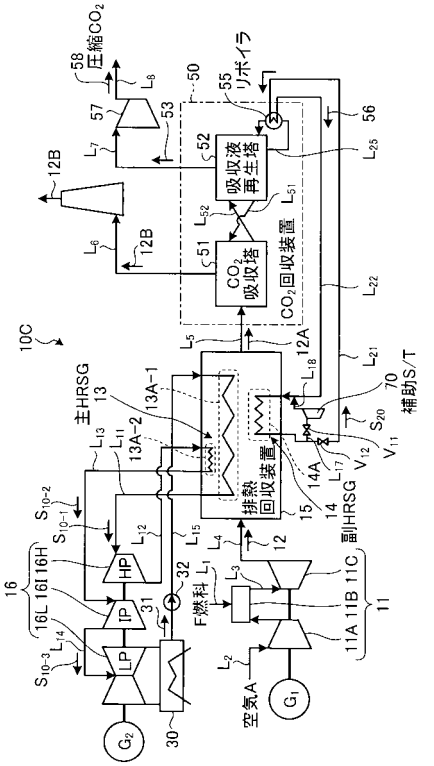
【図１】



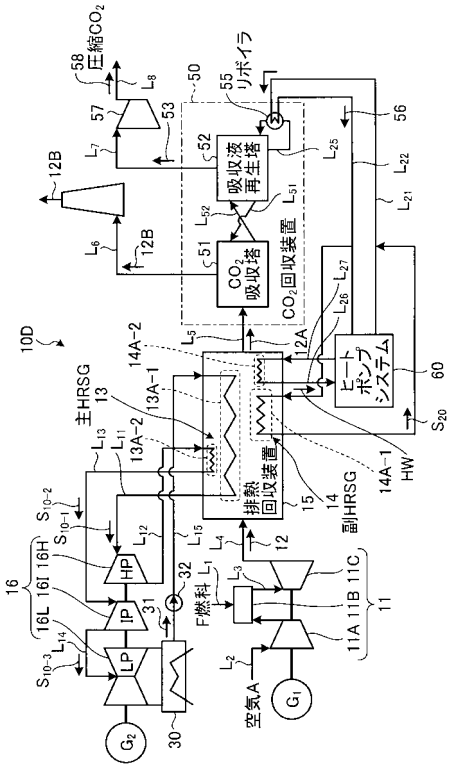
【図２】



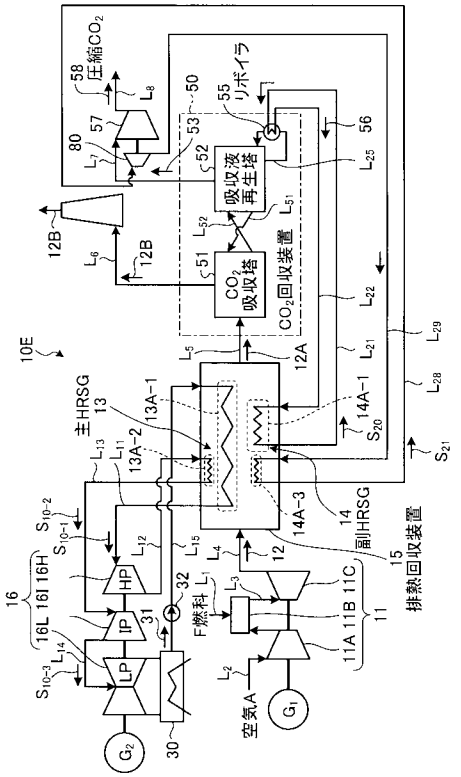
【図３】


10C
圧縮CO2
リボイラ
吸収液再生塔
CO2吸収塔
CO2回収装置
主HRSG
排熱回収装置
副HRSG
補助S/T
F燃料
空気A
LP
IP
HP

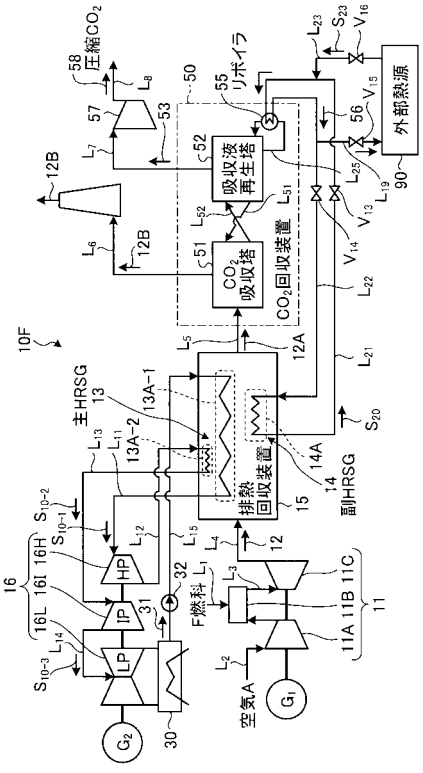
【図４】


10D
圧縮CO2
リボイラ
吸収液再生塔
CO2吸収塔
CO2回収装置
主HRSG
排熱回収装置
副HRSG
ヒートポンプシステム
HW
F燃料
空気A
LP
IP
HP

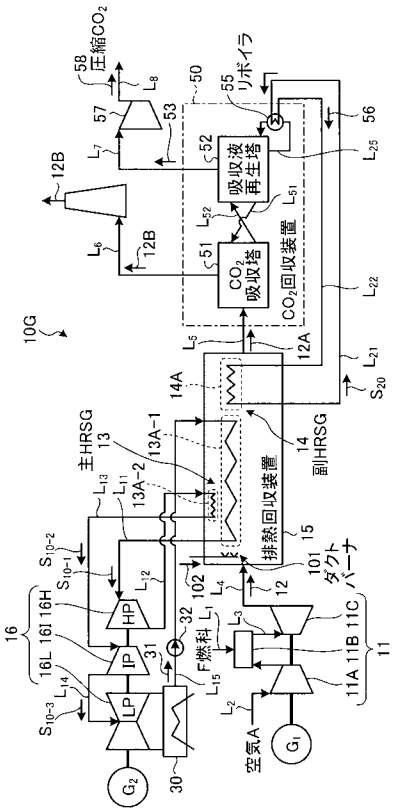
【図５】


10E
圧縮CO2
リボイラ
吸収液再生塔
CO2吸収塔
CO2回収装置
主HRSG
副HRSG
排熱回収装置
F燃料
空気A
LP
IP
HP

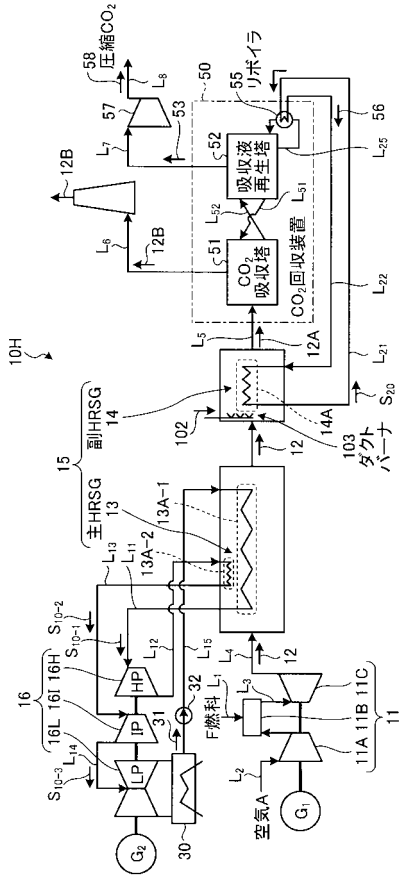
【図６】


10F
圧縮CO2
リボイラ
吸収液再生塔
CO2吸収塔
CO2回収装置
外部熱源
主HRSG
排熱回収装置
副HRSG
F燃料
空気A
LP
IP
HP

【図７】


10G
58
圧縮CO2
57
53
50
55
リボイラ
56
12B
52
吸収液再生塔
51
CO2吸収塔
CO2回収装置
12A
14A
14
副HRSG
主HRSG
13
13A-1
13A-2
排熱回収装置
15
101
ダクトバーナ
102
12
16
16L
16I
16H
HP
IP
LP
31
32
F燃科
11A
11B
11C
11
空気A
30
G1
G2

【図８】


10H
58
圧縮CO2
57
53
50
55
リボイラ
56
12B
52
吸収液再生塔
51
CO2吸収塔
CO2回収装置
12A
14A
15
副HRSG
14
102
103
ダクトバーナ
12
主HRSG
13
13A-1
13A-2
16
16L
16I
16H
HP
IP
LP
31
32
F燃科
11A
11B
11C
11
空気A
30
G1
G2

フロントページの続き

(51)Int.Cl.		F I		テーマコード（参考）
Ｂ０１Ｄ　53/14	*(2006.01)*	Ｂ０１Ｄ	53/14　２００	

Ｆターム(参考) 3G081 BA02 BA11 BC07
4D002 AA09 AC10 BA02 DA31 EA08 FA01 HA08
4D020 AA03 BA16 BC01 CC09