

(19)日本国特許庁(JP)

(12)特許公報(B2)

(11)特許番号
特許第7004792号
(P7004792)

(45)発行日 令和4年1月21日(2022.1.21)

(24)登録日 令和4年1月6日(2022.1.6)

(51)国際特許分類	F I			
H 0 2 J 15/00 (2006.01)	H 0 2 J 15/00			E
F 0 2 C 6/16 (2006.01)	F 0 2 C 6/16			
	H 0 2 J 15/00			H

請求項の数 9 (全17頁)

(21)出願番号	特願2020-203178(P2020-203178)	(73)特許権者	513243790 ヌオーヴォ ピニオーネ ソチエタ レス ボンサピリタ リミタータ NUOVO PIGNONE S . R . L . イタリア国 5 0 1 2 7 フィレンツェ ヴィア フェリーチェ マッテウッチ 2 110002871
(22)出願日	令和2年12月8日(2020.12.8)	(74)代理人	特許業務法人坂本国際特許商標事務所
(62)分割の表示	特願2016-558276(P2016-558276))の分割	(72)発明者	コサマナ, パースカラ インド、カルナータカ州・5 6 0 0 6 6 、バンガロール、フーディ・ヴィレッジ 、ホワイトフィールド・ロード、ジョン ・エフ・ウェルチ・テクノロジー・セン ター
原出願日	平成26年12月15日(2014.12.15)	(72)発明者	ヴェンカタチャラム, カリヤーン・クマ 最終頁に続く
(65)公開番号	特開2021-65088(P2021-65088A)		
(43)公開日	令和3年4月22日(2021.4.22)		
審査請求日	令和2年12月8日(2020.12.8)		
(31)優先権主張番号	FI2013A000299		
(32)優先日	平成25年12月16日(2013.12.16)		
(33)優先権主張国・地域又は機関	イタリア(IT)		

(54)【発明の名称】 圧縮空気エネルギー貯蔵(CAES)システム及び方法

(57)【特許請求の範囲】

【請求項1】

圧縮空気エネルギー貯蔵システム(1)であって、
 空気の流れを圧縮するための第1の圧縮機装置(3)と、
 前記第1の圧縮機装置(3)からの圧縮空気が熱蓄積手段に対して熱を交換する、熱エネルギー貯蔵ユニット(13)と、
 前記熱エネルギー貯蔵ユニット(13)からの圧縮空気を受容及び蓄積するために配置及び設定された空気貯蔵デバイス(17)と、
 前記空気貯蔵デバイス(17)からの圧縮空気を受容してそれから有用な力を作り出すための少なくとも1つの膨張機(21A、21B、21C)と、
 前記熱エネルギー貯蔵ユニット(13)と前記空気貯蔵デバイス(17)の間に位置する別の圧縮機装置(15)と、
 を含み、
 前記第1の圧縮機装置(3)は、複数の圧縮機列(3A、3B、3C)を含み、
 各前記圧縮機列(3A、3B、3C)は、少なくとも1つの圧縮機を含み、
 前記圧縮空気エネルギー貯蔵システム(1)が、複数の電気機械(23A、23B、23C)であって、各々の当該電気機械が各前記圧縮機列(3A、3B、3C)を回転駆動するように接続された電気機械(23A、23B、23C)をさらに備え、
 各前記電気機械(23A、23B、23C)は、電気エネルギー発生モード中に発電機として動作するように前記少なくとも一つの膨張機(21A、21B、21C)に作動可能に

連結されるように構成され、モータモード中にモータとして動作するように関連する前記圧縮機列（３Ａ、３Ｂ、３Ｃ）の軸に作動可能に連結されるように構成された可逆電気機械であり、

各前記圧縮機列（３Ａ、３Ｂ、３Ｃ）は、複数の連続配置した圧縮機を含み、その間に中間冷却器を配置していない、

圧縮空気エネルギー貯蔵システム。

【請求項２】

圧縮空気送達配管（１８）は、前記空気貯蔵デバイス（１７）を前記少なくとも１つの膨張機（２１）に連結し、前記圧縮空気送達配管（１８）は、前記熱エネルギー貯蔵ユニット（１３）と熱交換関係にあり、これにより、前記空気貯蔵デバイス（１７）からの圧縮空気は、前記少なくとも１つの膨張機（２１）に入る前に熱蓄積手段から熱を受容する、請求項１に記載のシステム。

10

【請求項３】

前記少なくとも１つの膨張機（２１）からのある程度膨張した空気と燃料とを受容すると共に圧縮された燃焼ガスを作り出すために配置された燃焼器と、

前記燃焼ガスを受容するガスタービンであって、前記燃焼ガスを膨張させてそれと共に有用な力を作り出すために配置されたガスタービンと、

をさらに含む、請求項１又は２に記載のシステム。

【請求項４】

安全冷却器（１９）は、前記別の圧縮機装置（１５）と前記空気貯蔵デバイス（１７）の間に配置される、請求項１から３のいずれか１項に記載のシステム。

20

【請求項５】

前記電気機械（２３）のうちの少なくとも１つを、関連する前記圧縮機列又は前記少なくとも１つの膨張機（２１）に選択的に機械的に連結するために設けられたクラッチ装置（２７、２９）をさらに備える、請求項１から４のいずれか１項に記載のシステム。

【請求項６】

各前記圧縮機列（３Ａ、３Ｂ、３Ｃ）は、関連する前記電気機械（２３Ａ、２３Ｂ、２３Ｃ）によって回転駆動される共通の軸系に沿った前記複数の連続配置した圧縮機を含む、請求項１から５のいずれか１項に記載のシステム。

【請求項７】

関連する前記電気機械（２３Ａ、２３Ｂ、２３Ｃ）と、関連する前記圧縮機列（３Ａ、３Ｂ、３Ｃ）の前記圧縮機を回転駆動する前記共通の軸系と、の間に配置された少なくとも１つの別の速度操作デバイス（３５Ａ、３５Ｂ、３５Ｃ）をさらに備える、請求項６に記載のシステム。

30

【請求項８】

前記少なくとも１つの別の速度操作デバイス（３５Ａ、３５Ｂ、３５Ｃ）は、関連する前記電気機械（２３Ａ、２３Ｂ、２３Ｃ）と関連する前記圧縮機列（３Ａ、３Ｂ、３Ｃ）の間に配置される、請求項７に記載のシステム。

【請求項９】

各前記電気機械（２３Ａ、２３Ｂ、２３Ｃ）を、関連する前記圧縮機列（３Ａ、３Ｂ、３Ｃ）又は前記少なくとも１つの膨張機（２１Ａ、２１Ｂ、２１Ｃ）に選択的に連結するためのクラッチ装置（２７Ａ、２７Ｂ、２７Ｃ、２９Ａ、２９Ｂ、２９Ｃ）をさらに備える、請求項５に記載のシステム。

40

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【０００１】

本開示は、短く CAES (compressed-air energy-storage) システムとも呼ばれる圧縮空気エネルギー貯蔵システムに関する。本開示はまた、CAES システムを使用するエネルギーの貯蔵及び電気エネルギーの生産のための方法にも言及する。より具体的には、本発明は、先進的断熱 CAES システム (AA CAES) とも称さ

50

れている、いわゆる断熱CAESシステム（ACAES）に関する。

【背景技術】

【0002】

CAES電力プラント又はシステムは、エネルギーの利用を最適化するための手段として一般的に使用されている。当業者には公知であるように、配電網の要求する電力は、日中の電力要求と夜間の低下した電力要求のピークに応じて様々である。大型の蒸気電力プラント又は再生可能電力プラントは、電力を量的に生産するが、それを任意に変えることはできない。これによって、夜間に配電網で利用可能な電力が過剰となり、ピーク時間中に電力不足が生じる。ガスタービン、特に航空機転用ガスタービン、を使用する小型の電力プラントは、電力要求のピークをカバーするために実施されてきた。こういったプラントは、24時間の間の変わりやすい電力要求に応じて作動と停止が可能である。それにもかかわらず、夜間に過剰に生産されるエネルギーを貯蔵し、貯蔵したエネルギーを再生してピーク時間中の電力の生産を増大させるために、さらに別の手段が対処されなければならない。この目的のために使用される手段のうちの1つは、CAES技術である。これらのシステムは通常、1つ又は複数の圧縮機を有する圧縮機列を含み、それは、夜間の間に、すなわち、必要な電力が配電網で利用可能なものよりも少ないときに、配電網からの電力によって駆動される。したがって、配電網から利用可能な余剰電力は、貯蔵した圧縮空気の圧縮エネルギーに変化される。

10

【0003】

次いで、圧縮空気は、配電網からのピーク電力要求をカバーするために日中に利用され、圧縮空気を適切な圧力まで膨張させると共に燃焼室内で空気/燃料混合物を燃焼させて、電気を発生させるためにタービン内で膨張する燃焼ガスを生成する。

20

【0004】

こういったプラントによる環境への影響を低減するために、いわゆる断熱又は先進的断熱圧縮空気エネルギー貯蔵システム（ACAES又はAACAES）が開発された。ACAES又はAACAESシステムは、蓄積したエネルギーを電力に変換するために、化石燃料を利用しない。むしろ、それらは、空気の圧縮処理によって発生する熱を貯蔵し、この熱を再生して、1つ又は複数の膨張機を介して圧縮空気を膨張させる前に空気温度を上昇させる。

【0005】

図1では、現行技術に従ったAACAES又はACAESシステムが図解的に示されている。ACAESシステムは、全体が100で表示されている。システムは、圧縮機列101を含み、図1に示す例示的な実施形態では、共通の軸系109を有する3つの直列配置の圧縮機103、105、107を含む。圧縮機入口103Iで第1の圧縮機103に入る空気は、増加する圧力値で連続して圧縮され、最後の圧縮機107の出口107Eにおいて最終的に送達される。少なくとも2つの連続配置された圧縮機の間、この例では、圧縮機103と圧縮機105の間には、中間冷却器111が配置される。中間冷却器は、熱交換器であって、上流の圧縮機から送達されたある程度圧縮した空気が、次の圧縮機に入る前に冷却され、これにより、処理されている空気量は、熱をそこから除去することによって減少する。熱は、周囲の空気、水又は任意の他の冷却媒体に対する熱交換によって除去される。ある程度圧縮した空気から熱を除去することにより、圧縮機列101を駆動するのに要する機械力は量的に減少する。

30

40

【0006】

107Eで圧縮機列から出て行く圧縮空気は、熱エネルギー貯蔵装置（thermal energy storage arrangement）113を貫流し、そこでは熱が、圧縮空気流から除去され、適切な熱エネルギー貯蔵媒体、例えば、岩などの固体の熱貯蔵媒体、或いは、オイル、圧縮水又はグリコールなどの液体の熱貯蔵媒体、の中に貯蔵される。幾つかの公知の実施形態では、熱は、固体から液体への相変化を受けて潜在的な液化熱の形態で熱エネルギーを蓄積するように選択される熱貯蔵媒体の中に貯蔵される。

【0007】

50

冷却された空気は、安全冷却器 115 を介して最終的に送達され、空気貯蔵デバイス、例えば、空洞 (cavern) 117、の中に貯蔵される。図 1 の図解では、空気の流れの例示的な圧力値と温度値が示されている。これらの値は、例として与えられているに過ぎない。第 1 の圧縮機 103 から出て行く空気は、7 パール (bar) の圧力値と、250 の温度値を有することがあり、第 2 の圧縮機 105 に入る前に中間冷却器 111 内で 180 まで冷却される。空気圧力は、最後の圧縮機 107 又は圧縮機列 101 によって処理される前に、第 2 の圧縮機 105 によって 28 パールまで増加され、450 の温度に達し、その送達側において、空気は、65 パールの圧力と 650 の温度に達することがある。熱エネルギー貯蔵ユニット内での冷却後において、空気は、70 の温度と、熱エネルギー貯蔵ユニット全体の圧力降下が無視できる場合に熱エネルギー貯蔵ユニットの入口側におけると実質上同じ圧力と、を有することがある。

10

【0008】

圧縮機列 101 は、第 1 のクラッチ 121 を介して軸系 109 に選択的に連結可能である可逆電気機械 119 によって駆動することができる。可逆電気機械 119 は、余剰電力が配電網 G から利用可能であるときに、モータモードで動作する。例えば、可逆電気機械 119 は、夜間にモータモードで動作することができ、これにより、配電網 G からの電力は、熱エネルギー貯蔵ユニット内に蓄積される熱出力と、圧縮空気貯蔵デバイス 117 内に圧縮空気の形態で蓄積される圧力エネルギーと、に変換される。電力が配電網 G から利用可能でないとき、第 1 のクラッチ 121 は、係合を解除される場合があり、可逆電気機械 119 は、静止したままである場合がある。

20

【0009】

配電網 G から追加電力が必要である場合、可逆電気機械 119 は、発生機モードに切り換えられて、第 2 のクラッチ 123 を介して膨張機 125 に連結することができる。次いで、空気貯蔵デバイス 117 からの圧縮空気は、熱エネルギー貯蔵ユニットを介して膨張機 125 に送達することができる。空気貯蔵デバイス 117 からの圧縮空気は、熱エネルギー貯蔵ユニット内で、熱エネルギー貯蔵ユニット 113 の熱貯蔵媒体と熱を交換することによって、例えば、650 まで加熱される。加熱した圧縮空気は、膨張機 125 内で膨張して、この加熱した圧縮空気流中の利用可能な力の少なくとも一部が有用な機械力に変換され、それは可逆電気機械 119 を駆動し、これにより電力が生産されて、配電網 G に最終的に投入される。

30

【先行技術文献】

【特許文献】

【0010】

【文献】独国特許出願公開 102011112280 号明細書

【発明の概要】

【0011】

圧縮空気エネルギー貯蔵システムの効率は、圧縮段階を第 1 の圧縮ステップと第 2 の圧縮ステップに分割することによって向上する。CAES システムが空気圧縮モードで動作しているとき、第 1 の圧縮ステップの後で第 2 の圧縮ステップの前において、熱は、このある程度圧縮した空気から除去される。このある程度圧縮した空気から除去される熱は、熱エネルギー貯蔵ユニットの中に蓄積され、そこから熱エネルギーは、CAES システムがエネルギー生産モードで動作するときに、再生される。

40

【0012】

2 つの連続配置された圧縮機間の空気の流れを中間冷却することは、省略して、熱除去及び貯蔵の段階と入れ替えることができ、これにより、もっと多くの熱エネルギーが、CAES システムのエネルギー生産モードにおいてその後の再利用のために、利用可能である。

【0013】

圧縮機を駆動するのに必要な力は、現行技術の装置に関して軽減される。

【0014】

幾つかの実施形態では、中間冷却器は、第 1 の圧縮機装置と第 2 の圧縮機装置の間に配置

50

された熱エネルギー貯蔵ユニットと組み合わせて、例えば、第1の圧縮機装置の後に配置された圧縮機の間には設けることが依然として可能である。

【0015】

したがって、幾つかの実施形態によれば、本明細書中に開示した主題は、特に、圧縮空気エネルギー貯蔵システムに関係し、このシステムは、空気の流れを圧縮するための第1の圧縮機装置と、それを介して第1の圧縮機装置からの圧縮空気が熱蓄積手段に対して熱を交換する、熱エネルギー貯蔵ユニットと、熱エネルギー貯蔵ユニットからの圧縮空気を受容及び蓄積するために配置及び設定された空気貯蔵デバイスと、加熱した圧縮空気から有用な力を作り出すための少なくとも1つの膨張機と、を含む。システムは、加えて、熱エネルギー貯蔵ユニットと空気貯蔵デバイスの間に位置している別の圧縮機装置を含む。熱蓄積手段は、ある程度圧縮した空気流から除去した熱エネルギーを蓄積及び貯蔵することができかつこの蓄積した熱エネルギーを低温の空気等の流れに送達することができる、任意のデバイス、物質、装置等にすることができる。

10

【0016】

膨張機は、空気膨張機を含むことができ、ここでは加熱した圧縮空気が機械力を作り出すために膨張する。膨張機は、ガスタービンを含むこともでき、ここでは加熱した圧縮空気を燃料と混ぜて燃焼させることによって燃焼ガスが生成される。一般に、異なったことが示されていない限り、本開示及び添付の特許請求の範囲の文脈において、膨張機という用語は、圧縮性流体の流れの熱及び圧力エネルギーの少なくとも一部を、前記流れの膨張によって、有用な機械エネルギーに変換することができる機械として解釈するものとする。

20

【0017】

幾つかの実施形態では、CAESシステムのエネルギー生産動作モードの間に熱エネルギー貯蔵ユニットによって送達される加熱した圧縮空気は、燃料を使用しないで空気流の圧力及び熱エネルギーを有用な機械エネルギーに変換する少なくとも1つ又は複数の膨張機の中で全体的に膨張することができる。有用な機械エネルギーはさらに、電気発生機又は可逆電気機械によって電気エネルギーに変換することができる。このケースのCAESシステムは、いわゆる断熱又は先進的断熱CAESシステム(AACAES又はACAESシステム)である。

【0018】

他の実施形態では、燃料は、加熱した圧縮空気流に追加することができ、燃料と空気の混合物は、高温の加圧燃焼ガスを生成するために発火させることができ、有用な機械力を作り出すために1つ又は複数のタービンの中で膨張することができる。1つ又は複数の空気膨張機と1つ又は複数のガスタービンとを組み合わせることも考えることができる。高温の加圧空気は、空気膨張機内である程度膨張することができ、次いで、ある程度膨張した依然高温の空気は、燃料と混合して、高温の加圧燃焼ガスを生成するために発火され、このガスは、1つ又は複数のガスタービンの中で膨張する。

30

【0019】

両方の場面において、総システム効率に関する利点は、本明細書中に開示した装置によって達成することができる。

【0020】

幾つかの実施形態によれば、第1の圧縮機装置は、複数の連続配置した圧縮機を含み、その間に中間冷却器を配置していない。第2の圧縮機装置は、1つ又は複数の連続配置した圧縮機を含むことができる。安全熱交換器は、最後の圧縮機と圧縮空気貯蔵デバイスの間に配置することができる。

40

【0021】

幾つかの実施形態では、第1の電気機械は、第1の圧縮機装置を駆動するために設けることができ、第2の電気機械は、別の圧縮機装置を駆動するために設けることができる。速度操作デバイスは、前記電気機械のうち的一方又は前記電気機械の双方のために設けることができる。

【0022】

50

幾つかの実施形態では、例えば、ギアボックスは、第1の電気機械及び/又は第2の電気機械と、第1の圧縮機装置又は別の圧縮機装置の圧縮機のうちの少なくとも1つと、の間に設けることができる。

【0023】

幾つかの実施形態では、可変周波数ドライバは、前記電気機械の一方又は双方のために設けることができ、これにより、その回転速度は、例えば、吸込み圧力及び送達圧力などの動作条件に応じて変化させることができる。

【0024】

他の実施形態では、単一の電気機械は、システムの圧縮機全部を回転駆動するために使用することができる。適切なギアボックス(複数)は、圧縮機の回転速度を修正するために設けることができる。

10

【0025】

圧縮機(複数)を駆動するために使用される電気機械のうちの少なくとも1つは、圧縮機(複数)又は膨張機に選択的に駆動連結することができる可逆電気機械にすることができる。他の実施形態では、別個の電気機械は、圧縮機(複数)をそれぞれ駆動して、膨張機によって生成された機械エネルギーを変換するために使用することができる。

【0026】

別の態様によれば、本開示は、圧縮空気エネルギー貯蔵システムを動作させるための方法にも関しており、この方法は、

空気流を第1の圧力にある程度圧縮するステップと、

20

ある程度圧縮した空気から熱を除去して熱エネルギーを貯蔵するステップと、

冷却したある程度圧縮した空気を第2の圧力にさらに圧縮するステップと、

さらに圧縮した空気を空気貯蔵デバイスの中に貯蔵するステップと、を含む。

【0027】

本方法は、貯蔵した熱エネルギーを介して、冷却された圧縮空気を加熱するステップと、加熱した圧縮空気を少なくとも1つの膨張機の中で膨張させて、それから有用なエネルギーを作り出すステップと、をさらに含む。

【0028】

特徴と実施形態については、以下に開示すると共に、本説明の不可欠な部分を形成する添付の特許請求の範囲の中にさらに記載する。上記の簡潔な説明は、本発明の様々な実施形態の特徴を記載しており、それは、後続する詳細な説明が良好に理解できるようにするためであり、また、当技術分野に対する本寄与が良好に評価できるようにするためである。もちろん、本発明の特徴は他に存在し、それらについては、以下に記載すると共に添付の特許請求の範囲の中に記載する。この点に関して、本発明の幾つかの実施形態を詳細に解説する前に、本発明の様々な実施形態が、その適用において、その構造の詳細に、また、後続する説明に記載した又は図面に描いた構成要素の配置に、限定されないということを理解されたい。本発明は、他の実施形態が可能であり、また、様々なやり方で実行及び実施することが可能である。また、本明細書中に用いた言葉づかいや用語は、説明の目的のためであって、限定であるとみなすべきではない、と理解すべきである。

30

【0029】

そういうことで、本開示の基礎になる概念は、本発明の幾つかの目的を達成するために他の構造、方法、及び/又はシステムを設計するための基礎として容易に活用できる、と当業者なら理解するであろう。したがって、特許請求の範囲は、本発明の精神及び範囲から逸脱しない限り、そういった均等な構成を含んでいる、と考えることが重要である。

40

【0030】

本発明の開示した実施形態のより完全な認識及びその多くの付随した利点は、添付図面に関連して検討するとき以下の詳細な説明を参照することによって良好に理解されると同様に容易に取得されよう。

【図面の簡単な説明】

【0031】

50

【図 1】現行技術に従った A A C A E S 又は A C A E S システムを図解的に示す図である。

【図 2】本開示に従った A C A E S システムを図解的に示す図である。

【図 3】本開示に従った A C A E S システムに使用された圧縮機列の例示的な実施形態を図解的に示す図である。

【図 4】本開示に従った A C A E S システムに使用された圧縮機列の例示的な実施形態を図解的に示す図である。

【図 5】本開示に従った A C A E S システムに使用された圧縮機列の例示的な実施形態を図解的に示す図である。

【発明を実施するための形態】

【0032】

以下の例示的な実施形態の詳細な説明は、添付図面を参照している。異なる図面中の同じ参照符号は、同じ又は類似の要素を特定している。加えて、図面は、必ずしも縮尺通り描いていない。また、以下の詳細な説明は、本発明を限定するものではない。代わりに、本発明の範囲は、添付した特許請求の範囲によって画定される。

【0033】

本明細書全体にわたる「1つの実施形態」又は「実施形態」或いは「幾つかの実施形態」という引用は、実施形態に関連して説明した特定の特徵、構造、又は特性が、開示した主題に関する少なくとも1つの実施形態に含められることを意味する。したがって、本明細書全体にわたって様々な箇所に出現する用語「1つの実施形態では」又は「実施形態では」或いは「幾つかの実施形態では」は、必ずしもその実施形態と同じものを指してはいない。さらに、特定の特徵、構造又は特性については、1つ又は複数の実施形態において任意の適切な形式で組み合わせることができる。

【0034】

以下の説明では、本主題の実施形態は、A C A E S 又は A A C A E S システムに関連して記載される。しかしながら、本明細書中に開示した主題によって提供される利点については、圧縮空気が部分的に膨張しその後燃料と混合して圧縮燃焼ガスが生成されてそれがガスタービン中で膨張してさらに有用な力を生み出す C A E S システムにおいて使用されるときでも取得することができるという理解されよう。

【0035】

図 2 を参照すると、本開示に従った A C A E S システムの例示的な実施形態については、図解的に示され、全体が 1 で表示されている。A C A E S システム 1 は、配電網 G から利用可能な余剰電力を用いて周囲空気を圧縮する圧縮機又は圧縮機列 3 を含むことができる。

【0036】

幾つかの実施形態では、圧縮機列 3 は、複数の連続配置された圧縮機 5、7 及び 9 を含む。他の実施形態（図示せず）では、単一の圧縮機を設けることができる。さらに別の実施形態では、後述するように、1 より多い圧縮機列 3 が並列に設けられ、空気流量をより多く処理することができる。

【0037】

圧縮機 5、7 及び 9 は、単一の軸系 11 によって連結することができる。

【0038】

周囲空気は、第 1 の圧縮機 5 によって取り込まれて、第 1 の圧力値まで処理及び圧縮され、その後、中間冷却を行うことなく第 2 の圧縮機 7 に送達される。第 2 の圧縮機 7 は、第 2 の圧力値まで空気の流れを処理し、この圧縮空気の流れを、中間で中間冷却を行うことなく第 3 の圧縮機 9 の入口に送達する。圧縮機列の中には、異なった数の圧縮機、例えば、2 つの或いは 3 つより多い圧縮機又は圧縮機ステージを設けることができる。いずれにしても、圧縮機列 3 の連続配置された圧縮機の間には、中間冷却器が設けられないことが好ましい。

【0039】

図 2 には、各圧縮機 5、7 及び 9 の吸込み側と送達側における例示的な圧力値と温度値が示されている。これらの値は、単なる例示であり、本開示の範囲を限定するものではない

10

20

30

40

50

と理解されよう。

【 0 0 4 0 】

入口の空気は、15 の温度と1バールの圧力（絶対単位）を有し、幾つかの実施形態では、250 で、例えば、約7バールの圧力で、第1の圧縮機5から出て行く。第2の圧縮機7の吸込み側における空気入口条件は、第1の圧縮機5の送達側におけるものと実質上同じである。第2の圧縮機7から出て行く空気は、約26～27バール、例えば、26.8バールの圧力と、約500～550 、例えば、534 の温度を有することがある。最後の圧縮機9では、空気圧力は、約40～45バール、例えば、約42.5バールまで増加し、約600～680 、例えば、約650 の温度を有する。

【 0 0 4 1 】

A C A E Sシステム1は、圧縮機列3から送達された圧縮空気の流れが貫流する熱エネルギー貯蔵ユニット13をさらに含む。熱エネルギー貯蔵ユニット13は、熱貯蔵媒体、例えば、固体又は液体の熱貯蔵媒体、或いは、例えば、固体から液体への相変化を受けて潜在的な液化熱を蓄積する熱貯蔵媒体を含むことができる。

【 0 0 4 2 】

空気は、最後の圧縮機9の送達側で達したのと実質上同じ圧力で、或いは、熱エネルギー貯蔵ユニット13を横断する圧力降下に起因した僅かに低い圧力で、熱エネルギー貯蔵ユニット13の出口側で送達される。圧縮空気流から熱が除去されるせいで、熱エネルギー貯蔵ユニット13から送達される空気の温度は、圧縮機9の送達側における温度よりも実質上低い。単なる例として、熱エネルギー貯蔵ユニット13から出て行く空気流は、約70～90 、例えば、約80 の温度と、約40～45バール、例えば、約42バールの圧力を有することがある。

【 0 0 4 3 】

熱エネルギー貯蔵ユニット13の下流には、別の圧縮機装置15が設けられる。図2の図解的な表示では、別の圧縮機装置15は、別個の電気モータ16によって駆動される。熱エネルギー貯蔵ユニット13から出て行く空気は、別の圧縮機装置15によって取り込まれて、17で図解的に示した空洞などの空気貯蔵デバイスに送達される。

【 0 0 4 4 】

幾つかの実施形態では、安全冷却器19は、別の圧縮機装置15の送達側と空気貯蔵デバイス17の間に配置することができる。

【 0 0 4 5 】

図2には、別の圧縮機装置15によって送達される空気の流れの例示的な圧力値と温度値が示されている。幾つかの実施形態では、約60～70バール、例えば、約65バールの圧力が達成でき、その一方、空気温度が、別の圧縮機装置15の送達側で、約110～130 、例えば、約120 に上昇することができる。安全冷却器19内での冷却後に、空気流は、約40～60 、例えば、約50 の温度を有する。

【 0 0 4 6 】

図2のA A C A E Sシステム1は、少なくとも1つの膨張機21をさらに含み、そこでは、圧縮されて加熱された空気が膨張して、日中に有用な機械エネルギーを作り出すことができる。膨張機21は、圧縮空気ダクト31を介して、空気貯蔵デバイス17と流体連通状態に置くことができる。

【 0 0 4 7 】

幾つかの実施形態では、単一の可逆電気機械23は、圧縮機列3の軸系11と膨張機21の軸25とに選択的に係合することができる。第1のクラッチ27は、可逆電気機械23を軸系11に連結するために設けることができる。第2のクラッチ装置29は、膨張機21を可逆電気機械23に駆動連結するために設けることができる。

【 0 0 4 8 】

これまでに説明したA A C A E Sシステム1は、次のように動作する。

【 0 0 4 9 】

余剰電力が配電網Gから利用可能である場合、可逆電気機械23は、モータモードに切り

10

20

30

40

50

換えられて動作して、第1のクラッチ27の係合によって圧縮機列3を駆動する。配電網Gからの電力は、モータ16を駆動するためにも使用される。したがって、周囲空気は、圧縮機列3の第1、第2及び第3の圧縮機5、7、9によって連続して圧縮され、圧縮空気流から熱を除去する熱エネルギー貯蔵ユニット13を介して送達される。熱エネルギー貯蔵ユニット13から出て行く冷却した空気は、別の圧縮機装置15の中でさらに圧縮され、安全冷却器19の中で冷却され、そして、空気貯蔵デバイス17の中に高圧で貯蔵される。

【0050】

空気貯蔵デバイス17の中が最大圧力に達したとき、及び/又は、電力が配電網Gから利用可能でない場合、可逆電気機械23と電気モータ16は、停止し、第1のクラッチ27は、係合を解除することができる。

10

【0051】

追加の電力が配電網Gによって要求され、圧力エネルギーが空気貯蔵デバイス17の中で利用可能であり、そして、熱エネルギーが熱エネルギー貯蔵ユニット13の中で利用可能である場合、可逆電気機械23は、発生機モードに切り換えることができ、クラッチ29は、係合することができる。空気貯蔵デバイス17からの圧縮空気は、熱エネルギー貯蔵ユニット13を貫流し、熱エネルギー貯蔵ユニット13の中に蓄積された熱エネルギーを利用して加熱され、そして、膨張機21に最終的に送達される。圧縮空気送達配管18は、圧縮空気を空気貯蔵デバイス17から熱エネルギー貯蔵ユニット13に送達するために設けることができる。

【0052】

膨張機21は、加熱された圧縮空気流からの力を軸25上で利用可能な機械力に変換し、クラッチ29を介して可逆電気機械23を駆動して発生機モードで作動させ、これにより、機械力は、最終的に電力に変換されて配電網Gに投入される。

20

【0053】

他の実施形態(図示せず)では、圧縮機列3を駆動するために、そして、膨張機21からの機械力を有用な電力に変換するために、2つの異なった電気機械を設けることができる。このケースでは、クラッチ27及び29は、省略することができる。モータモードで継続的に動作する第1の電気機械は、軸系11に固定連結することができ、発生機モードで継続的に動作する第2の電気機械は、膨張機21の軸25に固定連結することができる。

【0054】

図3は、図2のACAESシステム1の圧縮機装置の可能な実施形態をさらに詳細に図解的に示している。同じ参照番号は、図2に示す要素と同じものを示している。

30

【0055】

図3に示す実施形態では、可逆電気機械23と軸系11の間には、速度操作デバイス、例えば、ギアボックス35、が設けられる。ギアボックス35は、電気機械23と軸系11の間の正確な速度伝達比を提供する。

【0056】

幾つかの実施形態では、図3に例として示されているように、別の圧縮機装置15を駆動する電気モータ16は、配電網GからのAC電流の周波数を修正できる可変周波数ドライバ37を具備することができ、これにより、電気モータ16の回転速度、したがって、別の圧縮機装置15の回転速度は、システムの動作条件に従ってかなり広い範囲内で調整することができる。

40

【0057】

他の実施形態(図示せず)では、やはり可逆電気機械23は、可変周波数ドライバによって給電することができる。幾つかの実施形態では、ギアボックス又は他の速度操作デバイス35は、省略することができる。

【0058】

図2及び3の例示的な実施形態では、別の圧縮機装置15は、圧縮機列3を駆動する可逆電気機械23とは異なる別個の電気モータ16によって駆動される。しかしながら、それは必須ではなく、本開示の限定する特徴として判断されるべきではない。

50

【 0 0 5 9 】

例として、図 4 では、別の実施形態が示されており、圧縮機列 3 を形成している圧縮機のセット全体、すなわち、圧縮機 5、7 及び 9、並びに、別の圧縮機装置 15、を駆動するために単一の電気機械が使用される。図 4 の例示的な実施形態では、可逆電気機械 23 は、その目的のために設けられ、電気モータ 16 は、省略することができる。第 1 のクラッチ 27 と第 2 のクラッチ 29 から構成されるダブルクラッチ装置は、可逆電気機械 23 を、圧縮機装置 3、15 と膨張機 21 とに選択的に連結するために設けることができる。他の実施形態では、上述したように、電気機械 23 は、モータモードのみで動作することができ、また、圧縮機を駆動するために使用することができ、その一方、別個の電気発生機が、膨張機 21 によって生成された機械力を電力に変換するために、膨張機 21 に連結される。このケースでは、クラッチ 29 は、省略されるであろう。やはりクラッチ 27 は、省略することができ、モータ 23 は、圧縮機の軸系に恒久的に連結することができる。

10

【 0 0 6 0 】

さらに図 4 を参照すると、幾つかの実施形態では、第 1 のギアボックス又は他の速度操作デバイス 35 は、電気機械 23 と圧縮機列 3 の間に設けることができる。幾つかの実施形態では、別のギアボックス又は他の速度操作デバイス 36 は、圧縮機列 3 と別の圧縮機装置 15 の間に設けることができる。こうして、圧縮機列 3 は、別の圧縮機装置 15 の回転速度とは異なる回転速度で回転することができる。

【 0 0 6 1 】

他の実施形態（図示せず）では、モータ 23 又は可逆電気機械 23 は、図 3 に示す可変周波数ドライバ 37 などの可変周波数ドライバを介して駆動することができる。これにより、可逆電気機械又はモータ 23 の回転速度は、かなり広い範囲内の要求に従って修正することが可能となる。ギアボックス 25 及び 37 の一方又は双方は、省略することができる。幾つかの実施形態では、可逆電気機械 23 は、可変周波数ドライバ 37 によって、圧縮機列 3 の回転速度に対応する速度で駆動することができ、その一方、ギアボックス 36 は、別の圧縮機装置 15 が電気機械 23 及び圧縮機列 3 の回転速度と異なる回転速度で駆動され得るように、維持される。

20

【 0 0 6 2 】

図 5 は、図 2 の A C A E S システムの中で使用することができる圧縮機装置の別の実施形態を示している。

30

【 0 0 6 3 】

この実施形態では、3つの異なった圧縮機列 3A、3B 及び 3C が設けられている。各圧縮機列 3A、3B 及び 3C は、複数の圧縮機、例えば、3つの圧縮機から構成することができる。図 5 では、圧縮機列 3A は、圧縮機 5A、7A 及び 9A を含み、圧縮機列 3B は、圧縮機 5B、7B 及び 9B を含み、圧縮機列 3C は、圧縮機 5C、7C 及び 9C を含み。3つの圧縮機列は、並列に配置することができ、すなわち、最下流の圧縮機 9A、9B、9C の送達側は、熱エネルギー貯蔵ユニット 13 を介して、圧縮空気の単一の流れを送達するために相互に連結することができる。

【 0 0 6 4 】

各圧縮機列 3A、3B 及び 3C は、電気モータ、又は、可逆電気機械 23A、23B 及び 23C をそれぞれ含むことができる。クラッチ 27A、27B 及び 27C は、各電気モータ又は可逆電気機械 23A ~ 23C をそれぞれの圧縮機列 3A ~ 3C のそれぞれの軸系 11A、11B、11C に連結するために設けることができる。

40

【 0 0 6 5 】

幾つかの実施形態では、それぞれのギアボックス又は他の速度操作デバイス 35A、35B、35C は、各電気モータ又は各可逆電気機械 23A ~ 23C と各圧縮機列 3A ~ 3C のそれぞれの軸系 11A ~ 11C の間に設けることができる。

【 0 0 6 6 】

1つ、2つ又はすべての可逆電気機械 23A ~ 23C は、それぞれの第 2 のクラッチ 29A ~ 29C を介して、膨張機 21 に類似したそれぞれの膨張機（図示せず）に選択的に連

50

結することができる。

【 0 0 6 7 】

他の実施形態では、電気機械 2 3 A ~ 2 3 C は、モータモードでだけ動作することができ、1つ又は複数の電気発生機は、電力の変換目的のために1つ又は複数の膨張機と連結することができる。幾つかの実施形態では、単一の膨張機と単一の発生機は、高温の圧縮空気を処理するために設けることができ、また、有用な機械力をそこから作り出すことができる。

【 0 0 6 8 】

別の実施形態（図示せず）では、電気機械 2 3 A、2 3 B 及び 2 3 C は、動作条件に従ってその回転速度を調整するために、可変周波数ドライバによって駆動することができる。

10

【 0 0 6 9 】

単一の別の圧縮機装置 1 5 は、それはそれで単一の圧縮機又は圧縮機列を含むことができるが、3つの圧縮機列 3 A ~ 3 C と結合することができる。幾つかの実施形態では、図 3 の実施形態と同様に、別個の電気モータ 1 6 は、別の圧縮機装置 1 5 を駆動するために設けることができる。幾つかの実施形態では、電気モータ 1 6 は、図 3 に関連して既に開示したように、可変周波数ドライバによって駆動することができる。

【 0 0 7 0 】

上述した新規の装置は、現行技術の類似システムに対して A C A E S システムの総合効率を改善している。より具体的には、同じ流量条件の下で、熱エネルギー貯蔵媒体の同じ温度と空気貯蔵デバイス内の同じ空気圧力を達成している以下の例によって示されるように、本開示に従ったシステムの総電力消費は、現行技術に従ったシステムの電力消費よりも少ない。

20

【 0 0 7 1 】

例

総システム効率に関する利点は、図 1（従来の技術）に従った A A C A E S システムの効率を同じターボ機械を使用している図 2 に従ったシステムの効率と比較することによって良好に理解することができる。

【 0 0 7 2 】

図 1 に従った A C A E S システムは、以下の圧縮機、

圧縮機 1 0 3 : 軸流式 6 段圧縮機

30

圧縮機 1 0 5 : M C L 8 0 5

圧縮機 1 0 7 : B C L 6 0 5

を用いており、1 0 1 . 5 k g / s の流量は、圧縮の中間で、すなわち、圧縮開始から圧縮終了までの中間点で、7 5 . 8 7 M W の力を必要とし、前記の点は、使用した圧縮機の設計点に対応している。A C A E S システムが圧縮段階で動作している間、各圧縮機の吐出圧力は、空洞 1 7 内の最大圧力に達したときの条件に対応して、開始値から最終値まで様々である、ということに留意することになっている。

【 0 0 7 3 】

図 2 に従ったシステムでは、以下の圧縮機、

圧縮機 5 : 軸流式 6 段圧縮機

40

圧縮機 7 : M C L 8 0 5

圧縮機 9 : B C L 6 0 3

圧縮機 1 5 : B C L 3 5 1

を用いており、1 0 1 . 5 k g / s の流量は、圧縮の中間で、7 3 . 1 7 M W の力を必要とする。

【 0 0 7 4 】

したがって、本開示に従ったシステムの消費量は、従来技術のシステムよりも低い 2 . 7 パールである。加えて、空気 / 空気中間冷却器 1 1 1 は、取り去られ、したがって、システムの価格とその設置面積は、低減される。

【 0 0 7 5 】

50

本明細書中に説明した主題の開示した実施形態は、図面に示すと共に幾つかの例示的な実施形態に関連して精密かつ詳細に完全に上述したが、本明細書中に示した新規な教示、原理及び概念、並びに添付の特許請求の範囲に記載した主題の利点から実質的に逸脱することなく、多くの修正、変化及び省略が可能であるということが当業者に明らかになる。したがって、開示した技術革新の適切な範囲は、そういった修正、変化及び省略のすべてを包含するように、添付の特許請求の範囲を最も幅広く解釈することだけで決定されるべきである。様々な実施形態の異なった特徴、構造及び手段は、異なるように組み合わせることができる。

以下、本発明の好ましい実施形態を項分け記載する。

実施形態 1

圧縮空気エネルギー貯蔵システム(1)であって、
空気の流れを圧縮するための第1の圧縮機装置(3)と、
前記第1の圧縮機装置(3)からの圧縮空気が熱蓄積手段に対して熱を交換する、熱エネルギー貯蔵ユニット(13)と、
前記熱エネルギー貯蔵ユニット(13)からの圧縮空気を受容及び蓄積するために配置及び設定された空気貯蔵デバイス(17)と、
前記空気貯蔵デバイス(17)からの圧縮空気を受容してそれから有用な力を作り出すための少なくとも1つの膨張機(21)と、を含み、
別の圧縮機装置(15)は、前記熱エネルギー貯蔵ユニット(13)と前記空気貯蔵デバイス(17)の間に位置している、圧縮空気エネルギー貯蔵システム。

実施形態 2

圧縮空気送達配管(18)は、前記空気貯蔵デバイス(17)を前記少なくとも1つの膨張機(21)に連結し、前記圧縮空気送達配管(18)は、前記エネルギー貯蔵ユニット(13)と熱交換関係にあり、これにより、前記空気貯蔵デバイス(17)からの圧縮空気は、前記膨張機(21)に入る前に熱蓄積手段から熱を受容する、実施形態1記載のシステム。

実施形態 3

前記少なくとも1つの膨張機(21)からのある程度膨張した空気と燃料とを受容すると共に圧縮された燃焼ガスを作り出すために配置された燃焼器と、前記燃焼ガスを受容するガスタービンであって、前記燃焼ガスを膨張させてそれと共に有用な力を作り出すために配置されたガスタービンと、をさらに含む、実施形態1又は2記載のシステム。

実施形態 4

安全冷却器(19)は、前記別の圧縮機装置(15)と空洞(17)の間に配置される、実施形態1、2又は3に記載のシステム。

実施形態 5

前記第1の圧縮機装置(3)は、複数の連続配置した圧縮機(5、7、9他)を含み、その間に中間冷却器を配置していない、前記実施形態のいずれか1項記載のシステム。

実施形態 6

第1の電気機械(23)は、前記第1の圧縮機装置(3)を駆動するために設けられ、第2の電気機械(16)は、前記別の圧縮機装置(15)を駆動するために設けられる、前記実施形態のいずれか1項記載のシステム。

実施形態 7

前記第1の電気機械(23)は、システムの電気エネルギー発生モード中に発生機として動作するために配置及び設定された可逆電気機械であり、クラッチ装置(27、29)は、前記第1の電気機械(23)を、前記第1の圧縮機装置(3)と前記少なくとも1つの膨張機(21)とに選択的に機械的に連結するために設けられる、実施形態6記載のシステム。

実施形態 8

速度操作デバイス(35)は、前記第1の電気機械(23)と前記第1の圧縮機装置(3)の間に配置される、実施形態7記載のシステム。

10

20

30

40

50

実施形態 9

前記第 1 の圧縮機装置 (3) は、前記第 1 の電気機械 (2 3) によって回転駆動される共通の軸系 (1 1) に沿った複数の連続配置した圧縮機 (5、7、9) を含む、実施形態 7 又は 8 記載のシステム。

実施形態 1 0

前記第 2 の電気機械 (1 6) を可変速度で制御する可変周波数ドライバ (3 7) をさらに含む、実施形態 7、8 又は 9 記載のシステム。

実施形態 1 1

前記第 1 の圧縮機装置 (3) は、複数の圧縮機列 (3 A、3 B、3 C) を含み、
各圧縮機列 (3 A、3 B、3 C) は、少なくとも 1 つの圧縮機 (5 A 他) と、関連した
圧縮機を回転駆動する少なくとも 1 つの電気機械 (2 3 A、2 3 B、2 3 C) と、を含み、
前記電気機械 (2 3 A、2 3 B、2 3 C) のうちの少なくとも 1 つは、可逆電気機械で
あり、システムが電力発生モードで動作するときに電気発生機として動作し、
別の電気機械 (1 6) は、前記別の圧縮機装置 (1 5) を回転駆動する、前記実施形態
のいずれか 1 項記載のシステム。

10

実施形態 1 2

各圧縮機列 (3 A、3 B、3 C) は、関連した電気機械 (2 3 A、2 3 B、2 3 C) と、
関連した圧縮機列 (3 A、3 B、3 C) の圧縮機 (5 A 他) を回転駆動する軸系 (1 1
A、1 1 B、1 1 C) と、の間に配置された少なくとも 1 つの速度操作デバイス (3 5 A
、3 5 B、3 5 C) を含む、実施形態 1 1 記載のシステム。

20

実施形態 1 3

前記第 1 の圧縮機装置 (3) 及び前記別の圧縮機装置 (1 5) は、単一の電気機械 (2
3) によって回転駆動される、実施形態 1 乃至 5 のいずれか 1 項記載のシステム。

実施形態 1 4

第 1 の速度操作デバイス (3 5) は、前記単一の電気機械 (2 3) と前記第 1 の圧縮機
装置 (3) の間に配置される、実施形態 1 3 記載のシステム。

実施形態 1 5

第 2 の速度操作デバイス (3 6) は、前記単一の電気機械 (2 3) と前記別の圧縮機装
置 (1 5) の間に配置される、実施形態 1 4 記載のシステム。

実施形態 1 6

前記単一の電気機械 (2 3) は、前記第 1 の圧縮機装置 (3) の共通軸 (1 1) の一方
端に位置し、
前記別の圧縮機装置 (1 5) は、前記第 1 の圧縮機装置 (3) の前記共通軸 (1 1) の
他方端に位置している、実施形態 1 3、1 4 又は 1 5 記載のシステム。

30

実施形態 1 7

第 1 の速度操作デバイス (3 5) は、前記電気機械 (2 3) と前記共通軸 (1 1) の前
記一方端の間に配置され、第 2 の速度操作デバイス (3 6) は、前記共通軸 (1 1) の前
記他方端と前記別の圧縮機装置 (1 5) の間に配置される、実施形態 1 6 記載のシステム。

実施形態 1 8

前記単一の電気機械 (2 3) は、電気モータとして及び電気発生機として選択的に動作
するために設定及び構成された可逆機械であり、クラッチ装置 (2 7、2 9) は、前記単
一の電気機械 (2 3) を、前記第 1 の圧縮機装置 (3) 又は前記少なくとも 1 つの膨張機
(2 1) に選択的に連結するために設けられる、実施形態 1 3 乃至 1 7 のいずれか 1 項記
載のシステム。

40

実施形態 1 9

圧縮空気エネルギー貯蔵システム (1) を動作させるための方法であって、
第 1 の圧縮機装置 (3) によって空気流を第 1 の圧力に圧縮するステップと、
前記第 1 の圧力の圧縮空気が熱エネルギー貯蔵ユニット (1 3) を貫流し、前記圧縮空気
から熱を除去して前記熱エネルギー貯蔵ユニット (1 3) の中に熱エネルギーを貯蔵するステ
ップと、

50

前記熱エネルギー貯蔵ユニット（１３）からの冷却した圧縮空気を第２の圧力にさらに圧縮するステップと、

前記さらに圧縮した空気を空気貯蔵デバイス（１７）の中に貯蔵するステップと、を含む方法。

実施形態 2 0

前記空気貯蔵デバイス（１７）からの圧縮空気を前記熱エネルギー貯蔵ユニット（１３）の中に送達して、前記熱エネルギー貯蔵ユニット（１３）からの熱エネルギーによって前記圧縮空気を加熱するステップと、前記加熱した圧縮空気を少なくとも１つの膨張機（２１）の中で膨張させて、それから有用なエネルギーを作り出すステップと、をさらに含む、実施形態 1 9 記載の方法。

10

【符号の説明】

【 0 0 7 6 】

1 A C A E S システム

3 圧縮機列

3 A 圧縮機列

3 B 圧縮機列

3 C 圧縮機列

5 （第 1 の）圧縮機

5 A 圧縮機

5 B 圧縮機

5 C 圧縮機

20

7 （第 2 の）圧縮機

7 A 圧縮機

7 B 圧縮機

7 C 圧縮機

9 （第 3 の / 最後の）圧縮機

9 A 圧縮機

9 B 圧縮機

9 C 圧縮機

1 1 軸系

30

1 1 A 軸系

1 1 B 軸系

1 1 C 軸系

1 3 熱エネルギー貯蔵ユニット

1 5 圧縮機装置

1 6 電気モータ

1 7 空気貯蔵デバイス（空洞）

1 8 圧縮空気送達配管

1 9 安全冷却器

2 1 膨張機

40

2 3 電気機械（M / G）

2 3 A 可逆電気機械（M / G）

2 3 B 可逆電気機械（M / G）

2 3 C 可逆電気機械（M / G）

2 5 軸

2 7 クラッチ

2 7 A クラッチ

2 7 B クラッチ

2 7 C クラッチ

2 9 クラッチ

50

- 2 9 A クラッチ
- 2 9 B クラッチ
- 2 9 C クラッチ
- 3 1 圧縮空気ダクト
- 3 5 速度操作デバイス (ギアボックス)
- 3 5 A 速度操作デバイス
- 3 5 B 速度操作デバイス
- 3 5 C 速度操作デバイス
- 3 6 速度操作デバイス (ギアボックス)
- 3 7 可変周波数ドライバ (VFD)
- 1 0 0 A C A E S システム
- 1 0 1 圧縮機列
- 1 0 3 圧縮機
- 1 0 3 I 入口
- 1 0 5 圧縮機
- 1 0 7 圧縮機
- 1 0 7 E 出口
- 1 0 9 軸系
- 1 1 1 中間冷却器
- 1 1 3 熱エネルギー貯蔵装置
- 1 1 5 安全冷却器
- 1 1 7 空気貯蔵デバイス (空洞)
- 1 1 9 可逆電気機械 (M/G)
- 1 2 1 第1のクラッチ
- 1 2 3 第2のクラッチ
- 1 2 5 膨張機

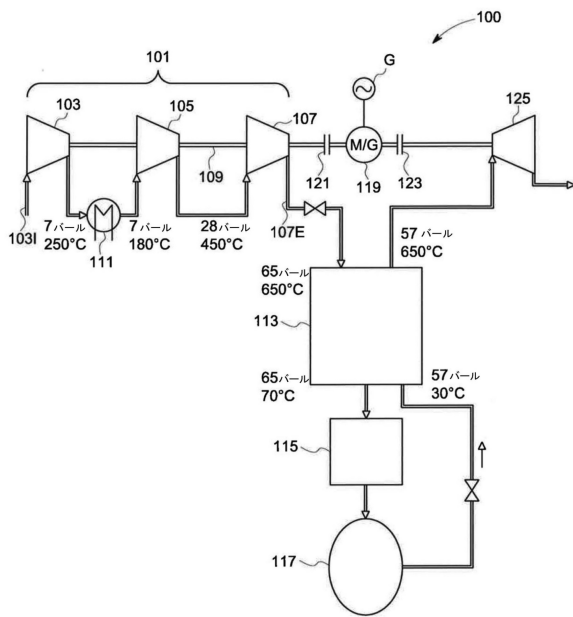
10

20

G 配電網

【図面】

【図1】



(従来技術)
FIG. 1

【図2】

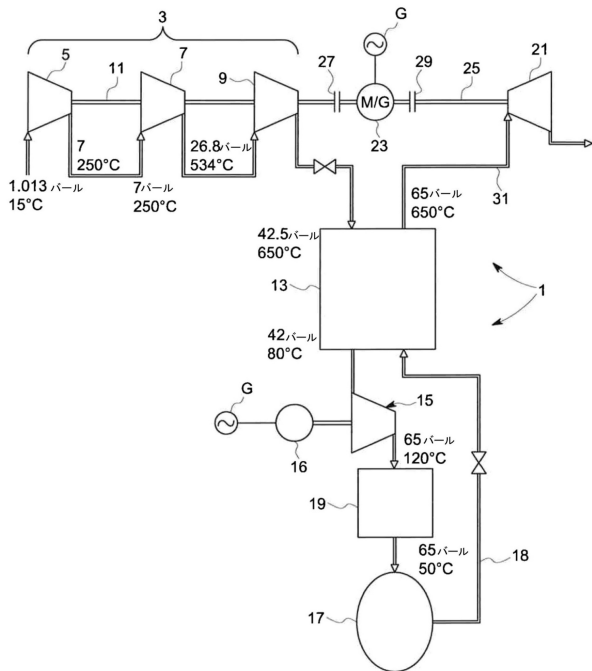


FIG. 2

30

40

50

【 図 3 】

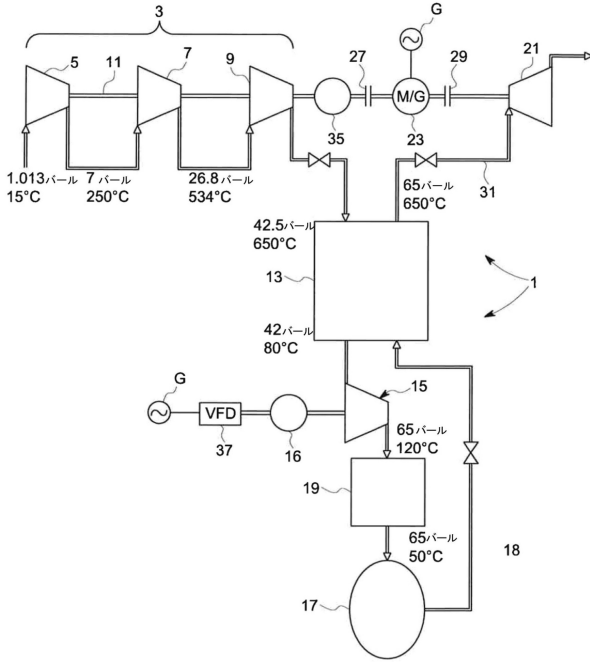


FIG. 3

【 図 4 】

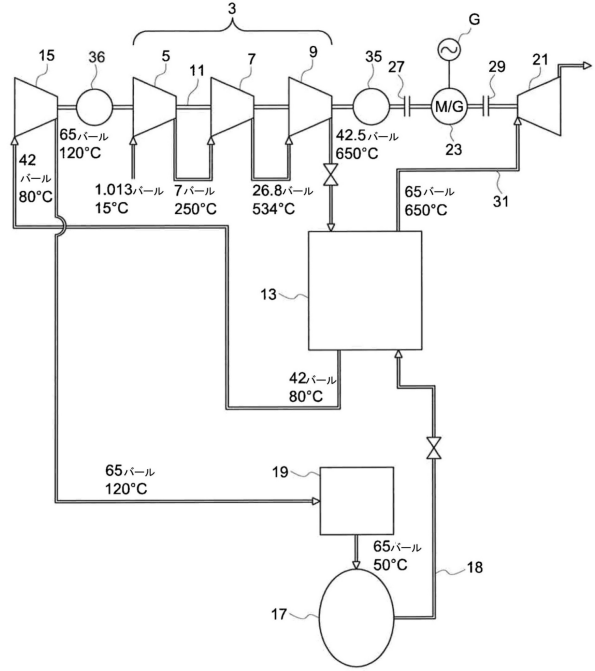


FIG. 4

【 図 5 】

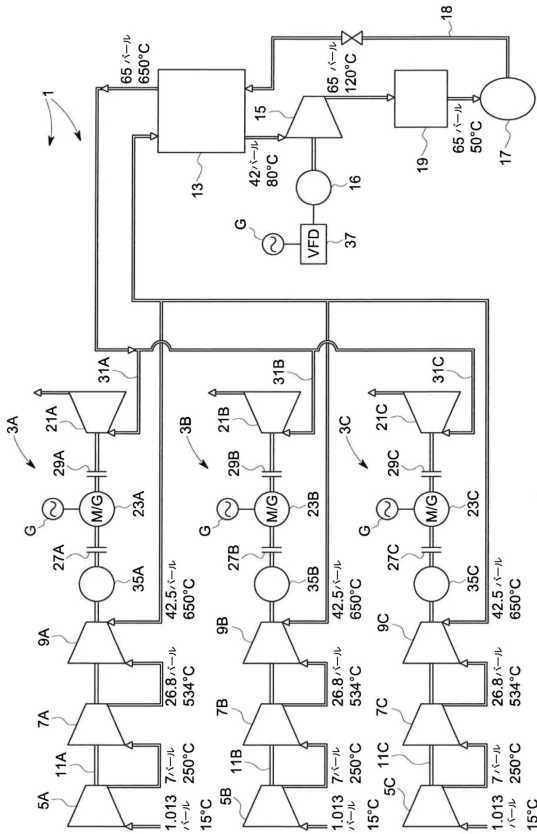


FIG. 5

10

20

30

40

50

フロントページの続き

ール

インド、カルナータカ州・560066、バンガロール、フーディ・ヴィレッジ、ホワイトフィールド・ロード、ジョン・エフ・ウェルチ・テクノロジー・センター

審査官 下林 義明

(56)参考文献 国際公開第2013/153019(WO, A1)

特開2013-064399(JP, A)

(58)調査した分野 (Int.Cl., DB名)

H02J 15/00

F02C 1/00 - 9/58

F23R 3/00 - 7/00