

(19) 日本国特許庁 (JP)

(12) 特 許 公 報 (B2)

(11) 特許番号

特許第4940352号
(P4940352)

(45) 発行日 平成24年5月30日 (2012.5.30)

(24) 登録日 平成24年3月2日 (2012.3.2)

(51) Int. Cl.

F I

F O 1 D 17/00 (2006.01)

F O 1 D 17/00 M

F O 1 D 15/08 (2006.01)

F O 1 D 15/08 C

F O 1 D 15/10 (2006.01)

F O 1 D 15/10 A

H O 2 P 9/04 (2006.01)

F O 1 D 17/00 V

H O 2 P 9/04 E

請求項の数 6 (全 7 頁)

(21) 出願番号 特願2010-527443 (P2010-527443)
 (86) (22) 出願日 平成20年10月1日 (2008.10.1)
 (65) 公表番号 特表2010-540829 (P2010-540829A)
 (43) 公表日 平成22年12月24日 (2010.12.24)
 (86) 国際出願番号 PCT/EP2008/063149
 (87) 国際公開番号 W02009/043875
 (87) 国際公開日 平成21年4月9日 (2009.4.9)
 審査請求日 平成22年6月4日 (2010.6.4)
 (31) 優先権主張番号 07019475.8
 (32) 優先日 平成19年10月4日 (2007.10.4)
 (33) 優先権主張国 欧州特許庁 (EP)

(73) 特許権者 390039413
 シーメンス アクチエンゲゼルシャフト
 Siemens Aktiengesellschaft
 ドイツ連邦共和国 D-80333 ミュンヘン
 ヴィッテルスバッハープラッツ 2
 Wittelsbacherplatz
 2, D-80333 Muenchen, Germany
 (74) 代理人 100061815
 弁理士 矢野 敏雄
 (74) 代理人 100099483
 弁理士 久野 琢也

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 発電機・蒸気タービン・ターボ圧縮機ライン及び発電機・蒸気タービン・ターボ圧縮機ラインを運転する方法

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項 1】

周波数変化可能な発電機 (2) と蒸気タービン (3) と該発電機 (2) 及び / 又は蒸気タービン (3) によって駆動可能なターボ圧縮機 (4) とを備えた、発電機・蒸気タービン・ターボ圧縮機ライン (1) であって、発電機 (2) と蒸気タービン (3) とターボ圧縮機 (4) とが互いに連結されて 1 つの軸系 (5) を形成しており、発電機 (2) が、回路網への給電のために電気回路網 (6) に電氣的に連結可能であり、蒸気タービン (3) が、該蒸気タービン (3) への新鮮蒸気の供給のために新鮮蒸気供給装置 (7) に接続可能であり、これにより発電機・蒸気タービン・ターボ圧縮機ライン (1) が、回路網給電の変化によって及び / 又は新鮮蒸気供給によって、回転数調整可能であり、蒸気タービン (3) が、新鮮蒸気供給装置 (7) から蒸気タービン (3) への新鮮蒸気の供給のために新鮮蒸気弁 (8) を有しており、該新鮮蒸気弁 (8) によって新鮮蒸気供給が調整可能であり、これにより発電機・蒸気タービン・ターボ圧縮機ライン (1) が新鮮蒸気弁 (8) を用いて回転数調整可能であり、発電機・蒸気タービン・ターボ圧縮機ライン (1) が周波数変換器 (9) を有していて、該周波数変換器 (9) を用いて発電機 (2) が回路網への給電のために電気回路網 (6) に電氣的に連結可能であり、かつ発電機 (2) の出力が調整可能であり、その結果発電機・蒸気タービン・ターボ圧縮機ライン (1) が周波数変換器 (9) を用いて回転数調整可能であることを特徴とする、発電機・蒸気タービン・ターボ圧縮機ライン。

【請求項 2】

発電機(2)が発電機運転と駆動モータ運転とにおいて運転可能である、請求項1記載の発電機・蒸気タービン・ターボ圧縮機ライン。

【請求項3】

発電機(2)が高回転する発電機である、請求項1又は2記載の発電機・蒸気タービン・ターボ圧縮機ライン。

【請求項4】

請求項1から3までのいずれか1項記載の発電機・蒸気タービン・ターボ圧縮機ライン(1)を運転する方法であって、下記のステップ、すなわち、

発電機・蒸気タービン・ターボ圧縮機ライン(1)を準備し、

発電機(2)の回路網への給電の変化及び/又は蒸気タービン(3)への新鮮蒸気の供給の変化を、発電機・蒸気タービン・ターボ圧縮機ライン(1)の回転数調整のために行い、

10

周波数変換器(9)を備えた発電機・蒸気タービン・ターボ圧縮機ライン(1)を準備し、

発電機・蒸気タービン・ターボ圧縮機ライン(1)の回転数調整のために周波数変換器(9)によって発電機(2)の出力を変化させる、というステップを有することを特徴とする、発電機・蒸気タービン・ターボ圧縮機ラインを運転する方法。

【請求項5】

新鮮蒸気弁(8)を備えた蒸気タービン(3)を準備し、

発電機・蒸気タービン・ターボ圧縮機ライン(1)の回転数調整のために新鮮蒸気弁(8)の調節位置を変化させ、

20

通常運転時に、完全に開放制御された新鮮蒸気弁(8)によって蒸気タービン(3)を運転する、というステップを有する、請求項4記載の方法。

【請求項6】

発電機運転と駆動モータ運転とにおいて運転可能な発電機(2)を準備し、

始動運転時に、発電機(2)を駆動モータ運転で運転する、というステップを有する、請求項4又は5記載の方法。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

30

本発明は、発電機と蒸気タービンとターボ圧縮機とから成る発電機・蒸気タービン・ターボ圧縮機ライン、並びにこの発電機・蒸気タービン・ターボ圧縮機ラインを運転する方法に関する。

【0002】

ターボ圧縮機は例えば化学工場の設備において使用される。このような設備においては通常、熱エネルギーがプロセス蒸気として提供される。プロセス蒸気はプロセス蒸気系において準備され、このプロセス蒸気系からプロセス蒸気は、蒸気タービンを駆動するために取り出すことができる。蒸気タービンは通常、ターボ圧縮機を駆動するために働く。

【0003】

通常、ターボ圧縮機は、ターボ圧縮機の種々異なった回転数に伴って生じ得る種々異なった運転状態において運転される。ターボ圧縮機の回転数は通常、ターボ圧縮機によって受容される駆動出力に影響を与え、この場合プロセス蒸気系によって準備された熱出力は、通常、ターボ圧縮機の運転のために必要な出力よりも大きい。この出力過剰は、ターボ圧縮機の出力消費の低下に伴って増大する。

40

【0004】

通常、このような出力過剰は使用されないか又は、設備内に付加的に設けられた、蒸気タービンと発電機とから成る蒸気タービンセットにおいて流れる。

【0005】

図2には、発電機101と蒸気タービン102とを有する蒸気タービンセットが示されている。蒸気タービン102は発電機101を、第1の連結体104を介して駆動する。

50

蒸気タービン 102 を駆動するために、新鮮蒸気管路 106 から蒸気タービン 102 に新鮮蒸気が供給される。発電機 101 によって生ぜしめられた電気出力は、電源網 107 に送られる。

【0006】

さらに新鮮蒸気管路 106 の蒸気によって、別の蒸気タービン 108 が駆動され、この蒸気タービン 108 自体は、連結体 105 を介してターボ圧縮機 103 を駆動するためにこのターボ圧縮機 103 と連結されている。ターボ圧縮機 103 の回転数は、回転数フィードバック装置 109 を用いて調整され、この回転数フィードバック装置 109 は新鮮蒸気弁 108a を制御する。これによって回転数フィードバック装置 109 を用いたターボ圧縮機 103 のための予め設定された回転数の基準値の下で、新鮮蒸気弁 108a は制御され、新鮮蒸気管路 106 から蒸気タービン 108 に供給される蒸気量は、ターボ圧縮機 103 が所定の回転数に調整されるように調節されている。

10

【0007】

調整技術及びプロセス技術上の理由から、蒸気タービン 108 はターボ圧縮機 103 を駆動するために過剰寸法で設計されている。蒸気タービン 108 は、新鮮蒸気管路 106 の最小パラメータ時に、ターボ圧縮機 103 の最大に必要な駆動出力を準備しなくてはならない。さらに蒸気タービン 108 は、新鮮蒸気パラメータが減じられた場合においても、ターボ圧縮機 103 の始動を可能にしなければならない。従って定格出力において蒸気タービン 108 は、最大蒸気流量の約 70% でしか負荷されない。その結果蒸気タービン 108 は、大部分の運転時間において新鮮蒸気弁 108a によって絞られて運転されることになる。これによって蒸気タービン 108 の効率は、その最大効率のはるか下に位置することになる。

20

【0008】

蒸気タービン 102 及び発電機 101 を用いて、新鮮蒸気管路 106 内において利用できる過剰の新鮮蒸気が流される。しかしながら設備に蒸気タービン 102 及び発電機 101 を付加的に設けることは、手間が掛かりかつコストの無駄である。

【0009】

図 3 には発電機 101 と蒸気タービン 102 とターボ圧縮機 103 とを有する汎用のラインが示されている。蒸気タービン 102 には、新鮮蒸気が新鮮蒸気管路 106 から供給され、蒸気タービン 102 は連結体 104 を用いて発電機 101 と駆動連結され、連結体 105 を用いてターボ圧縮機 103 と駆動連結されている。

30

【0010】

発電機 101 において生じた電気出力は、電気回路網 107 に送られる。ターボ圧縮機 103 は一定の回転数で運転される。

【0011】

蒸気タービン 102 は、既に述べた理由から、定格出力及び部分負荷で絞られて運転されるので、蒸気タービン 102 の効率は同様にその最適効率を下回っている。さらに、ターボ圧縮機 103 の回転数を調整することも不可能であり、これによって、プロセス全体の効率に損失が生じる。

【0012】

40

ゆえに本発明の課題は、高い効率と良好な調整可能性とを有しかつ僅かな設備コストしか必要としない、発電機・蒸気タービン・ターボ圧縮機ライン並びにこの発電機・蒸気タービン・ターボ圧縮機ラインを運転する方法を提供することである。

【0013】

この課題を解決するために本発明の構成では、周波数変化可能な発電機と蒸気タービンと該発電機及び/又は蒸気タービンによって駆動可能なターボ圧縮機とを備えた、発電機・蒸気タービン・ターボ圧縮機ラインにおいて、発電機と蒸気タービンとターボ圧縮機とが互いに連結されて 1 つの軸系を形成しており、発電機が、回路網への給電のために電気回路網に電氣的に連結可能であり、蒸気タービンが、該蒸気タービンへの新鮮蒸気の供給のために新鮮蒸気供給管路に接続可能であり、これにより発電機・蒸気タービン・ターボ

50

圧縮機ラインが、回路網への給電の変化によって及び／又は新鮮蒸気の供給によって、回転数調整可能であるようにした。

【0014】

前記課題を解決するために、発電機・蒸気タービン・ターボ圧縮機ラインを運転する本発明の方法では、発電機・蒸気タービン・ターボ圧縮機ラインを準備し、発電機の回路網への給電の変化及び／又は蒸気タービンへの新鮮蒸気の供給の変化を、発電機・蒸気タービン・ターボ圧縮機ラインの回転数調整のために行う、というステップを有するようにした。

【0015】

発電機・蒸気タービン・ターボ圧縮機ラインにおいて、ターボ圧縮機は蒸気タービンによって運転可能であり、この場合発電機・蒸気タービン・ターボ圧縮機ラインのために準備されたプロセスエネルギーは完全に変換される。蒸気タービンが発電機を駆動することによって、付加的な発電機駆動装置を設ける必要がないので、発電機・蒸気タービン・ターボ圧縮機ラインのための投資コストは僅かになる。

10

【0016】

発電機・蒸気タービン・ターボ圧縮機ラインにおける蒸気タービンは、完全に開放制御された蒸気調整弁によって運転可能である。そしてこれによって、蒸気タービンの高い効率が得られ、その結果プロセスエネルギーの発生量は高くなる。

【0017】

さらに、発電機・蒸気タービン・ターボ圧縮機ラインにおけるターボ圧縮機の出力を、可変の回転数によって調整できるようにすることも可能であり、このような構成によって、ターボ圧縮機の出力調整が効果的になる。

20

【0018】

ターボ圧縮機の始動時に、発電機をモータとして運転することが可能であり、このようにすると、ターボ圧縮機の始動時に発電機によって付加的な駆動出力が準備される。これによって、ターボ圧縮機の高い出力需要時において場合によっては存在する低い蒸気パラメータ時にも、ターボ圧縮機の始動を実現できるように、蒸気タービンを設計する必要がなくなる。そしてその結果蒸気タービンは安価に構成することができ、ひいては蒸気タービンのための投資コストは僅かになる。さらに蒸気タービンは通常運転においてまったく又は僅かしか絞られずに運転されることができるので、蒸気タービンの効率も高まる。

30

【0019】

本発明の有利な構成では、蒸気タービンが、新鮮蒸気供給装置から蒸気タービンへの新鮮蒸気の供給のために新鮮蒸気弁を有しており、該新鮮蒸気弁によって新鮮蒸気供給が調整可能であり、これにより発電機・蒸気タービン・ターボ圧縮機ラインが新鮮蒸気弁を用いて回転数調整可能である。

【0020】

これによって、蒸気タービンへのエネルギー供給が、相応な弁位置を有する新鮮蒸気弁によって調整できるようになる。その結果蒸気タービンの出力、ひいては蒸気タービンの回転数を簡単に調整することができる。

【0021】

40

さらに、別の有利な構成では、発電機・蒸気タービン・ターボ圧縮機ラインが周波数変換器を有していて、該周波数変換器を用いて発電機が回路網への給電のために電気回路網に電氣的に連結可能であり、かつ発電機の出力が調整可能であり、その結果発電機・蒸気タービン・ターボ圧縮機ラインが周波数変換器を用いて回転数調整可能である。

【0022】

周波数変換器を用いて、回路網への給電時における発電機の出力が変化可能であり、その結果発電機の出力需要をターボ圧縮機の出力需要に合わせることができる。これによって蒸気タービンの駆動出力を所定することができ、ひいては新鮮蒸気供給装置の出力供給に合わせることができる。これにより、新鮮蒸気供給装置の完全な蒸気供給を蒸気タービンにおいて弛緩もしくは膨張させることができ、ターボ圧縮機は所望の運転状態において

50

運転可能となる。

【 0 0 2 3 】

発電機が発電機運転と駆動モータ運転とにおいて運転可能であると、有利である。

【 0 0 2 4 】

発電機が発動モータ運転で運転される場合には、発電機によって付加的な駆動出力が準備される。この付加的な駆動出力は、例えばターボ圧縮機の始動時において、例えば新鮮蒸気供給装置の蒸気供給がターボ圧縮機の始動のために少なすぎる場合に、必要である。これによって、蒸気タービンの駆動出力がそれだけでは不十分な場合でも、ターボ圧縮機を始動させることが可能になる。駆動モータ運転時には、発電機は電源網から出力を得る。

10

【 0 0 2 5 】

発電機が高回転する発電機であると、有利である。

【 0 0 2 6 】

発電機・蒸気タービン・ターボ圧縮機ラインを運転する方法では、下記のステップ、すなわち、新鮮蒸気弁を備えた蒸気タービンを準備し、発電機・蒸気タービン・ターボ圧縮機ラインの回転数調整のために新鮮蒸気弁の調節位置を変化させ、通常運転時に、完全に開放制御された新鮮蒸気弁によって蒸気タービンを運転する、というステップを有していると、有利である。

【 0 0 2 7 】

このようにすると、通常運転時に蒸気タービンは、部分負荷時ではなく定格負荷時に運転されるので、蒸気タービンの効率は高くなる。

20

【 0 0 2 8 】

さらに、発電機・蒸気タービン・ターボ圧縮機ラインを運転する有利な方法では、周波数変換器を備えた発電機・蒸気タービン・ターボ圧縮機ラインを準備し、発電機・蒸気タービン・ターボ圧縮機ラインの回転数調整のために周波数変換器によって発電機の出力を変化させる、というステップを有している。

【 0 0 2 9 】

さらにまた、発電機・蒸気タービン・ターボ圧縮機ラインを運転する別の有利な方法では、発電機運転と駆動モータ運転とにおいて運転可能な発電機を準備し、始動運転時に、発電機を駆動モータ運転で運転する、というステップを有している。

30

【 0 0 3 0 】

次に図面を参照しながら本発明による発電機・蒸気タービン・ターボ圧縮機ラインの有利な実施例を説明する。

【図面の簡単な説明】

【 0 0 3 1 】

【図 1】本発明による発電機・蒸気タービン・ターボ圧縮機ラインを概略的に示す図である。

【図 2】従来技術による蒸気タービン・ターボ圧縮機ラインと蒸気タービン・発電機ラインとを概略的に示す図である。

【図 3】従来技術による発電機・蒸気タービン・ターボ圧縮機ラインを概略的に示す図である。

40

【 0 0 3 2 】

図 1 に示されているように、発電機・蒸気タービン・ターボ圧縮機ライン 1 は、発電機 2 と蒸気タービン 3 とターボ圧縮機 4 とを有しており、これらは 1 つの軸系 5 を形成している。蒸気タービン 3 は発電機 2 を駆動するためにこの発電機 2 と第 1 の連結体 5 a を用いて連結され、かつターボ圧縮機 4 を駆動するために第 2 の連結体 5 b を用いて連結されている。蒸気タービン 3 は、新鮮蒸気供給装置 7 からの蒸気によって運転され、この場合蒸気タービン 3 への蒸気流は、新鮮蒸気弁 8 によって調整可能である。新鮮蒸気弁 8 は回転数フィードバック装置 10 を用いて、軸系 5 の回転数が供給されるように該軸系 5 と連結されている。回転数フィードバック装置 10 を用いて新鮮蒸気弁 8 は、軸系 5 が回転数

50

調整されるように制御可能である。

【 0 0 3 3 】

発電機 2 は周波数変換器 9 を介して、電気回路網 6 と回路網への給電のために連結されている。周波数変換器 9 は回転数フィードバック装置 1 1 を用いて軸系 5 の回転数が供給されるように該軸系 5 と連結されている。

【 0 0 3 4 】

蒸気タービン 3 は新鮮蒸気弁 8 と回転数フィードバック装置 1 0 とを用いて、ターボ圧縮機 4 が回転数調整されて駆動されるようになっている。さらに蒸気タービン 3 は発電機 2 を駆動するために 1 つの軸系 5 において発電機 2 と組み合わせられている。発電機 2 及び周波数変換器 9 は、ターボ圧縮機 4 の始動時における臨界条件が付加的な補助エネルギーを必要とした場合に、電動機によって駆動されることもできる。蒸気タービン 3 は通常運転時には、完全に開放制御された新鮮蒸気弁 8 によって運転されるので、蒸気タービン 3 は定格出力で高効率に運転されることができる。

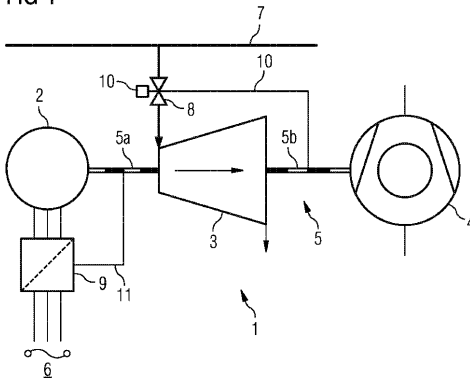
【 0 0 3 5 】

蒸気タービン 3 の定格出力時における過剰出力は、発電機 2 において電気出力を生ぜしめるために利用される。

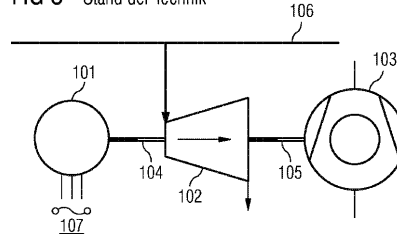
【 0 0 3 6 】

周波数変換器 9 を用いて、発電機 2 によって、回路網 6 の各回路網周波数を備えた三相交流が生ぜしめられ、この交流は回路網 6 に供給されることができる。必要とあれば発電機 2 は電動機運転によって、ターボ圧縮機 4 を始動するための機械的な出力を付加的に準備することができる。軸系 5 の回転数調整は、回路網給電出力の適合によって又は、発電機 2 の一定出力時には蒸気タービン 3 の新鮮蒸気弁 8 を介して行われる。発電機 2 の出力調整は周波数変換器 9 において行われる。

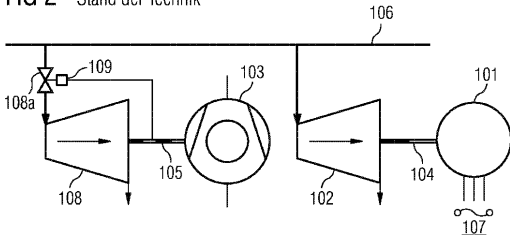
【 図 1 】
FIG 1



【 図 3 】
FIG 3 Stand der Technik



【 図 2 】
FIG 2 Stand der Technik



フロントページの続き

- (74)代理人 100112793
弁理士 高橋 佳大
- (74)代理人 100128679
弁理士 星 公弘
- (74)代理人 100135633
弁理士 二宮 浩康
- (74)代理人 100114890
弁理士 アインゼル・フェリックス＝ラインハルト
- (72)発明者 オリヴァー ベレント
ドイツ連邦共和国 ゲルリッツ ヤーコブシュトラッセ 13
- (72)発明者 イェンス ハンペル
ドイツ連邦共和国 パウツェン ケーテ - コルヴィッツ - シュトラッセ 10
- (72)発明者 オーラフ シュミット
ドイツ連邦共和国 ゲルリッツ リンデンヴェーク 3

審査官 稲葉 大紀

- (56)参考文献 特開昭58-005407(JP,A)
特開昭62-099602(JP,A)
国際公開第2006/084809(WO,A1)

- (58)調査した分野(Int.Cl., DB名)
F01D 15/00,17/00