

(19) 日本国特許庁 ( J P )

(12) 公開特許公報 ( A )

(11) 特許出願公開番号

特開平10-80674

(43) 公開日 平成10年(1998) 3月31日

(51) Int.Cl. <sup>6</sup>	識別記号	庁内整理番号	F I	技術表示箇所
B 0 9 B 3/00			B 0 9 B 3/00	3 0 3 E
C 1 0 G 1/10		9547-4H	C 1 0 G 1/10	
F 2 3 G 5/46	Z A B		F 2 3 G 5/46	Z A B Z
	Z A B			Z A B
// B 2 9 B 17/00			B 2 9 B 17/00	

審査請求 未請求 請求項の数 8 O L (全 7 頁) 最終頁に続く

(21) 出願番号 特願平8-237510

(22) 出願日 平成8年(1996) 9月9日

(71) 出願人 000005108

株式会社日立製作所

東京都千代田区神田駿河台四丁目6番地

(71) 出願人 591159491

運輸省船舶技術研究所長

東京都三鷹市新川6丁目38番1号

(71) 出願人 000004455

日立化成工業株式会社

東京都新宿区西新宿2丁目1番1号

(72) 発明者 奥沢 務

茨城県日立市大みか町七丁目2番1号 株

式会社日立製作所電力・電機開発本部内

(74) 代理人 弁理士 小川 勝男

最終頁に続く

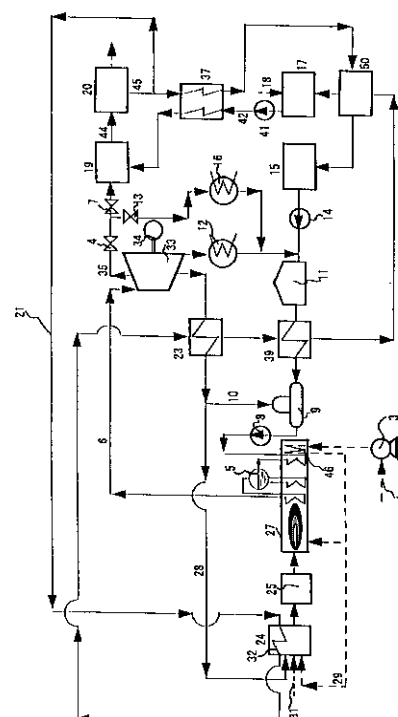
(54) 【発明の名称】 廃プラスチック処理・発電システム

(57) 【要約】

【課題】 効率的に廃FRP等のプラスチック複合材料を処理し、FRP原料ばかりでなく電力も得ることができる低コスト、高効率な廃FRP等のプラスチック複合材料処理システムを提供する。

【解決手段】 プラスチックの燃焼熱を利用して高温高压水を生成する高温高压水生成装置と、プラスチックを含む複合材またはプラスチックを高温高压水生成装置で生成された高温高压水の一部で熱分解する高温高压水分解装置と、高温高压水生成装置で生成された高温高压水の一部により駆動される蒸気タービンを備えたが、高温高压水分解装置で使用した高温高压水の熱回収を行うシステム。

図 1



【特許請求の範囲】

【請求項1】プラスチックの燃焼熱を利用して高温高压水を生成する高温高压水生成装置と、プラスチックを含む複合材またはプラスチックを前記高温高压水生成装置で生成された高温高压水の一部で熱分解する高温高压水分解装置と、前記高温高压水生成装置で生成された高温高压水の一部により駆動される蒸気タービンを備えたことを特徴とする廃プラスチック処理・発電システム。

【請求項2】前記高温高压水分解装置で使用した高温高压水から熱回収する熱回収手段を備えた請求項1に記載の廃プラスチック処理・発電システム。

【請求項3】プラスチックを分解して得た液体燃料の燃焼熱を利用して高温高压水を生成する高温高压水生成装置と、プラスチックを含む複合材またはプラスチックを前記高温高压水生成装置で生成された高温高压水の一部で熱分解する高温高压水分解装置と、前記高温高压水生成装置で生成された高温高压水の一部により駆動される蒸気タービンを備えたことを特徴とする廃プラスチック処理・発電システム。

【請求項4】前記高温高压水分解装置で使用した高温高压水から熱回収する熱回収手段を備えた請求項3に記載の廃プラスチック処理・発電システム。

【請求項5】前記プラスチックを分解して流体燃料化するに際し、熱分解もしくは水添分解するものである請求項4に記載の廃プラスチック処理・発電システム。

【請求項6】前記蒸気タービンの高圧段からの抽気を高温高压水分離装置で使用した高温高压水で再熱して前記蒸気タービンの低圧段に供給する請求項4に記載の廃プラスチック処理・発電システム。

【請求項7】液体燃料の燃焼熱で高温高压水を生成する高温高压水生成装置と、プラスチックを含む複合材またはプラスチックを前記高温高压水生成装置で生成された高温高压水の一部で熱分解する高温高压水分解装置と、前記高温高压水生成装置で生成された高温高压水の一部により駆動される蒸気タービンを備え、前記高温高压水分解装置で使用した高温高压水から熱回収する熱回収手段を設けたことを特徴とする廃プラスチック処理・発電システム。

【請求項8】プラスチックを分解して得た液体燃料の燃焼熱で、もしくは液体燃料の燃焼により駆動されるガスタービンと、該ガスタービンの排ガスで高温高压水を生成する高温高压水生成装置と、プラスチックを含む複合材またはプラスチックを前記高温高压水生成装置で生成された高温高压水の一部で熱分解する高温高压水分解装置と、前記高温高压水生成装置で生成された高温高压水の一部により駆動される蒸気タービンを備え、高温高压水分解装置で使用した高温高压水から熱回収することを特徴とする廃プラスチック処理・発電システム。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】本発明は、廃FRP等のプラスチック複合材料の処理・発電システムに係わり、特に高温高压水を利用した廃FRP等のプラスチック複合材料の処理に好適な処理・発電システムに関する。

【0002】

【従来の技術】廃FRP等のプラスチック複合材料の処理は、補強材としてガラス繊維が含まれているため処分が難しいが、その機能性の良さから主としてFRP船及び浴槽に使用されたため、生産量は増加の一途を辿り、10 実用化された時期から耐用年の30年が経った。この結果、使用を終えた廃FRP等のプラスチック複合材料の処理は焦眉な問題となってきた。

【0003】廃FRP船の焼却装置が運輸省により開発され、廃FRPの燃焼熱を利用するための基盤技術が開発されてきた。

【0004】一方、廃FRP等のプラスチック複合材料を成分に分解して再利用することができる水蒸気添加熱分解法の研究開発も行われている。その中でも、特に高压の蒸気である高温高压水特に、超臨界水を用いた水添加熱分解法が、常圧では起こらない反応が起こりプラスチックの原料にまで分解できるため種々の取り組みが行われている。前者は、廃FRP等のプラスチック複合材料を熱に換えることを主眼としているため、エネルギー的には自立している。これに対し、後者は、原料に戻すことを主眼としているが、工業的に高温高压水を製造するためのエネルギー源について配慮されていない。

【0005】

【発明が解決しようとする課題】前述した廃FRP等のプラスチック複合材料の燃焼処理技術は、廃FRP等のプラスチック複合材料の処理とともに熱エネルギーを得ることができるが、その反面、廃FRP等のプラスチック複合材料中のガラス成分等が混在したまま熔融凝固して燃焼残渣となるため、再利用が難しい。

【0006】一方、廃FRP等のプラスチック複合材料を高温高压水特に、超臨界水で分解する技術は、原料にまで分解でき再利用できる形態で得られるものの、高温高压水を造る熱源を確保する必要がある。又、高温高压水分離後の高温高压水の熱回収及び水回収が配慮されていないという問題があった。

【0007】本発明の第1の目的は、廃FRP等複合プラスチック以外の通常の廃プラスチックの燃焼熱を使用して高温高压水を造り、焼却すると未燃のガラス成分等が残渣となる廃FRP等の複合プラスチックをその高温高压水で分解するという方式でプラスチックの特性に応じて適正に処理できる廃プラスチック処理・発電システムを提供することにある。

【0008】本発明の第2の目的は、余剰の高温高压水で発電し、かつ使用後の高温高压水で燃焼空気予熱、給水予熱等の熱回収を行い、最終的に水を回収する廃プラスチック処理・発電システムを提供することにある。

【0009】本発明の第3の目的は、エネルギー源を確保するとともに、廃FRP等のプラスチック複合材料を含む廃プラスチックが有する未利用エネルギーを利用する廃プラスチック処理・発電システムを提供することにある。

【0010】

【課題を解決するための手段】上記目的を達成するため、本発明の廃プラスチック処理・発電システムは、以下のように構成した。ガラス繊維等の強化材の入った複合プラスチックを高温高压水で分解する高温高压水分解装置と、通常の廃プラスチックを熱分解する熱分解装置、この熱分解装置で発生した流体燃料中から有害ガス及び煤塵を除去する除去装置、除去装置より出てきた流体燃料を燃焼させて高温高压水を造るための熱源を造る燃焼器、この燃焼器での燃焼熱で高温高压水を造るボイラー、高温高压水で発電する蒸気タービンによる発電システムから構成する。さらに、純水製造装置を設け、高温高压水分解装置を経た高温高压水及び分解した気液混合物を熱分解装置の熱源にし、燃焼空気予熱、補給水予熱、給水予熱、廃FRP予熱、蒸気タービン再熱、または蒸気タービン抽気加熱等で熱回収した後、復水して水を回収し純水製造装置で純水にして補給水または廃FRPを供給する際のスラリーの母液として供給する。

【0011】また、ガラス繊維等の強化材の入った複合プラスチックを高温高压水で分解する高温高压水分解装置と、通常の廃プラスチックを熱分解する熱分解装置、この熱分解装置で発生した流体燃料中から有害ガス及び煤塵を除去する除去装置、除去装置より出てきた流体燃料を燃焼させてガスタービンを駆動するための燃焼器、燃焼器の燃焼ガスで駆動するガスタービン発電システム、ガスタービンの排熱で高温高压水を造るボイラー、高温高压水で発電する蒸気タービンによる発電システムから構成する。さらに、純水製造装置を設け、高温高压水分解装置を経た高温高压水及び分解した気液混合物を熱分解装置の熱源にし、燃焼空気予熱、補給水予熱、給水予熱、廃FRP予熱、蒸気タービン再熱、または蒸気タービン抽気加熱等で熱回収した後、復水して水を回収し純水製造装置で純水にして補給水または廃FRPを供給する際のスラリーの母液として供給する。

【0012】

【発明の実施の形態】以下、本発明の一実施例について図面を参照して説明する。図1は、本実施例のシステム構成図である。

【0013】図1に示すように、本実施例の廃プラスチック熱分解流体燃料利用の廃FRP高温高压水分解処理・発電システムは、大きく分けて蒸気タービン系統及び高温高压水利用系統から構成されている。

【0014】本実施例のシステムは、廃プラスチック31を熱分解するための熱分解装置24、熱分解装置24に熱分解用空気を供給する空気系統29、熱分解装置2

4に熱分解用蒸気を供給する蒸気系統28、熱分解装置24に熱分解用の熱を与える熱交換器32、熱分解装置24からの有害ガス、煤塵を除去する有害ガス・煤塵除去装置25、熱分解装置24で生成した流体燃料を燃焼させる燃焼器と燃焼熱を排熱回収する機器が一体となった排熱回収装置27、排熱回収装置27内で燃焼熱を回収して給水から蒸気を作るためのエコノマイザー、蒸発器及び過熱器からなるボイラー5、排熱回収装置27内に設置され燃焼用空気1を予熱する空気予熱器46、ボイラー5から出た水蒸気により駆動される蒸気タービン33、蒸気タービン33によって駆動され発電する発電機34、蒸気タービン33の出口から排出される蒸気を復水する復水器12、復水器12の復水と純水製造装置15からの補給水を流入する復水タンク11、復水タンク11からの水を予熱する復水予熱器39、復水予熱器39で予熱された復水を脱気する脱気器9、脱気器9に注入する蒸気タービン33からの蒸気タービン抽気10を加熱する加熱器23、脱気器9からの水をボイラー5に給水する給水ポンプ8、蒸気タービンの高温高压水抽気35の量をコントロールするバルブ4、蒸気タービン33の高温高压水抽気35の変動分を逃がすためのバルブ13、バルブ13を通った蒸気を復水する復水器16、高温高压水分解装置19で利用する蒸気をコントロールするためのバルブ7、蒸気タービン33の高温高压水抽気35を用いる高温高压水分解装置19、高温高压水分解装置19に廃FRP等のプラスチック複合材料18を供給するために水タンク50からの水と廃FRP等のプラスチック複合材料18を混合してスラリー状に調製する調製タンク17、調製タンク17から高温高压水分解装置19に水と廃FRP等のプラスチック複合材料の混合スラリーを供給するためのスラリー供給ポンプ41、高温高压水分解装置19を出た高温高压水と分解物との混合物44をガスと固液に分けるガス分離器20、ガス分離器20を出た高温高压水・ガス混合物45の一部で分離対象の廃FRP等のプラスチック複合材料混合液を加熱する熱交換器37、ガス分離器20を出た高温高压水・ガス混合物45の一部を加熱器23と復水予熱器39の熱源とした後水を蓄える水タンク50、水タンク50の水を純水にする純水製造装置15及び純水製造装置15の水を復水タンク11に供給する純水供給ポンプ14、燃焼用空気1を排熱回収装置27内に送り込む送風機3、送風機3から出てきた空気を予熱する空気予熱器46から主として構成されている。

【0015】このように構成された本実施例のシステムは、次のように動作する。熱分解装置24においては、空気系統29から供給される予熱空気と蒸気系統28から供給される蒸気が注入された状態で熱交換器32で与えられる熱源により、温度を最高350から450に保ち廃プラスチック31の熱分解を行う。この熱分解により発生した流体燃料から有害ガス・煤塵除去装置25

で煤塵及び塩素ガス等腐食性ガスを除去し、クリーンな燃料として排熱回収装置 27 で燃焼させ、ボイラー 5 で高温高圧水を発生させる。このとき、熱分解装置 24 に組み込まれた熱交換器 32 の熱源としては、ガス分離器 20 を出たガス等混合高温高圧水のうち高温高圧水管路 21 を通る高温高圧水を利用する。この高温高圧水は熱源として利用された後は、加熱器 23, 復水予熱器 39 を経て復水し水タンク 50 に還流する。

【0016】燃焼用空気 1 は、送風機 3 により送風され、排熱回収装置 27 内にある空気予熱器 46 を経て加熱された後、排熱回収装置 27 と熱分解装置 24 に供給され、熱分解装置 24 で発生した流体燃料と合流して燃焼する。この燃焼で発生した高温の燃焼ガスによりボイラー 5 が加熱され蒸気を発生する。このとき、温度と圧力を一定値、374.1, 22.5 MPa 以上に設定すると、蒸気でありながら密度が高いため水の性質も備えた超臨界水という水蒸気が発生する。前述したように、この高温高圧水（超臨界水）は、高反応性を示し、通常の水蒸気で分解が起こりにくいものも分解を促進する効果がある。ここで、圧力は、ボイラー 5 への給水ポンプ 8 で、温度はボイラー 5 の部分で昇温して臨界条件を満たすように制御される。但し、実際には 550 程度、25 MPa 程度に設定する。

【0017】ボイラー 5 で生成した高温高圧水は蒸気管路 6 を通って蒸気タービン 33 に供給され、蒸気タービン 33 を駆動する。この蒸気タービン 33 の回転により、これに連動している発電機 34 も発電する。蒸気タービン 33 から排出された蒸気は、復水器 12 で水になり、復水タンク 11 で補給水を加えられ、復水予熱器 39 で予熱されて脱気器 9 に入る。脱気器 9 では、蒸気タービン 33 の蒸気タービン抽気 10 を加熱器 23 により昇温して注入し復水からの脱気を行う。脱気された水は、給水ポンプ 8 により、ボイラー 5 に還流する。また、蒸気タービン 33 の高温高圧水抽気 35 の量をバルブ 4 で調整しつつ、高温高圧水分解装置 19 で必要な高温高圧水量をバルブ 7 及び 13 で調整して余剰な高温高圧水は復水器 16 で復水し、復水タンク 11 に入る。

【0018】一方、高温高圧水利用系統は、次のように動作する。廃 FRP 等のプラスチック複合材料のスラリー調製タンク 17 で廃 FRP 等のプラスチック複合材料と水とを混ぜスラリー化してスラリー供給ポンプ 41 で高温高圧水分解装置 19 に送り出す。この際、廃 FRP 等のプラスチック複合材料スラリーを熱交換器 37 で超臨界状態に近い状態にして供給する。高温高圧水分解装置 19 では、蒸気タービン 33 の高温高圧水抽気 35（抽気点の条件が、高温高圧水の条件を満たしている高温高圧水抽気 35）を導入して、熱交換器 37 で超臨界状態に近い状態になった廃 FRP 等のプラスチック複合材料スラリーを高温高圧水分解して原料及びガスに分解する。

【0019】分解された物質および高温高圧水との混合物をガス分離器 20 でガス（以下、ガス等混合高温高圧水という）と固液混合物に分離する。このガス等混合高温高圧水の一部は、熱交換器 37 で廃 FRP 等のプラスチック複合材料スラリーを超臨界状態に近い状態に昇温するための熱源として使われた後、熱を奪われて復水し水タンク 50 に還流する。また、ガス分離器 20 を出たガス等混合高温高圧水のうち熱交換器 37 供給分以外は、高温高圧水管路 21 を通り、加熱器 23 で蒸気タービン抽気 10 に熱を与え、さらに、復水予熱器 39 で復水に熱を与えた後、高温高圧水自身は復水し水タンク 50 に還流する。

【0020】水タンク 50 で両系統のガス等混合高温高圧水は復水した状態で合流し、一部は廃 FRP 等のプラスチック複合材料のスラリー調製タンク 17 へスラリー調製用の水として再循環する。水タンク 50 中の水で廃 FRP 等のプラスチック複合材料スラリー調製タンク 17 へ供給される以外の水は純水製造装置へ送られ、純水処理後に給水ポンプ 14 により補給水として復水タンク 11 に供給され再循環する。

【0021】廃プラスチックを燃料とする場合、そのまま燃焼させると塩化ビニール等に含まれる塩素によりボイラー管腐食の原因となる塩化水素が発生し蒸気温度を 300, 30 気圧程度に制限しなくてはならなくなり、高温高圧水の製造が難しくなる。本実施例では、これを避けるため、廃プラスチックを使用後、高温高圧水の熱を利用して熱分解して低温の流体燃料を発生させ、この流体燃料から煤塵と塩化水素を除去し、燃焼の燃料とする。この燃料の燃焼により製造される高温高圧水が蒸気タービンに入り蒸気タービンを駆動する。このとき、蒸気タービンより抽気した高温高圧水を高温高圧水処理装置に入れ、高温高圧水特有の性質である高反応性を利用して廃 FRP 等のプラスチック複合材料を原料にまで分解する。廃 FRP 等のプラスチック複合材料を分解した後の高温高圧水を、通常廃プラスチックの熱分解装置の熱源、燃焼空気の予熱、蒸気タービン系統の給水予熱、抽気再熱、抽気加熱、補給水及び廃 FRP の予熱で回収するとともに復水して水を回収することにより、廃 FRP 等のプラスチック複合材料を含む廃プラスチックを効率的に処理し廃 FRP 等のプラスチック複合材料原料を得るばかりでなく水も電力も得ることができる。このように、燃料費の不要な廃プラスチックを燃焼するので、低コストで処理できる。その結果、水回収及び熱回収を行い熱利用率を高くでき、また、補給水もほとんど不要であり、必要なものは燃料であるので経済的な運転ができる。

【0022】図 2 は、図 1 に示す実施例の変形例であり、熱分解装置 24 の部分を、プラスチックを熱分解するのに蒸気系統 28 を添加しないで分解するシステムである。本例によれば、熱分解に蒸気を使用しないので、

クローズドループで廃プラスチックをクリーン燃料化して廃FRP等のプラスチック複合材料を処理でき、しかも発電できるので低コストで環境に優しく資源の節約が図れるシステムが実現できる。

【0023】図3は、図1の変形例で図1の実施例と異なる点は、高温高压水を作製するに際し廃プラスチックの熱分解流体燃料の燃焼熱を直接使わずにガスタービンを駆動して発電した後、その排ガスを使って高温高压水を作製する点である。すなわち、図1に示す構成に圧縮機52、ガスタービン49、及び発電電動機48を追加したもので、燃焼用空気1を空気予熱器46で予熱し、それを圧縮機52で圧縮した後、燃焼器38に入れ、プラスチックの熱分解流体燃料と混合させて燃焼させる。燃焼後の燃焼ガスをガスタービン49に入れて発電電動機48を駆動し発電する。このとき、ガスタービン49の排ガスを排熱回収装置27に入れボイラー5で高温高压水を発生させる。

【0024】このように、廃プラスチックを使用後、高温高压水の熱を利用して熱分解して低温の流体燃料を発生させ、この流体燃料から煤塵と塩化水素を除去し、燃焼の燃料とする。この燃料の燃焼熱で直接に高温高压水を製造するのではなく、まずガスタービンを駆動して発電し、さらに、このガスタービンの排熱により製造される高温高压水が蒸気タービンに供給し、蒸気タービンを駆動する。このとき、蒸気タービンより抽気した高温高压水を高温高压水処理装置に入れ、高温高压水特有の性質である高反応性を利用して廃FRP等のプラスチック複合材料を原料にまで分解する。このとき、廃FRP等のプラスチック複合材料を分解した後の高温高压水を、熱分解装置の熱源、燃焼空気の予熱、蒸気タービン系統の給水予熱、抽気再熱、抽気加熱、補給水及び廃FRPの予熱で回収するとともに復水して水を回収することにより、廃FRP等のプラスチック複合材料を含む廃プラスチックを効率的に処理し廃FRP等のプラスチック複合材料原料ばかりでなく水も電力も得ることができる。このように、燃料費の不要な廃プラスチックを燃焼するので、低コストで廃FRP等のプラスチック複合材料が処理できる。このように、図1の実施例に比べ燃焼温度の高いものに対し図1の実施例3よりも効率的な運転ができる。

【0025】図4は、図3に示す実施例の変形例で、熱分解装置24の部分が、プラスチックを熱分解するのに蒸気系統28を添加しないで分解するシステムである。この例によれば、熱分解に蒸気を使用しないでクローズドループで廃プラスチックをクリーン燃料化して廃FRP等のプラスチック複合材料を処理でき、しかも発電できるので低コストで環境に優しく資源の節約が図れるシステムが実現できる。

#### 【0026】

【発明の効果】以上、本発明によれば、廃プラスチックの熱分解による生成燃料または通常の市販燃料の燃焼熱により発電及び廃FRP等の焼却の困難な複合プラスチックの分解の有力手段である高温高压水を作成でき、さらに分解に使用した高温高压水の熱及び水並びに複合プラスチック原料の混合物も回収できるので、高効率・低コストで信頼性の高い廃プラスチック処理・発電システムを提供することができる。

10 【0027】特に、廃プラスチックを燃料化する場合は、無料の燃料である廃プラスチックの燃焼熱で作成する高温高压水で、分解の難しい複合プラスチック廃材を分解するばかりでなく電力も獲得できるので、各種廃プラスチックの処理が有機的にかつ低コストにできるといふ特徴がある。

20 【0028】又、高温高压水分解と発電及び廃プラスチックと廃FRP等のプラスチック複合材料が相互補完の形で有機的に結びついているため、使用後の高温高压水の持つエネルギー及び質量が回収でき、発電もでき、かつ廃プラスチックをクリーン化して使用できる。

【0029】又、高温高压水分解で廃FRP等のプラスチック複合材料もクリーンな原料に還元できるので環境に優しく高効率な廃FRP等のプラスチック複合材料、廃プラスチック処理・発電システムを提供することができる。

#### 【図面の簡単な説明】

【図1】本発明の一実施例のシステムの系統図である。

【図2】図1の変形例のシステムの系統図である。

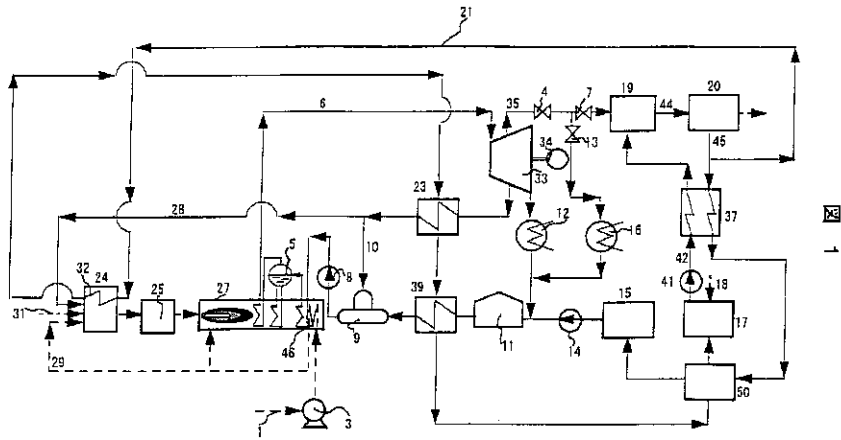
【図3】図1の変形例のシステムの系統図である。

30 【図4】図3の変形例のシステムの系統図である。

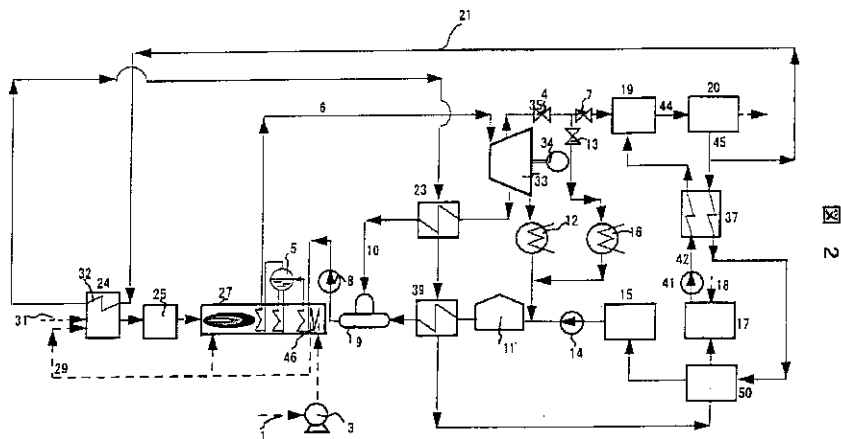
#### 【符号の説明】

1 燃焼用空気、2 燃料、3 送風機、4, 7, 13  
バルブ、5 ボイラー、6 蒸気管路、8, 14 給  
水ポンプ、9 脱気器、10 蒸気タービン抽気、11  
復水タンク、12, 16 復水器、15 純水製造装  
置、17 スラリー調製タンク、18 廃FRP等のプ  
ラ  
スチック複合材料、19 高温高压水分解装置、20  
ガス分離器、21 高温高压水管路、23 加熱器、  
24 熱分解装置、25 有害ガス・煤塵除去装置、2  
40 7 排熱回収装置、28 蒸気系統、29 空気系統、  
31 廃プラスチック、32, 37 熱交換器、33  
蒸気タービン、34 発電機、35 高温高压水抽気、  
38 燃焼器、39 復水予熱器、41 スラリー供給  
ポンプ、42 スラリー、44 高温高压水・分解物混  
合物、45 高温高压水・ガス混合物、46 空気予熱  
器、48 発電電動機、49 ガスタービン、50 水  
タンク、52 圧縮機。

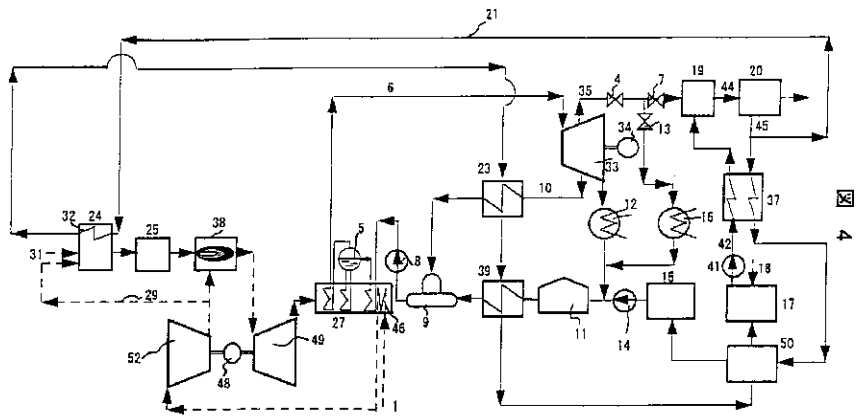
【図 1】



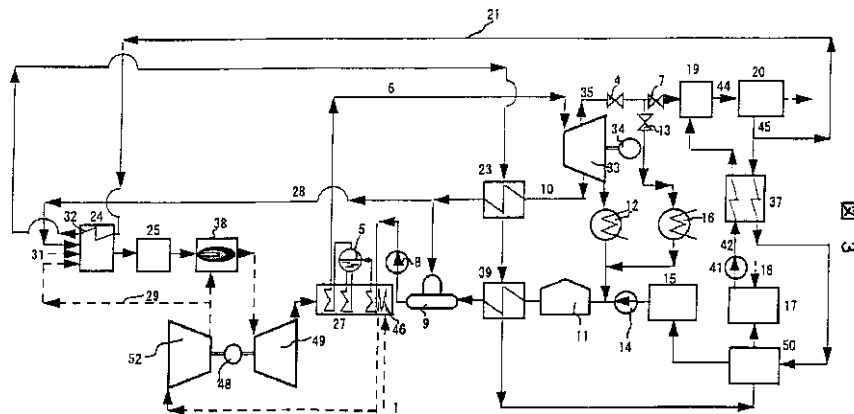
【図 2】



【図 4】



【図3】



フロントページの続き

(51)Int.Cl. <sup>6</sup>	識別記号	庁内整理番号	F I	技術表示箇所
			B 0 9 B 3/00	3 0 2 A

(72)発明者 石垣 幸雄  
茨城県日立市幸町三丁目1番1号 株式会社日立製作所日立工場内

(72)発明者 山根 健次  
東京都三鷹市新川6丁目38番1号 運輸省船舶技術研究所内

(72)発明者 林 慎也  
東京都三鷹市新川6丁目38番1号 運輸省船舶技術研究所内

(72)発明者 野間口 兼政  
茨城県日立市東町四丁目13番1号 日立化成工業株式会社山崎工場内