

(19) 日本国特許庁 (JP)

(12) 特 許 公 報 (B2)

(11) 特許番号

特許第6183994号
(P6183994)

(45) 発行日 平成29年8月23日 (2017. 8. 23)

(24) 登録日 平成29年8月4日 (2017. 8. 4)

(51) Int. Cl.	F 1
F O 2 C 7/057 (2006. 01)	F O 2 C 7/057
F O 2 C 7/36 (2006. 01)	F O 2 C 7/36
F O 2 C 6/18 (2006. 01)	F O 2 C 6/18 A

請求項の数 14 (全 10 頁)

(21) 出願番号	特願2013-111429 (P2013-111429)	(73) 特許権者	390041542
(22) 出願日	平成25年5月28日 (2013. 5. 28)		ゼネラル・エレクトリック・カンパニー
(65) 公開番号	特開2013-249836 (P2013-249836A)		アメリカ合衆国、ニューヨーク州 1 2 3
(43) 公開日	平成25年12月12日 (2013. 12. 12)		4 5、スケネクタデイ、リバーロード、1
審査請求日	平成28年5月25日 (2016. 5. 25)		番
(31) 優先権主張番号	13/485, 273	(74) 代理人	100137545
(32) 優先日	平成24年5月31日 (2012. 5. 31)		弁理士 荒川 聡志
(33) 優先権主張国	米国 (US)	(74) 代理人	100105588
			弁理士 小倉 博
		(74) 代理人	100129779
			弁理士 黒川 俊久
		(74) 代理人	100113974
			弁理士 田中 拓人

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 トルクコンバータシステムを有するガスタービン圧縮機入口加圧

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項 1】

圧縮機、燃焼器、タービン、およびシャフトを有するガスタービンシステムのための過給システムであって、

空気流を供給するファンアセンブリと、

前記シャフトおよび前記ファンアセンブリに結合されたトルクコンバータと、

空気流出力の第 1 の部分を前記圧縮機へと運ぶためのサブシステムと、

空気流出力の第 2 の部分を他の用途のために任意で運ぶためのバイパスサブシステムと

、

前記トルクコンバータを制御し、それにより前記空気流の流速を制御する制御サブシステムと、

を含み、

前記トルクコンバータを制御する前記制御サブシステムが、前記トルクコンバータの作動流体ポンプおよび調整可能ガイドベーンを制御するトルクコンバータ制御サブシステムを含み、

前記ガスタービンシステムがさらに排熱回収ボイラを含み、前記バイパスサブシステムが前記空気流出力の第 2 の部分を前記排熱回収ボイラへと運ぶ、過給システム。

【請求項 2】

前記バイパスサブシステムを制御する制御システムをさらに含む、請求項 1 に記載の過

10

20

給システム。

【請求項 3】

前記バイパスサブシステムが可変形状ダイバータを含む、請求項 1 に記載の過給システム。

【請求項 4】

過給機制御部が前記空気流出力の第 2 の部分を制御する、請求項 1 に記載の過給システム。

【請求項 5】

ガスタービンシステムであって、
圧縮機と、
燃焼器と、
タービンと、
前記タービンに結合されたシャフトと、
トルクコンバータと、
前記トルクコンバータに結合された空気流を生成するファンと、
前記空気流を前記圧縮機および他の用途に割り当てるバイパスサブシステムと、
前記バイパスサブシステムを制御する制御システムと、

を含み、

前記ガスタービンシステムがさらに排熱回収ボイラを含み、前記バイパスサブシステムが前記空気流出力の第 2 の部分を前記排熱回収ボイラへと運ぶ、
ガスタービンシステム。

【請求項 6】

前記トルクコンバータが作動流体ポンプおよび調整可能ガイドベーンを含む、請求項 5 に記載のガスタービンシステム。

【請求項 7】

前記作動流体ポンプおよび前記調整可能ガイドベーンを制御する制御サブシステムをさらに含む、請求項 6 に記載のガスタービンシステム。

【請求項 8】

前記タービンに結合された排熱回収ボイラおよび前記ファンと前記排熱回収ボイラとの間に配設された可変形状ダイバータをさらに含む、請求項 5 に記載のガスタービンシステム。

【請求項 9】

前記バイパスサブシステムが可変形状ダイバータを含む、請求項 5 に記載のガスタービンシステム。

【請求項 10】

前記可変形状ダイバータが管およびダンパを含む、請求項 9 に記載のガスタービンシステム。

【請求項 11】

前記ファンが可変ピッチブレードを含む、請求項 5 に記載のガスタービンシステム。

【請求項 12】

ガスタービンを操作する方法であって、
ファンアセンブリをトルクコンバータを有するタービンシステムシャフトに結合するステップと、

前記ガスタービンの圧縮機へと供給される第 1 の流速を決定するステップと、
他の用途のために供給される第 2 の流速を決定するステップと、
前記第 1 の流速を前記圧縮機へと供給し、前記第 2 の流速を前記他の用途へと供給するステップと、
を含む方法であって、

前記ガスタービンが排熱回収ボイラを有する複合サイクルシステムの一部であって、前記排熱回収ボイラを前記第 2 の流速でバージするステップをさらに含み、

前記方法が、前記第 2 の流速で前記排熱回収ボイラへと運ぶステップを含み、

前記第 1 の流速を前記圧縮機へと供給し、前記第 2 の流速を前記他の用途へと供給するステップが、前記トルクコンバータの作動流体ポンプおよび調整可能ガイドベーンを制御するステップを含む、
方法。

【請求項 1 3】

前記ファンアセンブリのファンの前記トルクコンバータからの分離イベントを検出する
ステップと、

作動流体を前記トルクコンバータから排出するステップと、
をさらに含む、請求項 1 2 に記載のガスタービンを操作する方法。

10

【請求項 1 4】

前記ファンの前記トルクコンバータへの再結合が望ましいときを決定するステップと、
前記作動流体を前記トルクコンバータへと供給するステップと、
をさらに含む、請求項 1 3 に記載のガスタービンを操作する方法。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本明細書で開示される主題は一般に、ガスタービンシステムに関し、より詳細には、圧縮機入口加圧およびフローコントロールシステムを有するガスタービンシステムに関する。

20

【背景技術】

【0002】

公共電力会社は、それらに固有の高い効率および設置費用の利点から、複合サイクルシステムを使用する。複合サイクルシステムは一般に、ガスタービン、排熱回収ボイラ、発電機、制御部、および蒸気タービンを含む。複合サイクルシステムは、ガスタービンからの高温の排気を使用して、蒸気タービンを駆動する蒸気を生成する。ガスタービンおよび蒸気タービンの組み合わせによって、個々に可能なものより高い効率を達成する。複合サイクルシステムの出力は、周囲温度の高さおよび変動によって影響される。

【0003】

30

複合サイクル発電プラントの性能を改善するために、様々な方法が利用可能である。より高い蒸気温度、複数蒸気圧レベルまたは再加熱サイクルによって達成可能なものより高いプラント出力または効率を改善することができる。例えば、プラント効率を改善するために、新しい複合サイクル発電プラントにガス燃料加熱を設置することが一般的になってきている。さらに、ガスタービンおよび複合サイクル出力を高めるために、ガスタービン入口空冷が考慮されることがある。別のアプローチは過給（圧縮機入口加圧）である。ガスタービンの過給は、圧縮機の入口に入る空気の圧力を高めるようにファンの追加を必要とする。一般に、過給の場合、圧縮の追加段は主要ガスタービンシャフトによって駆動されないが、電気モータによって駆動される。場合によってはファンモータの寄生電力がガスタービンの追加的な出力より高く、最終結果が容量損失となる。

40

【先行技術文献】

【特許文献】

【0004】

【特許文献 1】米国特許出願公開第 2013 / 485 , 160 号明細書

【発明の概要】

【0005】

1 つの例示的な非限定的な実施形態によれば、本発明は、圧縮機、燃焼器、タービン、およびシャフトを有するガスタービンシステムのための過給システムに関する。過給システムは、空気流を供給するファンアセンブリ、およびシャフトおよびファンアセンブリに結合されたトルクコンバータを含む。過給システムはまた、空気流出力の第 1 の部分を圧

50

縮機へと運ぶためのサブシステム、および空気流出力の第２の部分を用他の用途のために任意で運ぶためのバイパスサブシステムも含む。

【０００６】

別の実施形態では、ガスタービンシステムは圧縮機、燃焼器、タービン、およびタービンに結合されたシャフトを含む。ガスタービンシステムは、トルクコンバータ、およびトルクコンバータに結合された空気流を生成するファンを含む。バイパスサブシステムは、空気流を圧縮機および他の用途に割り当てる。

【０００７】

別の実施形態では、ガスタービン进行操作する方法は、ファンアセンブリをトルクコンバータを有するタービンシステムシャフトに結合することを含む。方法はまた、ガスタービンの圧縮機へと供給される第１の流速を決定し、他の用途のために供給される第２の流速を決定し、第１の流速を圧縮機へと供給し、第２の流速を他の用途へと供給することを含む。

10

【０００８】

本発明の他の特徴および利点は、例を使用して本発明の原理を示す添付の図面と併せて、以下の好ましい実施形態のより詳細な説明を読めば明らかになるであろう。

【図面の簡単な説明】

【０００９】

【図１】過給システムの概略図である。

【図２】トルクコンバータの実施形態の簡略化した側面図である。

20

【図３】過給システム进行操作する例示的な方法のフローチャートである。

【図４】ガスタービンシステムからファンを分離する例示的な方法のフローチャートである。

【発明を実施するための形態】

【００１０】

図１は、ガスタービンシステム１３を含む過給システム１１を示す。過給システム１１は、排熱回収ボイラ（ＨＲＳＧシステム１５）、過給機およびバイパスシステム１７、および制御システム１９も含むことができる。

【００１１】

ガスタービンシステム１３は、燃焼器２３およびタービン２５に結合された圧縮機２１を含む。シャフト２７は圧縮機２１をタービン２５に結合し、発電機および／または機械的負荷２９を駆動するために使用することができる。燃料および空気が燃焼器２３内で混合され、次いで点火され、圧縮機２１からのガス流にエネルギーを与える。燃焼排気はタービン部へと送り込まれ、そこで高速および大量のガス流がノズル（図示せず）を通してタービン２５のブレード（図示せず）へと向かい、タービン２５を回転し、タービン２５はシャフト２７を回転する。シャフト２７は圧縮機２１に動力を供給し、発電機および／または機械的負荷２９を駆動するために使用することができる。

30

【００１２】

ＨＲＳＧシステム１５は、燃焼排気から熱を回収する熱交換器である。いくつかの場合では、ＨＲＳＧシステム１５は燃料または補助蒸気３１を備えることができる。燃料を使用して、生産速度を上げるように２次燃焼室に点火することができる。蒸気を生成するように、給水装置３３によって水が供給される。給水はバルブ３５によって制御することができる。

40

【００１３】

ＨＲＳＧシステム１５を使用して、蒸気を生成し、蒸気タービンなど外部蒸気ホスト３７を駆動することができる。ガスタービンおよび蒸気タービンをこのように組み合わせることによって、ガスタービンまたは蒸気タービン単独よりも効率的に電気を生成する。ＨＲＳＧシステム１５によって生成された蒸気は、地域暖房または他のプロセス加熱など、他のプロセスで使用することもできる。

【００１４】

50

過給機およびバイパスシステム 17 は、ファンアセンブリ 39、空冷サブシステム 43、可変形状のダイバータ 45、およびトルクコンバータシステム 46 を含むことができる。

【0015】

ファンアセンブリ 39 はファン 41 を含むことができる。ファン 41 はトルクコンバータシステム 46 を通してシャフトに結合される。ファン 41 は一定または可変ピッチブレードを含むことができる。ファンアセンブリ 39 は、軸受、シュラウド、導管、フィルタなど（図示せず）、他の構成部品を含むことができる。ファンアセンブリ 39 は、特定の温度および圧力で空気流を供給する。

【0016】

過給機およびバイパスシステム 17 は、空気流の温度を制御する空冷サブシステム 43 を含むことができる。ファンアセンブリ 39 は、ガスタービン入口温度を上昇させることがあり、従って圧縮機温度制限の過超および高い体積流量を避けるために空冷サブシステム 43 が必要である。空冷サブシステム 43 は、機械的冷却器、媒体式蒸発冷却器、および吸収冷却器など、従来の冷却技術を使用することができる。

【0017】

過給機およびバイパスシステム 17 は、ダンパおよびバイパス管を含むことができる可変形状ダイバータ 45 を備えることもできる。可変形状ダイバータ 45 を使用して、ファンアセンブリ 39 からの空気流ならびにガスタービンシステム 13 の加速および動力荷重シーケンス中の吐出圧力の両方を最適化することができる。可変形状ダイバータ 45 はまた、変化する周囲環境に応じて出力を調整するために使用することもできる。過給機およびバイパスシステム 17 は、空冷サブシステム 43 および HRS G システム 15 に向かう空気流の量を管理するために、空冷管 47、ダイバータ管 49、および HRS G 管 51 とともに動作する。ファンアセンブリ 39 によって供給される空気流は、空冷サブシステム 43 へと運ばれる第 1 の部分および HRS G システム 15 へと運ばれる第 2 の部分に分割することができる。ファンアセンブリ 39 から排気流への排気を使用して、ファンアセンブリ 39 からの空気流および吐出圧力を制御することができる。

【0018】

制御システム 19 を使用して、過給システム 11 の動作を制御することができる。制御システム 19 は、タービン動作を制御するタービン制御サブシステム 53、HRS G システム 15 の動作を制御する HRS G 制御サブシステム 55、ファンアセンブリ 39 および可変形状ダイバータ 45 を制御する過給機およびバイパス制御システム 57、およびトルクコンバータシステム 46 を制御するトルクコンバータ制御サブシステム 58 を含むことができる。バイパスサブシステム 59 は、ダイバータ管 49、可変形状ダイバータ 45、ならびに過給機およびバイパス制御サブシステム 57 を含む。タービン制御サブシステム 53、HRS G 制御サブシステム 55、過給機およびバイパス制御サブシステム 57、ならびにトルクコンバータ制御サブシステム 58 は、複合制御システムの一部とすることができ、または互いにネットワーク接続された別個の制御部とすることができる。

【0019】

トルクコンバータシステム 46 は、トルクコンバータ 60、ならびに作動流体リザーバ、潤滑液リザーバ、充填および排出バルブなど（図示せず）、追加の構成部品を含むことができる。制御サブシステムが別個であるいくつかの場合では、トルクコンバータシステム 46 は、別個のトルクコンバータ制御サブシステム 58 を含むこともできる。トルクコンバータ 60（流体継手）は、ハウジング 61、ポンプホイール 63、タービンホイール 65、および調整可能ガイドベーン 67 を含むことができる。ポンプホイール 63、タービンホイール 65、および調整可能ガイドベーン 67 は、作動流体が流れる流体キャビティ内で相互作用する。トルクコンバータ 60 は、調整可能ガイドベーン 67 を配置するガイドベーンアクチュエータ 69 も含むことができる。トルクコンバータ 60 はまた、作動流体供給部 71 および作動流体戻り部 72 に結合された作動流体ポンプ 70 も含む。ガスタービンシステムシャフト 27 は、ポンプホイール 63 に連結することができる入口シャ

10

20

30

40

50

フト 75 に連結することができる。出力シャフト 77 は、タービンホイール 65 に連結することができる、ファン 41 に結合することができる。

【 0020 】

動作時には、入力シャフト 75 の機械エネルギーは、ポンプホイール 63 を通して流体エネルギーへと変換される。タービンホイール 65 は、流体エネルギーを出力シャフト 77 へと伝達される機械エネルギーへと再び変換する。調整可能ガイドベーン 67 は回路内の質量流量を規制する。調整可能ガイドベーン 67 が閉じている（質量流量が小さい）とき、出力伝達は最小限である。調整可能ガイドベーンが完全に空いている（質量流量が大きい）とき、出力伝達は最大限である。質量流量が（調整可能ガイドベーン 67 によって）変化するので、タービンホイール 65 の速度を、ファン 41 の様々な動作点に一致するように調整することができる。タービンは、低速時に最も高いトルクを生成する。タービン速度が上がると、出力トルクは低下する。

10

【 0021 】

作動流体の体積を変えることによって、入力シャフト 75 から出力シャフト 77 への結合度を変えることができる。これによって、ファン 41 の回転速度を変えることができる。

【 0022 】

ファン 41 は、トルクコンバータ 60 の作動流体を空にすることによって、シャフト 27 から分離することができる。

【 0023 】

20

ファン 41 を、直接駆動構成の代わりに、可変速流体継手（トルクコンバータ 60 ）とともに駆動することによって、ファン 41 を可変速で作動することができ、それによりファン 41 によって供給される空気流の流速の制御が可能になる。ファン 41 はトルクコンバータシステム 46 とともに、システムの部分負荷効率および全体的な可焼性および信頼性を向上させる。可変速流体継手（トルクコンバータ 60 ）は、一定速度過給機ファンへの流れをスロットル調整する必要性を最小限にすることによって、システムの部分負荷効率を向上させる。トルクコンバータ 60 は、過給機およびバイパスシステム 17 のファン 41 または他の構成部品の故障の場合、ファン 41 をシャフト 27 から迅速に分離する手段を設けることによって、システムの全体的な信頼性を向上させる。

【 0024 】

30

図 3 は過給システム 11 を操作する方法（方法 81 ）を示す。方法 81 は、圧縮機に供給される第 1 の流速を決定することができる（方法要素 83 ）。第 1 の流速は、パラメータのなかでも、ガスタービンシステム 13 の動作条件、所望の出力、および動作範囲に基づいて決定することができる。例えば、より速い速度で出力を上げることを望むことによって、または H R S G システム 15 を有する過給システム 11 の場合、H R S G システム 15 をパージするのに必要な空気の量によって、過給のレベルを決定することができる。圧縮機ファン制限、ファン操作性レベル（サージライン）、ガスタービンシステムが開始サイクルで動作しているかなどの他の要素によって、圧縮機 21 に供給される第 1 の流速を決定することができる。方法 81 は、他の用途のために供給される第 2 の流速を決定することができる（方法要素 85 ）。第 1 の流速は第 2 の流速のための用途の関数とすることもできる。例えば、ガスタービンシステム 13 が管燃焼を備えた H R S G システム 15 を有する過給システム 11 の一部である場合、次いで管燃焼のために望ましい酸素レベルに基づいて第 2 の部分を決定することができ、それにより第 1 の流速を決定する。第 2 の流速のための他の用途には、排気ガス温度の管理、排気の酸素含有量の管理、コンパートメント換気、プラント H V A C および他の冷却 / 加熱空気供給を含むことができる。方法 81 は、過給機およびバイパスシステム 17 によって供給される総流速を決定することができる（方法要素 87 ）。次いで、方法 81 は、トルクコンバータ 60 に供給される作動流体の適切な体積を決定することができる（方法要素 89 ）。方法 81 は、調整可能ガイドベーン 67 の適切な位置を決定することができる（方法要素 91 ）。方法 81 は、適切な体積の作動流体を供給するように、作動流体ポンプ 70 を作動させる（方法要素 93 ）

40

50

ことができる。方法 8 1 は、調整可能ガイドベーン 6 7 を適切な位置に配置するように、ガイドベーンアクチュエータ 6 9 と係合することができる（方法要素 9 5）。方法 8 1 は、第 1 の流速を圧縮機 2 1 に供給し、第 2 の流速を他の使用のために供給するバイパスサブシステム 5 9 を制御することができる（方法要素 9 7）。

【 0 0 2 5 】

図 4 は、ファン 4 1 をガスタービンシステム 1 3 から分離し再結合するための方法を示す（方法 9 9）。方法 9 9 は、分離イベントを検出することができる（方法要素 1 0 1）。分離イベントは、ファン 4 1 または過給機およびバイパスシステム 1 7 の他の構成部品の故障とすることができる。方法 9 9 は、作動流体をトルクコンバータから排出するように（方法要素 1 0 5）、作動流体ポンプに係合することができる（方法要素 1 0 3）。トルクコンバータ 6 0 を再結合するために、方法 9 9 は再結合が望ましいときを決定することができる（方法要素 1 0 7）。方法 9 9 は、ファン 4 1 をガスタービンシステム 1 3 に再結合するように、作動流体をトルクコンバータに供給することができる（方法要素 1 0 9）。

【 0 0 2 6 】

過給システム 1 1 は多くの利点をもたらす。技術的には、過給システムはガスタービンのベース負荷容量をシフトし、増加する。トルクコンバータシステム 4 6 と連結された過給機およびバイパスシステム 1 7 によって、ファン 4 1 は可変速で動作することができる。過給システム 1 1 は、モータ駆動機器に関連する電氣的損失を有さない。

【 0 0 2 7 】

商業的には、過給システム 1 1 は、高い周囲温度および / または低い周囲圧力の設計（評価）点のより大規模な発電施設で所望の電気出力容量を達成するために、より少ないガスタービンシステム 1 3 で動作することができる。これは特に、より低コストの燃料源および / またはピーク電気需要時の限られた季節的運転の用途に有用である。

【 0 0 2 8 】

本明細書は、最良の形態を含む発明を開示するため、および任意のデバイスまたはシステムの作製および使用を含み、および任意の組み込まれた方法の実施を含む発明を当業者が実行することができるように、例を使用している。本発明の特許可能な範囲は、特許請求の範囲によって定義され、当業者が思い付く他の実施例を含むことができる。そのような他の実施例は、特許請求の範囲の文字通りの用語と同じ構成要素を含む場合、または特許請求の範囲の文字通りの用語とごくわずかに異なる構成要素を含む場合、特許請求の範囲内に含まれることが意図されている。

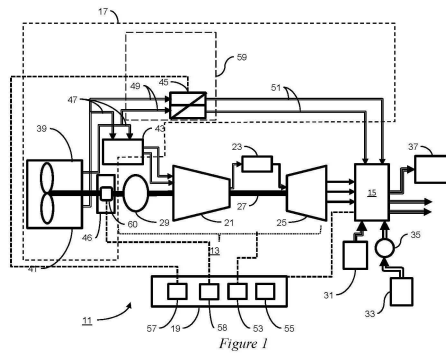
【 符号の説明 】

【 0 0 2 9 】

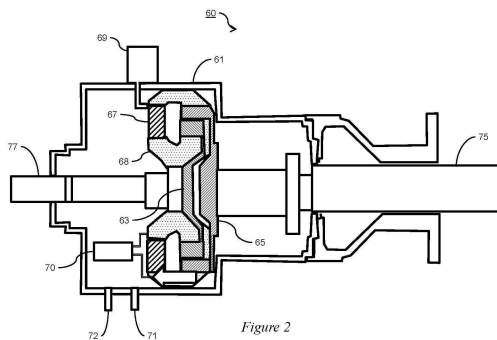
- 1 1 過給システム
- 1 3 ガスタービンシステム
- 1 5 H R S G システム
- 1 7 過給機およびバイパスシステム
- 1 9 制御システム
- 2 1 圧縮機
- 2 3 燃焼器
- 2 5 タービン
- 2 7 シャフト
- 2 9 発電機および / または機械的負荷
- 3 1 燃料または補助蒸気
- 3 3 給水
- 3 5 バルブ
- 3 7 外部蒸気ホスト
- 3 9 ファンアセンブリ
- 4 1 ファン

- 4 3 空冷サブシステム
- 4 5 可変形状ダイバータ
- 4 6 トルクコンバータシステム
- 4 7 空冷管
- 4 9 ダイバータ管
- 5 1 H R S G 管
- 5 3 タービン制御サブシステム
- 5 5 H R S G 制御サブシステム
- 5 7 過給機およびバイパス制御サブシステム
- 5 8 トルクコンバータ制御サブシステム 10
- 5 9 バイパスサブシステム
- 6 0 トルクコンバータ
- 8 3 圧縮機に供給される第 1 の流速を決定する
- 8 5 他の用途のために供給される第 2 の流速を決定する
- 8 7 総過給機流速を決定する
- 8 9 供給される作動流体の適切な体積を決定する
- 9 1 適切な調整可能ガイドベーン的位置を決定する
- 9 3 適切な体積の作動流体を供給するように作動流体ポンプを作動する
- 9 5 ガイドベーンを適切な位置に配置するようにガイドベーンアクチュエータを作動
する 20
- 9 7 第 1 の流速を圧縮機に供給し、第 2 の流速を他の使用のために供給するように、
バイパスサブシステムを制御する
- 1 0 1 分離イベントを検出する
- 1 0 3 作動流体ポンプに係合する
- 1 0 5 作動流体をトルクコンバータから排出する
- 1 0 7 再結合が望ましいときを決定する
- 1 0 9 作動流体をトルクコンバータに供給する

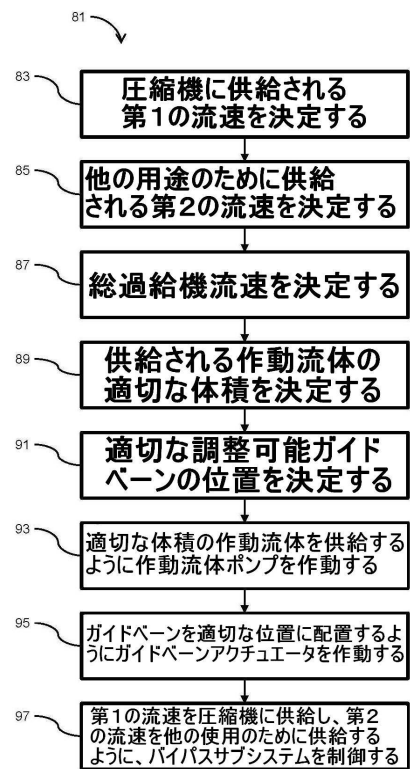
【図 1】



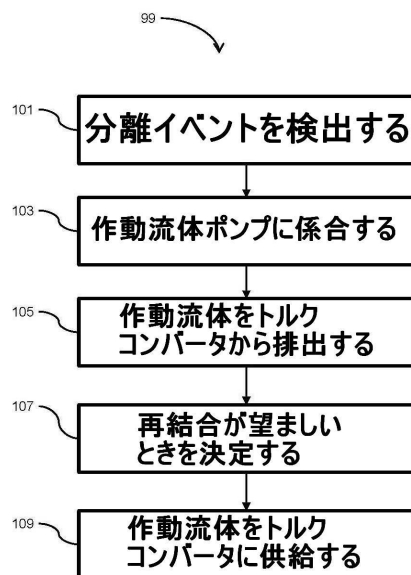
【図 2】



【図 3】



【図 4】



フロントページの続き

- (72)発明者 サンジ・エカナヤケ
アメリカ合衆国、ジョージア州・30339、アトランタ、ワイルドウッド・パークウェイ、4200番
- (72)発明者 アルストン・アイ・シピオ
アメリカ合衆国、ジョージア州・30339、アトランタ、ワイルドウッド・パークウェイ、4200番

審査官 佐藤 健一

- (56)参考文献 特開2008-144762(JP, A)
特開2008-157458(JP, A)
特開2002-349286(JP, A)
特開昭64-000326(JP, A)
特開2002-097970(JP, A)
特開昭62-126254(JP, A)
特表2003-529701(JP, A)
米国特許出願公開第2003/0182944(US, A1)

- (58)調査した分野(Int.Cl., DB名)
- | | |
|--------------------------|----------------|
| F01D | 17/00-26 |
| F01D | 25/00 |
| F01K | 23/00-18 |
| F02C | 6/18 |
| F02C | 7/04-057、32、36 |
| F02C | 9/18 |
| DWPI(Thomson Innovation) | |