

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特 許 公 報(B2)

(11) 特許番号

特許第3585544号

(P3585544)

(45) 発行日 平成16年11月4日(2004.11.4)

(24) 登録日 平成16年8月13日(2004.8.13)

(51) Int.Cl.<sup>7</sup>

F I

F O 2 C 3/28

F O 2 C 3/28

F O 2 C 6/08

F O 2 C 6/08

F O 2 C 7/26

F O 2 C 7/26

Z

請求項の数 3 (全 9 頁)

(21) 出願番号 特願平6-283033  
 (22) 出願日 平成6年11月17日(1994.11.17)  
 (65) 公開番号 特開平8-144784  
 (43) 公開日 平成8年6月4日(1996.6.4)  
 審査請求日 平成13年3月13日(2001.3.13)

(73) 特許権者 000003078  
 株式会社東芝  
 東京都港区芝浦一丁目1番1号  
 (74) 代理人 100083161  
 弁理士 外川 英明  
 (72) 発明者 福田 雅文  
 神奈川県横浜市鶴見区末広町2丁目4番地  
 株式会社東芝 京浜事業所内  
 (72) 発明者 田邊 仁志  
 東京都港区芝浦一丁目1番1号 株式会社  
 東芝 本社事務所内

審査官 藤原 直欣

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 石炭ガス化複合発電プラントの運転方法

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項1】

供給される空気によって微粉炭を不完全燃焼させ石炭ガスを発生させるガス化炉と、  
 このガス化炉で発生した石炭ガスを燃焼させる燃焼器と、  
 この燃焼器で発生した燃焼ガスが導かれるタービンと、  
 このタービンに同軸状に接続され空気を案内翼から吸入し前記燃焼器および前記ガス化炉  
 へ供給する圧縮機と、  
 前記圧縮機から前記ガス化炉へ空気を供給するための系統に接続され、少なくとも起動時  
 に前記ガス化炉へ空気を供給する起動用圧縮機と、  
 この起動用圧縮機の下流側を分岐し、その一端の前記起動用圧縮機と前記接続点の間に止  
 め弁を設けるとともに、その他端は放風弁を介して大気側と結ぶ系統を有する石炭ガス化  
 複合発電プラントの運転方法において、  
 通常運転時でかつ発電プラントが所定出力以上となった場合に  
 前記止め弁を開くとともに前記放風弁を制御することにより前記ガス化炉へ供給する空気  
 圧力を一定もしくは前記ガス化炉の要求圧力にしつつ前記圧縮機と起動用圧縮機の双方か  
 ら空気を供給させて成ることを特徴とする石炭ガス化複合発電プラントの運転方法。

【請求項2】

前記起動用圧縮機は起動時および通常運転時でかつ所定出力以上の場合のみ駆動し、  
 起動時には、前記止め弁を開くとともに前記放風弁を制御することにより前記ガス化炉へ  
 供給する空気を前記圧縮機からの空気に徐々に切り替えるとともに、

10

20

通常運転時でかつ所定出力以上の時には、前記止め弁を開くとともに前記放風弁を制御することにより前記ガス化炉へ供給する空気圧力を一定もしくは前記ガス化炉の要求圧力にすることを特徴とする請求項 1 記載の石炭ガス化複合発電プラントの運転方法。

【請求項 3】

前記起動用圧縮機は起動時および通常運転時の双方で常に駆動し、  
起動時には、前記止め弁を開くとともに前記放風弁を制御することにより前記ガス化炉へ供給する空気を徐々に増加させるとともに、  
前記圧縮機は発電プラントの出力が前記起動用圧縮機から供給される空気運転できる出力以上になった時に駆動されて成ることを特徴とする請求項 1 記載の石炭ガス化複合発電プラントの運転方法。

10

【発明の詳細な説明】

【0001】

【産業上の利用分野】

この発明は空気吹の石炭ガス化複合発電プラント（以下 I G C C プラントと略す。）の運転方法に係わり、とりわけ、ガス化炉で必要とする空気の全部または一部をガスタービンの圧縮機から供給する I G C C プラントの運転方法に関する。

【0002】

【従来の技術】

従来の空気吹 I G C C プラントの系統構成を図 3 に示す。

図 3 において I G C C プラント 1 を構成する石炭前処理装置 5 には石炭 5 1 および一次空気 5 4 が投入される。石炭 5 1 は石炭前処理装置 5 内で微粉状になるまで粉碎され、一次空気 5 4 と混合しガス化炉 2 へ送られる。一次空気 5 4 の供給量は供給される石炭 5 1 の量に応じて、一次空気供給配管 6 0 に配設された一次空気流量調節弁 2 7 で調節される。ガス化炉 2 にはこの微粉炭と一次空気 5 4 の混合気の他に、二次空気 5 5 が供給される。二次空気 5 5 の量も一次空気と同様に供給される石炭 5 1 の量に応じて二次空気供給配管 6 1 に配設された二次空気流量調節弁 2 8 によって調節される。ガス化炉 2 では微粉炭が不完全燃焼することにより、低カロリーな所謂石炭ガスが発生する。このガスは脱硫装置 3 へ導かれ、硫化水素等のガスに含まれ大気汚染の原因となる硫黄分が取り除かれる。そして、硫黄分が取り除かれたガスは脱塵装置 4 に導かれ塵等の固形物が取り除かれ精製ガスとなる。

20

30

【0003】

精製ガスは燃料ガス圧力調節弁 2 1 を通り、燃料ガス流量調節弁 2 2 からガスタービン 6 の燃焼器 8 に導かれる。燃料ガス圧力調節弁 2 1 はその下流の燃料ガス圧力計 4 1 の指示により当部の圧力を調節する。燃料ガス流量調節弁 2 2 はガスタービン 6 への要求負荷指令に応じて、ガスタービン 6 へ投入される石炭ガスの量を調節する。

【0004】

圧縮機 7 によって圧縮された空気と脱塵装置 4 から導かれた石炭ガスが燃焼器 8 で混合して燃焼する。その結果発生した高温高压の燃焼ガスは圧縮機 7 に同軸状にロータ 6 2 で接続されたタービン 9 に導かれ、膨張仕事をして排気配管 5 3 から排気され、同じく同軸状に接続された発電機 6 3 を回転させる。圧縮機 7 の入口には大気から空気を導く空気配管 6 5 が配設された入口案内翼 1 0 が設けられ、ガスタービン排ガス温度計 4 2 の指示をガスタービン 6 の運転条件に応じた適正な値になるように角度を調節している。この適正な値とは、例えばガスタービン 6 の最大出力の近辺では、タービン 9 の入口温度が許容最高温度になるような排ガス温度の値である。

40

【0005】

圧縮機 7 からは抽気流量調節弁 2 3 を通して圧縮された空気が抽気される。抽気された空気は熱交換器 1 1 で冷却される。そして、第 1 空気冷却器 1 2、第 2 空気冷却器 1 3 により再び冷却される。第 2 空気冷却器 1 3 で冷却された空気は、空気昇圧機 1 4 でガス化炉 2 の炉内圧力よりも若干量高い圧力まで昇圧される。この空気の一部は空気昇圧機 1 4 のサージングを防止するために、昇圧機循環流量調節弁 2 4 を介して第 2 空気冷却器 1 3 の

50

上流に戻される。また、空気昇圧機 1 4 の起動時には昇圧機起動用放風弁 2 5 から大気へ昇圧された空気を放風する。プラント通常運転時には空気昇圧機 1 4 から出た空気の全ては昇圧空気逆止弁 3 2、昇圧空気止め弁 3 1 を介して熱交換器 1 1 および一次空気流量調節弁 2 7 に導かれる。一次空気量調節弁 2 7 は石炭前処理装置 5 で必要とする石炭輸送用の一次空気 5 4 の量を調節する。また、熱交換器 1 1 に導かれた空気はガスタービン 6 の圧縮機 7 から抽気された空気を冷却するとともに、自身は昇温する。昇温した空気は二次空気流量調節弁 2 8 を通してガス化炉 2 へ供給される。

#### 【0006】

プラント起動時にはガス化炉 2 へ供給される空気は空気供給管 6 4 を介して起動用圧縮機 1 5 から供給される。起動圧縮機 1 5 は大気から空気供給管 6 4 を介して空気を吸入し昇圧した後、起動用空気逆止弁 2 9、起動用空気止め弁 3 0 を通して昇圧空気止め弁 3 1 の下流側に供給される。起動時には昇圧空気止め弁 3 1 が閉じられ、ガス化炉 2 で必要とする空気は起動用圧縮機 1 5 から供給されるようになっている。ガスタービン 6 の出力が 50 % 前後で起動圧縮機 1 5 の流量は最大となる。この時、昇圧空気止め弁 3 1 を徐々に開け空気昇圧機 1 4 からの空気量を増加させる。同時に昇圧空気止め弁 3 1 の下流に配設された空気圧力計 4 3 の指示を一定にすべく、起動用圧縮機放風弁 2 6 が操作され、徐々に開いてゆく。このようにしてガス化炉 2 側へ供給される空気は徐々に起動用圧縮機 1 5 からガスタービン 6 の圧縮機 7 の抽気に切り替えられて行く。この空気源の切り替えが完了すると、起動用空気止め弁 3 0 は全閉され、すべての空気が空気昇圧機 1 4 の側から供給されるようになる。

#### 【0007】

この後ガスタービン 6 の出力を増加するにはガスタービン 6 の負荷要求指令を上げ、ガスタービン 6 へ供給される石炭ガス流量を増加させる。これに伴い、ガス化炉 2 への石炭 5 1 の供給量を増加させ、一次空気 5 4、二次空気 5 5 も増加させる。そして、一次空気 5 4 と二次空気 5 5 の供給源である圧縮機 7 からの抽気量も増加させて行く。ガスタービン 6 が最大出力になると、ガスタービン 6 の入口案内翼 1 0 は全開となり、圧縮機 7 へ空気配管 6 5 から流れる空気量は最大になる。

#### 【0008】

この I G C C プラントにこれ以上の負荷要求をしようとする、石炭ガス流量を増加させ、結果として圧縮機 7 の抽気流量も増加させる必要があるが、入口案内翼 1 0 はすでに全開になっているため、圧縮機 7 の流量を増加させることができない。そのため、ガスタービン排ガス温度の調節ができない。それゆえ、入口案内翼 1 0 が全開で、かつガスタービン排ガス温度が規定値になった状態がプラントの最大出力運転点となる。

#### 【0009】

図 4 はガスタービンプラント出力 0 % から 100 % に至る起動用圧縮機 1 5 からガス化炉 2 への空気流量（実線 A で示す）、圧縮機 7 からガス化炉 2 への抽気空気流量（一点鎖線 B で示す）、ガスタービン 6 への石炭ガス流量（破線 C で示す）、圧縮機 7 の吸込空気流量（実線 D で示す）の動きを示している。

#### 【0010】

##### 【発明が解決しようとする課題】

しかしながら、このようなシステムでは通常運転時（ガスタービン 6 の出力が 50 % 前後で、空気源の切り替えが完了した後）にはガス化炉で必要とする空気の全てはガスタービン 6 から供給され、結果として大気温度によりプラントの最大出力が変化する。図 5 にこの様子を示す。この図 5 の実線 E に見られるように、プラント最大出力は大気温度の上昇に伴って減少する。近年、大気温度上昇時のクーラー使用量の増加によって夏期の電力需要が高まり、電力供給の最大の問題となっている。このような状況では大気温度が高い時に、より高いプラント出力が要求されるのであるが、これまでの I G C C プラントのシステムでは大気温度が上昇すると逆にプラント最大出力が減少するという課題があった。そこで、本発明は、上述の不具合点を鑑み、大気温度上昇時にも高いプラント出力を維持できる I G C C プラント運転方法を提供することを目的とする。

## 【 0 0 1 1 】

## 【課題を解決するための手段】

上記目的を達成するために請求項 1 に係る本発明においては、供給される空気によって微粉炭を不完全燃焼させ石炭ガスを発生させるガス化炉と、このガス化炉で発生した石炭ガスを燃焼させる燃焼器と、この燃焼器で発生した燃焼ガスが導かれるタービンと、このタービンに同軸状に接続され空気を案内翼から吸入し前記燃焼器および前記ガス化炉へ供給する圧縮機と、前記圧縮機から前記ガス化炉へ空気を供給するための系統に接続され、少なくとも起動時に前記ガス化炉へ空気を供給する起動用圧縮機と、この起動用圧縮機の下流側を分岐し、その一端の前記起動用圧縮機と前記接続点の間に止め弁を設けるとともに、その他端は放風弁を介して大気側と結ぶ系統を有する石炭ガス化複合発電プラントの運転方法において、通常運転時でかつ発電プラントが所定出力以上となった場合に前記止め弁を開くとともに前記放風弁を制御することにより前記ガス化炉へ供給する空気圧力を一定もしくは前記ガス化炉の要求圧力にしつつ前記圧縮機と起動用圧縮機の双方から空気を供給させて成ることを特徴とする石炭ガス化複合発電プラントの運転方法の提供である。また、上記目的を達成するために請求項 2 に係る本発明においては、前記起動用圧縮機は起動時および通常運転時でかつ所定出力以上の場合のみ駆動し、起動時には、前記止め弁を開くとともに前記放風弁を制御することにより前記ガス化炉へ供給する空気を前記圧縮機からの空気に徐々に切り替えるとともに、通常運転時でかつ所定出力以上の時には、前記止め弁を開くとともに前記放風弁を制御することにより前記ガス化炉へ供給する空気圧力を一定もしくは前記ガス化炉の要求圧力にすることを特徴とする石炭ガス化複合発電プラントの運転方法の提供である。

10

20

さらに、上記目的を達成するために請求項 3 に係る本発明においては、前記起動用圧縮機は起動時および通常運転時の双方で常に駆動し、起動時には、前記止め弁を開くとともに前記放風弁を制御することにより前記ガス化炉へ供給する空気を徐々に増加させるとともに、前記圧縮機は発電プラントの出力が前記起動用圧縮機から供給される空気運転できる出力以上になった時に駆動されて成ることを特徴とする石炭ガス化複合発電プラントの運転方法の提供である。

## 【 0 0 1 2 】

## 【作用】

この様に構成された請求項 1 および 2 記載の本発明においては、従来最大出力とされてきた出力以上で、ガス化炉へ起動用圧縮機から追加の空気を送風できるようになるので、従来より高いプラント出力を達成できる。

30

## 【 0 0 1 3 】

また、請求項 3 記載の本発明においては、ガス化炉の空気源としてガスタービン抽気と起動用圧縮機からの抽気の双方を使えるので、従来より高いプラント出力を達成することができる。

## 【 0 0 1 4 】

## 【実施例】

以下、本発明に係わる I G C C プラントの運転方法の第 1 実施例を、図 3 および図 1 を参照して説明する。なお、従来の実施例と同一の構成部分には同一符号を付す。

40

## 【 0 0 1 5 】

本発明は従来方法の 1 0 0 % ガスタービン出力以上たとえば 1 2 0 % のガスタービン出力を得るものとして説明する。図 3 は本発明の実施対象である I G C C プラントを示す概略系統図である。系統構成そのものは前述の従来例と同じであるので説明を省略する。

## 【 0 0 1 6 】

図 1 は本発明による運転の一実施例である。なお、図 1 において実線 F は起動用圧縮機 1 5 からガス化炉 2 への空気流量を示し、一点鎖線 G は圧縮機 7 からガス化炉 2 への抽気空気流量を示し、破線 H はガスタービン 6 への石炭ガス流量を示し、実線 I は圧縮機 7 の吸込空気流量を示している。図 1 に示すように、0 % から 1 0 0 % のプラント出力においては従来と全く同じ運転である。入口案内翼 1 0 が全開し、ガスタービン出力が 1 0 0 % 以

50

上となった状態においては、圧縮機 7 からの抽気量は一定、またはガスタービン 6 の状態例えば排ガス温度を規定値に保つように抽気流量調節弁 2 3 によって調節される。起動用空気止め弁 3 0 は 1 0 0 % まで達した時に全閉から全開に駆動される。1 0 0 % 以上のプラント出力では、起動用圧縮機放風弁 2 6 を操作し、放風量を調節することにより、空気圧力計 4 3 の指示を一定値またはガス化炉 2 からの要求圧力値になるような制御をする。放風された空気以外はガス化炉 2 へ供給される。

#### 【0017】

1 0 0 % の運転条件では圧縮機空気流量、圧縮機抽気流量、石炭ガス流量は従来と全く同じ値になる。1 0 0 % を越えると、起動用空気止め弁 3 0 が開かれるので起動用圧縮機 1 5 からガス化炉 2 へ空気を供給できるようになる。ガスタービン 6 の出力を増加させるにはガスタービン 6 の負荷要求指令を上げ、ガスタービン 6 へ供給される石炭ガス流量を増加させる。これに伴い、ガス化炉 2 への石炭 5 1 の供給量が増加し、一次空気 5 4、二次空気 5 5 も増加する。一次空気 5 4 と 二次空気 5 5 の供給源としては、本発明では圧縮機 7 からの抽気以外に、起動用圧縮機 1 5 の吐出空気も利用できるようになっている。圧縮機 7 からの抽気は一定またはガスタービン 6 の状態を規定値に保つように抽気流量調節弁 2 3 により制御されているので、一次空気 5 4、二次空気 5 5 の流量が増加した場合、圧縮機 7 からの抽気は必ずしも増加するとは限らない。この場合、この追加流量を補完するのは、起動用圧縮機 1 5 の吐出空気である。一次空気 5 4、二次空気 5 5 の流量が増加し始めると、空気圧力計 4 3 の指示が下がり始めるが、これを抑えるべく起動用圧縮機放風弁 2 6 が閉動作し、ガス化炉 2 側への空気量を増加させ、空気圧力計 4 3 を一定値またはガス化炉 2 からの要求圧力値になるように制御する。

#### 【0018】

その結果、従来の最大出力を越えたプラント出力でもガス化に必要とされる空気がガス化炉 2 へ供給することができるようになり、ガス化炉 2 は従来例よりも多量の石炭ガスを安定して供給することができ、従来よりも高いプラント出力が達成される。

#### 【0019】

次に図 2 を参照して本発明の第 2 実施例について説明する。

図 2 は本発明の I G C C プラント運転の第 2 実施例を示す特性図である。

説明の都合上、第 1 実施例と同様に 1 0 0 % のガスタービン出力を従来方法でのガスタービン最大出力とする。ここで図 2 において、実線 J は起動用圧縮機 1 5 からガス化炉 2 への空気流量を示し、実線 K は圧縮機 7 の吸込空気流量を示し、一点鎖線 L は圧縮機 7 からガス化炉 2 への抽気空気流量を示し、破線 M はガスタービン 6 への石炭ガス流量を示している。

#### 【0020】

図 2 に示される様にプラント起動時にはガス化炉 2 へ供給される空気は起動用圧縮機 1 5 から供給される。起動用圧縮機 1 5 は空気供給配管 1 4 から空気を吸入し、昇圧した後、起動用空気逆止弁 2 9、起動用空気止め弁 3 0 を介して昇圧空気止め弁 3 1 の下流に供給される。起動時には昇圧空気止め弁 3 1 が閉鎖されており、ガス化炉 2 で必要とする空気は起動用圧縮機 1 5 から供給されるようになっている。ガスタービン 6 の出力が約 5 0 % で起動用圧縮機 1 5 の流量は最大となる。この時、昇圧空気止め弁 3 1 を徐々に開け、全開として空気昇圧機 1 4 から空気を送入できるようにする。この時点で、従来方法と第 1 実施例ではガス化炉 2 への全ての供給空気を空気昇圧機 1 4 からの空気ひいては圧縮機 7 からの抽気空気に置き換える空気源切り替えが行われたが、本第 2 実施例ではこの空気源切り替えを行わない。そして、抽気流量調節弁 2 3 を操作し、圧縮機 7 からの抽気空気流量を調節し、空気圧力計 4 3 の指示が一定値またはガス化炉 2 からの要求圧力値になるように制御を行う。

#### 【0021】

以上の運転方法において、プラント起動時には従来例と同様にガス化炉 2 へ供給される空気は起動用圧縮機 1 5 から供給される。起動用圧縮機 1 5 は空気供給配管 6 4 から空気を吸入し、昇圧した後、起動用空気逆止弁 2 9、起動用空気止め弁 3 0 を介して昇圧空気止

め弁 3 1 の下流に供給される。起動時には昇圧空気止め弁 3 1 が閉鎖されており、ガス化炉 2 で必要とする空気は起動用圧縮機 1 5 から供給されるようになっている。ガスタービン 6 の出力が約 5 0 % 前後で起動用圧縮機 1 5 の流量は最大となる。

#### 【 0 0 2 2 】

この後、ガスタービン 6 の出力を増加するにはガスタービン 6 の負荷要求指令を上げ、ガスタービン 6 へ供給される石炭ガス流量を増加させる。これに伴い、ガス化炉 2 への石炭 5 1 の供給量が増加し、一次空気 5 4、二次空気 5 5 も増加する。しかし、起動用圧縮機 1 5 はすでに最大流量を供給しているので起動用圧縮機 1 5 からの空気はこれ以上の空気は期待できない。従来例ではこの時点で空気源切り替えを行い、すべての空気を圧縮機 7 からの抽気により切り替えていたが、本発明では起動用圧縮機 1 5 の吐出空気は最大流量をそのまま利用し、圧縮機 7 からの抽気を追加することにより増加するガス化炉 2 への供給空気を賄うこととする。一次空気 5 4、二次空気 5 5 の流量が増加し始めると、空気圧力計 4 3 の指示が下がり始めるが、本発明ではこれを抑えるべく抽気流量調節弁 2 6 が開き勝手となり、ガス化炉 2 側への空気量を増加させ、空気圧力計 4 3 を一定値またはガス化炉 2 からの要求圧力値になるように制御する。さらにプラント出力を増加させると、ガスタービン 6 の排ガス温度が上昇し、これを規定値に抑えるべく入口案内翼 1 0 が開く。プラント出力を上昇させ、入口案内翼 1 0 が全開した状態が最大出力である。この出力は従来例での最大出力を 1 0 0 % とすると、1 0 0 % 以上になり、例えば 1 2 8 % になるとの試算もある。

#### 【 0 0 2 3 】

その結果、従来の最大プラント出力以上でもガス化に必要とされる空気がガス化炉 2 へ供給することができるようになり、従来よりも高いプラント出力を安定して供給することができる。さらに、起動用圧縮機 1 5 が所定出力の範囲で停止させる必要もなく、運転制御をより容易にすることができる。

#### 【 0 0 2 4 】

##### 【発明の効果】

請求項 1 および請求項 2 に係る本発明においては、通常運転時で所定出力以上となった場合に圧縮機と起動用圧縮機の双方から空気を供給するので空気供給量を増加させることができ、プラント出力をより効率的に増加させることができる。

#### 【 0 0 2 5 】

請求項 3 に係る本発明においては、上述した効果の他に起動用圧縮機を所定出力の範囲で停止させる制御が必要となり、運転制御をより容易にすることができる。

#### 【図面の簡単な説明】

【図 1】本発明の第 1 実施例に係る石炭ガス化複合発電プラントの運転方法を示す特性図。

【図 2】本発明の第 2 実施例に係る石炭ガス化複合発電プラントの運転方法を示す特性図。

【図 3】本発明に適用される石炭複合発電プラントの概略系統図。

【図 4】石炭ガス化複合発電プラントの運転方法の従来例を示す特性図。

【図 5】プラント出力と大気温度の関係を示す特性図。

#### 【符号の説明】

- 1 ... 石炭ガス化複合発電プラント ( I G C C プラント )
- 2 ... ガス化炉
- 6 ... ガスタービン
- 7 ... 圧縮機
- 8 ... 燃焼器
- 9 ... タービン
- 1 0 ... 入口案内翼
- 1 4 ... 空気昇圧機
- 1 5 ... 起動用圧縮機

10

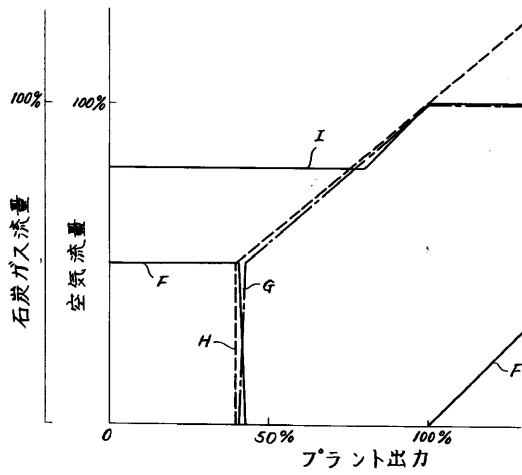
20

30

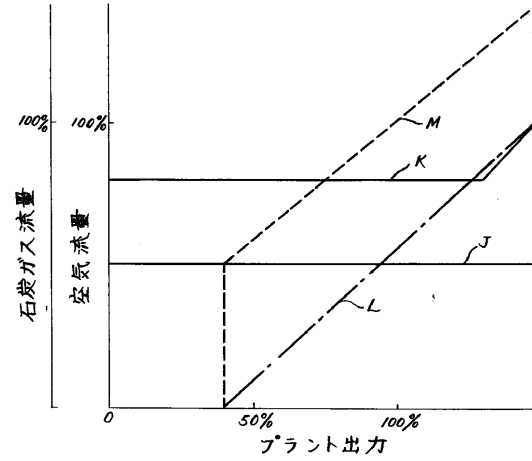
40

50

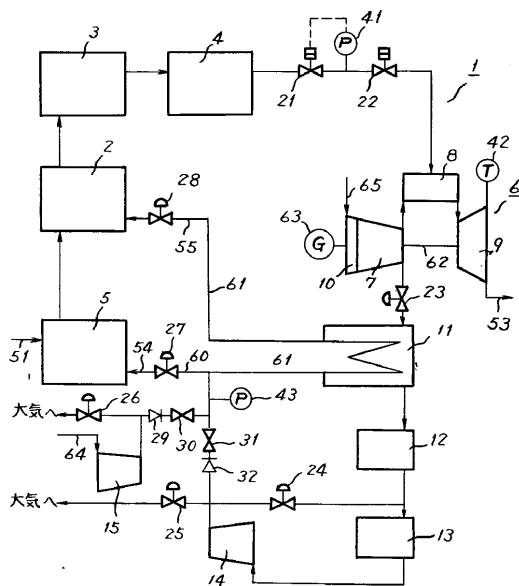
【図 1】



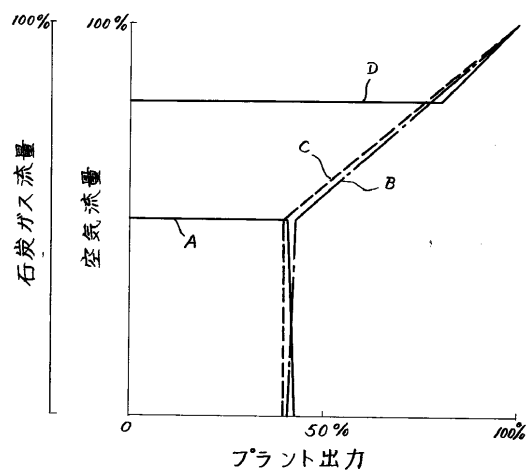
【図 2】



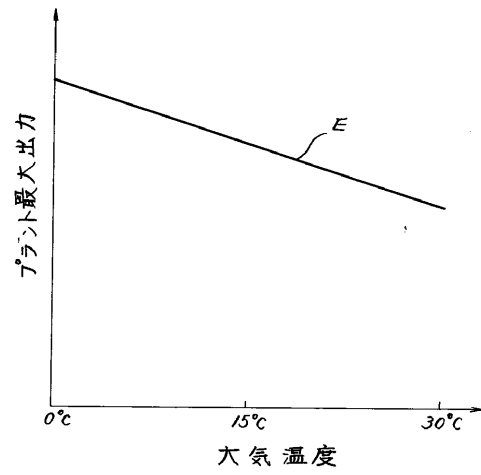
【図 3】



【図 4】



【図 5】





---

フロントページの続き

- (56)参考文献 特開平02-157426(JP,A)  
特開平05-321610(JP,A)  
特開平07-286186(JP,A)  
特開昭63-192919(JP,A)  
特開平04-358708(JP,A)

- (58)調査した分野(Int.Cl.<sup>7</sup>, DB名)  
F02C 3/28、6/08、7/26