(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2012-197789
(P2012-197789A)
(43)公開日　平成24年10月18日(2012.10.18)

(51)Int.Cl.		F I		テーマコード（参考）
F01K 23/10	(2006.01)	F01K 23/10	F	3G081
		F01K 23/10	W	
		F01K 23/10	B	

審査請求 未請求　請求項の数 10　ＯＬ　（全 15 頁）

(21)出願番号　特願2012-59600(P2012-59600)
(22)出願日　平成24年3月16日(2012.3.16)
(31)優先権主張番号　13/051,661
(32)優先日　平成23年3月18日(2011.3.18)
(33)優先権主張国　米国(US)

(71)出願人　390041542
ゼネラル・エレクトリック・カンパニイ
アメリカ合衆国、ニューヨーク州、スケネクタデイ、リバーロード、１番
(74)代理人　100137545
弁理士　荒川　聡志
(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】複合サイクル発電システムの起動装置および同システムを組み立てる方法

(57)【要約】　（修正有）
【課題】複合サイクル発電システムの起動を容易にする方法および装置を提供する。
【解決手段】蒸気コンジット加熱システム２００は、蒸気コンジット１１２の少なくとも一部分に結合された少なくとも１つの電気的加熱要素２２０を含む。このシステムは、少なくとも１つの加熱要素に動作可能に結合され、蒸気コンジットの一部分の温度変化の割合を変化させるようにプログラムされた少なくとも１つのコンジット加熱コントローラ２３０であって、蒸気コンジットの一部分の質量および蒸気コンジットの一部分の形状のうち少なくとも１つの関数として、蒸気コンジットの一部分の温度変化の割合を変化させるようにさらにプログラムされた少なくとも１つのコントローラも含む。
【選択図】図１

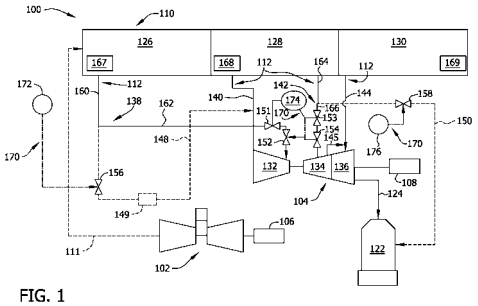


FIG. 1

【特許請求の範囲】
【請求項１】
蒸気コンジット（１１２）の少なくとも一部分に結合された少なくとも１つの電気的加熱要素（２２０）と、
前記少なくとも１つの加熱要素に動作可能に結合され、前記蒸気コンジットの一部分の温度変化の割合を変化させるようにプログラムされた少なくとも１つのコンジット加熱コントローラ（２３０）とを備え、
前記少なくとも１つのコンジット加熱コントローラ（２３０）が、
前記蒸気コンジットの前記一部分の質量と、
前記蒸気コンジットの前記一部分の形状とのうち少なくとも１つの関数として、前記蒸気コンジットの前記一部分の前記温度変化の割合を変化させるようにさらにプログラムされた、蒸気コンジット加熱システム（２００）。
【請求項２】
前記少なくとも１つのコンジット加熱コントローラ（２３０）が、
前記蒸気コンジット（１１２）の前記一部分の温度と、
熱回収蒸気発電機（ＨＲＳＧ）（１１０）から導かれた蒸気の温度とのうち少なくとも１つの関数として、前記蒸気コンジットの前記一部分の前記温度変化の割合を変化させるようにさらにプログラムされる請求項１記載の蒸気コンジット加熱システム（２００）。
【請求項３】
前記少なくとも１つの加熱要素（２２０）が複数の加熱要素（２２０）を含み、前記複数の加熱要素のそれぞれの前記加熱要素が、
前記蒸気コンジット（１１２）の前記一部分の質量と、
前記蒸気コンジットの前記一部分の形状とのうち少なくとも１つの関数として、前記蒸気コンジットの前記一部分の前記温度変化の割合を変化させるように大きさを調整される請求項１記載の蒸気コンジット加熱システム（２００）。
【請求項４】
前記少なくとも１つの加熱要素（２２０）が、少なくともいくらかの停滞した流体（１８４）を含む前記蒸気コンジット（１１２）の前記一部分上に配置される請求項１記載の蒸気コンジット加熱システム（２００）。
【請求項５】
前記少なくとも１つのコンジット加熱コントローラ（２３０）が、蒸気タービン（１０４）への蒸気の流入を制御するようにプログラムされた少なくとも１つの蒸気タービン入口弁コントローラ（１７４）に動作可能に結合され、前記少なくとも１つのコンジット加熱コントローラが、前記少なくとも１つの蒸気タービン入口弁コントローラに許可信号を伝送するようにプログラムされる請求項１記載の蒸気コンジット加熱システム（２００）。
【請求項６】
前記少なくとも１つのコンジット加熱コントローラ（２３０）が、前記蒸気タービン（１０４）の周囲の蒸気のバイパスを制御するようにプログラムされた少なくとも１つの蒸気タービンバイパス弁コントローラ（１７２／１７６）に動作可能に結合され、前記少なくとも１つのコンジット加熱コントローラが、前記少なくとも１つの蒸気タービンバイパス弁コントローラに許可信号を伝送するようにプログラムされる請求項５記載の蒸気コンジット加熱システム（２００）。
【請求項７】
第１の発電機（１０６）に結合されたガスタービン（１０２）と、
第２の発電機（１０８）に結合された蒸気タービン（１０４）と、
前記蒸気タービンおよび前記ガスタービンに結合された熱回収蒸気発電機（ＨＲＳＧ）（１１０）であって、少なくとも１つの蒸気コンジット（１１２）を介して前記蒸気タービンに流れ連通で結合されるＨＲＳＧと、
前記少なくとも１つの蒸気コンジットの一部分に結合されたコンジット加熱システム（２００）とを備え、前記コンジット加熱システムが、

少なくとも１つの電気的加熱要素（２２０）、および
前記少なくとも１つの加熱要素に動作可能に結合され、前記少なくとも１つの蒸気コンジットの前記一部分の温度変化の割合を変化させるようにプログラムされた少なくとも１つのコントローラ（２３０）を備える、複合サイクル発電システム（１００）。
【請求項８】
前記少なくとも１つのコントローラ（２３０）が、
前記少なくとも１つの蒸気コンジット（１１２）の前記一部分の質量と、
前記少なくとも１つの蒸気コンジットの前記一部分の形状とのうち少なくとも１つの関数として、前記少なくとも１つの蒸気コンジットの前記一部分の前記温度変化の割合を変化させるようにさらにプログラムされる請求項７記載の複合サイクル発電システム（１００）。
【請求項９】
前記少なくとも１つのコントローラ（２３０）が、
前記少なくとも１つの蒸気コンジット（１１２）の前記一部分の温度と、
前記ＨＲＳＧ（１１０）から導かれた蒸気の温度とのうち少なくとも１つの関数として、前記少なくとも１つの蒸気コンジットの前記一部分の前記温度変化の割合を変化させるようにさらにプログラムされる請求項７記載の複合サイクル発電システム（１００）。
【請求項１０】
前記少なくとも１つの加熱要素（２２０）が複数の加熱要素（２２０）を含み、前記複数の加熱要素のそれぞれの前記加熱要素が、
前記少なくとも１つの蒸気コンジット（１１２）の前記一部分の質量と、
前記少なくとも１つの蒸気コンジットの前記一部分の形状とのうち少なくとも１つの関数として、前記少なくとも１つの蒸気コンジットの前記一部分の前記温度変化の割合を変化させるように大きさを調整される請求項７記載の複合サイクル発電システム（１００）。
【発明の詳細な説明】
【技術分野】
【０００１】
本明細書で説明される実施形態は、一般に複合サイクル発電システムに関し、より詳細には、このようなシステムの起動を容易にする方法および装置に関する。
【背景技術】
【０００２】
少なくともいくつかの既知の複合サイクル発電システムは、１つまたは複数のガスタービン、少なくとも１つの熱回収蒸気発電機（ＨＲＳＧ）、および少なくとも１つの蒸気タービンを含む。ＨＲＳＧと蒸気タービンは、蒸気配管によって流れ連通で結合される。ＨＲＳＧから蒸気タービンへ蒸気を導くことにより蒸気配管を十分に暖めると、蒸気タービンへの入口で適切な蒸気条件を達成することが容易になる。既知の複合サイクルシステムの起動手順では、ＨＲＳＧから生成された蒸気を、最初は、圧力および温度が所定の過熱パラメータの範囲内または蒸気タービンに蒸気を流入させるのに適切な範囲内に入るまで、蒸気タービンをバイパスさせる必要がある。
【０００３】
このバイパス運転中は、バイパスラインと蒸気タービンの閉じた入口遮断弁との間の蒸気配管の部分は、暖める蒸気流れを受け取らない。したがって、このバイパス運転は、蒸気配管のこの部分の所定温度範囲への加熱を促進することができない。これらの沈滞部分は、蒸気タービンへの流入に適切なそれらのパラメータを下回る温度に冷却する、移動しない、すなわち停滞した流体で満たされている。したがって、バイパス運転が終了したとき、蒸気タービンへの蒸気の流入に先立って、蒸気配管のこの部分を、それらの所定パラメータの範囲内に加熱する必要がある。バイパス運転に続いて蒸気配管のこの部分を加熱するために、蒸気タービンへの蒸気の流入が遅れる。この遅延は２０分を超過することがあり、それによって全体の複合サイクルの開始時間がさらに延びる。そのうえ、停滞した

流体を有する配管はかなりな長さであり得て、それによって、影響を受けた配管の関連する部分の暖機に関連した遅延が延びる。さらに、このような遅延によってさらなる燃料消費が助長され、それによって複合サイクル発電システムの効率が低下し、発電システムからの排気ガスが増加する。さらに、停滞した比較的冷たい流体を含む配管部分への熱い生蒸気の流入により、関連した蒸気配管に付加的な応力が誘起される可能性があり、それによって配管の予期寿命の低下が助長される。

【０００４】

いくつかの既知の複合サイクル発電システムは、このような従来型の開始手順を少なくとも部分的には用いており、というのは、このようなシステムにはベース負荷がかかっていて、起動するのはまれなことであり得たからである。そのうえ、まれな起動の期間中には、あらゆる既知の起動遅延が考慮に入れられるので、切迫感がなかった可能性もある。しかし、１日を通じての電力価格の変動が増大し、かつ頻繁になって、このような計画されていない起動がより頻繁になっている。例えば、電力需要および燃料価格の周期的変動のために、複合サイクル発電プラントを日々のピーキングユニットとして使用する傾向が増加している。また、例えば風力タービンといったいくつかの再生可能エネルギー源は、突然の風の低下を経験することがあり、それによって複合サイクル発電システムの計画されていない始動が助長される。前述の蒸気配管加熱の遅延により、複合サイクル発電システムからの電力生成の適時の商用送出が減少する恐れがある。

【０００５】

いくつかの既知の複合サイクル発電システムは、蒸気タービンの入口遮断弁の近くに配置されたさらなる配管および弁を含んでいる。さらなる配管および弁は、組み込むのが高くつき、維持するのが高くつき、起動中に新たな障害発生ポイントを助長し、また、蒸気タービン装置の中に後付けで組み込むのが困難である。

【先行技術文献】

【特許文献】

【０００６】

【特許文献１】米国特許第７７６５８０７号明細書

【発明の概要】

【０００７】

一態様では、複合サイクル発電システムを組み立てる方法が提供される。この方法は、ガスタービンを熱回収蒸気発電機（ＨＲＳＧ）と流れ連通で結合するステップを含む。この方法は、蒸気タービンを、少なくとも１つの蒸気コンジットを介してＨＲＳＧと流れ連通で結合するステップも含む。この方法は、少なくとも１つの加熱要素を少なくとも１つの蒸気コンジットの一部分に結合するステップをさらに含む。この方法は、少なくとも１つのコントローラを少なくとも１つの加熱要素に動作可能に結合するステップも含む。この方法は、少なくとも１つの蒸気コンジットの一部分における温度変化の割合を変化させるように、少なくとも１つのコントローラをプログラムするステップをさらに含む。

【０００８】

別の態様では、蒸気コンジット加熱システムが提供される。蒸気コンジット加熱システムは、蒸気コンジットの少なくとも一部分に結合された少なくとも１つの電気的加熱要素を含む。このシステムは、少なくとも１つの加熱要素に動作可能に結合された少なくとも１つのコンジット加熱コントローラも含む。このコントローラは、蒸気コンジットの一部分の温度変化の割合を変化させるようにプログラムされる。この少なくとも１つのコントローラは、蒸気コンジットの一部分の質量と蒸気コンジットの一部分の形状とのうち少なくとも１つの関数として、蒸気コンジットの一部分の温度変化の割合を変化させるようにさらにプログラムされる。

【０００９】

さらに別の態様では、複合サイクル発電システムが提供される。このシステムは、第１の発電機に結合されたガスタービンを含む。このシステムは、第２の発電機に結合された蒸気タービンも含む。このシステムは、蒸気タービンおよびガスタービンに結合された熱

回収蒸気発電機（ＨＲＳＧ）をさらに含む。ＨＲＳＧは、少なくとも１つの蒸気コンジットを介して蒸気タービンに流れ連通で結合される。このシステムは、少なくとも１つの蒸気コンジットの一部分に結合されたコンジット加熱システムも含む。コンジット加熱システムは、少なくとも１つの電気的加熱要素を含む。コンジット加熱システムは、少なくとも１つの加熱要素に動作可能に結合された少なくとも１つのコントローラも含む。コントローラは、少なくとも１つの蒸気コンジットの一部分における温度変化の割合を変化させるようにプログラムされる。

【００１０】

本明細書で説明される実施形態は、以下の説明を添付図面とともに参照することによって、よりよく理解され得る。

【図面の簡単な説明】

【００１１】

【図１】例示的複合サイクル発電システムの概略図である。

【図２】図１に示された複合サイクル発電システムとともに使用され得る例示的高圧蒸気コンジットの概略図である。

【図３】図１に示された複合サイクル発電システムとともに使用され得る例示的高温再加熱（ＨＲＨ）蒸気コンジットの概略図である。

【図４】例示的コンジット加熱システムの一部分を伴う、図２に示された高圧蒸気コンジットの等角図である。

【図５】図４に示された例示的コンジット加熱システムの一部分が結合されている図２および図４に示された高圧蒸気コンジットの一部分の概略断面図である。

【図６】図１に示された複合サイクル発電システムとともに使用され得るコンジット加熱システムの一部分の概略図である。

【図７】図１に示された複合サイクル発電システムを組み立てる例示的方法の流れ図である。

【発明を実施するための形態】

【００１２】

図１は、例示的複合サイクル発電システム１００の概略図である。システム１００は、第１の電力発電機１０６に回転可能に結合されたガスタービン１０２、および第２の電力発電機１０８に回転可能に結合された蒸気タービン１０４を含む。システム１００は、排気ガスコンジット１１１を介してガスタービン１０２と流れ連通で結合された熱回収蒸気発電機（ＨＲＳＧ）１１０も含む。

【００１３】

この例示的実施形態では、単一のガスタービン１０２が、単一の蒸気タービン１０４に結合された単一のＨＲＳＧ１１０に結合される。あるいは、複数のガスタービン１０２が、単一の蒸気タービン１０４に結合された複数のＨＲＳＧ１１０に結合される。あるいは、複合サイクル発電システム１００は、本明細書に説明されるようにシステム１００の動作を可能にする任意数のガスタービン１０２、任意数のＨＲＳＧ１１０、および任意数の蒸気タービン１０４も含む。

【００１４】

この例示的実施形態では、蒸気タービン１０４は、複数の蒸気コンジット１１２を介してＨＲＳＧ１１０と流れ連通で結合される。本明細書で用いられる蒸気コンジット１１２は、本明細書に説明されるようなシステム１００の動作を可能にする任意の材料および任意の規格の配管および／またはパイプ類を含む。蒸気タービン１０４は、低圧蒸気排出コンジット１２４を介して凝縮器１２２と流れ連通で結合される。この例示的実施形態では、ＨＲＳＧ１１０は、高圧（ＨＰ）過熱器部分１２６、再熱器／中間圧力（ＲＨ／ＩＰ）部分１２８、および低圧（ＬＰ）部分１３０を含む。同様に、蒸気タービン１０４は、ＨＰ部分１３２、ＩＰ部分１３４、およびＬＰ部分１３６を含む。この例示的実施形態では、蒸気コンジット１１２は、ＨＰ過熱器部分１２６をＨＰ部分１３２と流れ連通で結合するＨＰ過熱蒸気コンジット１３８を含む。蒸気コンジット１１２は、ＨＰ部分１３２をＲ

Ｈ／ＩＰ部分１２８と流れ連通で結合する冷たい再加熱（ＣＲＨ）蒸気コンジット１４０も含む。蒸気コンジット１１２は、ＲＨ／ＩＰ部分１２８をＩＰ部分１３４と流れ連通で結合する熱い再加熱（ＨＲＨ）蒸気コンジット１４２をさらに含む。蒸気コンジット１１２は、ＬＰ部分１３０をＬＰ部分１３６と流れ連通で結合するＬＰ蒸気コンジット１４４を含む。そのうえ、蒸気タービン１０４は、ＩＰ部分１３４をＬＰ部分１３６と流れ連通で結合する蒸気クロスオーバコンジット１４５を含む。システム１００の多くの実施形態では、蒸気コンジット１１２は、ＨＰ過熱蒸気コンジット１３８、ＣＲＨ蒸気コンジット１４０、ＨＲＨ蒸気コンジット１４２、およびＬＰ蒸気コンジット１４４を含み、約１００メートル（ｍ）（約３２８フィート（ｆｔ））から約２００ｍ（６５６ｆｔ）の範囲の長さを有する。

【００１５】

複合サイクル発電システム１００は、ＨＰ過熱蒸気コンジット１３８をＣＲＨ蒸気コンジット１４０と流れ連通で結合するＨＰバイパスコンジット１４８をさらに含む。ＨＰバイパスコンジット１４８は、少なくとも１つの過熱低減器１４９を含む。システム１００は、ＨＲＨ蒸気コンジット１４２を凝縮器１２２と流れ連通で結合するＩＰバイパスコンジット１５０も含む。システム１００は、ＨＰ過熱蒸気コンジット１３８においてＨＰ部分１３２のすぐ上流に、例えば約２ｍ（約６ｆｔ）から約４ｍ（約１２ｆｔ）の範囲内に配置された主停止弁（ＭＳＶ）１５１および主制御弁（ＭＣＶ）１５２をさらに含む。システム１００は、ＨＲＨ蒸気コンジット１４２においてＩＰ部分１３４のすぐ上流に、例えば約２ｍ（約６ｆｔ）から約４ｍ（約１２ｆｔ）の範囲内に配置された中間停止弁（ＩＳＶ）１５３および中間制御弁（ＩＣＶ）１５４も含む。システム１００は、ＨＰバイパスコンジット１４８に配置されたＨＰバイパス弁１５６、およびＩＰバイパスコンジット１５０に配置されたＩＰバイパス弁１５８をさらに含む。

【００１６】

この例示的実施形態では、ＨＰ過熱蒸気コンジット１３８は、ＨＲＳＧ１１０とＨＰバイパスコンジット１４８の間に延在する、直接の流れ連通で結合された第１の部分、すなわち生蒸気部分１６０を含む。ＨＰ過熱蒸気コンジット１３８は、生蒸気部分１６０、ＨＰバイパスコンジット１４８と主停止弁ＭＳＶ１５１の間に延在する、直接の流れ連通で結合された第２の部分、すなわち沈滞部分１６２も含む。この例示的実施形態では、生蒸気部分１６０の長さは、約１５ｍ（約５０ｆｔ）から約３０ｍ（約１００ｆｔ）の範囲内にある。また、この例示的実施形態では、沈滞部分１６２の長さは、約９１ｍ（約３００ｆｔ）から約１２２ｍ（約４００ｆｔ）の範囲内にある。あるいは、生蒸気部分１６０および沈滞部分１６２は、本明細書で説明されるような複合サイクル発電システム１００の動作を可能にする任意の長さを有する。

【００１７】

また、この例示的実施形態では、ＨＲＨ蒸気コンジット１４２は、ＨＲＳＧ１１０とＩＰバイパスコンジット１５０の間に延在する、直接の流れ連通で結合された第１の部分、すなわち生蒸気部分１６４を含む。ＨＲＨコンジット１４２は、生蒸気部分１６４、ＩＰバイパスコンジット１５０と中間停止弁ＩＳＶ１５３の間に延在する、直接の流れ連通で結合された第２の部分、すなわち沈滞部分１６６も含む。この例示的実施形態では、生蒸気部分１６４の長さは、約９１ｍ（約３００ｆｔ）から約１２２ｍ（約４００ｆｔ）の範囲内にある。また、この例示的実施形態では、沈滞部分１６６の長さは、約６１ｍ（約２００ｆｔ）から約７６ｍ（約２５０ｆｔ）の範囲内にある。あるいは、生蒸気部分１６４および沈滞部分１６６は、本明細書で説明されるような複合サイクル発電システム１００の動作を可能にする任意の長さを有する。

【００１８】

この例示的実施形態では、ＨＲＳＧ１１０は、ＨＰ部分の計測パッケージ１６７を含む。ＨＲＳＧ１１０は、ＩＰ部分の計測パッケージ１６８も含む。ＨＲＳＧ１１０は、ＬＰ部分の計測パッケージ１６９をさらに含む。計測パッケージ１６７、１６８、および１６９は、本明細書で説明されるようなＨＲＳＧ１１０およびシステム１００の動作を可能に

する、温度測定デバイス、圧力測定デバイス、および流量測定デバイスを含む、これらに限定されない任意の器具を含む。

【００１９】

この例示的実施形態では、複合サイクル発電システム１００は、バイパス蒸気の流量制御システム１７０も含む。システム１７０は、ＨＰバイパス弁１５６に動作可能に結合された第１のコントローラ１７２を含む。システム１７０は、ＭＳＶ１５１、ＭＣＶ１５２、ＩＳＶ１５３、およびＩＣＶ１５４に動作可能に結合された第２のコントローラ１７４も含む。システム１７０は、ＩＰバイパス弁１５８に動作可能に結合された第３のコントローラ１７６も含む。あるいは、バイパス蒸気の流量制御システム１７０は、本明細書で説明されるようなシステム１７０および複合サイクル発電システム１００の動作を可能にする任意の弁に動作可能に結合された任意数のコントローラを含んでよい。

【００２０】

また、この例示的実施形態では、第１のコントローラ１７２、第２のコントローラ１７４、および第３のコントローラ１７６を含むバイパス蒸気の流量制御システム１７０は、制御アルゴリズムおよび制御論理を実行するように構成された１つまたは複数のプロセッサ（図示せず）を含む。本明細書で用いられる用語「コントローラ」、「制御システム」、および「プロセッサ」は、マイクロコントローラを用いるシステム、縮小命令型回路、特定用途向け集積回路、プログラム可能論理回路、および本明細書に記述された機能を実行することができる他の回路を含むあらゆるプログラム可能システムを含む。上記の実例は単なる例示であり、したがって、用語プロセッサの定義および／または意味を限定するようには少しも意図されていない。そのうえ、コントローラ１７２、１７４、および１７６は、Ｓｕｐｅｒｖｉｓｏｒｙ、Ｃｏｎｔｒｏｌ ａｎｄ Ｄａｔａ Ａｃｑｕｉｓｉｔｉｏｎ（ＳＣＡＤＡ）のプログラムおよびＤａｔａ Ａｃｑｕｉｓｉｔｉｏｎ Ｓｙｓｔｅｍ（ＤＡＳ）を含む、これらに限定されない対応アプリケーションを実行する十分な処理能力を含むことができる。そのうえ、いくつかの実施形態では、バイパス圧力制御システム１７０の少なくとも一部分および追加の部分（図示せず）は、本明細書で説明される複合サイクル発電システム１００の動作を可能にする、パーソナルコンピュータ、遠隔サーバ、プログラマブルロジックコントローラ（ＰＬＣ）、分散制御システムキャビネット、および携帯用のインターネット対応デバイスの中に常駐している諸プロセッサを含み、これらに限定されない、より広範な制御システム（図示せず）の中で実施され得る。

【００２１】

さらに、この例示的実施形態では、バイパス蒸気の流量制御システム１７０は、暖機期間中の生蒸気部分１６０およびＨＰバイパスコンジット１４８の高圧蒸気の流量制御を容易にするように、ＨＰバイパス弁１５６を調節する。同様に、バイパス蒸気の流量制御システム１７０は、暖機期間中の生蒸気部分１６４およびＩＰバイパスコンジット１５０の中圧蒸気の流量制御を容易にするように、ＩＰバイパス弁１５８を調節する。そのうえ、バイパス蒸気の流量制御システム１７０により、任意の入力を受け取る機能、任意の出力を伝送する機能、および開閉の命令を伝送する機能を含み、これらに限定されない機能によるＭＳＶ１５１、ＭＣＶ１５２、ＩＳＶ１５３およびＩＣＶ１５４の有効な開閉制御機能が助長される。

【００２２】

図２は、複合サイクル発電システム１００とともに使用され得るＨＰ過熱蒸気コンジット１３８の概略図である。図３は、複合サイクル発電システム１００とともに使用され得るＨＲＨ蒸気コンジット１４２の概略図である。

【００２３】

システム１００の起動中に、蒸気１８０が、ＨＰ過熱部分１２６から、ＨＰ過熱蒸気コンジット１３８の生蒸気部分１６０およびＨＰバイパス弁１５６経由で、ＨＰバイパスコンジット１４８を通って導かれる。ＭＳＶ１５１は、ＨＲＳＧのＨＰ部分の計測パッケージ１６７によって測定される蒸気タービン１０４のＨＰ部分１３２への流入のための所定の熱力学的性質を達成していない可能性がある蒸気から蒸気タービン１０４のＨＰ部分１

３２を絶縁するように閉まっている。蒸気１８２は、沈滞部分１６２に入り、ＭＳＶ１５１で止められる。蒸気１８２から熱が伝達されて、蒸気１８２は、冷却され、凝縮して、沈滞部分１６２の中で停滞した液体１８４を形成し、部分１６２は、主蒸気の温度センサ１８６によって示されるように、蒸気１８０より低い温度に冷える。主蒸気の温度センサ１８６は、バイパス蒸気の流量制御システム１７０に動作可能に結合される。

【００２４】

同様に、システム１００の起動中に、蒸気１９０が、ＲＨ／ＩＰ部分１２８から、ＨＲＨ蒸気コンジット１４２の生蒸気部分１６４およびＩＰバイパス弁１５８経由で、ＩＰバイパスコンジット１５０を通って導かれる。ＩＳＶ１５３は、ＨＲＳＧのＩＰ部分の計測パッケージ１６８によって測定される蒸気タービン１０４のＩＰ部分１３４への流入のための所定の熱力学的性質を達成していない可能性がある蒸気から蒸気タービン１０４のＩＰ部分１３４を絶縁するように閉まっている。蒸気１９２は、沈滞部分１６６に入り、ＩＳＶ１５３で止められる。蒸気１９２から熱が伝達されて、蒸気１９２は、冷却され、凝縮して、沈滞部分１６６の中で停滞した液体１９４を形成し、部分１６６は、再熱蒸気の温度センサ１９６によって示されるように、蒸気１９０より低い温度に冷える。再熱蒸気の温度センサ１９６は、バイパス蒸気の流量制御システム１７０に動作可能に結合される。

【００２５】

この例示的実施形態では、沈滞部分１６２および１６６は、どちらもコンジット加熱システム２００の部分を含む。

【００２６】

図４は、例示的コンジット加熱システム２００の一部分を伴う、ＨＰ過熱蒸気コンジット１３８の等角図である。図５は、例示的コンジット加熱システム２００の一部分が結合されているＨＰ過熱蒸気コンジット１３８の一部分の概略断面図である。この例示的実施形態では、コンジット加熱システム２００は、沈滞部分１６２に結合され、生蒸気部分１６０からＨＰ部分１３２まで延在し、ＭＳＶ１５１およびＭＣＶ１５２の部分を含む。ＨＰ過熱蒸気コンジット１３８の沈滞部分１６２は、T_1の配管厚さ値を有する。コンジット加熱システム２００は、沈滞部分１６２のまわりで周囲に延びる環状加熱要素層２０２を含む。加熱要素層２０２は、T_2の厚さ値を有する。コンジット加熱システム２００は、T_3の厚さ値を有する環状絶縁層２０４も含む。この例示的実施形態では、厚さT_2および厚さT_3は、厚さT_1および以下で論じられる金属質量を含むがこれらに限定されない変数の関数として求められる。

【００２７】

この例示的実施形態では、コンジット加熱システム２００は、金属質量をベースとして、複数の配管部分２０５のそれぞれ向けに独自に構成される。沈滞部分１６２は、配管の直線部分２０６、第１の屈曲２０８、第２の屈曲２１０、および第３の屈曲２１２を含む。直線部分２０６、および屈曲２０８、２１０、および２１２のそれぞれが、関連する金属の質量の関数としての数値を割り当てられている。この例示的実施形態では、直線部分２０６は、１．０の所定の金属質量値を割り当てられており、直線部分２０６の金属質量は基準値である。第１の屈曲２０８および第２の屈曲２１０は直線部分２０６より２５％大きな金属質量を有し、したがって、屈曲２０８および２１０は、１．２５の金属質量値を割り当てられている。第３の屈曲２１２は直線部分２０６より３５％大きな金属質量を有し、したがって、屈曲２１２は、１．３５の金属質量値を割り当てられている。沈滞部分１６２の諸部分のいかなる形状、構成、および配向も、金属質量値の割出しおよび割り当てを容易にする。金属質量値は、配管の関連する部分に対する熱入力値を求めるのに用いられる。このような熱入力値は、位置、数、発熱量、加熱要素（図４および図５には示されていない）の間隔、ならびに厚さT_2をおよびT_3の割出しを容易にする。一般に、大きな金属質量を有するそれらの配管部分は、加熱要素の多くの数およびより大きな密度、ならびに加熱要素当りのより大きな熱入力値のうち少なくとも１つを与えられることになる。

【００２８】
いくつかの実施形態では、「熱質量」の割出しは、コンジット加熱システム２００を構成するのを容易にするために用いられる。材料の「熱質量」は、材料の質量に比例する。熱質量は、材料の、熱キャパシタンスまたは熱容量に実質的に等しい特性であり、すなわち、物体の、熱エネルギーを蓄積する能力である。例えば、一般に、蒸気発電機のサイクリング使用によってサイクル発電所の配管温度が変動するとき、配管の絶縁された部分内の大きな熱質量が、配管温度変動の「平滑化」を促進することができる。これは、配管を通って導かれる蒸気が配管質量より高温のとき、配管の熱質量が熱エネルギーを吸収し、蒸気が配管を通って導かれることなく周囲が蒸気配管より低温のとき、配管の熱質量が配管から熱エネルギーを放出することによるものである。蒸気配管のまわりに延在する絶縁物が、短い使用停止期間中に、関連する蒸気配管が熱平衡に到達せずに高温を維持するのを助長する。
【００２９】
ＨＲＨ蒸気コンジット１４２の沈滞部分１６６（どちらも図３に示されている）は、コンジット加熱システム２００と類似の構成を含む。
【００３０】
図６は、複合サイクル発電システム１００（図１に示されている）とともに使用され得るコンジット加熱システム２００の一部分の概略図である。この例示的実施形態では、コンジット加熱システム２００は、複数の加熱要素２２０を含んでいる。加熱要素２２０は電源２２２に結合されている。加熱要素２２０は、エネルギーを与えられたとき、要素２２０の加熱からの距離の関数として放散する熱エネルギー２２４を発散する。
【００３１】
この例示的実施形態では、加熱要素２２０は、熱処理サービスで使用される加熱パッドに類似である。加熱要素２２０は、沈滞部分１６２および１６６に隣接した加熱要素層２０２に配置される。加熱要素層２０２の上に絶縁層２０４が延在して、沈滞部分１６２および１６６への熱移転を促進する。あるいは、本明細書で説明されるようなコンジット加熱システム２００の動作を可能にする何らかの加熱デバイスが使用される。
【００３２】
一般に、既存の発電所の設備更新については、対象とされる配管上の既存の絶縁層２０４を除去し、その上に加熱要素層２０２を張り、次いで加熱要素層２０２の上に絶縁層２０４を張ることにより、加熱要素２２０が設置され得る。
【００３３】
コンジット加熱システム２００は、例えば熱電対２２６といった複数の温度フィードバックデバイスを含む。代替実施形態は、抵抗温度検出器（ＲＴＤ）を含む、これに限定されない任意の他の温度測定デバイスを使用してよい。コンジット加熱システム２００は、熱電対２２６が結合される熱電対接続箱２２８をさらに含む。コンジット加熱システム２００は、熱電対接続箱２２８および電源２２２に動作可能に結合された温度制御システム２３０も含む。熱電対接続箱２２８は、温度制御システム２３０に温度フィードバック信号２３２を伝送する。温度制御システム２３０は、電源２２２に電力要求信号２３４を伝送する。この例示的実施形態では、電力要求信号２３４が、温度フィードバック信号２３２の関数として各加熱要素２２０に個別に伝送するように命じられる可変電流（図示せず）の量を決定する。電源２２２は、温度制御システム２３０に電力フィードバック信号２３６を伝送する。
【００３４】
この例示的実施形態では、温度制御システム２３０は、複数のパイプ加熱最適化アルゴリズムでプログラムされた、（前述のように）少なくとも１つのプロセッサを含むコントローラである。このようなパイプ加熱最適化アルゴリズムにより、蒸気タービン１０４への流入に対する必要な温度条件を満たすように、沈滞部分１６２および１６６を加熱する最善の方法を求めるのが容易になる。パイプ加熱最適化アルゴリズムは、沈滞部分１６２および１６６の様々な位置で必要とされる加熱の量ならびに部分１６２および１６６の温

度を所定の割合で上昇させる加熱の割合を求める。

【００３５】

また、この例示的実施形態では、温度制御システム２３０は、それぞれの配管部分２０５の金属質量および／または形状に関連したデータを伴ってプログラムされ、したがって、温度制御システム２３０は、このようなデータを用いて、沈滞部分１６２および１６６の温度変化の割合を変化させることを促進する。

【００３６】

図２、図３、図４、図５、および図６を参照すると、作動中、ＨＲＳＧ１１０（図１に示されている）のＨＰ過熱器部分１２６は、複合サイクル発電システム１００の起動中に、蒸気タービン１０４のＨＰ部分１３２への流入に適切でない熱力学的性質の蒸気１８０を発生する。ＨＰバイパス弁１５６が開き、ＭＳＶ１５１が閉じられて、蒸気１８０は、ＨＰ過熱蒸気コンジット１３８の生蒸気部分１６０経由でＨＰバイパスコンジット１４８を通って導かれる。蒸気１８２は、沈滞部分１６２に入り、ＭＳＶ１５１で止められる。蒸気１８２から熱が伝達されて、蒸気１８２は、冷却され、凝縮して、沈滞部分１６２の中で停滞した液体１８４を形成する。部分１６２は、主蒸気の温度センサ１８６によって示されるように、蒸気１８０より低い温度に冷える。

【００３７】

同様に、作動中、システム１００の起動を通じて、蒸気１９０が、ＲＨ／ＩＰ部分１２８から、ＨＲＨ蒸気コンジット１４２の生蒸気部分１６４およびＩＰバイパス弁１５８経由で、ＩＰバイパスコンジット１５０を通って導かれる。ＩＳＶ１５３は、蒸気タービン１０４のＩＰ部分１３４の流入のための所定の熱力学的性質を達成していない可能性がある蒸気から蒸気タービン１０４のＩＰ部分１３４を絶縁するように閉まっている。蒸気１９２は、沈滞部分１６６に入り、ＩＳＶ１５３で止められる。蒸気１９２から熱が伝達されて、蒸気１９２は、冷却され、凝縮して、沈滞部分１６６の中で停滞した液体１９４を形成し、部分１６６は、再熱蒸気の温度センサ１９６によって示されるように、蒸気１９０より低い温度に冷える。

【００３８】

また、作動中、コンジット加熱システム２００の温度制御システム２３０は、電源２２２に電力要求信号２３４を発生して伝送する。電源２２２が、加熱要素２２０に電流（図示せず）を伝送する。各加熱要素２２０は、それぞれの熱電対２２６から伝送されて熱電対接続箱２２８経由で温度制御システム２３０へ転送される温度フィードバック信号２３２の関数として電流を受け取る。加熱要素層２０２によって、沈滞部分１６２および１６６に熱エネルギー２２４が伝送される。沈滞部分１６２および１６６の温度が所定の割合で上昇し、このような温度は、それぞれ主蒸気の温度センサ１８６および再熱蒸気の温度センサ１９６によって測定される。

【００３９】

個々の加熱要素２２０によって電流が変化され、熱電対２２６によって測定される温度上昇の測定された割合次第で、一時的に中断されてよい。沈滞部分１６２および１６６に対して過度の応力を誘起しないように、温度上昇の割合が制御される。この例示的実施形態では、温度上昇の割合の上側のパラメータは毎時摂氏２６０度（Ｃ）（華氏５００度（Ｆ））である。沈滞部分１６２および１６６は、特定の瞬時に必要な蒸気条件を満たすように、複合サイクル発電システム１００の起動時間に基づいて任意の割合で暖機され得る。この例示的実施形態では、温度制御システム２３０の中にプログラムされたパイプ加熱最適化アルゴリズムが、ほぼＨＲＳＧ１１０から導かれた蒸気の蒸気流入条件の達成と一致するように部分１６２および１６６の暖機運転の割合を制御することにより、沈滞部分１６２および１６６の加熱に関連した遅延を短縮する。あるいは、本明細書で説明されるような複合サイクル発電システム１００およびコンジット加熱システム２００の動作を可能にする任意の加熱開始時刻、任意の加熱停止時刻、および温度上昇の任意の割合が用いられる。

【００４０】

この例示的実施形態では、コンジット加熱システム２００は、流量制御システム１７０（図１に示されている）をバイパスするように動作可能に結合される。より具体的には、コントローラ１７２、１７４、および１７６（すべて図１に示されている）は、温度制御システム２３０に動作可能に結合される。したがって、一旦、沈滞部分１６２および１６４の配管条件が、それぞれ蒸気１８０および１９０の蒸気条件にほぼ類似し、蒸気１８０および１９０が蒸気タービン１０４への流入のための特性を有すると、ＭＳＶ１５１、ＭＣＶ１５２、ＩＳＶ１５３、およびＩＣＶ１５４が開く。蒸気タービン１０４に蒸気が流れることが可能になり、加熱要素２２０が消勢される。沈滞部分１６２および１６４のさらなる暖機が、これらを通って流れる蒸気１８０および１９０によって達成される。

【００４１】

図７は、複合サイクル発電システム１００（図１に示されている）を組み立てる例示的方法の流れ図である。この例示的実施形態では、３０２で、ガスタービン１０２（図１に示されている）が、ＨＲＳＧ１１０（図１に示されている）に流れ連通で結合される。３０４で、蒸気タービン１０２（図１に示されている）が、ＨＰ過熱蒸気コンジット１３８、ＣＲＨ蒸気コンジット１４０、ＨＲＨ蒸気コンジット１４２、およびＬＰ蒸気コンジット１４４（すべて図１に示されている）経由でＨＲＳＧ１１０に流れ連通で結合される。３０６で、少なくとも１つの加熱要素２２０（図６に示されている）が、ＨＰ過熱蒸気コンジット１３８の沈滞部分１６２（図１に示されている）およびＨＲＨ蒸気コンジット１４２の沈滞部分１６６（図１に示されている）に結合される。３０８で、温度制御システム２３０（図６に示されている）が、加熱要素２２０に動作可能に結合される。３１０で、温度制御システム２３０が、沈滞部分１６２および１６６の温度変化の割合を変化させるようにプログラムされる。

【００４２】

本明細書で説明されるのは、既知の複合サイクル発電システムに対して改善された商業運転を促進する複合サイクル発電システムの例示的実施形態である。前述の方法および装置により、既知の複合サイクルシステムと比較して、起動と負荷運転の間の遅延の短縮が促進される。このような方法および装置も、既知の複合サイクルシステムと比較して、起動と負荷運転の間の燃料消費の低減を促進する。具体的には、前述の方法および装置により、複合サイクル発電プラントは、他の既知の起動の方法および装置と比較して、より速く起動し、より短時間で所望の蒸気タービン負荷に到達することができる。より具体的には、本明細書に説明されるようなコンジット加熱システムにより、関連する配管とその中の流体が蒸気タービンへの流入に適するように、蒸気配管の部分の冷たい停滞した流体を加熱するのが容易になる。既知の複合サイクルシステムとは対照的に、本明細書で説明されるようなコンジット加熱システムは、複合サイクルシステムの起動時間を短縮する。そのうえ、本明細書で説明されるような、コンジットを加熱するシステムおよびプロセスの実施形態は、既知の複合サイクルシステムとは対照的に、配管の暖機のために蒸気タービンへの蒸気の流入を維持するのに必要な期間をかなり短縮する。結果として、蒸気タービンに既知の複合サイクルシステムを用いるものより、蒸気をより早く流入させることができ、それによって商用電力の生成が早められる。そのため、本明細書で説明される方法および装置により、燃料消費および排気ガスの低減が促進され、同時に発電所の収入が増加する。

【００４３】

本明細書で説明される方法、システム、および装置の例示の技術的効果には、（ａ）複合サイクル発電システムの起動時間の短縮、（ｂ）複合サイクル発電システムの起動中の燃料消費の低減、（ｃ）複合サイクル発電システムの起動中に発生する排気ガスの低減、および（ｄ）複合サイクル発電システムの蒸気配管の熱応力が低減し、それによって蒸気配管の耐用年数が延びることが含まれる。

【００４４】

本明細書で説明される方法およびシステムは、本明細書で説明される特定の実施形態に限定されない。例えば、各システムの構成要素および／または各方法のステップは、本明

細書に説明される他の構成要素および／またはステップから独立して別個に用いられ、かつ／または実施されてよい。また、それぞれの構成要素および／またはステップは、他の組立体および方法とともに用いられ、かつ／または実施されてもよい。

【００４５】

いくつかの実施形態には、１つまたは複数の電子デバイスまたは演算デバイスを使用することが含まれる。このようなデバイスには、一般に、汎用中央処理装置（ＣＰＵ）、グラフィック処理装置（ＧＰＵ）、マイクロコントローラ、縮小命令型コンピュータ（ＲＩＳＣ）プロセッサ、特定用途向け集積回路（ＡＳＩＣ）、プログラマブルロジック回路、および／または本明細書で説明される機能を実行することができる他の回路またはプロセッサなどのプロセッサまたはコントローラが含まれる。本明細書で説明される方法は、限定することなく記憶装置デバイスおよび／またはメモリデバイスを含むコンピュータ読取り可能媒体で実施される実行可能な命令として符号化され得る。このような命令がプロセッサによって実行されると、プロセッサは、本明細書で説明される方法の少なくとも一部分を遂行する。上記の実例は単なる例示であり、したがって、用語プロセッサの定義および／または意味を限定するようには少しも意図されていない。

【００４６】

本発明が様々な特定の実施形態に関して説明されてきたが、当業者なら、特許請求の趣旨および範囲の範囲内の変更形態を用いて本発明を実施することができることを理解するであろう。

【符号の説明】

【００４７】

１００　複合サイクル発電システム
１０２　ガスタービン
１０４　蒸気タービン
１０６　第１の電力発電機
１０８　第２の電力発電機
１１０　熱回収蒸気発電機（ＨＲＳＧ）
１１１　排気ガスコンジット
１１２　蒸気コンジット
１２２　凝縮器
１２４　低圧蒸気排出コンジット
１２６　高圧（ＨＰ）過熱器部分
１２８　再熱器／中間圧力（ＲＨ／ＩＰ）部分
１３０　低圧（ＬＰ）部分
１３２　蒸気タービンのＨＰ部分
１３４　蒸気タービンのＩＰ部分
１３６　蒸気タービンのＬＰ部分
１３８　ＨＰ過熱蒸気コンジット
１４０　冷たい再加熱（ＣＲＨ）蒸気コンジット
１４２　熱い再加熱（ＨＲＨ）蒸気コンジット
１４４　ＬＰ蒸気コンジット
１４５　蒸気クロスオーバコンジット
１４８　ＨＰバイパスコンジット
１４９　過熱低減器
１５０　ＩＰバイパスコンジット
１５１　主停止弁（ＭＳＶ）
１５２　主制御弁（ＭＣＶ）
１５３　中間停止弁（ＩＳＶ）
１５４　中間制御弁（ＩＣＶ）
１５６　ＨＰバイパス弁

１５８　ＩＰバイパス弁
１６０　生蒸気（第１の）部分
１６２　（第２の）沈滞部分
１６４　生蒸気（第１の）部分
１６６　（第２の）沈滞部分
１６７　ＨＰ部分の計測パッケージ
１６８　ＩＰ部分の計測パッケージ
１６９　ＬＰ部分の計測パッケージ
１７０　バイパス蒸気の流量制御システム
１７２　第１のコントローラ
１７４　第２のコントローラ
１７６　第３のコントローラ
１８０　蒸気
１８２　蒸気
１８４　停滞した液体
１８６　主蒸気の温度センサ
１９０　蒸気
１９２　蒸気
１９４　停滞した液体
１９６　再熱蒸気の温度センサ
２００　コンジット加熱システム
２０２　環状の加熱要素層
T_1　配管の厚さ値
T_2　加熱要素層の厚さ値
２０４　環状絶縁層
T_3　環状絶縁層の厚さ値
２０５　配管部分
２０６　直線部分
２０８　第１の屈曲
２１０　第２の屈曲
２１２　第３の屈曲
２２０　加熱要素
２２２　電源
２２４　熱エネルギー
２２６　温度フィードバックデバイス
２２８　熱電対接続箱
２３０　温度制御システム
２３２　温度フィードバック信号
２３４　電力要求信号
２３６　電力フィードバック信号
３００　方法
３０２　ガスタービンを、熱回収蒸気発電機（ＨＲＳＧ）に流れ連通で結合する
３０４　蒸気タービンを、少なくとも１つの蒸気コンジットを介してＨＲＳＧに流れ連通で結合する
３０６　少なくとも１つの加熱要素を、少なくとも１つの蒸気コンジットの一部分に結合する
３０８　少なくとも１つのコントローラを、少なくとも１つの加熱要素に動作可能に結合する
３１０　少なくとも１つの蒸気コンジットの一部分の温度変化の割合を変化させるように、少なくとも１つのコントローラをプログラムする

【図１】

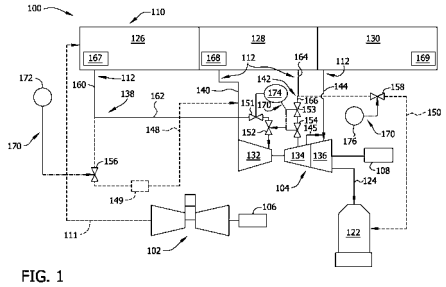


FIG. 1

【図２】

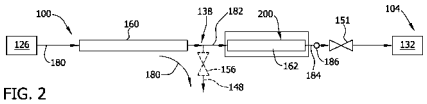


FIG. 2

【図３】

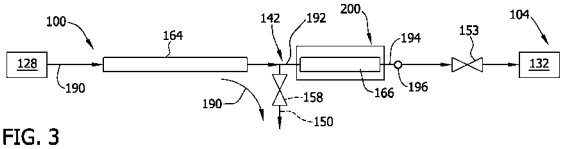


FIG. 3

【図４】

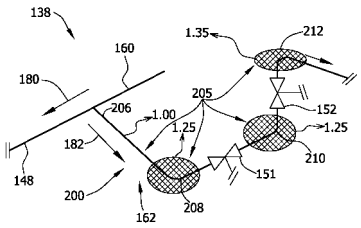


FIG. 4

【図５】

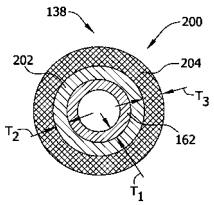


FIG. 5

【図６】

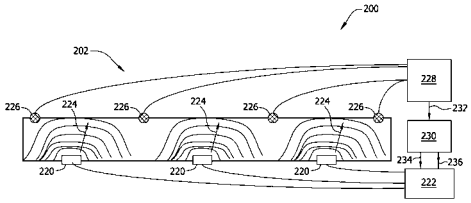


FIG. 6

【図７】

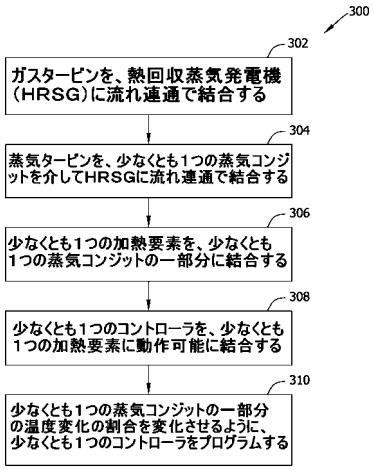


FIG. 7

フロントページの続き

(72)発明者　ラフール・チラー
アメリカ合衆国、ジョージア州、アトランタ、ワイルドウッド・パークウェイ、４２００番
(72)発明者　デイビッド・エル・ロジャース
アメリカ合衆国、ジョージア州、アトランタ、ワイルドウッド・パークウェイ、４２００番
(72)発明者　ヴィジェイ・ネンメニ
アメリカ合衆国、ジョージア州、アトランタ、ワイルドウッド・パークウェイ、４２００番
(72)発明者　フリオ・メストロニ
アメリカ合衆国、ジョージア州、アトランタ、ワイルドウッド・パークウェイ、４２００番

Ｆターム(参考) 3G081 BA02　BA03　BA11　BB10　BC07　DA03