

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 公表特許公報(A)

(11) 特許出願公表番号

特表2007-524031

(P2007-524031A)

(43) 公表日 平成19年8月23日(2007.8.23)

(51) Int. Cl.		F I		テーマコード (参考)	
F O 1 C	1/10	(2006.01)	F O 1 C	1/10	E
F O 1 C	21/10	(2006.01)	F O 1 C	21/10	
F O 2 G	1/02	(2006.01)	F O 2 G	1/02	

審査請求 未請求 予備審査請求 未請求 (全 122 頁)

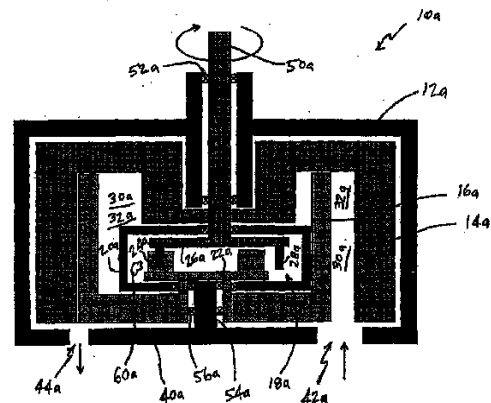
(21) 出願番号	特願2006-551300 (P2006-551300)	(71) 出願人	506250583
(86) (22) 出願日	平成17年1月21日 (2005.1.21)		スターローター コーポレーション
(85) 翻訳文提出日	平成18年9月21日 (2006.9.21)		アメリカ合衆国 テキサス州 77840
(86) 国際出願番号	PCT/US2005/001941		カレッジ・ステーション サウスウッド
(87) 国際公開番号	W02005/073513		・ドライブ 1805
(87) 国際公開日	平成17年8月11日 (2005.8.11)	(71) 出願人	506250631
(31) 優先権主張番号	60/538,747		ザ テキサス エイ・アンド・エム ユニ
(32) 優先日	平成16年1月23日 (2004.1.23)		ヴァーシティ システム
(33) 優先権主張国	米国 (US)		アメリカ合衆国 テキサス州 77843
			カレッジ・ステーション ティーエイエ
			ムユー 3369 テクノロジー・ライセ
			ンシング・オフィス内
		(74) 代理人	100070150
			弁理士 伊東 忠彦

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 準等温ブレイトン・サイクル・エンジン用のジェロータ装置

(57) 【要約】

本発明の一実施形態によれば、ジェロータ装置は、第一のジェロータと、第二のジェロータと、第一のジェロータの回転を第二のジェロータの回転と同期させる同期システムとを有する。同期システムは、第一のジェロータに連結されたカム板を有する。カム板は、複数のカムと、第二のジェロータに連結された位置合わせ板とを有する。位置合わせ板は、少なくとも1つの位置合わせ部材を有する。複数のカム及び少なくとも1つの位置合わせ部材は、相互作用して、第一のジェロータの回転を第二のジェロータの回転と同期させる。



【特許請求の範囲】

【請求項 1】

第一のジェロータと、
第二のジェロータと、
前記第一のジェロータの回転と前記第二のジェロータの回転とを同期させるように構成された同期システムと、を有し、
前記同期システムは、
前記第一のジェロータに連結されたカム板と、
前記第二のジェロータに連結された位置合わせ板と、を有し、
前記カム板は、複数のカムを有し、
前記位置合わせ板は、少なくとも 1 つの位置合わせ部材を有し、
前記複数のカムと前記少なくとも 1 つの位置合わせ部材とは、相互作用して、前記第一のジェロータの回転と前記第二のジェロータの回転とを同期させる、ジェロータ装置。

10

【請求項 2】

請求項 1 記載のジェロータ装置であって、
前記第一のジェロータは、外側ジェロータであり、
前記第二のジェロータは、少なくとも部分的に前記第一のジェロータ内に配置された内側ジェロータである、ことを特徴とするジェロータ装置。

【請求項 3】

請求項 1 記載のジェロータ装置であって、
前記第二のジェロータは、外側ジェロータであり、
前記第一のジェロータは、少なくとも部分的に前記第二のジェロータ内に配置された内側ジェロータである、ことを特徴とするジェロータ装置。

20

【請求項 4】

請求項 1 記載のジェロータ装置であって、
圧縮機を有する、ことを特徴とするジェロータ装置。

【請求項 5】

請求項 1 記載のジェロータ装置であって、
膨張機を有する、ことを特徴とするジェロータ装置。

【請求項 6】

請求項 1 記載のジェロータ装置であって、
前記第一のジェロータは、第一の軸まわりに回転するように構成され、
前記第二のジェロータは、前記第一の軸からオフセットされた第二の軸まわりに回転するように構成され、
前記同期システムは、同期システム・ハウジング内に収容され、
前記同期システム・ハウジングは、前記第一の軸まわりにも、前記第二の軸まわりにも回転しないように構成される、ことを特徴とするジェロータ装置。

30

【請求項 7】

請求項 1 記載のジェロータ装置であって、
前記同期システムを収容するように構成された同期システム・ハウジングを更に有し、
前記同期システム・ハウジングは、該同期システム・ハウジング内の潤滑剤が該同期システム・ハウジングから流出するのを制限するように構成される、ことを特徴とするジェロータ装置。

40

【請求項 8】

請求項 1 記載のジェロータ装置であって、
前記位置合わせ板は、前記複数のカムと相互作用するように構成された複数の位置決め用杭を有する、ことを特徴とするジェロータ装置。

【請求項 9】

請求項 1 記載のジェロータ装置であって、
前記カム板が有する前記カムの数と、前記位置合わせ板が有する前記位置合わせ部材の

50

数とが異なる、ことを特徴とするジェロータ装置。

【請求項 10】

請求項 1 記載のジェロータ装置であって、

前記複数のカムの各々の形状が「犬の骨」状である、ことを特徴とするジェロータ装置。

【請求項 11】

請求項 1 記載のジェロータ装置であって、

前記複数のカムの各々は、前記位置合わせ板が回転するときに前記少なくとも 1 つの位置合わせ部材が辿る経路の形状に対応した形状を持つ面を少なくとも一面有する、ことを特徴とするジェロータ装置。

10

【請求項 12】

請求項 1 記載のジェロータ装置であって、

前記第一のジェロータと前記第二のジェロータとの間に設けられた、1 以上の流路と、前記第一のジェロータが固定されたシャフトと、

前記同期システムが前記 1 以上の流路から隔離されるように、前記第二のジェロータと前記シャフトとの間をシーリングする栓と、を更に有することを特徴とするジェロータ装置。

【請求項 13】

請求項 12 記載のジェロータ装置であって、

前記栓は、前記同期システムに関連する潤滑剤が前記 1 以上の流路に入るのを制限するように構成される、ことを特徴とするジェロータ装置。

20

【請求項 14】

請求項 1 記載のジェロータ装置であって、

前記第一のジェロータと前記第二のジェロータとの間に設けられた、1 以上の流路と、前記第二のジェロータの一端に連結されたダム部と、を更に有し、

前記ダム部は、前記同期システムに関連する潤滑剤が前記 1 以上の流路に入るのを制限するように構成される、ことを特徴とするジェロータ装置。

【請求項 15】

請求項 1 記載のジェロータ装置であって、

第一の軸を持つ第一のシャフトと、

前記第一のシャフトに固定され、前記第一の軸からオフセットされた第二の軸を持つ、第二のシャフトと、を更に有し、

30

前記第一のジェロータは、前記第一のシャフトに回転可能に連結され、

前記第二のジェロータは、前記第二のシャフトに回転可能に連結される、ことを特徴とするジェロータ装置。

【請求項 16】

請求項 15 記載のジェロータ装置であって、

前記第一のジェロータと前記第二のジェロータとの間に設けられた、1 以上の流路と、前記位置合わせ板を前記第一のジェロータへ連結させる、中空状のシャフトと、

前記第二のジェロータが前記第二の軸まわりに回転したときに、前記同期システムが前記 1 以上の流路から隔離されるように、前記第二のジェロータと前記中空状のシャフトとの間をシーリングする栓と、を更に有することを特徴とするジェロータ装置。

40

【請求項 17】

外側ジェロータと、

内側ジェロータと、

少なくとも部分的に前記内側ジェロータ内に配置された同期システム・ハウジングと、

前記同期システム・ハウジング内に配置された同期システムと、を有し、

前記外側ジェロータは、

外側ジェロータ・チャンバを形成し、

第一の軸まわりに回転するように構成され、

50

前記内側ジェロータは、

少なくとも部分的に前記外側ジェロータ・チャンバ内に配置され、

前記第一の軸からオフセットされた第二の軸まわりに回転するように構成され、

前記同期システム・ハウジングは、前記第一の軸まわりにも、前記第二の軸まわりにも回転しないように構成され、

前記同期システムは、前記外側ジェロータの回転を前記内側ジェロータの回転と同期させるように構成される、ジェロータ装置。

【請求項 18】

請求項 17 記載のジェロータ装置であって、

前記同期システムは、

前記外側ジェロータに連結されたカム板と、

前記内側ジェロータに連結された位置合わせ板と、を有し、

前記カム板は、複数のカムを有し、

前記位置合わせ板は、少なくとも 1 つの位置合わせ部材を有し、

前記複数のカム及び前記少なくとも 1 つの位置合わせ部材は、相互作用して、前記外側ジェロータの回転を前記内側ジェロータの回転と同期させる、ことを特徴とするジェロータ装置。

【請求項 19】

請求項 17 記載のジェロータ装置であって、

前記同期システム・ハウジングは、該同期システム・ハウジング内の潤滑剤が該同期システム・ハウジングから流出するのを制限するように構成される、ことを特徴とするジェロータ装置。

【請求項 20】

第一の軸まわりに回転するように構成された外側ジェロータと、

少なくとも部分的に前記外側ジェロータ内に配置され、前記第一の軸からオフセットされた第二の軸まわりに回転するように構成された、内側ジェロータと、を有し、

前記内側ジェロータは、

潤滑剤流路と、

前記内側ジェロータの外面に形成された潤滑剤流路口と、を有し、

前記潤滑剤流路は、前記内側ジェロータが前記外側ジェロータに対して回転している間、流体潤滑剤を前記潤滑剤流路口を通じて流し、前記内側ジェロータの前記外面と前記外側ジェロータの内面との間を潤滑するように構成される、ジェロータ装置。

【請求項 21】

請求項 20 記載のジェロータ装置であって、

前記内側ジェロータは、前記シャフトに回転可能に連結される、ことを特徴とするジェロータ装置。

【請求項 22】

請求項 20 記載のジェロータ装置であって、

前記内側ジェロータは、複数の先端を有し、

前記潤滑剤流路口は、前記複数の先端のうちの 1 つに設けられる、ことを特徴とするジェロータ装置。

【請求項 23】

請求項 22 記載のジェロータ装置であって、

前記内側ジェロータの複数の先端は、低摩擦材料から作られる、ことを特徴とするジェロータ装置。

【請求項 24】

請求項 23 記載のジェロータ装置であって、

前記低摩擦材料は、ポリマー、黒鉛、又は、焼結含油青銅を含む、ことを特徴とするジェロータ装置。

【請求項 25】

10

20

30

40

50

請求項 2 3 記載のジェロータ装置であって、
前記低摩擦材料は、V E S C O N I T Eを含む、ことを特徴とするジェロータ装置。

【請求項 2 6】

請求項 2 3 記載のジェロータ装置であって、
前記潤滑剤は水を含む、ことを特徴とするジェロータ装置。

【請求項 2 7】

請求項 2 3 記載のジェロータ装置であって、
前記潤滑剤は、水を含み、
前記低摩擦材料は、V E S C O N I T Eを含む、ことを特徴とするジェロータ装置。

【請求項 2 8】

10

請求項 2 0 記載のジェロータ装置であって、
前記内側ジェロータは、低摩擦材料から作られた複数の先端を有し、
前記潤滑剤流路口は、前記複数の先端のうちの 1 つに設けられ、
前記外側ジェロータは、前記内側ジェロータに隣接する内面を有し、
前記外側ジェロータの少なくとも一部分は、低摩擦材料から作られ、
前記外側ジェロータの少なくとも一部分は、前記内面を含む、ことを特徴とするジェロータ装置。

【請求項 2 9】

請求項 2 2 記載のジェロータ装置であって、
前記内側ジェロータの複数の先端は、前記内側ジェロータが前記外側ジェロータに対して回転している間、前記外側ジェロータの前記内面に隣接した経路を辿り、
前記外側ジェロータは、
第一の摩擦係数を持つ第一の材料から作られた外側部分と、
第二の摩擦係数を持つ第二の材料から作られた内側部分と、を有し、
前記外側ジェロータの前記内側部分は、前記外側ジェロータの前記内面の少なくとも一部を形成する、ことを特徴とするジェロータ装置。

20

【請求項 3 0】

請求項 2 2 記載のジェロータ装置であって、
前記内側ジェロータは、低摩擦材料から作られる、ことを特徴とするジェロータ装置。

【請求項 3 1】

30

請求項 2 2 記載のジェロータ装置であって、
前記外側ジェロータは、低摩擦材料から作られる、ことを特徴とするジェロータ装置。

【請求項 3 2】

第一の正面と、
前記第一の正面に対向する第二の正面と、
少なくとも部分的に外側ジェロータ・チャンバを形成する外側ジェロータと、
少なくとも部分的に前記外側ジェロータ・チャンバ内に配置される内側ジェロータと、
前記第一の正面に形成され、流体を前記外側ジェロータ・チャンバに入れる、流体取込ポートと、
前記第二の正面に形成され、流体を前記外側ジェロータ・チャンバから出す、流体排出ポートと、を有する、ジェロータ装置。

40

【請求項 3 3】

請求項 3 2 記載のジェロータ装置であって、
前記内側ジェロータに形成された潤滑剤流路を更に有し、
前記潤滑剤流路は、潤滑剤を流して、前記内側ジェロータと前記外側ジェロータとの間を潤滑するように構成される、ことを特徴とするジェロータ装置。

【請求項 3 4】

請求項 3 2 記載のジェロータ装置であって、
前記流体取込ポート及び前記流体排出ポートの向きは、前記流体取込ポートから前記外側ジェロータ・チャンバに入って、前記流体排出ポートから前記外側ジェロータ・チャン

50

バを出す流体が同じ方向に流れるように決定される、ことを特徴とするジェロータ装置。

【請求項 35】

請求項 32 記載のジェロータ装置であって、
前記ハウジングは、流体排出板を有し、
前記流体排出ポートは、前記流体排出板に形成され、
前記流体排出板に 1 以上の逆止め弁が形成され、
前記 1 以上の逆止め弁の各々は、当該逆止め弁が開状態のとき、前記外側ジェロータ・チャンバから流体を出す、ことを特徴とするジェロータ装置。

【請求項 36】

請求項 32 記載のジェロータ装置であって、
前記外側ジェロータの前記第一の部分の横断面は、スポークハブ状である、ことを特徴とするジェロータ装置。

【請求項 37】

請求項 32 記載のジェロータ装置であって、
前記取込ポートの面積は、前記排出ポートの面積より大きい、ことを特徴とするジェロータ装置。

【請求項 38】

第一の部分と第二の部分とを有する真空チャンバと、
前記真空チャンバの前記第一の部分と前記第二の部分との間に配置されたジェロータと、
を有し、

前記ジェロータは、
前記真空チャンバの前記第一の部分とのインターフェースとなる第一の正面と、
前記第一の正面に対向し、前記真空チャンバの前記第二の部分とのインターフェースとなる第二の正面と、
少なくとも部分的に外側ジェロータ・チャンバを形成する外側ジェロータと、
少なくとも部分的に前記外側ジェロータ・チャンバ内に配置された内側ジェロータと

、
前記第一の正面に形成され、流体を前記外側ジェロータ・チャンバに入れる、流体取込ポートと、

前記第二の正面に形成され、流体を前記外側ジェロータ・チャンバから出す、流体排出ポートと、を有する、ジェロータ装置。

【請求項 39】

請求項 38 記載のジェロータ装置であって、
前記真空チャンバの前記第一の部分から、前記流体取込ポートを通じて、第一の圧力で、前記外側ジェロータ・チャンバへ入る流体と、
前記外側ジェロータ・チャンバから、前記流体排出ポートを通じて、前記第一の圧力と異なる第二の圧力で、前記真空チャンバの前記第二の部分へ出る流体と、を更に有する、ことを特徴とするジェロータ装置。

【請求項 40】

ジェロータ装置であって、
第一の正面と、
前記第一の正面と対向する第二の正面と、
少なくとも部分的に第一の外側ジェロータ・チャンバを形成する第一の外側ジェロータと、

前記第一の外側ジェロータに固定され、少なくとも部分的に第二の外側ジェロータ・チャンバを形成する第二の外側ジェロータと、

少なくとも部分的に前記第一の外側ジェロータ内に配置された第一の内側ジェロータと、
、
少なくとも部分的に前記第二の外側ジェロータ内に配置された第二の内側ジェロータと

、

10

20

30

40

50

前記第一の正面近くに設けられ、流体を前記第一の外側ジェロータ・チャンバに入れる、第一の流体取込ポートと、
前記第一の正面近くに設けられ、流体を前記第一の外側ジェロータ・チャンバから出す、第一の流体排出ポートと、
前記第二の正面近くに設けられ、流体を前記第二の外側ジェロータ・チャンバに入れる、第二の流体取込ポートと、
前記第二の正面近くに設けられ、流体を前記第二の外側ジェロータ・チャンバから出す、第二の流体排出ポートと、を有するジェロータ装置。

【請求項 4 1】

請求項 4 0 記載のジェロータ装置であって、
前記第一の流体取込ポート及び前記第一の流体排出ポートは、前記第一の正面に形成され、
前記第二の流体取込ポート及び前記第二の流体排出ポートは、前記第二の正面に形成される、ことを特徴とするジェロータ装置。

【請求項 4 2】

請求項 4 0 記載のジェロータ装置であって、
前記第一の内側ジェロータに形成された第一の潤滑剤流路と、
前記第二の内側ジェロータに形成された第二の潤滑剤流路と、を更に有し、
前記第一の潤滑剤流路は、潤滑剤を流して、前記第一の内側ジェロータと前記第一の外側ジェロータとの間を潤滑するように構成され、
前記第二の潤滑剤流路は、潤滑剤を流して、前記第二の内側ジェロータと前記第二の外側ジェロータとの間を潤滑するように構成される、ことを特徴とするジェロータ装置。

【請求項 4 3】

請求項 4 0 記載のジェロータ装置であって、
前記第一の内側ジェロータ及び前記第一の外側ジェロータは、第一の圧縮機を有し、
前記第二の内側ジェロータ及び前記第二の外側ジェロータは、第二の圧縮機を有する、ことを特徴とするジェロータ装置。

【請求項 4 4】

請求項 4 3 記載のジェロータ装置であって、
相互に固定された前記第一の外側ジェロータ及び前記第二の外側ジェロータを回転させるように構成された電気モータを更に有する、ことを特徴とするジェロータ装置。

【請求項 4 5】

請求項 4 4 記載のジェロータ装置であって、
前記電気モータは、磁石モータ、切替型リラクタンス・モータ、又は、インダクタンス・モータである、ことを特徴とするジェロータ装置。

【請求項 4 6】

請求項 4 0 記載のジェロータ装置であって、
前記第一の内側ジェロータ及び前記第一の外側ジェロータは、第一の膨張機を有し、
前記第二の内側ジェロータ及び前記第二の外側ジェロータは、第二の膨張機を有する、ことを特徴とするジェロータ装置。

【請求項 4 7】

請求項 4 6 記載のジェロータ装置であって、
相互に固定された前記第一の外側ジェロータ及び前記第二の外側ジェロータの回転から動力が供給されるように構成された発電機を更に有する、ことを特徴とするジェロータ装置。

【請求項 4 8】

請求項 4 7 記載のジェロータ装置であって、
前記発電機は、磁石発電機、切替型リラクタンス発電機、又は、インダクタンス発電機である、ことを特徴とするジェロータ装置。

【請求項 4 9】

10

20

30

40

50

請求項４０記載のジェロータ装置であって、
前記第一の内側ジェロータ及び前記第一の外側ジェロータは、膨張機を有し、
前記第二の内側ジェロータ及び前記第二の外側ジェロータは、圧縮機を有する、ことを特徴とするジェロータ装置。

【請求項５０】

請求項４９記載のジェロータ装置であって、
前記第二の内側ジェロータは、前記第二の外側ジェロータに隣接する外面を有し、
前記外側圧縮機ジェロータは、前記内側圧縮機ジェロータに隣接する内面を有し、
前記内側圧縮機ジェロータの前記外面と前記外側圧縮機ジェロータの前記内面の少なくとも一方の少なくとも一部分は、低摩擦材料から作られる、ことを特徴とするジェロータ装置。 10

【請求項５１】

請求項４０記載のジェロータ装置であって、
相互に固定された前記第一の外側ジェロータ及び前記第二の外側ジェロータを回転させるように構成された電気モータと、
相互に固定された前記第一の外側ジェロータ及び前記第二の外側ジェロータに、連結された、回転可能なシャフトと、を更に有し、
前記シャフトは、１以上のギアによって、相互に固定された前記第一の外側ジェロータ及び前記第二の外側ジェロータが回転すると、前記シャフトも回転するように、連結される、ことを特徴とするジェロータ装置。 20

【請求項５２】

請求項４０記載のジェロータ装置であって、
相互に固定された前記第一の外側ジェロータ及び前記第二の外側ジェロータの回転から動力が供給されるように構成された発電機と、
相互に固定された前記第一の外側ジェロータ及び前記第二の外側ジェロータに、連結された、回転可能なシャフトと、を更に有し、
前記シャフトは、１以上のギアによって、相互に固定された前記第一の外側ジェロータ及び前記第二の外側ジェロータが回転すると、前記シャフトも回転するように、連結される、ことを特徴とするジェロータ装置。

【請求項５３】

内側膨張機ジェロータと外側膨張機ジェロータとを有する膨張機と、
内側圧縮機ジェロータと外側圧縮機ジェロータとを有する圧縮機と、を有し、
前記内側圧縮機ジェロータは、前記外側圧縮機ジェロータに隣接する外面を有し、
前記外側圧縮機ジェロータは、前記内側圧縮機ジェロータに隣接する内面を有し、
前記内側圧縮機ジェロータの前記外面と前記外側圧縮機ジェロータの前記内面の少なくとも一方の少なくとも一部分は、低摩擦材料から作られる、エンジン・システム。

【請求項５４】

請求項５３記載のエンジン・システムであって、
前記低摩擦材料は、ポリマー、黒鉛、又は、焼結含油青銅を含む、ことを特徴とするエンジン・システム。 40

【請求項５５】

請求項５３記載のエンジン・システムであって、
前記低摩擦材料は、VESCONITEを含む、ことを特徴とするエンジン・システム。

【請求項５６】

請求項５３記載のエンジン・システムであって、
前記内側圧縮機ジェロータに形成された潤滑剤流路を更に有し、
前記潤滑剤流路は、潤滑剤を流して、前記内側圧縮機ジェロータと前記外側圧縮機ジェロータとの間を潤滑する、ことを特徴とするエンジン・システム。

【請求項５７】

請求項 5 3 記載のエンジン・システムであって、
前記内側膨張機ジェロータは、前記内側圧縮機ジェロータに固定され、
前記外側膨張機ジェロータは、前記外側圧縮機ジェロータに固定される、ことを特徴とするエンジン・システム。

【請求項 5 8】

請求項 5 3 記載のエンジン・システムであって、
前記内側圧縮機ジェロータは、複数の先端を有し、
前記内側圧縮機ジェロータの前記複数の先端は、低摩擦材料から作られる、ことを特徴とするエンジン・システム。

【請求項 5 9】

請求項 5 3 記載のエンジン・システムであって、
前記外側圧縮機ジェロータは、前記内側圧縮機ジェロータに隣接する内面を有し、
前記外側圧縮機ジェロータの少なくとも一部分は、低摩擦材料から作られ、
前記外側圧縮機ジェロータの少なくとも一部分は、前記内面を含む、ことを特徴とするエンジン・システム。

【請求項 6 0】

請求項 5 3 記載のエンジン・システムであって、
前記外側ジェロータは、
外側ジェロータ・チャンバと、
外周面と、を有し、
前記外周面は、前記外側ジェロータ・チャンバに連結された第一の開口を有し、
前記外側ジェロータが第一の位置にあるとき、ある体積の流体が前記第一の開口を通じて前記外側ジェロータ・チャンバに入り、
前記外側ジェロータが第二の位置にあるとき、前記ある体積の流体の少なくとも一部が前記第一の開口を通じて前記外側ジェロータ・チャンバから出る、ことを特徴とするエンジン・システム。

【請求項 6 1】

請求項 5 3 記載のエンジン・システムであって、
前記内側圧縮機ジェロータの少なくとも一部分は、低摩擦材料から作られ、
前記外側圧縮機ジェロータの少なくとも一部分は、低摩擦材料から作られ、
前記内側圧縮機ジェロータの少なくとも一部分は、前記外面を含む、
前記外側圧縮機ジェロータの少なくとも一部分は、前記内面を含む、ことを特徴とするエンジン・システム。

【請求項 6 2】

請求項 5 3 記載のエンジン・システムであって、
前記内側膨張機ジェロータ及び前記内側圧縮機ジェロータは、回転可能なシャフトに固定され、
前記ジェロータは、ハウジングを更に有し、
前記外側膨張機ジェロータ及び前記外側圧縮機ジェロータは、互いに固定されると共に、前記ハウジングに回転可能に連結される、ことを特徴とするエンジン・システム。

【請求項 6 3】

請求項 6 2 記載のエンジン・システムであって、
前記内側膨張機ジェロータ及び前記内側圧縮機ジェロータの回転は、前記外側膨張機ジェロータ及び前記外側圧縮機ジェロータの回転と同期が取られ、
前記内側膨張機ジェロータ及び前記内側圧縮機ジェロータの回転は、前記外側膨張機ジェロータ及び前記外側圧縮機ジェロータの回転と共に、前記外側膨張機ジェロータ及び前記外側圧縮機ジェロータから前記シャフトへトルクを伝達させる、ことを特徴とするエンジン・システム。

【請求項 6 4】

請求項 5 3 記載のエンジン・システムであって、

10

20

30

40

50

回転可能なシャフトを更に有し、

前記シャフトは、前記外側膨張機ジェロータ及び前記外側圧縮機ジェロータが回転すると前記シャフトも回転するように、連結装置によって、前記外側膨張機ジェロータ及び前記外側圧縮機ジェロータに連結される、ことを特徴とするエンジン・システム。

【請求項 6 5】

請求項 6 4 記載のエンジン・システムであって、

前記連結装置は、1 以上のギアを有する、ことを特徴とするエンジン・システム。

【請求項 6 6】

請求項 6 4 記載のエンジン・システムであって、

前記連結装置は、ベルト又はチェーンである、ことを特徴とするエンジン・システム。

10

【請求項 6 7】

請求項 6 4 記載のエンジン・システムであって、

前記外側膨張機ジェロータ及び前記外側圧縮機ジェロータは、第一の軸まわりに回転し、

前記シャフトは、前記第一の軸に垂直な第二の軸まわりに回転する、ことを特徴とするエンジン・システム。

【請求項 6 8】

請求項 5 3 記載のエンジン・システムであって、

(a) 前記外側膨張機ジェロータ及び前記外側圧縮機ジェロータと、(b) 前記内側膨張機ジェロータ及び前記内側圧縮機ジェロータとの少なくとも一方を回転させるように構成された電気モータを更に有する、ことを特徴とするエンジン・システム。

20

【請求項 6 9】

請求項 6 8 記載のエンジン・システムであって、

前記電気モータは、

前記外側膨張機ジェロータ及び前記外側圧縮機ジェロータに連結され、

前記外側膨張機ジェロータ及び前記外側圧縮機ジェロータを回転させるように構成される、ことを特徴とするエンジン・システム。

【請求項 7 0】

請求項 6 9 記載のエンジン・システムであって、

前記外側膨張機ジェロータ及び前記外側圧縮機ジェロータに連結されたシャフトを更に有し、

30

前記電気モータは前記シャフトを回転させるように構成される、ことを特徴とするエンジン・システム。

【請求項 7 1】

請求項 6 8 記載のエンジン・システムであって、

前記電気モータは、永久磁石モータ、切替型リラクタンス・モータ、又は、インダクタンス・モータである、ことを特徴とするエンジン・システム。

【請求項 7 2】

請求項 6 8 記載のエンジン・システムであって、

前記電気モータは、前記外側圧縮機ジェロータの外周面まわりに連結された 1 以上の磁気要素を有する、ことを特徴とするエンジン・システム。

40

【請求項 7 3】

請求項 5 3 記載のエンジン・システムであって、

(a) 前記外側膨張機ジェロータ及び前記外側圧縮機ジェロータと、(b) 前記内側膨張機ジェロータ及び前記内側圧縮機ジェロータとの少なくとも一方の回転によって動力が供給されるように構成された発電機を更に有する、ことを特徴とするエンジン・システム。

【請求項 7 4】

請求項 7 3 記載のエンジン・システムであって、

前記発電機は、

50

前記外側膨張機ジェロータ及び前記外側圧縮機ジェロータに連結され、

前記外側膨張機ジェロータ及び前記外側圧縮機ジェロータの回転によって動力が供給されるように構成される、ことを特徴とするエンジン・システム。

【請求項 75】

請求項 73 記載のエンジン・システムであって、

前記発電機は、永久磁石発電機、切替型リラクタンス発電機、又は、インダクタンス発電機である、ことを特徴とするエンジン・システム。

【請求項 76】

請求項 73 記載のエンジン・システムであって、

前記外側膨張機ジェロータ及び前記外側圧縮機ジェロータに連結されたシャフトを更に 10
有し、

前記シャフトは、前記外側膨張機ジェロータ及び前記外側圧縮機ジェロータが回転すると前記シャフトも回転するように、前記外側膨張機ジェロータ及び前記外側圧縮機ジェロータに連結され、

前記外側膨張機ジェロータ及び前記外側圧縮機ジェロータの回転により生成されたパワーの一部は前記発電機に供給され、他の一部は前記シャフトを回転させるのに用いられるように構成される、ことを特徴とするエンジン・システム。

【請求項 77】

ハウジングと、

内側膨張機ジェロータと円形の外側膨張機ジェロータとを有する膨張機と、 20

内側圧縮機ジェロータと円形の外側圧縮機ジェロータとを有する圧縮機と、

前記外側膨張機ジェロータ及び前記圧縮機ジェロータに固定されると共に、前記ハウジングに回転可能に連結された、外側ジェロータ支持体と、を有し、

前記外側ジェロータ支持体の直径は、前記外側膨張機ジェロータの直径及び前記外側圧縮機ジェロータの直径よりも小さい、エンジン・システム。

【請求項 78】

請求項 77 記載のエンジン・システムであって、

前記外側ジェロータ支持体は、1 以上のベアリングによって、前記ハウジングへ回転可能に連結され、

前記 1 以上のベアリングの直径は、前記外側膨張機ジェロータの直径及び前記外側圧縮機ジェロータの直径よりも小さい、ことを特徴とするエンジン・システム。 30

【請求項 79】

請求項 77 記載のエンジン・システムであって、

前記内側圧縮機ジェロータは、前記外側圧縮機ジェロータに隣接する外面を有し、

前記外側圧縮機ジェロータは、前記内側圧縮機ジェロータに隣接する内面を有し、

前記内側圧縮機ジェロータの前記外面と前記外側圧縮機ジェロータの前記内面との少なくとも一方の少なくとも一部は、低摩擦材料から作られる、ことを特徴とするエンジン・システム。

【請求項 80】

ハウジングと、 40

膨張機と、

圧縮機と、

ジェロータと、を有し、

前記膨張機は、

少なくとも部分的に外側膨張機ジェロータ・チャンバを形成する外側膨張機ジェロータと、

少なくとも部分的に前記外側膨張機ジェロータ・チャンバ内に配置された内側膨張機ジェロータと、を有し、

前記圧縮機は、

少なくとも部分的に外側圧縮機ジェロータ・チャンバを形成する外側圧縮機ジェロー 50

たと、

少なくとも部分的に前記外側圧縮機ジェロータ・チャンバ内に配置された内側圧縮機ジェロータと、を有し、

前記ジェロータは、前記外側圧縮機ジェロータ・チャンバを出る圧縮気体の形でエネルギーを生成するように構成される、システム。

【請求項 8 1】

請求項 8 0 記載のシステムであって、

前記外側圧縮機ジェロータ・チャンバの容積は、前記外側膨張機ジェロータ・チャンバの容積よりも大きい、ことを特徴とするシステム。

【請求項 8 2】

請求項 8 0 記載のシステムであって、

前記外側膨張機ジェロータ及び前記外側圧縮機ジェロータに固定されると共に、前記ハウジングに回転可能に連結された、外側ジェロータ支持体を更に有し、

前記外側ジェロータ支持体の直径は、前記外側膨張機ジェロータの直径及び前記外側圧縮機ジェロータの直径より小さい、ことを特徴とするシステム。

【請求項 8 3】

請求項 8 0 記載のシステムであって、

前記外側ジェロータ支持体は、1 以上のベアリングによって、前記ハウジングに回転可能に連結され、

前記 1 以上のベアリングの直径は、前記外側膨張機ジェロータの直径及び前記外側圧縮機ジェロータの直径よりも小さい、ことを特徴とするシステム。

【請求項 8 4】

請求項 8 0 記載のシステムであって、

前記内側圧縮機ジェロータは、前記外側圧縮機ジェロータに隣接した外面を有し、

前記外側圧縮機ジェロータは、前記内側圧縮機ジェロータに隣接した内面を有し、

前記内側圧縮機ジェロータの前記外面及び前記外側圧縮機ジェロータの前記内面の少なくとも一方の少なくとも一部は、低摩擦材料から作られる、ことを特徴とするシステム。

【請求項 8 5】

ハウジングと、

少なくとも部分的に前記ハウジング内に配置されると共に、少なくとも部分的に外側ジェロータ・チャンバを形成する、回転可能な外側ジェロータと、

少なくとも部分的に前記外側ジェロータ・チャンバ内に配置された、回転可能な内側ジェロータと、

前記ハウジングと前記外側ジェロータとの間に形成されたシーリングと、を有し、

前記シーリングは、前記外側ジェロータ・チャンバと該外側膨張機ジェロータ・チャンバ外の領域との間での流体の出入りを制限するように構成される、ジェロータ装置。

【請求項 8 6】

請求項 8 5 記載のジェロータ装置であって、

前記シーリングは、

前記ハウジングのシーリング部に形成された 1 以上のシーリング軌道と、

前記外側ジェロータに連結されると共に、少なくとも部分的に前記 1 以上のシーリング軌道内に配置された、1 以上のシーリング突起部と、を有することを特徴とするジェロータ装置。

【請求項 8 7】

請求項 8 6 記載のジェロータ装置であって、

前記ハウジングの前記シーリング部は、柔らかい材料から作られ、

前記 1 以上のシーリング突起部は、硬い材料から作られる、ことを特徴とするジェロータ装置。

【請求項 8 8】

請求項 8 5 記載のジェロータ装置であって、

10

20

30

40

50

前記シーリングは、更に、ラビリンス・シーリングを有する、ことを特徴とするジェロータ装置。

【請求項 89】

請求項 86 記載のジェロータ装置であって、

前記ハウジングの前記シーリング部は、耐摩耗性を有する材料から作られ、

前記 1 以上のシーリング軌道は、前記 1 以上のシーリング突起部が前記ハウジング内の前記シーリング部を削ることによって形成される、ことを特徴とするジェロータ装置。

【請求項 90】

請求項 86 記載のジェロータ装置であって、

前記ハウジングの前記シーリング部は、バネ式である、ことを特徴とするジェロータ装置。 10

【請求項 91】

請求項 86 記載のジェロータ装置であって、

前記ハウジングの前記シーリング部は、1 以上のバネによって、前記 1 以上のシーリング突起部に対して付勢される、ことを特徴とするジェロータ装置。

【請求項 92】

ハウジングと、

少なくとも部分的に前記ハウジング内に配置されると共に、少なくとも部分的に外側ジェロータ・チャンバを形成する、回転可能な外側ジェロータと、

少なくとも部分的に前記外側ジェロータ・チャンバ内に配置された、回転可能な内側ジェロータと、を有し、 20

前記内側ジェロータは、前記外側ジェロータに隣接した外面を有し、

前記外側ジェロータは、前記内側ジェロータに隣接した内面を有し、

前記内側ジェロータの前記外面と前記外側ジェロータの前記内面との少なくとも一方の少なくとも一部は、低摩擦材料から形成され、

前記外側ジェロータ及び前記内側ジェロータは、協働して、前記外側ジェロータ・チャンバを通じて液体を汲み上げるように構成される、ジェロータ装置。

【請求項 93】

請求項 92 記載のジェロータ装置であって、

前記低摩擦材料は、ポリマー、黒鉛、又は、焼結含油青銅を含む、ことを特徴とするジェロータ装置。 30

【請求項 94】

請求項 92 記載のジェロータ装置であって、

前記低摩擦材料は、V E S C O N I T E を含む、ことを特徴とするジェロータ装置。

【請求項 95】

請求項 92 記載のジェロータ装置であって、

前記外側ジェロータ及び前記内側ジェロータは、協働して、前記外側ジェロータ・チャンバを通じて、潤滑性が比較的低い液体を汲み上げるように構成される、ことを特徴とするジェロータ装置。

【請求項 96】 40

請求項 95 記載のジェロータ装置であって、

前記外側ジェロータ及び前記内側ジェロータは、協働して、前記外側ジェロータ・チャンバを通じて水を汲み上げるように構成される、ことを特徴とするジェロータ装置。

【請求項 97】

請求項 92 記載のジェロータ装置であって、

潤滑性が比較的低く、前記外側ジェロータ・チャンバへ流される、液体を更に有する、ことを特徴とするジェロータ装置。

【請求項 98】

請求項 92 記載のジェロータ装置であって、

前記外側ジェロータ・チャンバへ流される、液体と気体の混合体を更に有する、ことを 50

特徴とするジェロータ装置。

【請求項 99】

請求項 92 記載のジェロータ装置であって、
前記外側ジェロータは、シャフトに固定され、
前記第一のシャフトは、前記ハウジングの第一の部分に回転可能に連結され、
前記内側ジェロータは、前記ハウジングの第二の部分に回転可能に連結される、ことを特徴とするジェロータ装置。

【請求項 100】

請求項 99 記載のジェロータ装置であって、
前記内側圧縮機ジェロータの少なくとも一部は、低摩擦材料から作られ、
前記少なくとも一部は、前記外面の少なくとも一部が含まれる、ことを特徴とするジェロータ装置。 10

【請求項 101】

請求項 100 記載のジェロータ装置であって、
前記内側圧縮機ジェロータは、複数の先端を有し、
前記複数の先端は、低摩擦材料から作られる、ことを特徴とするジェロータ装置。

【請求項 102】

請求項 92 記載のジェロータ装置であって、
前記外側圧縮機ジェロータの少なくとも一部は、低摩擦材料から作られ、
前記少なくとも一部は、前記内面の少なくとも一部が含まれる、ことを特徴とするジェロータ装置。 20

【請求項 103】

請求項 92 記載のジェロータ装置であって、
弁板を更に有し、
前記弁板は、
液体を前記外側ジェロータ・チャンバへ入れるように機能する取込開口部と、
液体を前記外側ジェロータ・チャンバから出すように機能する排出開口部と、を有し、
前記取込開口部及び前記排出開口部は、同じ面積である、ことを特徴とするジェロータ装置。 30

【請求項 104】

請求項 92 記載のジェロータ装置であって、
弁板を更に有し、
前記弁板は、
流体を前記外側ジェロータ・チャンバへ入れるように機能する取込開口部と、
流体を前記外側ジェロータ・チャンバから出すように機能する排出開口部と、を有し、
前記排出開口部の面積は、前記取込開口部の面積よりも小さい、ことを特徴とするジェロータ装置。 40

【請求項 105】

請求項 104 記載のジェロータ装置であって、
前記弁板は、更に、前記排出開口部の近くに、1 以上の逆止め弁を有し、
前記 1 以上の逆止め弁の状態は、前記外側ジェロータ・チャンバを通して流れる流体の種類によって制御される、ことを特徴とするジェロータ装置。

【請求項 106】

請求項 104 記載のジェロータ装置であって、
前記外側ジェロータ・チャンバを液体が流れている間、前記 1 以上の逆止め弁はすべてが開かれ、
前記外側ジェロータ・チャンバを気体が流れている間、前記 1 以上の逆止め弁はその一部が開かれ、 50

前記外側ジェロータ・チャンバを気体と液体の混合体が流れている間、前記 1 以上の逆止め弁はその一部が開かれる、ことを特徴とするジェロータ装置。

【請求項 107】

請求項 92 記載のジェロータ装置であって、

前記外側ジェロータ・チャンバを通じて、液体と、気体及び気体と液体の混合体の少なくとも一方とを別々に汲み上げるように構成された、ことを特徴とするジェロータ装置。

【請求項 108】

請求項 92 記載のジェロータ装置であって、

ウォーターポンプ、気体ポンプ、及び、気体と液体の混合体用のポンプとして用いられるように構成された、ことを特徴とするジェロータ装置。

10

【請求項 109】

請求項 92 記載のジェロータ装置であって、

前記外側ジェロータを回転させるように構成された電気モータと、ポンプと、を更に有する、ことを特徴とするジェロータ装置。

【請求項 110】

請求項 92 記載のジェロータ装置であって、

前記外側ジェロータの回転によって動力が供給されるように構成された発電機と、膨張機と、を更に有する、ことを特徴とするジェロータ装置。

【請求項 111】

請求項 92 記載のジェロータ装置であって、

少なくとも部分的に前記ハウジング内に配置されると共に、少なくとも部分的に追加外側ジェロータ・チャンバを形成する、回転可能な追加外側ジェロータと、

少なくとも部分的に前記追加外側ジェロータ・チャンバ内に配置された、回転可能な追加内側ジェロータと、を更に有し、

前記追加外側ジェロータ及び前記追加内側ジェロータは、協働して、前記追加外側ジェロータ・チャンバを通じて液体を流すように構成される、ことを特徴とするジェロータ装置。

20

【請求項 112】

請求項 111 記載のジェロータ装置であって、

前記外側ジェロータを回転させるように構成された電気モータを更に有する、ことを特徴とするジェロータ装置。

30

【請求項 113】

請求項 111 記載のジェロータ装置であって、

前記外側ジェロータの回転によって動力が供給されるように構成された発電機を更に有する、ことを特徴とするジェロータ装置。

【請求項 114】

請求項 111 記載のジェロータ装置であって、

第一の軸を持つ第一のシャフトと、

前記第一の軸からオフセットされた第二の軸を持つ第二のシャフトと、を更に有し、

前記外側ジェロータは、前記第一のシャフトに回転可能に連結され、

前記内側ジェロータは、前記第二のシャフトに回転可能に連結される、ことを特徴とするジェロータ装置。

40

【請求項 115】

請求項 111 記載のジェロータ装置であって、

前記ハウジングに連結された第一のシャフトと、

前記ハウジングに連結された第二のシャフトと、を有し、

前記内側ジェロータは、前記第一のシャフトに回転可能に連結され、

前記追加内側ジェロータは、前記第二のシャフトに回転可能に連結され、

前記外側ジェロータ及び前記追加外側ジェロータは、前記外側ジェロータの外面と前記追加外側ジェロータの内面とが前記ハウジングの内面に隣接したままとなるように、前記

50

ハウジング内で回転する、ことを特徴とするジェロータ装置。

【請求項 1 1 6】

請求項 1 1 1 記載のジェロータ装置であって、
前記ハウジングに連結された第一のシャフトと、
前記ハウジングに連結された第二のシャフトと、
前記ハウジング内に取り付けられた 1 以上のベアリングと、を有し、
前記内側ジェロータは、前記第一のシャフトに回転可能に連結され、
前記追加内側ジェロータは、前記第二のシャフトに回転可能に連結され、
前記外側ジェロータ及び前記追加外側ジェロータは、前記 1 以上のベアリング上で回転する、ことを特徴とするジェロータ装置。

10

【請求項 1 1 7】

請求項 1 1 1 記載のジェロータ装置であって、
回転可能なシャフトを更に有し、
前記シャフトは、前記外側ジェロータ及び前記追加外側ジェロータが回転すると前記シャフトも回転するように、1 以上のギアによって、前記外側ジェロータ及び前記追加外側ジェロータに連結される、ことを特徴とするジェロータ装置。

【請求項 1 1 8】

請求項 1 1 1 記載のジェロータ装置であって、
可撓性を有するカップリングによって、前記外側ジェロータ及び前記追加外側ジェロータに連結されたシャフトを更に有し、
前記シャフトは、前記外側ジェロータ及び前記追加外側ジェロータが回転すると、前記カップリングを通じて前記シャフトも回転するように、前記カップリングによって前記外側ジェロータ及び前記追加外側ジェロータに連結される、ことを特徴とするジェロータ装置。

20

【請求項 1 1 9】

請求項 1 1 8 記載のジェロータ装置であって、
前記カップリングは、ベルト又はチェーンである、ことを特徴とするジェロータ装置。

【請求項 1 2 0】

ハウジングと、
膨張機と、
圧縮機と、を有し、
前記膨張機は、
外側膨張機ジェロータ・チャンバを形成すると共に、少なくとも部分的に前記ハウジング内に配置された、外側膨張機ジェロータと、
少なくとも部分的に前記外側膨張機ジェロータ内に配置された内側膨張機ジェロータと、を有し、
前記圧縮機は、
外側圧縮機ジェロータ・チャンバを形成すると共に、少なくとも部分的に前記ハウジング内に配置され、前記外側膨張機ジェロータに固定された、外側圧縮機ジェロータと、
少なくとも部分的に前記外側圧縮機ジェロータ内に配置されると共に、前記外側膨張機ジェロータに固定された、内側圧縮機ジェロータと、を有し、
前記外側圧縮機ジェロータ及び前記外側膨張機ジェロータは、1 以上のベアリングによって、前記ハウジングに回転可能に連結され、
前記内側圧縮機ジェロータ及び前記内側膨張機ジェロータは、前記内側圧縮機ジェロータの近くに配置された 1 以上のベアリングによって、前記ハウジングに回転可能に連結される、エンジン・システム。

30

40

【請求項 1 2 1】

請求項 1 2 0 記載のエンジン・システムであって、
連結装置によって、前記外側圧縮機ジェロータ及び前記外側膨張機ジェロータに連結されたシャフトを更に有し、

50

前記シャフトは、前記外側圧縮機ジェロータ及び前記外側膨張機ジェロータが回転すると、前記連結装置を通じて前記シャフトも回転するように、前記連結装置によって前記外側圧縮機ジェロータ及び前記外側膨張機ジェロータに連結される、ことを特徴とするエンジン・システム。

【請求項 1 2 2】

請求項 1 2 1 記載のエンジン・システムであって、
前記連結装置は、1 以上のギアを有する、ことを特徴とするエンジン・システム。

【請求項 1 2 3】

請求項 1 2 0 記載のエンジン・システムであって、
前記内側圧縮機ジェロータは、前記外側圧縮機ジェロータに隣接する外面を有し、
前記内側圧縮機ジェロータの少なくとも一部は、低摩擦材料から作られ、
前記少なくとも一部には、前記外面の少なくとも一部が含まれる、ことを特徴とするエンジン・システム。 10

【請求項 1 2 4】

請求項 1 2 3 記載のエンジン・システムであって、
前記内側圧縮機ジェロータは、複数の先端を有し、
前記複数の先端は、低摩擦材料から作られる、ことを特徴とするエンジン・システム。

【請求項 1 2 5】

請求項 1 2 0 記載のエンジン・システムであって、
前記外側圧縮機ジェロータは、前記内側圧縮機ジェロータに隣接する内面を有し、
前記外側圧縮機ジェロータの少なくとも一部は、低摩擦材料から作られ、
前記少なくとも一部には、前記内面の少なくとも一部が含まれる、ことを特徴とするエンジン・システム。 20

【請求項 1 2 6】

請求項 1 2 0 記載のエンジン・システムであって、
膨張機弁板を更に有し、
前記膨張機弁板は、
流体を前記外側膨張機ジェロータ・チャンバに入れるように構成された取込開口部と
、
流体を前記外側膨張機ジェロータ・チャンバから出すように構成された排出開口部と
、を有し、
前記排出開口部の面積は、前記取込開口部の面積よりも大きい、ことを特徴とするエンジン・システム。 30

【請求項 1 2 7】

請求項 1 2 0 記載のエンジン・システムであって、
圧縮機弁板を更に有し、
前記圧縮機弁板は、
流体を前記外側圧縮機ジェロータ・チャンバに入れるように構成された取込開口部と
、
流体を前記外側圧縮機ジェロータ・チャンバから出すように構成された排出開口部と
、を有し、
前記排出開口部の面積は、前記取込開口部の面積よりも小さい、ことを特徴とするエンジン・システム。 40

【請求項 1 2 8】

回転可能な外側ジェロータと、
前記外側ジェロータに関連する位置合わせガイドと、
少なくとも部分的に前記外側ジェロータ内に配置された、回転可能な内側ジェロータと
、
前記 1 以上のソケット内に取り付けられ、前記位置合わせガイドに沿って移動して前記外側ジェロータの回転を前記内側ジェロータの回転と同期させる、1 以上の位置合わせ部 50

材と、を有するジェロータ装置。

【請求項 1 2 9】

請求項 1 2 8 記載のジェロータ装置であって、

前記位置合わせ部材の各々は、前記 1 以上のソケットのうちの 1 つと前記位置合わせ軌道との間に配置される、ことを特徴とするジェロータ装置。

【請求項 1 3 0】

請求項 1 2 9 記載のジェロータ装置であって、

前記 1 以上の位置合わせ部材は、前記 1 以上のソケットにソケット取付された、1 以上の球状転動体を有する、ことを特徴とするジェロータ装置。

【請求項 1 3 1】

請求項 1 2 8 記載のジェロータ装置であって、

前記位置合わせガイドは、前記外側ジェロータに形成され、

前記 1 以上のソケットは、前記内側ジェロータに固定された内側ジェロータ位置合わせ部品に形成される、ことを特徴とするジェロータ装置。

【請求項 1 3 2】

請求項 1 2 8 記載のジェロータ装置であって、

前記位置合わせガイドは、前記外側ジェロータに形成され、

前記 1 以上のソケットは、前記内側ジェロータに形成される、ことを特徴とするジェロータ装置。

【請求項 1 3 3】

回転可能な外側ジェロータと、

前記外側ジェロータに関連する 1 以上のソケットと、

少なくとも部分的に前記外側ジェロータ内に配置された、回転可能な内側ジェロータと

、前記内側ジェロータと関連する位置合わせガイドと、

前記 1 以上のソケット内に取り付けられると共に、前記位置合わせガイドに沿って移動して前記外側ジェロータの回転を前記内側ジェロータの回転と同期させる、1 以上の位置合わせ部材と、を有するジェロータ装置。

【請求項 1 3 4】

請求項 1 3 3 記載のジェロータ装置であって、

前記位置合わせ部材の各々は、前記 1 以上のソケットのうちの 1 つと前記位置合わせ軌道との間に配置される、ことを特徴とするジェロータ装置。

【請求項 1 3 5】

請求項 1 3 3 記載のジェロータ装置であって、

前記 1 以上の位置合わせ部材は、前記 1 以上のソケットにソケット取付された、1 以上の球状転動体を有する、ことを特徴とするジェロータ装置。

【請求項 1 3 6】

請求項 1 3 3 記載のジェロータ装置であって、

前記 1 以上のソケットは、前記外側ジェロータに形成され、

前記位置合わせガイドは、前記内側ジェロータに固定された内側ジェロータ位置合わせ部品に形成される、ことを特徴とするジェロータ装置。

【請求項 1 3 7】

請求項 1 3 3 記載のジェロータ装置であって、

前記 1 以上のソケットは、前記外側ジェロータに形成され、

前記 1 以上のソケットは、前記内側ジェロータに形成される、ことを特徴とするジェロータ装置。

【請求項 1 3 8】

ハウジングと、

外側ジェロータと、

内側ジェロータと、

10

20

30

40

50

- 排出管と、を有し、
前記ハウジングの側壁には複数の開口部が形成され、
前記外側ジェロータは、前記ハウジング内に配置されると共に、前記ハウジングに対して回転可能に構成され、
前記外側ジェロータは、取込ポートと、内部チャンバとを有し、
前記内側ジェロータは、前記内部チャンバ内に配置されると共に、前記ハウジングの一端に回転可能に連結され、
前記排出管は、前記ハウジングの前記一端に固定され、
前記内側ジェロータは、複数の先端を有し、
前記複数の先端の各々は、前記排出管と連通した流路を有する、ジェロータ装置。 10
- 【請求項 1 3 9】
請求項 1 3 8 記載のジェロータ装置であって、
圧縮機又は膨張機を有する、ことを特徴とするジェロータ装置。
- 【請求項 1 4 0】
請求項 1 3 8 記載のジェロータ装置であって、
前記排出管は、前記内側ジェロータ及び前記外側ジェロータが回転している間、前記複数の先端の各々の前記流路を遮断するように構成された突起部を有する、ことを特徴とするジェロータ装置。
- 【請求項 1 4 1】
請求項 1 4 0 記載のジェロータ装置であって、 20
前記突起部は半円形である、ことを特徴とするジェロータ装置。
- 【請求項 1 4 2】
請求項 1 4 0 記載のジェロータ装置であって、
前記突起部は準環状である、ことを特徴とするジェロータ装置。
- 【請求項 1 4 3】
請求項 1 3 8 記載のジェロータ装置であって、
前記内側ジェロータは先端を 2 つ有する、ことを特徴とするジェロータ装置。
- 【請求項 1 4 4】
請求項 1 3 8 記載のジェロータ装置であって、
前記内側ジェロータは 4 つの先端を有し、前記外側ジェロータは 3 つの先端を有する、 30
ことを特徴とするジェロータ装置。
- 【請求項 1 4 5】
請求項 1 3 8 記載のジェロータ装置であって、
前記内側ジェロータの外周面は内トロコイドによって定義される、ことを特徴とするジェロータ装置。
- 【請求項 1 4 6】
請求項 1 3 8 記載のジェロータ装置であって、
前記外側ジェロータは、前記内側ジェロータの 2 倍の速度で回転するように構成される、ことを特徴とするジェロータ装置。
- 【請求項 1 4 7】 40
請求項 1 3 8 記載のジェロータ装置であって、
前記内側ジェロータの外周面はハイポサイクロイドによって定義される、ことを特徴とするジェロータ装置。
- 【請求項 1 4 8】
請求項 1 3 8 記載のジェロータ装置であって、
前記複数の流路の各々に 1 つずつ設けられた複数の逆止め弁を更に有する、ことを特徴とするジェロータ装置。
- 【請求項 1 4 9】
請求項 1 3 8 記載のジェロータ装置であって、
前記内側ジェロータの前記外側ジェロータに対する回転を制御するように構成された同 50

期システムを更に有する、ことを特徴とするジェロータ装置。

【請求項 1 5 0】

請求項 1 4 9 記載のジェロータ装置であって、
前記同期システムはギア群である、ことを特徴とするジェロータ装置。

【請求項 1 5 1】

請求項 1 4 9 記載のジェロータ装置であって、
前記同期システムは、位置合わせガイドに揃えられた位置合わせ部材を有する、ことを特徴とするジェロータ装置。

【請求項 1 5 2】

請求項 1 5 0 記載のジェロータ装置であって、
前記位置合わせ部材は、位置決め用杭を有し、
前記位置合わせガイドは、軌道を有し、
前記位置決め用杭は、前記軌道に沿って動くように構成される、ことを特徴とするジェロータ装置。 10

【請求項 1 5 3】

請求項 1 5 1 記載のジェロータ装置であって、
前記軌道はハート形である、ことを特徴とするジェロータ装置。

【請求項 1 5 4】

請求項 1 5 0 記載のジェロータ装置であって、
前記位置合わせ部材は、3つの位置決め用杭を有し、
前記位置合わせガイドは、軌道を有し、
前記位置決め用杭は、前記軌道に沿って動くように構成される、ことを特徴とするジェロータ装置。 20

【請求項 1 5 5】

請求項 1 5 0 記載のジェロータ装置であって、
前記軌道は、ハイポサイクロイド形状であり、
前記内側ジェロータの前記外面は、前記軌道の形状にオフセットを加えたものとして定義される、ことを特徴とするジェロータ装置。

【請求項 1 5 6】

請求項 1 5 0 記載のジェロータ装置であって、
前記位置合わせ部材は、前記内側ジェロータに対して回転しない、ことを特徴とするジェロータ装置。 30

【請求項 1 5 7】

ハウジングと、
外側ジェロータと、
内側ジェロータと、
排出管と、を有し、
前記ハウジングの側壁には複数の開口部が形成され、
前記外側ジェロータは、前記ハウジング内に配置されると共に、前記ハウジングに対して回転可能に構成され、
前記外側ジェロータは、取込ポートと、内部チャンバとを有し、
前記内側ジェロータは、前記内部チャンバ内に配置されると共に、前記ハウジングの一端に回転可能に連結され、
前記排出管は、前記ハウジングの前記一端に固定され、
前記内側ジェロータは、一对の先端を有し、
前記一对の先端の各々は、前記排出管と連通した流路を有し、
前記排出管は、前記内側ジェロータ及び前記外側ジェロータが所定の位置にあるとき、前記一对の先端の各々の前記流路を遮断するように構成された突起部を有する、ジェロータ装置。 40

【請求項 1 5 8】

50

請求項 1 5 7 記載のジェロータ装置であって、
圧縮機又は膨張機を有する、ことを特徴とするジェロータ装置。

【請求項 1 5 9】

請求項 1 5 9 記載のジェロータ装置であって、
前記突起部は半円形である、ことを特徴とするジェロータ装置。

【請求項 1 6 0】

請求項 1 5 7 記載のジェロータ装置であって、
前記内側ジェロータの外周面は内トロコイドによって定義される、ことを特徴とするジェロータ装置。

【請求項 1 6 1】

請求項 1 5 7 記載のジェロータ装置であって、
前記外側ジェロータは、前記内側ジェロータの 2 倍の速度で回転するように構成される、ことを特徴とするジェロータ装置。

【請求項 1 6 2】

請求項 1 5 7 記載のジェロータ装置であって、
前記内側ジェロータの前記外側ジェロータに対する回転を制御するように構成された同期システムを更に有する、ことを特徴とするジェロータ装置。

【請求項 1 6 3】

ハウジングと、
外側ジェロータと、
内側ジェロータと、
排出管と、
複数の逆止め弁と、を有し、
前記ハウジングの側壁には複数の開口部が形成され、
前記外側ジェロータは、前記ハウジング内に配置されると共に、前記ハウジングに対して回転可能に構成され、
前記外側ジェロータは、取込ポートと、内部チャンバとを有し、
前記内側ジェロータは、前記内部チャンバ内に配置されると共に、前記ハウジングの一端に回転可能に連結され、
前記排出管は、前記ハウジングの前記一端に固定され、
前記内側ジェロータは、複数の先端を有し、
前記複数の先端の各々は、前記排出管と連通した流路を有し、
前記複数の逆止め弁の各々は、前記複数の流路の各々にそれぞれ設けられる、ジェロータ装置。

【請求項 1 6 4】

請求項 1 6 3 記載のジェロータ装置であって、
前記内側ジェロータの外周面は内トロコイドによって定義される、ことを特徴とするジェロータ装置。

【請求項 1 6 5】

請求項 1 6 3 記載のジェロータ装置であって、
前記外側ジェロータは、前記内側ジェロータの 2 倍の速度で回転するように構成される、ことを特徴とするジェロータ装置。

【請求項 1 6 6】

請求項 1 6 3 記載のジェロータ装置であって、
前記内側ジェロータは先端を 2 つ有する、ことを特徴とするジェロータ装置。

【請求項 1 6 7】

請求項 1 6 3 記載のジェロータ装置であって、
本装置作動中の前記内側ジェロータ及び前記外側ジェロータの摩耗を最小限に抑えるように機能する潤滑剤を更に有する、ことを特徴とするジェロータ装置。

【請求項 1 6 8】

請求項 1 6 3 記載のジェロータ装置であって、
前記内側ジェロータ及び前記外側ジェロータは、V E S C O N I T E から作られる、ことを特徴とするジェロータ装置。

【請求項 1 6 9】

ハウジングと、
外側ジェロータと、
内側ジェロータと、
排出管と、
複数の逆止め弁と、
同期システムと、を有し、
前記ハウジングの側壁には複数の開口部が形成され、
前記外側ジェロータは、前記ハウジング内に配置されると共に、前記ハウジングに対して回転可能に構成され、
前記外側ジェロータは、取込ポートと、内部チャンバとを有し、
前記内側ジェロータは、前記内部チャンバ内に配置されると共に、前記ハウジングの一端に回転可能に連結され、
前記排出管は、前記ハウジングの前記一端に固定され、
前記内側ジェロータは、複数の先端を有し、
前記複数の先端の各々は、前記排出管と連通した流路を有し、
前記複数の逆止め弁の各々は、前記複数の流路の各々にそれぞれ設けられ、
前記同期システムは、前記内側ジェロータの前記外側ジェロータに対する回転を制御するように構成され、
前記同期システムは、位置合わせガイドに揃えられた位置合わせ部材を有する、ジェロータ装置。

10

20

【請求項 1 7 0】

請求項 1 6 9 記載のジェロータ装置であって、
前記位置合わせ部材は、位置決め用杭を有し、
前記位置合わせガイドは、軌道を有し、
前記位置決め用杭は、前記軌道に沿って動くように構成される、ことを特徴とするジェロータ装置。

30

【請求項 1 7 1】

請求項 1 6 9 記載のジェロータ装置であって、
前記位置合わせ部材は、ローラーベアリングを有し、
前記位置合わせガイドは、直線状の軌道を有し、
前記ローラーベアリングは、前記軌道に沿って転がるように構成される、ことを特徴とするジェロータ装置。

【請求項 1 7 2】

請求項 1 6 9 記載のジェロータ装置であって、
前記位置合わせ部材及び前記位置合わせガイドは、V E S C O N I T E から作られる、ことを特徴とするジェロータ装置。

40

【請求項 1 7 3】

請求項 1 6 9 記載のジェロータ装置であって、
潤滑剤を更に有し、
前記位置合わせ部材及び前記位置合わせガイドは、金属から作られ、
前記潤滑剤は、本装置作動中の前記内側ジェロータ及び前記外側ジェロータの摩耗を最小限に抑えるように機能する、ことを特徴とするジェロータ装置。

【請求項 1 7 4】

請求項 1 6 9 記載のジェロータ装置であって、
前記内側ジェロータの外周面は内トロコイドによって定義される、ことを特徴とするジェロータ装置。

50

【請求項 175】

請求項 169 記載のジェロータ装置であって、
前記外側ジェロータは、前記内側ジェロータの 2 倍の速度で回転するように構成される、ことを特徴とするジェロータ装置。

【請求項 176】

請求項 169 記載のジェロータ装置であって、
本装置作動中の前記内側ジェロータ及び前記外側ジェロータの摩耗を最小限に抑えるように機能する潤滑剤を更に有する、ことを特徴とするジェロータ装置。

【請求項 177】

ハウジングと、
外側ジェロータと、
内側ジェロータと、を有し、
前記ハウジングには、吸気ポートが形成され、
前記ハウジングの第一の端壁には排気ポートが形成され、
前記外側ジェロータは、ハウジング内に回転可能に連結され、
前記外側ジェロータは、取込ポートと、内部チャンバと、前記外側ジェロータのフェースプレートに形成された排出ポートとを有し、
前記内側ジェロータは、前記内部チャンバ内に配置されると共に、前記ハウジングの一端に回転可能に連結され、

前記外側ジェロータが回転しているとき、前記外側ジェロータの前記排出ポートは、断続的に、前記ハウジングの前記排気ポートと揃う、ことを特徴とするジェロータ装置。

【請求項 178】

請求項 177 記載のジェロータ装置であって、
圧縮機又は膨張機を有する、ことを特徴とするジェロータ装置。

【請求項 179】

請求項 177 記載のジェロータ装置であって、
前記内側ジェロータは先端を 2 つ有する、ことを特徴とするジェロータ装置。

【請求項 180】

請求項 177 記載のジェロータ装置であって、
前記吸気ポートは、前記ハウジングの側壁に形成される、ことを特徴とするジェロータ装置。

【請求項 181】

請求項 177 記載のジェロータ装置であって、
前記吸気ポートは、前記ハウジングの第二の端壁に形成される、ことを特徴とするジェロータ装置。

【請求項 182】

請求項 177 記載のジェロータ装置であって、
前記内側ジェロータの外周面は内トロコイドによって定義される、ことを特徴とするジェロータ装置。

【請求項 183】

請求項 177 記載のジェロータ装置であって、
前記外側ジェロータのうち、前記排出ポート近くの壁に形成された切欠きを更に有する、ことを特徴とするジェロータ装置。

【請求項 184】

請求項 177 記載のジェロータ装置であって、
前記排気ポートの長さは、本装置の作動中の圧縮比を制御する、ことを特徴とするジェロータ装置。

【請求項 185】

請求項 177 記載のジェロータ装置であって、
前記内側ジェロータの前記外側ジェロータに対する回転を制御するように構成された同期

10

20

30

40

50

システムを更に有する、ことを特徴とするジェロータ装置。

【請求項 186】

請求項 185 記載のジェロータ装置であって、
前記同期システムはギア群である、ことを特徴とするジェロータ装置。

【請求項 187】

請求項 185 記載のジェロータ装置であって、
前記同期システムは、位置合わせ部材と、位置合わせガイドとを有する、ことを特徴とするジェロータ装置。

【請求項 188】

請求項 187 記載のジェロータ装置であって、
前記位置合わせ部材は、位置決め用杭を有し、
前記位置合わせガイドは、軌道を有し、
前記位置決め用杭は、前記軌道に沿って動くように構成される、ことを特徴とするジェロータ装置。

10

【請求項 189】

静止した外側ジェロータと、
前記外側ジェロータに回転可能に連結された第一のシャフトと、
前記第一のシャフトに連結されたディスクと、
前記ディスクに連結された第二のシャフトと、
内側ジェロータと、を有し、
前記外側ジェロータは、少なくとも 1 つの取込ポートと、前記外側ジェロータの側壁に形成された少なくとも 1 つの排出ポートと、内部チャンバとを有し、
前記第二のシャフトは、前記第一のシャフトの回転軸からオフセットされており、
前記内側ジェロータは、前記内部チャンバ内に配置されると共に、本装置作動中に前記内側ジェロータが前記内部チャンバ内で回転及び軌道周回するように、前記第二のシャフトに回転可能に連結される、ことを特徴とするジェロータ装置。

20

【請求項 190】

請求項 189 記載のジェロータ装置であって、
圧縮機又は膨張機を有する、ことを特徴とするジェロータ装置。

【請求項 191】

請求項 189 記載のジェロータ装置であって、
前記内側ジェロータの前記外側ジェロータに対する回転を制御するように構成された同期システムを更に有し、
前記同期システムは、位置合わせガイドに揃えられた位置合わせ部材を有する、ことを特徴とするジェロータ装置。

30

【請求項 192】

請求項 189 記載のジェロータ装置であって、
前記位置合わせ部材は、前記外側ジェロータに連結された位置決め用杭を有し、
前記位置合わせガイドは、前記内側ジェロータに形成された、直線状の軌道を有し、
前記位置決め用杭は、前記軌道に沿って動くように構成される、ことを特徴とするジェロータ装置。

40

【請求項 193】

請求項 189 記載のジェロータ装置であって、
前記外側ジェロータの前記排出ポートの各々に関連付けられた逆止め弁を更に有する、ことを特徴とするジェロータ装置。

【請求項 194】

請求項 189 記載のジェロータ装置であって、
前記内側ジェロータの外周面は内トロコイドによって定義される、ことを特徴とするジェロータ装置。

【請求項 195】

50

請求項 189 記載のジェロータ装置であって、
前記内側ジェロータの外周面はハイポサイクロイドによって定義される、ことを特徴とするジェロータ装置。

【請求項 196】

請求項 189 記載のジェロータ装置であって、
前記外側ジェロータの端壁に形成され、前記排出ポートと連通した排気ポートを更に有する、ことを特徴とするジェロータ装置。

【請求項 197】

圧縮機部分と、
膨張機部分と、
回転可能な中空シャフトと、
前記中空シャフトに連結されたディスクと、を有し、
前記圧縮機部分は、
内側圧縮機ジェロータと、
外側圧縮機ジェロータと、を有し、
前記膨張機部分は、

前記ハウジング内に配置されると共に、前記外側圧縮機ジェロータに固定された、セラミックス製の外側膨張機ジェロータと、

前記内側圧縮機ジェロータに固定されると共に、前記外側膨張機ジェロータ内に配置された、セラミックス製の内側膨張機ジェロータと、を有し、

前記中空シャフトは、前記内側膨張機ジェロータに連結されると共に、主流路を備え、

前記ディスクは、複数の従流路を備え、

前記複数の従流路は、システム作動中に前記主流路及び前記従流路を通して吸い込まれた空気が、遠心力によって、前記外側膨張機ジェロータへ向けて流されるように、前記中空シャフトの前記主流路と連通される、エンジン・システム。

【請求項 198】

請求項 197 記載のエンジン・システムであって、

前記外側膨張機ジェロータは、該外側膨張機ジェロータを縦に走る複数の冷却流路を有する、ことを特徴とするエンジン・システム。

【請求項 199】

請求項 197 記載のエンジン・システムであって、

前記外側膨張機ジェロータの上部は断片化される、ことを特徴とするエンジン・システム。

【請求項 200】

請求項 197 記載のエンジン・システムであって、

管を更に有し、

前記内側膨張機ジェロータは、該内側膨張機ジェロータを縦に走る複数の冷却流路を有し、

前記管は、前記圧縮機部分からの抽気を前記内側膨張機ジェロータの前記冷却流路へ流すように構成される、ことを特徴とするエンジン・システム。

【請求項 201】

請求項 197 記載のエンジン・システムであって、

前記内側膨張機ジェロータは、前記中空シャフトと断続的に連結される、ことを特徴とするエンジン・システム。

【請求項 202】

請求項 197 記載のエンジン・システムであって、

前記膨張機部分は、更に、孔開けされたハウジングを有する、ことを特徴とするエンジン・システム。

【請求項 203】

請求項 197 記載のエンジン・システムであって、

10

20

30

40

50

前記膨張機部分は、更に、前記外側膨張機ジェロータと前記外側圧縮機ジェロータとの間に固定されたヒートシンクを有する、ことを特徴とするエンジン・システム。

【請求項 204】

請求項 203 記載のエンジン・システムであって、
前記ヒートシンクに連結された複数のフィンを更に有する、ことを特徴とするエンジン・システム。

【請求項 205】

請求項 203 記載のエンジン・システムであって、
前記ヒートシンクはヒート・パイプである、ことを特徴とするエンジン・システム。

【請求項 206】

請求項 197 記載のエンジン・システムであって、
回転可能なシャフトを更に有し、
前記シャフトは、前記外側膨張機ジェロータ及び前記外側圧縮機ジェロータが回転すると、前記シャフトも回転するように、連結装置によって、前記外側圧縮機ジェロータ及び前記外側膨張機ジェロータに連結される、ことを特徴とするエンジン・システム。

【請求項 207】

請求項 206 記載のエンジン・システムであって、
前記連結装置は、1 以上のギアを有する、ことを特徴とするエンジン・システム。

【請求項 208】

請求項 197 記載のエンジン・システムであって、
前記内側圧縮機ジェロータは、前記外側圧縮機ジェロータに隣接する外面を有し、
前記外側圧縮機ジェロータは、前記内側圧縮機ジェロータに隣接する内面を有し、
前記内側圧縮機ジェロータの少なくとも一部は、低摩擦材料から作られ、
前記少なくとも一部には、前記外面の少なくとも一部が含まれる、ことを特徴とするエンジン・システム。

【請求項 209】

請求項 208 記載のエンジン・システムであって、
前記低摩擦材料は、ポリマー、黒鉛、焼結含油青銅、又は、VESCONITE を含む、ことを特徴とするエンジン・システム。

【請求項 210】

圧縮機部分と、
膨張機部分と、を有し、
前記圧縮機部分は、
内側圧縮機ジェロータと、
外側圧縮機ジェロータと、を有し、
前記膨張機部分は、
孔開けされたハウジングと、
前記ハウジング内に配置されると共に、前記外側圧縮機ジェロータに固定されたヒートシンクと、

セラミックス製の外側膨張機ジェロータと、
前記内側圧縮機ジェロータに固定されると共に、前記外側膨張機ジェロータ内に配置された、セラミックス製の内側膨張機ジェロータと、を有し、
前記外側膨張機ジェロータの上部は、断片化されていると共に、前記ヒートシンクに固定されている、エンジン・システム。

【請求項 211】

請求項 210 記載のエンジン・システムであって、
前記ヒートシンクに連結された複数のフィンを更に有する、ことを特徴とするエンジン・システム。

【請求項 212】

請求項 210 記載のエンジン・システムであって、

10

20

30

40

50

前記ヒートシンクはヒート・パイプである、ことを特徴とするエンジン・システム。

【請求項 2 1 3】

請求項 2 1 0 記載のエンジン・システムであって、
前記ヒートシンクに連結された中空円柱を更に有し、
前記中空円柱は、相変化材料を含んでいる、ことを特徴とするエンジン・システム。

【請求項 2 1 4】

請求項 2 1 0 記載のエンジン・システムであって、
回転可能な中空状のシャフトと、
前記中空シャフトに連結されたディスクと、を更に有し、
前記中空シャフトは、前記内側膨張機ジェロータに連結されると共に、主流路を備え、
前記ディスクは、複数の従流路を備え、
前記複数の従流路は、システム作動中に前記主流路及び前記従流路を通して吸い込まれた空気が、遠心力によって、前記外側膨張機ジェロータへ向けて流されるように、前記中空シャフトの前記主流路と連通される、ことを特徴とするエンジン・システム。 10

【請求項 2 1 5】

請求項 2 1 0 記載のエンジン・システムであって、
前記内側膨張機ジェロータは、該内側膨張機ジェロータを縦に走る複数の冷却流路を有する、ことを特徴とするエンジン・システム。

【請求項 2 1 6】

請求項 2 1 0 記載のエンジン・システムであって、
管を更に有し、
前記内側膨張機ジェロータは、該内側膨張機ジェロータを縦に走る複数の冷却流路を有し、
前記管は、前記圧縮機部分からの抽気を前記内側膨張機ジェロータの前記冷却流路へ流すように構成される、ことを特徴とするエンジン・システム。 20

【請求項 2 1 7】

請求項 2 1 0 記載のエンジン・システムであって、
前記内側膨張機ジェロータは、前記中空シャフトと断続的に連結される、ことを特徴とするエンジン・システム。

【請求項 2 1 8】

請求項 2 1 0 記載のエンジン・システムであって、
回転可能なシャフトを更に有し、
前記シャフトは、前記外側膨張機ジェロータ及び前記外側圧縮機ジェロータが回転すると、前記シャフトも回転するように、連結装置によって、前記外側圧縮機ジェロータ及び前記外側膨張機ジェロータに連結される、ことを特徴とするエンジン・システム。 30

【請求項 2 1 9】

請求項 2 1 8 記載のエンジン・システムであって、
前記連結装置は、1 以上のギアを有する、ことを特徴とするエンジン・システム。

【請求項 2 2 0】

請求項 2 1 0 記載のエンジン・システムであって、
前記内側圧縮機ジェロータは、前記外側圧縮機ジェロータに隣接する外面を有し、
前記外側圧縮機ジェロータは、前記内側圧縮機ジェロータに隣接する内面を有し、
前記内側圧縮機ジェロータの少なくとも一部は、低摩擦材料から作られ、
前記少なくとも一部には、前記外面の少なくとも一部が含まれる、ことを特徴とするエンジン・システム。 40

【請求項 2 2 1】

請求項 2 2 0 記載のエンジン・システムであって、
前記低摩擦材料は、ポリマー、黒鉛、焼結含油青銅、又は、VESCONITEを含む、ことを特徴とするエンジン・システム。

【請求項 2 2 2】

圧縮機部分と、
膨張機部分と、を有し、
前記圧縮機部分は、
内側圧縮機ジェロータと、
外側圧縮機ジェロータと、を有し、
前記膨張機部分は、
孔開けされたハウジングと、
前記ハウジング内に配置されると共に、前記外側圧縮機ジェロータに固定されたバネカップと、
前記バネカップの外側に連結されたヒートシンクと、
セラミックス製の外側膨張機ジェロータと、
前記内側圧縮機ジェロータに固定されると共に、前記外側膨張機ジェロータ内に配置された、セラミックス製の内側膨張機ジェロータと、を有し、
前記バネカップは、複数の縦方向の指を有し、
前記複数の縦方向の指の各々の一端には半径方向の延びる突起が設けられ、
前記外側膨張機ジェロータの上部は、前記バネカップの前記半径方向突起と係合するように構成された円周溝を有する、エンジン・システム。

【請求項 2 2 3】
請求項 2 2 2 記載のエンジン・システムであって、
前記ヒートシンクに連結された複数のフィンをもつことを特徴とするエンジン・システム。

【請求項 2 2 4】
請求項 2 2 2 記載のエンジン・システムであって、
前記ヒートシンクはヒート・パイプである、ことを特徴とするエンジン・システム。

【請求項 2 2 5】
請求項 2 2 2 記載のエンジン・システムであって、
前記ヒートシンクに連結された中空円柱をもつことを特徴とするエンジン・システム。

【請求項 2 2 6】
請求項 2 2 2 記載のエンジン・システムであって、
前記内側膨張機ジェロータは、該内側膨張機ジェロータを縦に走る複数の冷却流路を有する、ことを特徴とするエンジン・システム。

【請求項 2 2 7】
請求項 2 2 2 記載のエンジン・システムであって、
管をもつことを特徴とするエンジン・システム。
前記内側膨張機ジェロータは、該内側膨張機ジェロータを縦に走る複数の冷却流路を有し、
前記管は、前記圧縮機部分からの抽気を前記内側膨張機ジェロータの前記冷却流路へ流すように構成される、ことを特徴とするエンジン・システム。

【請求項 2 2 8】
請求項 2 2 2 記載のエンジン・システムであって、
前記内側圧縮機ジェロータには複数の縦方向の切欠きが形成される、ことを特徴とするエンジン・システム。

【請求項 2 2 9】
請求項 2 2 8 記載のエンジン・システムであって、
前記縦方向切欠きはくさび形である、ことを特徴とするエンジン・システム。

【請求項 2 3 0】
請求項 2 2 8 記載のエンジン・システムであって、
前記圧縮機部分は、更に、吸気ポートと排気ポートとの間に配置された延長部分を含む弁板を有する、ことを特徴とするエンジン・システム。

【請求項 2 3 1】

上面吸排気ジェロータであって、
前記ジェロータの壁の周囲に間隔を空けて円周上に配置された複数の開口部と、
前記壁を支持する手段と、を有することを特徴とする上面吸排気ジェロータ。

【請求項 2 3 2】

請求項 2 3 1 記載の上面吸排気ジェロータであって、
前記壁を支持する手段は、前記壁に連結された 1 以上の環状の支持リングを有する、ことを特徴とする上面吸排気ジェロータ。

【請求項 2 3 3】

請求項 2 3 2 記載の上面吸排気ジェロータであって、
切欠きが設けられたシーリングを更に有する、ことを特徴とする上面吸排気ジェロータ。
10

【請求項 2 3 4】

請求項 2 3 1 記載の上面吸排気ジェロータであって、
前記壁を支持する手段は、前記壁の部分間を連結させる靱帯を有する、ことを特徴とする上面吸排気ジェロータ。

【請求項 2 3 5】

正面吸排気ジェロータ装置であって、
上部弁板と下部弁板とを有するハウジングと、
前記ハウジング内に配置されると共に、前記ハウジングに対して回転可能に構成された
外側ジェロータと、
前記外側ジェロータ内に配置されると共に、前記ハウジングの一端に連結された剛体
シャフトに回転可能に連結された内側ジェロータと、を有し、
前記外側ジェロータの上端及び下端には複数の溝が形成される、ことを特徴とする正面
吸排気ジェロータ装置。
20

【請求項 2 3 6】

請求項 2 3 5 記載の正面吸排気ジェロータ装置であって、
圧縮機又は膨張機を有する、ことを特徴とする正面吸排気ジェロータ装置。

【請求項 2 3 7】

請求項 2 3 5 記載の正面吸排気ジェロータ装置であって、
前記内側ジェロータは、前記外側ジェロータに隣接する上部外面を有し、
前記外側ジェロータは、前記内側ジェロータに隣接する上部内面を有し、
前記内側ジェロータの前記上部外面は、低摩擦材料から作られる、ことを特徴とする正
面吸排気ジェロータ装置。
30

【請求項 2 3 8】

請求項 2 3 7 記載の正面吸排気ジェロータ装置であって、
前記低摩擦材料は、ポリマー、黒鉛、焼結含油青銅、又は、V E S C O N I T E を含む
、ことを特徴とする正面吸排気ジェロータ装置。

【請求項 2 3 9】

請求項 2 3 7 記載の正面吸排気ジェロータ装置であって、
前記内側ジェロータの下部外面と前記外側ジェロータの下部内面との間には隙間が設け
られる、ことを特徴とする正面吸排気ジェロータ装置。
40

【請求項 2 4 0】

複数の外側ジェロータ先端を備えた外側ジェロータと、
前記外側ジェロータ内に配置され、複数の内側ジェロータ先端を備えた内側ジェロータ
と、を有し、
前記外側ジェロータ先端の各々の一部分は、前記内側ジェロータの熱膨張が許容される
ように、取り除かれる、ジェロータ装置。

【請求項 2 4 1】

請求項 2 4 0 記載のジェロータ装置であって、
50

前記外側ジェロータ先端の数及び前記内側ジェロータ先端の数を2倍にした、ことを特徴とするジェロータ装置。

【請求項242】

請求項240記載のジェロータ装置であって、

前記外側ジェロータ先端の数及び前記内側ジェロータ先端の数を1より大きい正の整数倍にした、ことを特徴とするジェロータ装置。

【請求項243】

請求項240記載のジェロータ装置であって、

前記内側ジェロータ先端は、複数の円柱を有する、ことを特徴とするジェロータ装置。

【請求項244】

請求項240記載のジェロータ装置であって、

前記内側ジェロータ先端は、複数の半円柱を有する、ことを特徴とするジェロータ装置

10

【請求項245】

請求項240記載のジェロータ装置であって、

前記外側ジェロータ先端は、複数の円柱を有する、ことを特徴とするジェロータ装置。

【請求項246】

下部弁板を有するハウジングと、

前記ハウジング内に配置されると共に、前記ハウジングに対して回転可能に構成された外側ジェロータと、

20

前記外側ジェロータ内に配置されると共に、前記ハウジングの一端に連結された剛体シャフトに回転可能に連結された内側ジェロータと、

前記内側ジェロータの前記外側ジェロータに対する回転を制御するように構成された同期システムと、を有し、

前記外側ジェロータの下端には複数の溝が形成される、ジェロータ装置。

【請求項247】

請求項246記載のジェロータ装置であって、

圧縮機又は膨張機を有する、ことを特徴とするジェロータ装置。

【請求項248】

請求項246記載のジェロータ装置であって、

前記外側ジェロータ先端は、複数の円柱を有する、ことを特徴とするジェロータ装置。

30

【請求項249】

ブレイトン・サイクル・エンジンのパワーを上げる方法であって、

圧縮機、熱交換機、燃焼室、及び、膨張機を直列に並べる工程と、

液体水を前記燃焼室へ供給する工程と、

前記液体水を蒸発させるための追加燃料を前記燃焼室へ供給する工程と、を有することを特徴とする方法。

【請求項250】

請求項249記載の方法であって、

前記圧縮機と前記膨張機とを剛体シャフトで連結させる工程を更に有する、ことを特徴とする方法。

40

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は、圧縮機（コンプレッサ；compressor）又は膨張機（エキスパンダ；expander）として機能するジェロータ（gerotor）装置に関する。本発明に係るジェロータ装置は、概して、ブレイトン（Brayton）・サイクル・エンジンに適用することができ、より具体的には、準等温（quasi-isothermal）ブレイトン・サイクル・エンジンに適用することができる。

【背景技術】

50

【0002】

例えば自動車や軌道などの移動体用途においては、一般的に、以下の特徴を有する熱機関を用いることが望ましい：

- ・熱交換器の必要性が低減するような内部燃焼；
- ・効率を向上させる完全膨張；
- ・等温での圧縮及び膨張；
- ・高い出力密度；
- ・高効率のための高温での膨張；
- ・部分負荷状態とするためにエンジンを効率良く「絞る」能力；
- ・高いターndダウン比（すなわち、幅広いレンジの速度及びトルクで作動する能力）；
- ・低公害；
- ・自動車産業界が慣れ親しんでいる標準的な部品を使用していること；
- ・多種燃料対応；及び、
- ・回生ブレーキ。

10

【0003】

現在、複数種類の熱機関が存在する。例えば、オットー・サイクル・エンジン、ディーゼル・サイクル・エンジン、ランキン・サイクル・エンジン、スターリング・サイクル・エンジン、エリクソン・サイクル・エンジン、カルノー・サイクル・エンジン、ブレイトン・サイクル・エンジン、などである。これらの熱機関は、それぞれが独自の特徴及びサイクルを持っている。以下、各エンジンについて簡単に説明する。

20

【0004】

オットー・サイクル・エンジンは、安価で、低圧縮で、かなり低効率な、内燃機関である。このエンジンは、自動車の動力源として幅広く使われている。

【0005】

ディーゼル・サイクル・エンジンは、程々に高価で、高圧縮で、高効率な、内燃機関であり、軌道や電車の動力源として幅広く用いられている。

【0006】

ランキン・サイクル・エンジンは、通常、発電所において用いられる外燃機関である。最も一般的な作動流体は水である。

【0007】

エリクソン・サイクル・エンジンは、定圧熱伝達を伴う等温圧縮及び膨張を用いる。外燃機関サイクルとして実現することも、内燃機関サイクルとして実現することも可能である。現実的には、完全なエリクソン・サイクルは実現が難しい。なぜなら、大規模な産業設備において、等温膨張及び圧縮は容易には実現されないからである。

30

【0008】

カルノー・サイクル・エンジンは、等温圧縮及び膨張と、断熱圧縮及び膨張とを用いる。カルノー・サイクルは、外燃機関として実現することも、内燃機関として実現することも可能である。カルノー・サイクルは、低出力密度、機械的な複雑さ、及び、実現困難な定温圧縮機及び膨張機、を特徴とする。

【0009】

スターリング・サイクル・エンジンは、定容量熱伝達を伴う等温圧縮及び膨張を用いる。スターリング・サイクル・エンジンは、ほとんどの場合、外燃機関として実現される。スターリング・サイクル・エンジンは、カルノー・サイクル・エンジンよりは高い出力密度を有するが、熱交換を実施することが難しいと共に、定温圧縮及び膨張の実現が困難である。

40

【0010】

スターリング・サイクル、エリクソン・サイクル、及び、カルノー・サイクルは、略理論効率が得られる。なぜなら、熱は、等温膨張の間には均等に高い温度 $T_{h.o.t}$ で伝達されると共に、等温圧縮の間には均等に低い温度 $T_{c.o.l.d}$ で拒絶されるからである。これら3つのサイクルの最大効率 η_{max} は、

50

【 0 0 1 1 】

【 数 1 】

$$\eta_{\max} = 1 - \frac{T_{\text{cold}}}{T_{\text{hot}}}$$

10

となる。この効率は、エンジンが「可逆的」であるときのみ達成できる。可逆的とは、エンジンに摩擦がなく、温度も圧力も変化しないことを意味している。現実には、実際のエンジンは、摩擦や温度／圧力変化による「不可逆性」又は損失を有する。

【 発明の開示 】

【 発明が解決しようとする課題 】

【 0 0 1 2 】

ブレイトン・サイクル・エンジンは、通常はタービンを備えるように実施され、一般的には航空機や発電所の動力源として用いられる、内燃機関である。ブレイトン・サイクルは、非常に高い出力密度を特徴とし、通常は熱交換機を使用しない。また、ブレイトン・サイクル・エンジンの効率は、他のサイクルよりの効率よりも低い。但し、ブレイトン・サイクルに蓄熱機が加えられると、サイクル効率は向上する。伝統的に、ブレイトン・サイクルは、軸流多段圧縮機及び膨張機を用いるものとして実現される。これらの機器は、通常、航空機が略一定の速度で飛行している状態に適しており、一般的には、幅広く変化する速度にわたって作動しなければならないほとんどの交通用途（例えば、自動車、バス、軌道、電車など）には適していない。

20

【 0 0 1 3 】

オットー・サイクル、ディーゼル・サイクル、ブレイトン・サイクル、及びランキン・サイクルはいずれも、等温圧縮及び膨張ステップを用いないため、最大効率より低い効率しか得られない。さらに、オットー・サイクル・エンジン及びディーゼル・サイクル・エンジンは、高压気体を完全に膨張させず、単に廃ガスを大気中に絞り出すだけなので、効率が悪化する。

30

【 0 0 1 4 】

ブレイトン・サイクル・エンジンのサイズ及び複雑さ並びにコストを低減することは、重要である。また、ブレイトン・サイクル・エンジン及び／又はそれらの部品の効率を向上させることも、重要である。ブレイトン・サイクル・エンジンの製造業者は、ブレイトン・サイクル・エンジンを、より良く且つより経済的に製造する方法を絶えず搜索している。

【 課題を解決するための手段 】

【 0 0 1 5 】

本発明の一実施形態によれば、ジェロータ装置は、第一のジェロータと、第二のジェロータと、第一のジェロータの回転を第二のジェロータの回転に同期させるように作動可能な同期システムとを有する。この同期システムは、第一のジェロータに連結されたカム板を有する。このカム板は、複数のカムと、第二のジェロータに連結された位置合わせ板とを有する。この位置合わせ板は、少なくとも1つの位置合わせ部材を有する。これら複数のカム及び少なくとも1つの位置合わせ部材は、相互に作用して、第一のジェロータの回転を第二のジェロータの回転に同期させる。

40

【 発明の効果 】

【 0 0 1 6 】

本発明の複数の実施形態は、複数の技術的利点を提供する。実施形態の中には、これら利点の全てを含むものもあれば、一部のみ含むものもあれば、いずれも含まないものもあ

50

る。技術的利点の1つは、気体流路が簡素化され、ベアリングへの負荷が軽減され、消費エネルギーが低減された、よりコンパクトで、軽量のブレイトン・サイクル・エンジンである。従来のブレイトン・サイクル・エンジンよりも部品点数が削減される実施形態もある。別の利点は、本発明が、よりシンプルな、隙間からの漏出を規制する方法を導入する点である。さらに別の利点は、潤滑油流路が高圧気体から完全に分離されているため、高圧気体から潤滑油へ熱が伝導しないようにすることができる点である。さらに別の利点は、たった1つの部品（例えば剛性シャフト）で、内側ジェロータと外側ジェロータとを正確に位置合わせすることができる点である。さらに別の利点は、本願明細書に開示した駆動機構は、バックラッシュが小さく、摩耗が少ないという点である。

【0017】

10

他の技術的利点は、以下の図面、説明、及び請求項から当業者には容易に明らかである。

【発明を実施するための最良の形態】

【0018】

本発明並びにその特徴及び利点は、添付図面と共に以下の説明を参照することによって、より完全に明らかにされる。

【実施例】

【0019】

図1～104は、本発明の教えるところに含まれるジェロータ装置の実施形態の例を示している。以下の詳細な説明は、概して、ジェロータ装置を、ジェロータ圧縮機において用いられるものとして、記載しているが、以下に登場するジェロータ装置の中には、ジェロータ膨張機又は他の適切なジェロータ装置と等価に機能するものもある。また、本発明は、後述するジェロータ装置があらゆる適切な用途で利用可能であることをもくろんでいるが、後述するジェロータ装置は、特に、準等温ブレイトン・サイクル・エンジン（例えば、2002年1月8日に発行された米国特許6,336,317（「317特許」）に記載されたもの）に適している。ここに参考文献として組み込まれる「317の特許は、ジェロータ圧縮機及び／又はジェロータ膨張機の一般的な作動について記載している。よって、後述するジェロータ装置の中にはその作動について詳述していないものもある。

20

【0020】

本発明の複数の実施形態は、複数の技術的利点を提供する。実施形態の中には、これら利点の全てを含むものもあれば、一部のみ含むものもあれば、いずれも含まないものもある。技術的利点の1つは、気体流路が簡素化され、ベアリングへの負荷が軽減され、消費エネルギーが低減された、よりコンパクトで、軽量のブレイトン・サイクル・エンジンである。従来のブレイトン・サイクル・エンジンよりも部品点数が削減される実施形態もある。別の利点は、本発明が、よりシンプルな、隙間からの漏出を規制する方法を導入する点である。さらに別の利点は、潤滑油流路が高圧気体から完全に分離されているため、高圧気体から潤滑油へ熱が伝導しないようにすることができる点である。さらに別の利点は、たった1つの部品（例えば剛性シャフト）で、内側ジェロータと外側ジェロータとを正確に位置合わせすることができる点である。さらに別の利点は、本願明細書に開示した駆動機構は、バックラッシュが小さく、摩耗が少ないという点である。これらの技術的利点は、以下に説明する複数の実施形態のすべてによって促進される場合もあれば、一部によって促進される場合もあれば、いずれの実施形態によっても促進されない場合もある。また、実施形態によっては、本願明細書に記載されている技術を、ここに参考文献として組み込まれる米国特許出願シリアルナンバー10/359,487に記載された技術と共に用いることができる。

30

40

【0021】

図1は、本発明の一実施形態に係る、同期システム18aを内蔵したジェロータ装置10aの横断面の一例を示している。ジェロータ装置10aは、ハウジング12aと、ハウジング12a内に配置された外側ジェロータ14aと、少なくとも部分的に外側ジェロータ14a内に配置された内側ジェロータ16aと、少なくとも部分的に同期システム・ハ

50

ハウジング 20 a 内に収容された同期システム 18 a と、を有する。より具体的には、外側ジェロータ 14 a は、少なくとも部分的に、外側ジェロータ・チャンバ 30 a を形成し、内側ジェロータ 16 a は、少なくとも部分的に、外側ジェロータ・チャンバ 30 a 内に配置される。ジェロータ装置 10 a は、実施形態又は意図された用途に応じて、圧縮機として設計されることも、膨張機として設計されることも可能である。

【0022】

ハウジング 12 a は、1 つ以上の流体取込口 42 a と、1 つ以上の流体排出口 44 a とを備えた弁板 40 a を有する。流体取込口 42 a は、概して、流体（例えば、気体、液体、又は、液体と気体の混合体）を外側ジェロータ・チャンバ 30 a 内へ入れる。同様に、流体排出口 44 a は、概して、外側ジェロータ・チャンバ 30 a 中の流体を外側ジェロータ・チャンバ 30 a から排出させる。流体取込口 42 a 及び流体排出口 44 a の形状及びサイズは、適切なものである限り、任意でよい。装置 10 a が圧縮性流体（例えば、気体、又は、液体と気体の混合体）を流すのに用いられる場合、1 つ以上の流体取込口 42 a の総面積を、1 つ以上の流体排出口 44 a の総面積と異なるものとする。装置 10 a が圧縮機である場合、流体取込口 42 a の総面積を流体排出口 44 a の総面積よりも大きくする。逆に、装置 10 a が膨張機である場合、流体取込口 42 a の総面積を流体排出口 44 a の総面積よりも小さくする。

【0023】

図 1 に示すように、外側ジェロータ 14 a は、第一の軸を持つ第一のシャフト 50 a に固定される。シャフト 50 a は、例えば 1 つ以上のリング状ベアリング 52 a によって、ハウジング 12 a の中空円筒形部分に回転可能に連結される。よって、第一のシャフト 50 a 及び外側ジェロータ 14 a は、ハウジング 12 a 及び内側ジェロータ 16 a に対して、一体となって、第一の軸まわりに回転することができる。第一のシャフト 50 a を、ジェロータ装置 10 a を駆動して作動させるドライブシャフトとしてもよい。内側ジェロータ 16 a は、第一の軸からオフセットされた（すなわち、中心がずれている）第二の軸を持つ第二のシャフト 54 a に回転可能に連結される。第二のシャフト 54 a は、例えば 1 つ以上のリング状ベアリング 56 a によって、ハウジング 12 a に固定されてもよく、或いは、ハウジング 12 a と一体化されてもよい。よって、内側ジェロータ 16 a は、ハウジング 12 a 及び外側ジェロータ 14 a に対して、一体となって、第二の軸まわりに回転することができる。

【0024】

本実施形態において、同期システム 18 a は、1 つ以上のカム 24 a を有するカム板 22 a を有する。1 つ以上のカム 24 a は、1 つ以上の位置合わせ部材 28 a を有する位置合わせ板 26 a と相互作用する。カム板 22 a は、内側ジェロータ 16 a に固定され、位置合わせ板 26 a は、第一のシャフト 50 a を通じて、外側ジェロータ 14 a に固定される。別の実施形態として、カム板 22 a が、外側ジェロータ 14 a に連結され、位置合わせ板 26 a が内側ジェロータ 16 a に連結されてもよい。カム板 22 a 及び位置合わせ板 26 a は、協働して、外側ジェロータ 14 a と内側ジェロータ 16 a の相対的な動きを同期させる。ジェロータ装置 10 a が作動中、位置合わせ部材 28 a は、カム 24 a 表面に乗る。これにより、外側ジェロータ 14 a 及び内側ジェロータ 16 a の相対的な動きが同期する。位置合わせ部材 28 a は、カム 24 a と相互作用する位置決め用杭（peg）又は他の任意の適切な部材を有する。同期システム 18 a は、カム 24 a と位置合わせ部材 28 a との間の摩擦を低減させる潤滑剤 60 a を有する。同期システム 18 a については、後に図 2 及び 3 を参照して詳述する。

【0025】

上述のように、同期システム 18 a は、部分的に又は大部分、同期システム・ハウジング 20 a 内に収容される。本実施形態において、同期システム・ハウジング 20 a は、第一のシャフト 50 a 及び第二のシャフト 54 a に連結される。第一のシャフト 50 a 及び第二のシャフト 54 a が互いにオフセットされているため、同期システム・ハウジング 20 a は、ハウジング 12 a に対して回転できない。同期システム・ハウジング 20 a は、

外側ジェロータ・チャンバ 30 a のうち、ジェロータ装置 10 a 作動中に流体が通る部分に潤滑剤 60 a が流入するのを制限する。この部分は、図 1 には、流路 32 a として示されている。よって、同期システム・ハウジング 20 a により、潤滑剤 60 a が流路 32 a を流れる流体と混ざること（及び、流路 32 a を流れる流体が潤滑剤 60 a と混ざること）が防止される。

【0026】

図 2 は、本発明の一実施形態に係るカム板 22 a のカム 24 a の形状を決定する方法の一例を示している。図 2 に示すように、剛体棒 70 が外側ジェロータ 14 に取り付けられる。内側ジェロータ 16 及び外側ジェロータ 14 が回転するにつれて、棒 70 上の点 72 は、内側ジェロータ 16 上の経路 74 をたどる（又は、線を描く）。この経路 74 の形状を図 3 に破線で示す。図 3 は、カム 24 a 及び位置合わせ部材（ここでは位置決め用杭）28 a を通るようにして切った、同期システム 18 a の横断面図である。カム板 22 a 上のカム 24 a の数は、位置合わせ板 26 a 上の位置合わせ部材 28 a の数と異なってもよい。例えば、カム板 22 a が 7 つのカム 24 a を有し、位置合わせ板 26 a が 6 つの位置合わせ部材 28 a を有する、ものとしてもよい。カム 24 a の形状は、上記のように決定された経路 74 と一致する。本実施形態において、カム 24 a の各々の形状は、「犬の骨」状である。カム 24 a の各々は、外側ジェロータ 14 a 及び内側ジェロータ 16 a が相対的に回転しているときに、外側ジェロータ 14 a と内側ジェロータ 16 a とが揃えられたまま維持されるように、経路 74 の一部分に沿って位置合わせ部材 28 a を案内する第一の面 80 a 及び第二の面 82 a を含む。この「犬の骨」形状では、途中の部分の全幅が、一端における全幅よりも短い。

【0027】

図 3 に示した実施形態において、外側ジェロータ 14 a 及び内側ジェロータ 16 a が回転している間はいつでも、少なくとも 2 つの位置合わせ部材 28 a が、複数のカム 24 a のいずれか 1 つの第一の面 80 a 又は第二の面 82 a と接触している。カム板 22 a が剛体のまま保たれれば、1 つの位置合わせ部材 28 a が位置合わせ板 26 a が時計回りに回転するのを防止し、別の位置合わせ部材 28 a が位置合わせ板 26 a が反時計回りに回転するのを防止する。カム板 22 a がその中心まわりに回転すると、カム 24 a 及び位置合わせ部材 28 a は、協働して、外側ジェロータ 14 a 及び内側ジェロータ 16 a の動きを同期させる。

【0028】

図 4 は、本発明の別の実施形態に係る、同期システム 18 b を内蔵したジェロータ装置 10 b の横断面の一例を示している。図 1 に示したジェロータ装置 10 a と同様に、ジェロータ装置 10 b は、ハウジング 12 b と、ハウジング 12 b 内に配置された外側ジェロータ 14 b と、少なくとも部分的に外側ジェロータ 14 b 内に配置された内側ジェロータ 16 b と、カム板 22 b 及び位置合わせ板 26 b を有する同期システム 18 b と、を有する。外側ジェロータ 14 b は、少なくとも部分的に、外側ジェロータ・チャンバ 30 b を形成し、内側ジェロータ 16 b は、少なくとも部分的に、外側ジェロータ・チャンバ 30 b 内に配置される。外側ジェロータ 14 b は、ハウジング 12 b に回転可能に連結された第一のシャフト 50 b に固定され、内側ジェロータ 16 b は、ハウジング 12 b に固定された又は一体化された第二のシャフト 54 b に回転可能に連結される。ジェロータ装置 10 b は、実施形態又は意図された用途に応じて、圧縮機として設計されてもよく、或いは、膨張機として設計されてもよい。

【0029】

ただし、ジェロータ装置 10 a と異なり、ジェロータ装置 10 b の同期システム 18 b は、ダム (dam) 90 b 及びプラグ (plug) 92 b によって、部分的に又は全体が囲まれる。ダム 90 b は、内側ジェロータ 16 b に固定された又は一体化された円筒形部材を有する。プラグ 92 b も、円筒形部材を有する。プラグ 92 b は、プラグ 92 b が内側ジェロータ 16 b とシャフト 50 b との間のシーリングとなるように、例えば 1 つ以上のベアリングによって、ダム 90 b 及びシャフト 50 b に連結される。図 4 に示した実施

形態においては、プラグ 9 2 b が、比較的小さい第一のベアリング 9 4 b によってシャフト 5 0 b に連結されると共に、比較的大きい第二のベアリング 9 6 b によってダム 9 0 b に連結される。ダム 9 0 b 及びプラグ 9 2 b は、潤滑剤 6 0 b が外側ジェロータ・チャンバ 3 0 b の流路 3 2 b に流入するのを防止する。よって、ダム 9 0 b 及びプラグ 9 2 b により、潤滑剤 6 0 b が流路 3 2 b を流れる流体と混ざること（及び、流路 3 2 b を流れる流体が潤滑剤 6 0 b と混ざること）が防止される。

【0030】

図 5 は、本発明の別の実施形態に係る、同期システム 1 8 c を内蔵したジェロータ装置 1 0 c の横断面の一例を示している。図 1 に示したジェロータ装置 1 0 a と同様に、ジェロータ装置 1 0 c は、ハウジング 1 2 c と、ハウジング 1 2 c 内に配置された外側ジェロータ 1 4 c と、少なくとも部分的に外側ジェロータ 1 4 c 内に配置された内側ジェロータ 1 6 c と、複数の位置合わせ部材 2 8 c と相互作用する複数のカム 2 4 c を有する同期システム 1 8 c と、を有する。外側ジェロータ 1 4 c は、少なくとも部分的に、外側ジェロータ・チャンバ 3 0 c を形成し、内側ジェロータ 1 6 c は、少なくとも部分的に、外側ジェロータ・チャンバ 3 0 c 内に配置される。外側ジェロータ 1 4 c 及び内側ジェロータ 1 6 c は、ハウジング 1 2 c に固定された単一のシャフト 1 0 0 c にそれぞれ回転可能に連結される。より具体的には、外側ジェロータ 1 4 c は、シャフト 1 0 0 c のうち第一の軸を持つ第一の部分 1 0 2 c に回転可能に連結され、内側ジェロータ 1 6 c は、シャフト 1 0 0 c のうち第二の軸を持つ第二の部分 1 0 4 c に回転可能に連結される。外側ジェロータ 1 4 c は、第一の軸まわりに回転し、内側ジェロータ 1 6 c は、第二の軸まわりに回転する。第二の軸は、第一の軸からオフセットされている。ジェロータ装置 1 0 c は、実施形態又は意図された用途に応じて、圧縮機として設計されてもよく、或いは、膨張機として設計されてもよい。

【0031】

同期システム 1 8 c は、ダム 9 0 c によって、部分的に囲まれる。ダム 9 0 c は、内側ジェロータ 1 6 c の第一端 1 1 0 c 近くに、内側ジェロータ 1 6 c に固定された又は一体化された円筒形部材を有する。本実施形態において、ダム 9 0 c は、同期システム 1 8 c を、外側ジェロータ・チャンバ 3 0 c のうちジェロータ装置 1 0 c 作動中に流体が流れる部分（図 5 に流路 3 2 c として示す）から完全にシーリングしない。潤滑剤 6 0 c を用いて、同期システム 1 8 c を潤滑するようにしてもよい。本実施形態において、潤滑剤 6 0 c は、グリースであってもよく、或いは、潤滑剤に類似したものであってもよい。ダム 9 0 c により、潤滑剤 6 0 c は、流路 3 2 c に流入しないように保たれるため、潤滑剤 6 0 c が流路 3 2 c を流れる流体と混ざること（及び、流路 3 2 c を流れる流体が潤滑剤 6 0 c と混ざること）が防止される（又は、混ざる量が低減される）。

【0032】

図 6 は、本発明の別の実施形態に係る、同期システム 1 8 d を内蔵したジェロータ装置 1 0 d の横断面の一例を示している。ジェロータ装置 1 0 d は、図 5 に示したジェロータ装置 1 0 c と同じように、ハウジング 1 2 d と、外側ジェロータ 1 4 d と、内側ジェロータ 1 6 d と、同期システム 1 8 d と、を有する。同期システム 1 8 d は、円筒形部材 1 2 0 d によって外側ジェロータ 1 4 d に固定された位置合わせ板 2 6 d を有する。ジェロータ装置 1 0 d は、更に、内側ジェロータ 1 6 d に連結された又は一体化されたダム 9 0 d と、ダム 9 0 d と協働して同期システム 1 8 d 全体を囲むプラグ 9 2 d とを有する。プラグ 9 2 d は、円筒形部材を有する。プラグ 9 2 d は、プラグ 9 2 d が内側ジェロータ 1 6 d とシャフト 1 0 0 d との間のシーリングとなるように、例えば 1 つ以上のベアリングによって、ダム 9 0 d 及びシャフト 1 0 0 d に連結される。図 6 に示した実施形態においては、プラグ 9 2 d が、比較的小さい第一のベアリング 9 4 d によって円筒形部材 1 2 0 d （ひいては、外側ジェロータ 1 4 d ）に連結されると共に、比較的大きい第二のベアリング 9 6 d によってダム 9 0 d に連結される。ダム 9 0 d 及びプラグ 9 2 d は、潤滑剤 6 0 d が外側ジェロータ・チャンバ 3 0 d の流路 3 2 d に流入するのを防止する。よって、ダム 9 0 d 及びプラグ 9 2 d により、潤滑剤 6 0 d が流路 3 2 d を流れる流体と混ざること

(及び、流路 3 2 d を流れる流体が潤滑剤 6 0 d と混ざること) が防止される。

【0033】

図 7 は、本発明の別の実施形態に係る、自律的に同期を取るジェロータ装置 1 0 e の横断面の一例を示している。図 1 に示したジェロータ装置 1 0 a と同様に、ジェロータ装置 1 0 e は、ハウジング 1 2 e と、ハウジング 1 2 e 内に配置された外側ジェロータ 1 4 e と、少なくとも部分的に外側ジェロータ 1 4 e によって形成された外側ジェロータ・チャンバ 3 0 e と、少なくとも部分的に外側ジェロータ・チャンバ 3 0 e 内に配置された内側ジェロータ 1 6 e と、を有する。外側ジェロータ 1 4 e 及び内側ジェロータ 1 6 e は、ハウジング 1 2 e に固定された単一のシャフト 1 0 0 e にそれぞれ回転可能に連結される。より具体的には、外側ジェロータ 1 4 e は、シャフト 1 0 0 e のうち第一の軸を持つ第一の部分 1 0 2 e に回転可能に連結され、内側ジェロータ 1 6 e は、シャフト 1 0 0 e のうち第二の軸を持つ第二の部分 1 0 4 e に回転可能に連結される。外側ジェロータ 1 4 e は、第一の軸まわりに回転し、内側ジェロータ 1 6 e は、第二の軸まわりに回転する。第二の軸は、第一の軸からオフセットされている。ジェロータ装置 1 0 e は、実施形態又は意図された用途に応じて、圧縮機として設計されてもよく、或いは、膨張機として設計されてもよい。

【0034】

外側ジェロータ 1 4 e は、外側ジェロータ 1 4 e の内側の周囲に延在し、少なくとも部分的に外側ジェロータ・チャンバ 3 0 e を形成する内周面 1 3 0 e を有する。内側ジェロータ 1 6 e は、内側ジェロータ 1 6 e の外側の周囲に延在する外周面 1 3 2 e を有する。内側ジェロータ 1 6 e 及び外側ジェロータ 1 4 e が相対的に回転すると、内側ジェロータ 1 6 e の外周面 1 3 2 e の少なくとも一部分は、外側ジェロータ 1 4 e の内周面 1 3 0 e の少なくとも一部分と接触し、これによって、内側ジェロータ 1 6 e 及び外側ジェロータ 1 4 e の回転が同期する。よって、図 7 に示すように、内側ジェロータ 1 6 e の外周面 1 3 2 e 及び外側ジェロータ 1 4 e の内周面 1 3 0 e により、他の実施形態に関連して本明細書において説明した別体の同期機構 1 8 によって提供される同期機能と同じ機能が提供される。

【0035】

内側ジェロータ 1 6 e と外側ジェロータ 1 4 e との間の摩擦及び摩耗を低減するために、(a) 内側ジェロータ 1 6 e の外周面 1 3 2 e 及び／又は (b) 外側ジェロータ 1 4 e の内周面 1 3 0 e 、の少なくとも一部分は、1 以上の比較的摩擦係数が低い材料 1 3 4 e から形成される。この部分を低摩擦領域 1 4 0 e と呼ぶ。この低摩擦材料 1 3 4 e は、例えば、ポリマー (フェノール樹脂、ナイロン (登録商標)、ポリテトラフルオロエチレン、アセチル、ポリイミド、ポリスルホン、ポリフェニレンスルフィド、超高分子量ポリエチレン)、黒鉛、又は、焼結含油青銅、である。例えば内側ジェロータ 1 6 e の外周面 1 3 2 e と外側ジェロータ 1 4 e の内周面 1 3 0 e との間の潤滑剤として水が供給される場合、低摩擦材料 1 3 4 e として V E S C O N I T E が用いられる。

【0036】

低摩擦領域 1 4 0 e は、内側ジェロータ 1 6 e 及び／又は外側ジェロータ 1 4 e の一部 (又は全部)、或いは、内側ジェロータ 1 6 e 及び／又は外側ジェロータ 1 4 e に連結された又は一体化された低摩擦埋込片 (インプラント) を含む。実施形態に応じて、低摩擦領域 1 4 0 e は、外側ジェロータ 1 4 e の内側の周囲及び／又は内側ジェロータ 1 6 e の外側の周囲に延在してもよく、或いは、外側ジェロータ 1 4 e の内側の周囲及び／又は内側ジェロータ 1 6 e の外側の周囲の一部分 (例えば、図 8 B に関連して後述するように内側ジェロータ 1 6 e 及び／又は外側ジェロータ 1 4 e の先端近く) のみに配置されてもよい。図 7 に示すように、低摩擦領域 1 4 0 e は、内側ジェロータ 1 6 e 及び／又は外側ジェロータ 1 4 e の低摩擦領域 1 4 0 e だけが互いに接触するように、内側ジェロータ 1 6 e の外周面 1 3 2 e 及び／又は外側ジェロータ 1 4 e の内周面 1 3 0 e からわずかに突き出ている。よって、図 7 において矢印 1 4 4 e によって示されるように、内側ジェロータ 1 6 e の残りの高摩擦領域 1 4 2 e と外側ジェロータ 1 4 e の残りの高摩擦領域 1 4 2 e

との間には狭い隙間が存在することになる。高摩擦領域 142e は、対応する低摩擦領域 134e よりも高い摩擦係数を有する。

【0037】

内側ジェロータ 16e 及び／又は外側ジェロータ 14e の低摩擦領域 140e が摩擦及び摩耗を十分に低減するために、ジェロータ装置 10e を乾式とする或いは潤滑剤なしで動かすこともできる。ただし、内側ジェロータ 16e と外側ジェロータ 14e の間の摩擦及び摩耗をより一層低減するために、潤滑剤 60e が供給されてもよい。図 7 に示すように、シャフト 100e は、シャフト潤滑剤流路 152e を有し、内側ジェロータ 16e は、内側ジェロータ 16e の外周面 132e に設けられた 1 以上の潤滑剤流路開口部 156e を一端とする 1 以上の内側ジェロータ潤滑剤流路 154e を有する。潤滑剤流路 152e 及び 154e は、潤滑剤 60e が内側ジェロータ 16e の外周面 132e と外側ジェロータ 14e の内周面 130e との間を潤滑するように、潤滑剤 60e を潤滑剤流路開口部 156e へ導く経路となる。

10

【0038】

潤滑剤 60e 及び本明細書で触れる他の任意の潤滑剤は、複数の面の間を潤滑するのに適した 1 以上の物質（例えば、油、黒鉛、グリース、水、又は、他の任意の適切な潤滑剤）を含む。

【0039】

図 8A～8D は、本発明の様々な実施形態に係る外側ジェロータ 14e 及び内側ジェロータ 16e を図 7 に示すライン A で切った断面 A 及びライン B で切った断面 B を示している。図 8A の断面 A に示した実施形態において、内側ジェロータ 16e は、内側ジェロータ 16e の各先端 160e に、低摩擦領域 140e を備えている。潤滑剤流路 154e は、潤滑剤 60e が内側ジェロータ 16e の外周面 132e と外側ジェロータ 14e の内周面 130e との間を潤滑するように、潤滑剤 60e を潤滑剤流路開口部 156e へ導く経路となる。外側ジェロータ 14e は、外側ジェロータ 14e の内側の周囲に延在し、外側ジェロータ 14e の内周面 130e を形成する、低摩擦領域 140e を有する。上述のように、内側ジェロータ 16e 及び外側ジェロータ 14e が相対的に回転すると、内側ジェロータ 16e の外周面 132e の少なくとも一部分は、外側ジェロータ 14e の内周面 130e と接触し、これによって、内側ジェロータ 16e 及び外側ジェロータ 14e の回転が同期する。

20

30

【0040】

図 8A の断面 B は、内側ジェロータ 16e 及び外側ジェロータ 14e を低摩擦領域 140e を含まない部分で切った横断面図である。図 7 に関連して既に述べたように、内側ジェロータ 16e の外周面 132e と外側ジェロータ 14e の内周面 130e の間には狭い隙間 144e が維持される。よって、内側ジェロータ 16e と外側ジェロータ 14e の高摩擦領域 142e 間の接触（及び、これに伴う摩擦及び摩耗）は、大幅に低減されるか、或いは、取り除かれる。

【0041】

図 8B の断面 A に示した実施形態において、内側ジェロータ 16e は、内側ジェロータ 16e の各先端 160e に低摩擦領域 140e を有する。潤滑剤流路 154e は、潤滑剤 60e が内側ジェロータ 16e の外周面 132e と外側ジェロータ 14e の内周面 130e との間を潤滑するように、潤滑剤 60e を潤滑剤流路開口部 156e へ導く経路となる。外側ジェロータ 14e は、外側ジェロータ 14e の内周面 130e の各先端 162e 近くに低摩擦領域 140e を有する。内側ジェロータ 16e と外側ジェロータ 14e の間の摩擦及び摩耗の大部分は、内側ジェロータ 16e の先端 160e 及び外側ジェロータ 14e の先端 162e において発生するため、低摩擦領域 140e を先端 160e 及び 162e 近くの領域に限定することにより、低摩擦材料 134e が比較的高価である場合にはコスト低減が実現されると共に、低摩擦領域 140e が高摩擦領域 142e よりも耐久性がない場合には構造上の完全性が向上する。図 8B の断面 B は、図 8A の断面 B と類似又は同一であり、断面 B における内側ジェロータ 16e 及び外側ジェロータ 14e 横断面はす

40

50

べて高摩擦領域 1 4 2 e である。

【0042】

図 8 C の断面 A に示した実施形態において、断面 A における内側ジェロータ 1 6 e の横断面は、すべて、低摩擦材料 1 3 4 e から形成された低摩擦領域 1 4 0 e である。ここでも、潤滑剤流路 1 5 4 e は、潤滑剤 6 0 e が内側ジェロータ 1 6 e の外周面 1 3 2 e と外側ジェロータ 1 4 e の内周面 1 3 0 e との間を潤滑するように、潤滑剤 6 0 e を潤滑剤流路開口部 1 5 6 e へ導く経路となる。外側ジェロータ 1 4 e は、高摩擦材料から形成された高摩擦領域 1 4 0 e である。内側ジェロータ 1 6 e の横断面をすべて低摩擦材料 1 3 4 e で形成することは、特定の横断面において低摩擦領域 1 4 0 e と高摩擦領域 1 4 2 e とを双方含む場合よりも、製造上有利である。図 8 C の断面 B は、図 8 A の断面 B に類似又は同一であり、内側ジェロータ 1 6 e 及び外側ジェロータ 1 4 e 双方の断面 B における横断面は、すべて高摩擦領域 1 4 2 e である。

10

【0043】

図 8 D の断面 A に示した実施形態において、内側ジェロータ 1 6 e 及び外側ジェロータ 1 4 e 双方の断面 A における横断面は、すべて、1 以上の低摩擦材料 1 3 4 e から形成された低摩擦領域 1 4 0 e である。ここでも、潤滑剤流路 1 5 4 e は、潤滑剤 6 0 e が内側ジェロータ 1 6 e の外周面 1 3 2 e と外側ジェロータ 1 4 e の内周面 1 3 0 e との間を潤滑するように、潤滑剤 6 0 e を潤滑剤流路開口部 1 5 6 e へ導く経路となる。図 8 D の断面 B は、図 8 A の断面 B に類似又は同一であり、内側ジェロータ 1 6 e 及び外側ジェロータ 1 4 e 双方の断面 B における横断面は、すべて、高摩擦領域 1 4 2 e である。

20

【0044】

図 9 は、本発明の一実施形態に係るシステム 1 9 0 f の横断面を示している。システム 1 9 0 f は、チャンバ 2 0 0 f 内に位置するジェロータ装置 1 0 f を有する。チャンバ 2 0 0 f のうち、ジェロータ装置 1 0 f の一方の側の部分は、ジェロータ装置 1 0 f の反対側の部分より高い圧力を受けるように、配置される。ジェロータ装置 1 0 f は、概して、チャンバ 2 0 0 f の第一のチャンバ部分 2 0 2 f と第二のチャンバ部分 2 0 4 f との間に置かれ、気体又は他の流体が、第一のチャンバ部分 2 0 2 f から、ジェロータ装置 1 0 f の第一の面 2 0 6 f、ジェロータ装置 1 0 f によって形成された 1 以上の流路 3 2 f、及び、ジェロータ装置 1 0 f の第二の面 2 0 8 f を通って、第二のチャンバ部分 2 0 4 f 内へ流れるようにする。

30

【0045】

実施形態又は意図された用途に応じて、ジェロータ装置 1 0 f は、圧縮機として設計されてもよく、或いは、膨張機として設計されてもよい。例えば気体や気体—液体混合体である圧縮性流体 1 9 2 f は、第一のチャンバ部分 2 0 2 f、ジェロータ装置 1 0 f、及び、第二のチャンバ部分 2 0 4 f を通ることによって、システム 1 9 0 f 内を通過する。ジェロータ装置 1 0 f が圧縮機であるとき、圧縮性流体 1 9 2 f は、第一のチャンバ部分 2 0 2 f を第一の圧力で通過し、ジェロータ装置 1 0 f 中で圧縮され、第二のチャンバ部分 2 0 4 f を第一の圧力より高い第二の圧力で通過する。逆に、ジェロータ装置 1 0 f が膨張機であるとき、圧縮性流体 1 9 2 f は、第一のチャンバ部分 2 0 2 f を第一の圧力で通過し、ジェロータ装置 1 0 f 中で膨張され、第二のチャンバ部分 2 0 4 f を第一の圧力より低い第二の圧力で通過する。チャンバ 2 0 0 f は、真空槽であってもよい。また、システム 1 9 0 f は、エアコンの一部であってもよい。さらに、システム 1 9 0 f は、作動流体が水であるエアコンの一部であってもよい。

40

【0046】

図 7 に示したジェロータ装置 1 0 e と同様に、ジェロータ装置 1 0 f は、ハウジング 1 2 f と、ハウジング 1 2 f 内に配置された外側ジェロータ 1 4 f と、少なくとも部分的に外側ジェロータ 1 4 e によって形成された外側ジェロータ・チャンバ 3 0 f と、少なくとも部分的に外側ジェロータ・チャンバ 3 0 f 内に配置された内側ジェロータ 1 6 f と、を有する。外側ジェロータ 1 4 f 及び内側ジェロータ 1 6 f は、ハウジング 1 2 f に固定された単一のシャフト 1 0 0 f にそれぞれ回転可能に連結される。より具体的には、外側ジ

50

ェロータ14fは、シャフト100fのうち第一の軸を持つ第一の部分102fに回転可能に連結され、内側ジェロータ16fは、シャフト100fのうち第二の軸を持つ第二の部分104fに回転可能に連結される。外側ジェロータ14fは、第一の軸まわりに回転し、内側ジェロータ16fは、第二の軸まわりに回転する。第二の軸は、第一の軸からオフセットされている。

【0047】

ハウジング12fは、流体排出板40fと、流体取込板41fとを有する。流体取込板41fは、流体が通過することができる、少なくとも1つの取込口214f（後述する図11参照）を有する。また、外側ジェロータ14fも、外側ジェロータ14fが回転しているときに、流体が通過することができる、少なくとも1つの取込口216f（後述する図11参照）を有する。取込口214f及び216fは、矢印220fによって示されているように流体（例えば、気体や水など）が第一のチャンバ部分202fからジェロータ装置10fの流路32fに流入するようにした流体取込ポート218fを有する。流体排出板40fは、矢印226fによって示されているように流体がジェロータ装置10fの流路32fから第二のチャンバ部分204fへ排出されるようにした少なくとも1つの排出口224f及び／又は逆止め弁230f（後述する図10参照）を有する。

10

【0048】

本実施形態において、ジェロータ装置10fは、図7に示した既述のジェロータ装置10eに類似した、自律的に同期を取るジェロータ装置10fである。例えば、（a）内側ジェロータ16fの外周面132f及び／又は（b）外側ジェロータ14fの内周面130f、の少なくとも一部分は、低摩擦材料134eから形成された1以上の低摩擦領域140fを含む。これにより、内側ジェロータ16fと外側ジェロータ14fとの間の摩擦及び摩擦が低減されるため、内側ジェロータ16fの外周面132f及び外側ジェロータ14fの内周面130fによって内側ジェロータ16fの回転と外側ジェロータ14fの回転とを同期させることができる。低摩擦領域140fは、内側ジェロータ16f及び／又は外側ジェロータ14fの低摩擦領域140fだけが互いに接触し、内側ジェロータ16fの残りの高摩擦領域142fと外側ジェロータ14fの残りの高摩擦領域142fとの間に狭い隙間が存在するように、内側ジェロータ16fの外周面132f及び／又は外側ジェロータ14fの内周面130fからわずかに突き出ている。ジェロータ装置10fが、例えば、図1～6に示すような同期システム18fを有するものとしてもよい。また、図9に示すように、潤滑剤60fは、潤滑剤流路152f及び154fを通して、内側ジェロータ16fの外周面132fと外側ジェロータ14fの内周面130fとの間を潤滑する。

20

30

【0049】

図10は、本発明の2つの実施形態に係る出口弁板40fを図9のラインCに沿って切った横断面の一例を示している。一方の実施形態C1において、出口弁板40fは、流体を第二のチャンバ部分204fへ続く流路32fへ排出する排出口224fを有する。ジェロータ装置10fが圧縮機であるとき、排出口224fの面積は、取込弁板41f（後述する図11参照）に形成された1以上の取込口214fの総面積より小さい。

【0050】

他方の実施形態C2において、出口弁板40fは、排出口224fと、1以上の逆止め弁230fとを有する。これにより、流体は、第二のチャンバ部分204fへ続く流路32fに排出される。1以上の逆止め弁230fを設けることによって、例えば気体や液体（例えば水）や気体－液体混合体など様々なタイプの流体192fをジェロータ装置10fを通過させることができる。排出口224fの面積は、取込弁板41f（後述する図11参照）に形成された1以上の取込口214fの総面積より小さい。排出口224fと逆止め弁230fの面積の和は、取込弁板41fに形成された1以上の取込口214fの総面積にほぼ等しい。1以上の逆止め弁230fの開き方によって、ジェロータ装置10fから目的に合った流体192fを排出することができる。例えば、低圧縮比が必要な用途の場合にはすべての逆止め弁230fを開き、高圧縮比が必要な場合には逆止め弁230

40

50

fを1つも開かず、中間的な圧縮比が必要な場合には一部の逆止め弁230fのみを開くようにすることができる。逆止め弁230fは、ゆっくり開閉させることができる。これは、例えば水を作動流体とするエアコンなどの低圧で作動する用途において、特に有用である。低圧においては、逆止め弁230fの質量を素早く動かすのに十分な力が得られない。逆止め弁230fは、圧縮機装置10fを液体からの損傷から保護する点で特に有益である。例えば、圧縮機内に比較的大量の液体が存在する場合、排出口224fからの排出が困難となる可能性がある。この場合、逆止め弁230fがパッと開いて圧縮可能でない液体を放出することが可能となるように圧力を上げることによって、圧縮機装置10fを損傷から保護することができる。

【0051】

図11は、本発明の一実施形態に係る取込弁板41f及び外側ジェロータ14eを図9に示したラインD及びEに沿って切った横断面の一例を示している。取込弁板41fは、流体を第一のチャンバ部分202fから流路32fへ流入させる1以上の取込口214fを有する。ジェロータ装置10fが圧縮機であるとき、1つの取込口214fの面積は、出口弁板40f（既述の図10参照）に形成された1以上の排出口224fの総面積より大きい。既述のように、横断面Eにおいて、外側ジェロータ14fは、外側ジェロータ14fが回転しているとき、流体を通過させる少なくとも1つの取込口214f（後述する図11参照）を有する。本実施形態において、外側ジェロータ14fの横断面Eにおける形状は、複数の取込口214fを形成するスポークハブ状である。別の方法として、外側ジェロータ14fのうち第一のチャンバ部分202fとのインターフェースとなる部分に1以上の取込口214fを設けて、流体が第一のチャンバ部分202fから流路32fに流入することができるようにすることも可能である。

【0052】

図12は、本発明の一実施形態に係るデュアルジェロータ装置250gの横断面の一例を示している。デュアルジェロータ装置250gは、ハウジング12gと、統合された一対のジェロータ装置とを有する。この統合された一対のジェロータ装置は、装置250gの第一の面252g近くの第一のジェロータ装置10gと、装置250gにおいて第一の面252gに略対向する第二の面254g近くの第二のジェロータ装置10g'とを有する。第一のジェロータ装置10g及び第二のジェロータ装置10g'は、実施形態や用途に応じて、双方が圧縮機であってもよく、或いは、双方が膨張機であってもよく、或いは、一方が膨張機／他方が圧縮機であってもよい。ジェロータ装置10g及び10g'の各々は、特に記載のない限り、例えば図7に示したジェロータ装置10eのような既に説明したものと部分的に又は大部分類似している。

【0053】

図7に示したジェロータ装置10eと同様に、ジェロータ装置10gは、ハウジング12g内に配置された外側ジェロータ14gと、少なくとも部分的に外側ジェロータ14gによって形成された外側ジェロータ・チャンバ30gと、少なくとも部分的に外側ジェロータ・チャンバ30g内に配置された内側ジェロータ16gとを有する。外側ジェロータ14g及び内側ジェロータ16gは、ハウジング12gに固定された単一のシャフト100gにそれぞれ回転可能に連結される。より具体的には、外側ジェロータ14gは、シャフト100gのうち第一の軸を持つ第一の部分102gに回転可能に連結され、内側ジェロータ16gは、シャフト100gのうち第二の軸を持つ第二の部分104gに回転可能に連結される。外側ジェロータ14gは、第一の軸まわりに回転し、内側ジェロータ16gは、第二の軸まわりに回転する。第二の軸は、第一の軸からオフセットされている。

【0054】

同様に、ジェロータ装置10g'は、ハウジング12g内に配置された外側ジェロータ14g'と、少なくとも部分的に外側ジェロータ14g'によって形成された外側ジェロータ・チャンバ30g'と、少なくとも部分的に外側ジェロータ・チャンバ30g'内に配置された内側ジェロータ16g'とを有する。外側ジェロータ14g'及び内側ジェロータ16g'は、ハウジング12gに固定されたシャフト100gにそれぞれ回転可能に

10

20

30

40

50

連結される。より具体的には、外側ジェロータ14 g'は、シャフト100 gの第一の部分102 gに回転可能に連結され、内側ジェロータ16 g'は、シャフト100 gのうち第三の軸を持つ第三の部分105 gに回転可能に連結される。内側ジェロータ16 g'は、第三の軸まわりに回転する。第三の軸は、第二の軸と同軸である。

【0055】

ハウジング12 gは、装置250 gの第一の面252 g近くの第一の弁板40 gと、装置250 gの第二の面254 g近くの第二の弁板40 g'とを有する。第一の弁板40 gは、その作動により、第一のジェロータ装置10 gを通る流体の流れを制御する。第二の弁板40 g'は、その作動により、第二のジェロータ装置10 g'を通る流体の流れを制御する。第一の弁板40 gは、流体をジェロータ装置10 gの流路32 gに入れる、少なくとも1つの流体取込口42 gと、流体をジェロータ装置10 gの流路32 gから排出する、少なくとも1つの流体排出口44 gとを有する。同様に、第二の弁板40 g'は、流体をジェロータ装置10 g'の流路32 g'に入れる、少なくとも1つの流体取込口42 g'と、流体をジェロータ装置10 g'の流路32 g'から排出する、少なくとも1つの流体排出口44 g'とを有する。装置250 gの第一の面252 g及び第二の面254 gの各々に流体取込口42 g及び42 g'及び流体排出口44 g及び44 g'を設けることにより、デュアルジェロータ装置250 gへ流体が出入りする面積が2倍になるため、流体がより効率良く流れるようにすることができる、及び／又は、ジェロータ装置10を1つしか備えていない装置と比較してポート損失 (porting loss) を低減又は最小化することができる。

10

20

【0056】

図12に示した実施形態において、ジェロータ装置10 g及び10 g'の各々は、既述の図7に示したジェロータ装置10 eに類似した、自律的に同期を取るジェロータ装置である。別の実施態様として、ジェロータ装置10 gは、例えば図1～6に示したような同期システム18 gを有するものとしてもよい。また、図12に示すように、潤滑剤60 gは、図7を参照して既に説明したように、適切な潤滑剤流路を通して、内側ジェロータ16 gと外側ジェロータ14 gとの間を潤滑する。

【0057】

図12に示すように、内蔵モータ260 gは、固定された又は一体化された外側ジェロータ14 g及び14 g'を駆動し、ひいては内側ジェロータ16 g及び16 g'を駆動することによって、デュアルジェロータ装置250 gを駆動する。例えば、モータ260 gは、外側ジェロータ14 g及び14 g'に連結された又は一体化された1以上の磁気要素262 gを駆動する。モータ260 gは、任意の適切な種類のモータでよく、例えば、永久磁石モータ、切替型リラクタンس・モータ (SRM)、インダクタンс・モータ、などである。別の実施形態として、デュアルジェロータ装置250 gが、モータの代わりに、外側ジェロータ14 g及び14 g'の回転によって電力が供給される発電機264 gを有するようにしてもよい。

30

【0058】

図13は、本発明の別の実施形態に係るモータ260 h (又は、発電機264 h) を備えたデュアルジェロータ装置250 hの横断面の一例を示している。図12に示したデュアルジェロータ装置250 gと同様に、デュアルジェロータ装置250 hは、ハウジング12 hと、統合された一対のジェロータ装置とを有する。この統合された一対のジェロータ装置は、装置250 hの第一の面252 h近くの第一のジェロータ装置10 hと、装置250 hにおいて第一の面252 hに略対向する第二の面254 h近くの第二のジェロータ装置10 h'とを有する。第一のジェロータ装置10 h及び第二のジェロータ装置10 h'は、実施形態や用途に応じて、双方が圧縮機であってもよく、或いは、双方が膨張機であってもよく、或いは、一方が膨張機／他方が圧縮機であってもよい。ジェロータ装置10 h及び10 h'は、図12に示した既述のジェロータ装置10 g及び10 g'と部分的に又は大部分類似している。

40

【0059】

50

ただし、図12に示したデュアルジェロータ装置250gと異なり、デュアルジェロータ装置250hは、相互に固定された外側ジェロータ14h及び14h'に連結された回転可能なシャフト270hを有し、シャフト270hは、外側ジェロータ14h及び14h'が回転するとシャフト270hも回転し、シャフト270hが回転すると外側ジェロータ14h及び14h'も回転するように、連結システム272hによって、外側ジェロータ14h及び14h'に連結される。図13に示した実施形態において、連結システム272hは、第二のギア276hと相互作用する第一のギア274hを有する。第一のギア274hは、外側ジェロータ14h及び14h'に固定された円筒形部材278hに固定される。第二のギア276hは、シャフト270hに固定される。別の実施態様として、連結システム272hが、例えばチェーンやベルトなどの可撓性を有する連結装置を有するようにしてもよい。

10

【0060】

よって、デュアルジェロータ装置250hがモータ260hを有し、ジェロータ装置10h及び10h'が圧縮機である実施形態においては、モータ260hは、圧縮機に電力を供給せず、シャフト270hを動かす。この電力は、例えば補助装置を動かすなどの他の目的にも使用することができる。例えば、デュアルジェロータ装置250hが水を作動流体とするエアコンにおいて用いられる場合、シャフト270hは、1以上のポンプを動かすために用いられてもよい。

【0061】

図14は、本発明の一実施形態に係る側面吸排気エンジン・システム300jの横断面の一例を示している。側面吸排気エンジン・システム300jは、ハウジング12jと、圧縮機ジェロータ装置10jと、膨張機ジェロータ装置10j'とを有する。圧縮機ジェロータ装置10jは、ハウジング12j内に配置された外側圧縮機ジェロータ14jと、少なくとも部分的に外側圧縮機ジェロータ14jによって形成された外側圧縮機ジェロータ・チャンバ30jと、少なくとも部分的に外側圧縮機ジェロータ・チャンバ30j内に配置された内側圧縮機ジェロータ16jとを有する。同様に、膨張機ジェロータ装置10j'は、ハウジング12j内に配置された外側膨張機ジェロータ14j'と、少なくとも部分的に外側膨張機ジェロータ14j'によって形成された外側膨張機ジェロータ・チャンバ30j'と、少なくとも部分的に外側膨張機ジェロータ・チャンバ30j'内に配置された内側膨張機ジェロータ16j'とを有する。

20

30

【0062】

外側圧縮機ジェロータ14jは、外側膨張機ジェロータ14j'に固定されるか、或いは、一体化される。同様に、内側圧縮機ジェロータ16jは、内側膨張機ジェロータ16j'に固定されるか、或いは、一体化される。外側圧縮機ジェロータ14j及び外側膨張機ジェロータ14j'並びに内側圧縮機ジェロータ16j及び内側膨張機ジェロータ16j'は、ハウジング12jに固定された単一のシャフト100jに回転可能に連結される。図14に示した実施形態において、外側圧縮機ジェロータ14j及び外側膨張機ジェロータ14j'は、シャフト100jのうち第一の軸を持つ第一の部分102jに回転可能に連結され、内側圧縮機ジェロータ16j及び内側膨張機ジェロータ16j'は、シャフト100jのうち第二の軸を持つ第二の部分104jに回転可能に連結される。外側圧縮機ジェロータ14j及び外側膨張機ジェロータ14j'は第一の軸まわりに回転し、内側圧縮機ジェロータ16j及び内側膨張機ジェロータ16j'は第二の軸まわりに回転する。第二の軸は、第一の軸からオフセットされている。

40

【0063】

圧縮機ジェロータ装置10j及び／又は膨張機ジェロータ装置10j'は、例えば図7～13に示したような様々なジェロータ装置に関連して既に説明したように、自律的に同期を取る。図14の示した実施形態において、圧縮機ジェロータ装置10jは、圧縮機ジェロータ装置10j及び膨張機ジェロータ装置10j'双方のための同期機能を実行する。より具体的には、(a)内側圧縮機ジェロータ16jの外周面132j及び／又は(b)外側圧縮機ジェロータ14jの内周面130j、の少なくとも一部が、低摩擦材料13

50

4 j から形成された 1 以上の低摩擦領域 1 4 0 j を有する。これにより、内側圧縮機ジェロータ 1 6 j と外側圧縮機ジェロータ 1 4 j との間の摩擦及び摩擦が低減されるため、外側圧縮機ジェロータ 1 4 j の内周面 1 3 0 j 及び内側圧縮機ジェロータ 1 6 j の外面 1 3 2 j によって内側圧縮機ジェロータ 1 6 j の回転と外側圧縮機ジェロータ 1 4 j の回転とを同期させることができる。内側膨張機ジェロータ 1 6 j ' は内側圧縮機ジェロータ 1 6 j に、外側膨張機ジェロータ 1 4 j ' は外側圧縮機ジェロータ 1 4 j にそれぞれ固定されているため、これにより、内側膨張機ジェロータ 1 6 j ' の回転と外側膨張機ジェロータ 1 4 j ' の回転も同期する。

【0064】

内側圧縮機ジェロータ 1 6 j 及び／又は外側圧縮機ジェロータ 1 4 j の低摩擦領域 1 4 0 j は、内側圧縮機ジェロータ 1 6 j 及び／又は外側圧縮機ジェロータ 1 4 j の低摩擦領域 1 4 0 j だけが互いに接触し、内側圧縮機ジェロータ 1 6 j の残りの高摩擦領域 1 4 2 j と外側圧縮機ジェロータ 1 4 j の残りの高摩擦領域 1 4 2 j との間に狭い隙間 1 4 4 j が存在するように、内側圧縮機ジェロータ 1 6 j の外周面 1 3 2 j 及び／又は外側圧縮機ジェロータ 1 4 j の内周面 1 3 0 j からわずかに突き出ている。この隙間 1 4 4 j は、内側膨張機ジェロータ 1 6 j ' と外側膨張機ジェロータ 1 4 j ' とが互いに接触しない（わずかに接触したり、状況によって接触したりもしない）ようにして、内側膨張機ジェロータ 1 6 j ' と外側膨張機ジェロータ 1 4 j ' との間の摩擦及び摩擦が低減又は除去されるように、内側膨張機ジェロータ 1 6 j ' と外側膨張機ジェロータ 1 4 j ' （高摩擦領域 1 4 2 j だけを有するものとしてもよい）との間にも同様に設けられる。また、図 1 4 に示すように、潤滑剤 6 0 j は、潤滑剤流路 1 5 2 j 及び 1 5 4 j を通って、内側圧縮機ジェロータ 1 6 j の外周面 1 3 2 j と外側圧縮機ジェロータ 1 4 j の内周面 1 3 0 j との間を潤滑する。

【0065】

別の実施形態として、より確実に同期させるために又はより一層の機械的支持を設けるために、内側膨張機ジェロータ 1 6 j ' 及び外側膨張機ジェロータ 1 4 j ' にも低摩擦領域 1 4 0 j を設けてもよい。一般論として、低摩擦領域 1 4 0 j は、内側圧縮機ジェロータ 1 6 j 、外側圧縮機ジェロータ 1 4 j 、内側膨張機ジェロータ 1 6 j ' 、及び／又は、膨張機外側ジェロータ 1 4 j ' の各々について、全く設けられなくてもよく、或いは、一部だけに設けられてもよく、或いは、全体に設けられてもよい。また、圧縮機ジェロータ装置 1 0 j 及び／又は膨張機ジェロータ装置 1 0 j ' は、例えば図 1 ～ 6 に示したような同期システム 1 8 j を有するものとしてもよい。

【0066】

図 1 4 及び 1 5 に示すように、流体は、圧縮機ジェロータ装置 1 0 j 及び膨張機ジェロータ装置 1 0 j ' の（正面ではなく）側面 3 0 6 j 及び 3 0 8 j を通って流れる。よって、第一の流体取込口 3 1 0 j 及び第二の流体取込口 3 1 2 j は、ハウジング 1 2 j の第一の側面 3 1 4 j に形成され、第一の流体排出口 3 1 6 j 及び第二の流体排出口 3 1 8 j は、ハウジング 1 2 j の第二の側面 3 2 0 j に形成される。外側圧縮機ジェロータ 1 4 j の外側の周囲には、1 以上の圧縮機ジェロータ開口部 3 2 4 j が形成され、外側膨張機ジェロータ 1 4 j ' の外側の周囲には、1 以上の膨張機ジェロータ開口 3 2 6 j が形成される。第一の流体取込口 3 1 0 j は、圧縮機ジェロータ開口 3 2 4 j を通じて、流体を外側圧縮機ジェロータ・チャンバ 3 0 j 内へ導き、第一の流体排出口 3 1 6 j は、圧縮機ジェロータ開口 3 2 4 j を通じて、外側圧縮機ジェロータ・チャンバ 3 0 j から流体を引き出す。同様に、第二の流体取込口 3 1 2 j は、膨張機ジェロータ開口 3 2 4 j ' を通じて、流体を外側膨張機ジェロータ・チャンバ 3 0 j ' 内へ導き、第二の流体排出口 3 1 8 j は、膨張機ジェロータ開口 3 2 6 j を通じて、外側膨張機ジェロータ・チャンバ 3 0 j ' から流体を引き出す。

【0067】

図 1 5 は、本発明の一実施形態に係るエンジン・システム 3 0 0 j を、図 1 4 に示したライン F 及び G に沿って切った横断面の一例を示している。図 1 5 に示すように、断面 F

において、圧縮機ジェロータ開口 3 2 4 j は、外側圧縮機ジェロータ・チャンバ 3 0 j の各先端 1 6 2 j において、外側圧縮機ジェロータ 1 4 j の周囲に形成される。低摩擦領域 1 4 0 j は、内側圧縮機ジェロータ 1 6 j の各先端 1 6 0 j において、外側圧縮機ジェロータ 1 4 j の内周面 1 3 0 j を形成する外側圧縮機ジェロータ 1 4 j の内側の周囲に形成される。潤滑剤流路 1 5 4 j は、潤滑剤 6 0 j が内側圧縮機ジェロータ 1 6 j と外側圧縮機ジェロータ 1 4 j との間を潤滑するように、各先端 1 6 0 j において潤滑剤 6 0 j を潤滑剤流路開口部 1 5 6 j へ導く。図 1 5 に示すように、断面 G において、外側膨張機ジェロータ・チャンバ 3 0 j ' の各先端 1 6 2 j における外側膨張機ジェロータ 1 4 j ' の周囲には、膨張機ジェロータ開口 3 2 6 j ' が形成される。

【0068】

図 1 6 は、本発明の一実施形態に係る正面吸排気エンジン・システム 3 0 0 k の横断面の一例を示している。エンジン・システム 3 0 0 k は、ハウジング 1 2 k と、圧縮機ジェロータ装置 1 0 k と、膨張機ジェロータ装置 1 0 k ' とを有する。圧縮機ジェロータ装置 1 0 k は、ハウジング 1 2 k 内に配置された外側圧縮機ジェロータ 1 4 k と、少なくとも部分的に外側圧縮機ジェロータ 1 4 k によって形成された外側圧縮機ジェロータ・チャンバ 3 0 k と、少なくとも部分的に外側圧縮機ジェロータ・チャンバ 3 0 k 内に配置された内側圧縮機ジェロータ 1 6 k とを有する。同様に、膨張機ジェロータ装置 1 0 k ' は、ハウジング 1 2 k 内に配置された外側膨張機ジェロータ 1 4 k ' と、少なくとも部分的に外側膨張機ジェロータ 1 4 k ' によって形成された外側膨張機ジェロータ・チャンバ 3 0 k ' と、少なくとも部分的に外側膨張機ジェロータ・チャンバ 3 0 k ' 内に配置された内側膨張機ジェロータ 1 6 k ' とを有する。

【0069】

外側圧縮機ジェロータ 1 4 k は、外側膨張機ジェロータ 1 4 k ' に固定されるか、又は、一体化される。同様に、内側圧縮機ジェロータ 1 6 k は、内側膨張機ジェロータ 1 6 k ' に固定されるか、又は、一体化される。内側圧縮機ジェロータ 1 6 k 及び内側膨張機ジェロータ 1 6 k ' は、シャフト 1 0 0 k に固定される。シャフト 1 0 0 k は、1 以上のベアリングによって、ハウジング 1 2 k の円筒形部分 3 3 0 k の内部に、回転可能に連結される。外側圧縮機ジェロータ 1 4 k 及び外側膨張機ジェロータ 1 4 k ' は、1 以上のベアリングによって、ハウジング 1 2 k の内側の周囲に回転可能に連結される。

【0070】

図 1 4 ~ 1 5 に示した側面吸排気エンジン・システム 3 0 0 j と異なり、図 1 6 に示した正面吸排気エンジン・システム 3 0 0 k では、システム 3 0 0 k の第一の正面 2 5 2 k 及び第二の正面 2 5 4 k を通じて、吸排気を行う。ハウジング 1 2 k は、システム 3 0 0 k の第一の正面 2 5 2 k 近くに圧縮機弁板 4 0 k を有し、システム 3 0 0 k の第二の正面 2 5 4 k 近くに膨張機弁板 4 0 k ' を有する。圧縮機弁板 4 0 k は、圧縮機ジェロータ装置 1 0 k を通る流体の流れを制御するように機能し、膨張機弁板 4 0 k ' は、膨張機ジェロータ装置 1 0 k ' を通る流体の流れを制御するように機能する。圧縮機弁板 4 0 k は、流体が圧縮機ジェロータ装置 1 0 k の流路 3 2 k に入るようにする、少なくとも 1 つの圧縮機流体取込口 4 2 k と、流体が圧縮機ジェロータ装置 1 0 k の流路 3 2 k から排出されるようにする、少なくとも 1 つの圧縮機流体排出口 4 4 k とを有する。同様に、膨張機弁板 4 0 k ' は、流体が膨張機ジェロータ装置 1 0 k ' の流路 3 2 k ' に入るようにする、少なくとも 1 つの膨張機流体取込口 4 2 k ' と、流体が膨張機ジェロータ装置 1 0 k ' の流路 3 2 k ' から排出されるようにする、少なくとも 1 つの膨張機流体排出口 4 4 k ' とを有する。

【0071】

図 1 6 に示したエンジン・システム 3 0 0 k の圧縮機ジェロータ装置 1 0 k 及び／又は膨張機ジェロータ装置 1 0 k ' は、例えば図 7 ~ 1 3 に示したような様々なジェロータ装置に関連して既に説明したように、自律的に同期を取る。これに代えて又は加えて、圧縮機ジェロータ装置 1 0 k 及び／又は膨張機ジェロータ装置 1 0 k ' は、例えば図 1 ~ 6 に示したような同期システム 1 8 を有するものとしてもよい。エンジン・システム 3 0 0 j

10

20

30

40

50

に関連して既に説明したように、エンジン・システム 300k の圧縮機ジェロータ装置 10k は、圧縮機ジェロータ装置 10k 及び膨張機ジェロータ装置 10k' 双方のための同期機能を実行するように機能する 1 以上の低摩擦領域 140k を有する。また、図 16 に示すように、潤滑剤 60k は、潤滑剤流路 154k を通って、内側圧縮機ジェロータ 16k と外側圧縮機ジェロータ 14k との間を潤滑する。

【0072】

図 17A ~ 17D は、本発明の様々な実施形態に係るエンジン・システム 300k を図 16 に示したライン H 及び I に沿ってそれぞれ切った横断面の一例を示している。図 17A に示すように、断面 H において、低摩擦領域 140k は、内側圧縮機ジェロータ 16k の各先端 160k において、外側圧縮機ジェロータ 14k の内周面 130k を形成する外側圧縮機ジェロータ 14k の内側の周囲に形成される。内側圧縮機ジェロータ 16k の残りの部分及び外側圧縮機ジェロータ 14k の残りの部分はいずれも高摩擦領域 142k である。潤滑剤流路 154k は、潤滑剤 60k が内側圧縮機ジェロータ 16k と外側圧縮機ジェロータ 14k との間を潤滑するように、内側圧縮機ジェロータ 16k の各先端 160k において、潤滑剤 60k を潤滑剤流路開口部 156k へ導く経路となる。図 17A に示すように、断面 I において、内側膨張機ジェロータ 16k' 及び外側膨張機ジェロータ 14k' は、すべて高摩擦領域 142k である。

10

【0073】

図 17B に示すように、断面 H において、低摩擦領域 140k は、内側圧縮機ジェロータ 16k の各先端 160k に形成される。潤滑剤流路 154k は、潤滑剤 60k が内側圧縮機ジェロータ 16k と外側圧縮機ジェロータ 14k との間を潤滑するように、内側圧縮機ジェロータ 16k の各先端 160k において、潤滑剤 60k を潤滑剤流路開口部 156k へ導く経路となる。外側圧縮機ジェロータ 14k は、外側圧縮機ジェロータ 14k の内周面 130k の各先端 162k 近くに低摩擦領域 140k を有する。内側圧縮機ジェロータ 16k と外側圧縮機ジェロータ 14k の間の摩擦及び摩擦の大部分は内側圧縮機ジェロータ 16k の先端 160k 及び外側圧縮機ジェロータ 14k の先端 162k において発生するため、低摩擦領域 140e をこれら先端 160k 及び 162k 近くの領域に限定することにより、低摩擦材料 134k が比較的高価である場合にはコスト低減が実現されると共に、低摩擦領域 140k が高摩擦領域 142k よりも耐久性がない場合には構造上の完全性が向上する。図 17B に示すように、断面 I において、内側膨張機ジェロータ 16k' 及び外側膨張機ジェロータ 14k' は、すべて高摩擦領域 142k である。

20

30

【0074】

図 17C に示すように、断面 H において、内側圧縮機ジェロータ 16k の横断面は、すべて低摩擦領域 140k であり、外側圧縮機ジェロータ 14k の横断面は、すべて高摩擦領域 142k である。図 17C に示すように、断面 I において、内側膨張機ジェロータ 16k' 及び外側膨張機ジェロータ 14k' は、すべて高摩擦領域 142k である。

【0075】

図 17D に示すように、断面 H において、内側圧縮機ジェロータ 16k 及び外側圧縮機ジェロータ 14k の横断面は、すべて低摩擦領域 140k である。図 17D に示すように、断面 I において、内側膨張機ジェロータ 16k' 及び外側膨張機ジェロータ 14k' は、すべて高摩擦領域 142k である。

40

【0076】

図 18 は、本発明の別の実施形態に係る正面吸排気エンジン・システム 300m の横断面の一例を示している。図 16 に示したエンジン・システム 300k と同様に、エンジン・システム 300m は、ハウジング 12m と、圧縮機ジェロータ装置 10m と、膨張機ジェロータ装置 10m' とを有する。圧縮機ジェロータ装置 10m は、ハウジング 12m 内に配置された外側圧縮機ジェロータ 14m と、少なくとも部分的に外側圧縮機ジェロータ 14m によって形成された外側圧縮機ジェロータ・チャンバ 30m と、少なくとも部分的に外側圧縮機ジェロータ・チャンバ 30m 内に配置された内側圧縮機ジェロータ 16m とを有する。同様に、膨張機ジェロータ装置 10m' は、ハウジング 12m 内に配置された

50

外側膨張機ジェロータ 14 m' と、少なくとも部分的に外側膨張機ジェロータ 14 m' によって形成された外側膨張機ジェロータ・チャンバ 30 m' と、少なくとも部分的に外側膨張機ジェロータ・チャンバ 30 m' 内に配置された内側膨張機ジェロータ 16 m' とを有する。

【0077】

本実施形態において、内側圧縮機ジェロータ 16 m は、内側膨張機ジェロータ 16 m' に固定されるか、又は、一体化される。より具体的には、内側圧縮機ジェロータ 16 m 及び内側膨張機ジェロータ 16 m' は、1 以上のベアリングによってハウジング 12 m の円筒形部分 330 m の内側に回転可能に連結されたシャフト 100 m、に固定される。また、外側圧縮機ジェロータ 14 m は、外側膨張機ジェロータ 14 m' に固定されるか、又は、一体化される。より具体的には、外側圧縮機ジェロータ 14 m 及び外側膨張機ジェロータ 14 m' は、外側圧縮機ジェロータ 14 m 及び外側膨張機ジェロータ 14 m' の外径 D2 より小さい外径 D1 を有する円筒形外側ジェロータ支持部材 334 m に固定されるか、又は、一体化される。D1 は、例えば、D2 の $1/2$ 未満であり、D2 の $1/3$ 未満であってもよい。外側ジェロータ支持部材 334 m は、1 以上のリング状ベアリング 340 m によってハウジング 12 m の 1 以上の出張部分 336 m に回転可能に連結される。図 18 に示すように、リング状ベアリング 340 m は、外側ジェロータ 14 m 及び 14 m' の外径 D2 より小さい外径 D3 を有する。D3 は、例えば、D2 の $1/2$ 未満である。外側ジェロータ 14 m 及び 14 m' より小さい直径を持つベアリング 340 m を用いることによって、システム 300 m の動作中にベアリング 340 m によって失われるエネルギー量が低減するため、ベアリング 340 m によって生成される熱量が低減する。ベアリング 340 m の直径が小さくなるほど、ベアリング 340 m によって失われるエネルギー及び生成される熱量も低減する。

【0078】

図 16 に示した正面吸排気エンジン・システム 300 k と同様に、図 18 に示した正面吸排気エンジン・システム 300 m は、システム 300 m の第一の正面 252 m と第二の正面 254 m とを通じて、吸排気を行う。ハウジング 12 m は、システム 300 m の第一の正面 252 m 近くに、圧縮機ジェロータ装置 10 m を通る流体の流れを制御する圧縮機弁板 40 m を有すると共に、システム 300 m の第二の正面 254 m 近くに、膨張機ジェロータ装置 10 m' を通る流体の流れを制御する膨張機弁板 40 m' を有する。圧縮機弁板 40 m は、流体を圧縮機ジェロータ装置 10 m の流路 32 m に流入させる、少なくとも 1 つの圧縮機流体取入口 42 m と、流体を圧縮機ジェロータ装置 10 m の流路 32 m から排出する、少なくとも 1 つの圧縮機流体排出口 44 m と、を有する。同様に、膨張機弁板 40 m' は、流体を膨張機ジェロータ装置 10 m' の流路 32 m' に流入させる、少なくとも 1 つの膨張機流体取入口 42 m' と、流体を膨張機ジェロータ装置 10 m' の流路 32 m' から排出する、少なくとも 1 つの膨張機流体排出口 44 m' と、を有する。

【0079】

図 18 に示したエンジン・システム 300 m の圧縮機ジェロータ装置 10 m 及び／又は膨張機ジェロータ装置 10 m' は、図 7～13 に示したような様々なジェロータ装置に関連して既に説明したように、自律的に同期を取る。これに代えて又は加えて、圧縮機ジェロータ装置 10 m 及び／又は膨張機ジェロータ装置 10 m' は、例えば図 1～6 に示したような同期システム 18 を有するものとしてもよい。エンジン・システム 300 j に関連して既に説明したように、エンジン・システム 300 m の圧縮機ジェロータ装置 10 m は、圧縮機ジェロータ装置 10 m 及び膨張機ジェロータ装置 10 m' 双方のための同期機能を実行するように機能する 1 以上の低摩擦領域 140 m を有する。また、図 16 に示すように、潤滑剤 60 m は、潤滑剤流路を通して、内側圧縮機ジェロータ 16 m と外側圧縮機ジェロータ 14 m との間を潤滑する。

【0080】

作動中、システム 300 m によって生成されたトルクは、外側ジェロータ 14 m 及び 14 m' から内側ジェロータ 16 m 及び 16 m' へ伝達され、更に、回転する出力シャフト

100mへ伝達される。この軸動力は、任意の適切な1以上の装置を動かすのに用いることができる。本明細書に図示及び記載した他の様々なエンジン・システム300と同様に、エンジン・システム300mと同じ機械的構成は、シャフト100mへ動力が入力される逆ブレイトン・サイクル熱ポンプにおいても用いることができる。

【0081】

図19は、本発明の別の実施形態に係る正面吸排気エンジン・システム300nの横断面の一例を示している。図18に示したエンジン・システム300mと同様に、エンジン・システム300nは、ハウジング12nと、圧縮機ジェロータ装置10nと、膨張機ジェロータ装置10n'とを有する。圧縮機ジェロータ装置10nは、ハウジング12n内に配置された外側圧縮機ジェロータ14nと、少なくとも部分的に外側圧縮機ジェロータ14nによって形成された外側圧縮機ジェロータ・チャンバ30nと、少なくとも部分的に外側圧縮機ジェロータ・チャンバ30n内に配置された内側圧縮機ジェロータ16nとを有する。同様に、膨張機ジェロータ装置10n'は、ハウジング12n内に配置された外側膨張機ジェロータ14n'と、少なくとも部分的に外側膨張機ジェロータ14n'によって形成された外側膨張機ジェロータ・チャンバ30n'と、少なくとも部分的に外側膨張機ジェロータ・チャンバ30n'内に配置された内側膨張機ジェロータ16n'とを有する。

【0082】

図18に示したエンジン・システム300mと同様に、内側圧縮機ジェロータ16n及び内側膨張機ジェロータ16n'は、1以上のベアリングによってハウジング12nに回転可能に連結されたシャフト100nに固定される。また、外側圧縮機ジェロータ14n及び外側膨張機ジェロータ14n'は、1以上のリング状ベアリング340nによってハウジング12nに回転可能に連結された円筒形外側ジェロータ支持部材334nに固定されるか、又は、一体化される。

【0083】

図18に示した正面吸排気エンジン・システム300mと同様に、図19に示した正面吸排気エンジン・システム300nは、システム300nの第一の正面252nに設けられた少なくとも1つの圧縮機流体取入口42n及び少なくとも1つの圧縮機流体排出口44nと、システム300nの第二の正面254nに設けられた少なくとも1つの膨張機流体取入口42n'及び少なくとも1つの膨張機流体排出口44n'とを通じて吸排気を行う。図19に示したエンジン・システム300nの圧縮機ジェロータ装置10n及び／又は膨張機ジェロータ装置10n'は、図7～18に示したような様々なジェロータ装置に関連して既に説明したように、自律的に同期を取る。これに代えて又は加えて、圧縮機ジェロータ装置10n及び／又は膨張機ジェロータ装置10n'は、例えば図1～6に示したような同期システム18を有するものとしてもよい。また、図19に示すように、潤滑剤60nは、潤滑剤流路を通して、内側圧縮機ジェロータ16nと外側圧縮機ジェロータ14nとの間を潤滑する。

【0084】

図18に示したエンジン・システム300mと異なり、エンジン・システム300nは、(シャフト100m又はその他のものへ)軸動力を出力しない。代わりに、エンジン・システム300nの圧縮機ジェロータ装置100nは、システム300nによって生成された動力が、矢印344nで示すように、外側圧縮機ジェロータ・チャンバ30nを出て圧縮機流体排出口44nを通る圧縮流体(例えば、圧縮空気など)として出力されるように、大きめに作られる。よって、本実施形態は、例えば燃料により駆動される圧縮機やジェットエンジンなどの圧縮空気又は他の気体が所望の生成物である用途において、有用である。エンジン・システム300nと同様の機械的構成は、シャフト100nへ動力が入力される逆ブレイトン・サイクル熱ポンプにおいても用いることができる。

【0085】

図20～22は、本発明の別の三実施形態に係る正面吸排気エンジン・システム300o、300p、及び300qの横断面の一例を示している。エンジン・システム300o

／300p／300qは、図18に示したエンジン・システム300mと類似しているが、但し、後に詳述するように、内部シャフト100ではなく、外部シャフト270へ動力が伝達される点が異なる。

【0086】

図18に示したエンジン・システム300と同様に、図20～22に示したエンジン・システム300o／300p／300qの各々は、ハウジング12o／12p／12qと、圧縮機ジェロータ装置10o／10p／10qと、膨張機ジェロータ装置10o'／10p'／10q'とを有する。圧縮機ジェロータ装置10o／10p／10qは、ハウジング12o／12p／12q内に配置された外側圧縮機ジェロータ14o／14p／14qと、少なくとも部分的に外側圧縮機ジェロータ14o／14p／14qによって形成された外側圧縮機ジェロータ・チャンバ30o／30p／30qと、少なくとも部分的に外側圧縮機ジェロータ・チャンバ30o／30p／30q内に配置された内側圧縮機ジェロータ16o／16p／16qと、を有する。同様に、膨張機ジェロータ装置10o'／10p'／10q'は、ハウジング12o／12p／12q内に配置された外側膨張機ジェロータ14o'／14p'／14q'と、少なくとも部分的に外側膨張機ジェロータ14o'／14p'／14q'によって形成された外側膨張機ジェロータ・チャンバ30o'／30p'／30q'と、少なくとも部分的に外側膨張機ジェロータ・チャンバ30o'／30p'／30q'内に配置された内側膨張機ジェロータ16o'／16p'／16q'とを有する。

10

【0087】

内側圧縮機ジェロータ16o／16p／16q及び内側膨張機ジェロータ16o'／16p'／16q'は、1以上のベアリングによってハウジング12o／12p／12qに回転可能に連結されたシャフト100o／100p／100qに固定される。また、外側圧縮機ジェロータ14o／14p／14q及び外側膨張機ジェロータ14o'／14p'／14q'は、1以上のリング状ベアリング340o／340p／340qによってハウジング12o／12p／12qに回転可能に連結された円筒形外側ジェロータ支持部材334o／334p／334qに固定されるか、又は、一体化される。

20

【0088】

上述のように、図18に示したエンジン・システム300mとは異なり、図20～22に示したエンジン・システム300o／300p／300qは、動力を、内部シャフト100o／100p／100qではなく、外部駆動シャフト270o／270p／270qへ出力する。概して、各エンジン・システム300o／300p／300qは、相互に固定された外側ジェロータ14o／14p／14q及び14o'／14p'／14q'に連結された回転可能なシャフト270o／270p／270qを有し、シャフト270o／270p／270qは、後述するように、外側ジェロータ14o／14p／14q及び14o'／14p'／14q'が回転するとシャフト270o／270p／270qも回転し、シャフト270o／270p／270qが回転すると外側ジェロータ14o／14p／14q及び14o'／14p'／14q'も回転するように、連結システム272o／272p／272qによって、外側ジェロータ14o／14p／14q及び14o'／14p'／14q'に連結される。

30

40

【0089】

図20の示した3つのうち1つ目の実施形態において、連結システム272oは、第二のギア276oと相互作用する第一のギア274oを有する。第一のギア274oは、外側ジェロータ14o及び14o'に固定された円筒形外側ジェロータ支持部材334oに固定される。第二のギア276oは、回転可能な駆動シャフト270oに固定される。

【0090】

よって、エンジン・システム300oによって生成される動力は、外側ジェロータ14o及び14o'に取り付けられた第一のギア274oから引き出され、駆動シャフト270oへ伝達される。本実施形態の効果の1つは、内側ジェロータ16o又は16o'を巻き込むことなく、外側ジェロータ14o及び14o'から駆動シャフト270oへ直接ト

50

ルクが伝達されるため、外側圧縮機ジェロータ140及び／又は内側ジェロータ160の低摩擦領域1400（例えば、内側圧縮機ジェロータ160の各先端1600で、外側圧縮機ジェロータ140の内周面の近くの低摩擦領域1400）における摩擦及び摩耗が低減される、という点である。回転速度が一定のとき、内側圧縮機ジェロータ160の先端1600であって、外側圧縮機ジェロータ140の内周面近くの低摩擦領域1400を通じては、トルクはほとんど伝達されない。なぜなら、内側ジェロータ160又は160'に作用している正味トルクはほとんどないからである。内側ジェロータ160又は160'に作用し、内側ジェロータ160及び160'を時計回りに回転させようとする圧力は、内側ジェロータ160及び160'を反時計回りに回転させようとする作用する圧力によって相殺される。要するに、内側ジェロータ160及び160'は、遊動輪として機能する 10

【0091】

図20では、便宜上、潤滑剤流路を省略している。実際には、他の実施形態に関連して本明細書において説明したように、低摩擦領域1400に潤滑剤が供給される。また、本明細書に図示及び記載した他の様々なエンジン・システム300と同様に、エンジン・システム300と同じ機械的構成は、シャフト270へ動力が入力される逆ブレイトン・サイクル熱ポンプにおいても用いることができる。

【0092】

次に、図21の示した3つのうちの2つ目の実施形態において、連結システム272pは、第二のカプラ362pと相互作用する第一のカプラ360pを有する。第一のカプラ360pは、外側ジェロータ14p及び14p'に固定された円筒形外側ジェロータ支持部材334pに固定される。第二のカプラ362pは、回転可能な駆動シャフト270pに固定される。外側ジェロータ支持部材334pが回転すると駆動シャフト270pが回転し、駆動シャフト270pが回転すると外側ジェロータ支持部材334pが回転するように、第一のカプラ360pと第二のカプラ362pは、例えばチェーンや又はベルトのような可撓性を有する連結装置364pによって連結される。 20

【0093】

よって、エンジン・システム300pによって生成される動力は、外側ジェロータ14p及び14p'に取り付けられた第一のギア274pから引き出され、駆動シャフト270pへ伝達される。上述のように、このような実施形態の効果の1つは、内側ジェロータ16p又は16p'を巻き込むことなく、外側ジェロータ14p及び14p'から駆動シャフト270pへ直接トルクが伝達されるため、外側圧縮機ジェロータ14p及び／又は内側ジェロータ16pの低摩擦領域140pにおける摩擦及び摩耗が低減される、という点である。また、回転速度が一定のとき、先端160pにおける低摩擦領域140pを通じては、トルクはほとんど伝達されない。なぜなら、内側ジェロータ16p及び16p'は、原則として、遊動輪として働くからである。 30

【0094】

図21でも、便宜上、潤滑剤流路を省略している。実際には、他の実施形態に関連して本明細書において説明したように、低摩擦領域140pに潤滑剤が供給される。また、本明細書に図示及び記載した他の様々なエンジン・システム300と同様に、エンジン・システム300pと同じ機械的構成は、シャフト270pへ動力が入力される逆ブレイトン・サイクル熱ポンプにおいても用いることができる。 40

【0095】

次に、図22の示した3つのうちの3つ目の実施形態において、連結システム272qは、第二のカプラ276qと相互作用する第一のカプラ274qを有する。第一のカプラ274qは、外側ジェロータ14q及び14q'に固定された円筒形外側ジェロータ支持部材334qに固定された傘歯車である。第二のカプラ276qは、シャフト100qに垂直で、回転可能な、駆動シャフト270qに固定された傘歯車である。よって、エンジン・システム300qによって生成される動力は、外側ジェロータ14q及び14q'に取り付けられた第一の傘歯車274qから引き出され、駆動シャフト270qへ伝達され 50

る。上述のように、このような実施形態の効果の1つは、内側ジェロータ16q又は16q'を巻き込むことなく、外側ジェロータ14q及び14q'から駆動シャフト270qへ直接トルクが伝達されるため、外側圧縮機ジェロータ14q及び／又は内側ジェロータ16qの低摩擦領域140qにおける摩擦及び摩擦が低減される、という点である。また、回転速度が一定のとき、先端160qにおける低摩擦領域140qを通じては、トルクはほとんど伝達されない。なぜなら、内側ジェロータ16q及び16q'は、原則として、遊動輪として働くからである。

【0096】

図22でも、便宜上、潤滑剤流路を省略している。実際には、他の実施形態に関連して本明細書において説明したように、低摩擦領域140qに潤滑剤が供給される。また、本明細書に図示及び記載した他の様々なエンジン・システム300と同様に、エンジン・システム300qと同じ機械的構成は、シャフト270pへ動力が入力される逆ブレイトン・サイクル熱ポンプにおいても用いることができる。

10

【0097】

図23は、本発明の別の実施形態に係るエンジン・システム300rの横断面の一例を示している。エンジン・システム300rは、図22に示したエンジン・システム300qと類似しているが、但し、後に詳述するように、エンジン・システム300rがエンジンと一体化されたモータ260r又は発電機264rを有する点が異なる。

【0098】

図22に示したエンジン・システム300qと同様に、エンジン・システム300rは、ハウジング12rと、圧縮機ジェロータ装置10rと、膨張機ジェロータ装置10r'とを有する。圧縮機ジェロータ装置10rは、ハウジング12r内に配置された外側圧縮機ジェロータ14rと、少なくとも部分的に外側圧縮機ジェロータ14rによって形成された外側圧縮機ジェロータ・チャンバ30rと、少なくとも部分的に外側圧縮機ジェロータ・チャンバ30r内に配置された内側圧縮機ジェロータ16rとを有する。同様に、膨張機ジェロータ装置10r'は、ハウジング12r内に配置された外側膨張機ジェロータ14r'と、少なくとも部分的に外側膨張機ジェロータ14r'によって形成された外側膨張機ジェロータ・チャンバ30r'と、少なくとも部分的に外側膨張機ジェロータ・チャンバ30r'内に配置された内側膨張機ジェロータ16r'とを有する。内側圧縮機ジェロータ16r及び内側膨張機ジェロータ16r'は、1以上のベアリングによってハウジング12rに回転可能に連結されたシャフト100rに固定される。また、外側圧縮機ジェロータ14r及び外側膨張機ジェロータ14r'は、1以上のリング状ベアリング340rによってハウジング12rに回転可能に連結された円筒形外側ジェロータ支持部材334rに固定されるか、又は、一体化される。

20

30

【0099】

また、図22に示した正面吸排気エンジン・システム300qと同様に、図23に示した正面吸排気エンジン・システム300rは、システム300rの第一の正面252r及び第二の正面254nを通じて、吸排気を行う。また、図23に示したエンジン・システム300rの圧縮機ジェロータ装置10r及び／又は膨張機ジェロータ装置10r'は、図7～22に示したような様々なジェロータ装置に関連して既に説明したように、自律的に同期を取る。これに代えて又は加えて、圧縮機ジェロータ装置10r及び／又は膨張機ジェロータ装置10r'は、例えば図1～6に示したような同期システム18を有するものとしてもよい。また、便宜上、図23には図示していないが、エンジン・システム300qは、潤滑剤流路を通して、内側圧縮機ジェロータ16rと外側圧縮機ジェロータ14rの間を潤滑する潤滑剤を有する。さらに、図22に示したエンジン・システム300qと同様に、図23に示したエンジン・システム300rは、動力を外部の回転可能な駆動シャフト270rへ出力する。シャフト270rは、シャフト100rに垂直で、第二のギア276rと相互作用する第一のギア274rを含む連結システム272rによって外側ジェロータ14r及び14r'に連結される。

40

【0100】

50

上記のように、エンジン・システム 300 r は、エンジンと一体化されたモータ 260 r 又は発電機 264 r を有する。図 23 に示すように、モータ 260 r 又は発電機 264 r は、ハウジング 12 r に連結されてもよく、又は、一体化されてもよい。モータ 260 r を有する場合、モータ 260 r は、相互に固定された又は一体化された外側ジェロータ 14 r 及び 14 r' を駆動し、ひいては内側ジェロータ 16 r 及び 16 r' を駆動することによって、エンジン・システム 300 r を駆動させる。例えば、モータ 260 r は、外側ジェロータ 14 r の外周面 370 r (外側ジェロータ 14 r' の外周面でもよい) に連結された又は一体化された 1 以上の磁気要素 262 r を駆動する。モータ 260 r によって生成された動力の一部は、駆動シャフト 270 r へ伝達されてもよい。モータ 260 r は、用途に応じて、スタータとして用いられてもよく、或いは、例えばハイブリッド車の用途において、補助トルクを提供するのに用いられてもよい。 10

【0101】

発電機 264 r を有する場合、発電機 264 r は、外側ジェロータ 14 r 及び 14 r' の回転から電力の供給を受ける。よって、外側ジェロータ 14 r 及び 14 r' の回転は、発電機 264 r と駆動シャフト 270 r の双方に動力を出力する。この出力された動力は、任意の適切な目的のために利用される。モータ 260 r / 発電機 264 r は、任意の適切な種類のモータ又は発電機でよく、例えば、永久磁石モータ / 発電機、切替型リラクタンス・モータ (SRM) / 発電機、インダクタンス・モータ / 発電機、などである。

【0102】

図 24 は、本発明の別の実施形態に係るエンジン・システム 300 s の横断面の一例を示している。エンジン・システム 300 s は、図 23 に示したエンジン・システム 300 r と類似しているが、但し、後に詳述するように、エンジン・システム 300 s が外部駆動シャフト 270 を有しておらず、エンジンから出力される動力はすべて発電機 264 s へ伝達される (エンジン・システム 300 s がモータ 260 s を有する場合、モータ 260 s によって生成されたすべての動力はエンジン・システム 300 s によって使われる) 点が異なる。 20

【0103】

図 23 に示したエンジン・システム 300 r と同様に、エンジン・システム 300 s は、ハウジング 12 s と、圧縮機ジェロータ装置 10 s と、膨張機ジェロータ装置 10 s' とを有する。圧縮機ジェロータ装置 10 s は、ハウジング 12 s 内に配置された外側圧縮機ジェロータ 14 s と、少なくとも部分的に外側圧縮機ジェロータ 14 s によって形成された外側圧縮機ジェロータ・チャンバ 30 s と、少なくとも部分的に外側圧縮機ジェロータ・チャンバ 30 s 内に配置された内側圧縮機ジェロータ 16 s とを有する。同様に、膨張機ジェロータ装置 10 s' は、ハウジング 12 s 内に配置された外側膨張機ジェロータ 14 s' と、少なくとも部分的に外側膨張機ジェロータ 14 s' によって形成された外側膨張機ジェロータ・チャンバ 30 s' と、少なくとも部分的に外側膨張機ジェロータ・チャンバ 30 s' 内に配置された内側膨張機ジェロータ 16 s' とを有する。内側圧縮機ジェロータ 16 s 及び内側膨張機ジェロータ 16 s' は、1 以上のベアリングによってハウジング 12 s に回転可能に連結されたシャフト 100 s に固定される。また、外側圧縮機ジェロータ 14 s 及び外側膨張機ジェロータ 14 s' は、1 以上のリング状ベアリング 340 s によってハウジング 12 s に回転可能に連結された円筒形外側ジェロータ支持部材 334 s に固定されるか、又は、一体化される。また、図 23 に示した正面吸排気エンジン・システム 300 r と同様に、図 24 に示したエンジン・システム 300 s は、自律的に同期を取る、正面吸排気エンジン・システムであり、内側圧縮機ジェロータ 16 r と外側圧縮機ジェロータ 14 r の間を潤滑する潤滑剤 (図示せず) を用いる。 30 40

【0104】

上記のように、エンジン・システム 300 s は、ハウジング 12 s に連結された又は一体化された内蔵モータ 260 s 又は発電機 264 s を有する。モータ 260 s を有する場合、モータ 260 s は、相互に固定された又は一体化された外側ジェロータ 14 s 及び 14 s' を駆動し、ひいては内側ジェロータ 16 s 及び 16 s' を駆動することによって、 50

エンジン・システム 300s を駆動させる。例えば、モータ 260s は、外側ジェロータ 14s の外周面 370s（外側ジェロータ 14s' の外周面でもよい）に連結された又は一体化された 1 以上の磁気要素 262s を駆動する。例えば、始動中、モータ 260s によって生成された動力のすべてが、エンジン・システム 300s によって用いられてもよい。エンジンが掛かった後は、エンジン・システム 300s からエネルギーを取り出す術はない。ここでも、電気モータが用いられる場合には、この圧縮機／膨張機システムを逆ブレイトン・サイクル熱ポンプとして考えるのが最良である。発電機 264s を有する場合、外側ジェロータ 14s 及び 14s' の回転によって生成されたエンジンパワー出力のすべてが、発電機 264s によって発電に用いられる。モータ 260s／発電機 264s は、任意の適切な種類のモータ又は発電機でよく、例えば、永久磁石モータ／発電機、切替型リラクタンس・モータ（SRM）／発電機、インダクタンس・モータ／発電機、などである。

10

【0105】

図 25 は、本発明の別の実施形態に係るエンジン・システム 300t の横断面の一例を示している。エンジン・システム 300t は、図 14～15 に示した側面吸排気エンジン・システム 300j に類似している。ただし、エンジン・システム 300t は、後に詳述するように、エンジンと一体化されたモータ 260t 又は発電機 264t を有する点異なる。

【0106】

エンジン・システム 300j と同様に、エンジン・システム 300t は、ハウジング 12t と、圧縮機ジェロータ装置 10t と、膨張機ジェロータ装置 10t' とを有する。圧縮機ジェロータ装置 10t は、ハウジング 12t 内に配置された外側圧縮機ジェロータ 14t と、少なくとも部分的に外側圧縮機ジェロータ 14t によって形成された外側圧縮機ジェロータ・チャンバ 30t と、少なくとも部分的に外側圧縮機ジェロータ・チャンバ 30t 内に配置された内側圧縮機ジェロータ 16t とを有する。同様に、膨張機ジェロータ装置 10t' は、ハウジング 12t 内に配置された外側膨張機ジェロータ 14t' と、少なくとも部分的に外側膨張機ジェロータ 14t' によって形成された外側膨張機ジェロータ・チャンバ 30t' と、少なくとも部分的に外側膨張機ジェロータ・チャンバ 30t' 内に配置された内側膨張機ジェロータ 16t' とを有する。

20

【0107】

外側圧縮機ジェロータ 14t は、外側膨張機ジェロータ 14t' に固定されるか、又は、一体化される。同様に、内側圧縮機ジェロータ 16t は、内側膨張機ジェロータ 16t' に固定されるか、又は、一体化される。外側圧縮機ジェロータ 14t 及び外側膨張機ジェロータ 14t' と内側圧縮機ジェロータ 16t 及び内側膨張機ジェロータ 16t' とは、ハウジング 12t に固定された単一のシャフト 100t に回転可能に連結される。図 25 に示した実施形態において、外側圧縮機ジェロータ 14t 及び外側膨張機ジェロータ 14t' は、シャフト 100t のうち第一の軸を持つ第一の部分 102t に回転可能に連結され、内側圧縮機ジェロータ 16t 及び内側膨張機ジェロータ 16t' は、シャフト 100t のうち第二の軸を持つ第二の部分 104t に回転可能に連結される。外側圧縮機ジェロータ 14t 及び外側膨張機ジェロータ 14t' は第一の軸まわりに回転し、内側圧縮機ジェロータ 16t 及び内側膨張機ジェロータ 16t' は第二の軸まわりに回転する。第二の軸は、第一の軸からオフセットされている。また、駆動シャフト 270t は、第一の円筒形突出部 380t によって、外側ジェロータ 14t 及び 14t' に固定されると共に、1 以上のベアリング 52t によってハウジング 12t に回転可能に連結される。

30

40

【0108】

圧縮機ジェロータ装置 10t 及び／又は膨張機ジェロータ装置 10t' は、図 7～24 に示したような様々なジェロータ装置に関連して既に説明したように、自律的に同期を取る。これに代えて又は加えて、圧縮機ジェロータ装置 10t 及び／又は膨張機ジェロータ装置 10t' は、例えば図 1～6 に示したような同期システム 18 を有するものとしてもよい。図 25 に示した実施形態において、圧縮機ジェロータ装置 10t は、図 14～24

50

に関連して既に説明したように、圧縮機ジェロータ装置 10 t 及び膨張機ジェロータ装置 10 t' 双方のための同期機能を実行する。また、潤滑剤 60 t は、潤滑剤流路 152 t を通って、内側圧縮機ジェロータ 16 t と外側圧縮機ジェロータ 14 t との間を潤滑する。

【0109】

図 25 に示したエンジン・システム 300 t は、図 14～15 に示したエンジン・システム 300 j に関連して既に説明したような側面吸排気システムであり、流体は、圧縮機ジェロータ装置 10 t 及び膨張機ジェロータ装置 10 t' の（正面ではなく）側面 306 t 及び 308 t を通って、流れる。よって、圧縮機ジェロータ装置 10 t において、流体は、ハウジング 12 t の第一の側面 314 t に形成された第一の流体取込口 310 t から、外側圧縮機ジェロータ 14 t の外周面に形成された圧縮機ジェロータ開口部 324 t を通って外側圧縮機ジェロータ・チャンバ 30 t に入り、外側圧縮機ジェロータ・チャンバ 30 t を通過して、圧縮機ジェロータ開口部 324 t を通ってハウジング 12 t の第二の側面 320 t に形成された第一の流体排出口 316 t 内へ入る。同様に、膨張機ジェロータ装置 10 t' において、流体は、ハウジング 12 t の第一の側面 314 t に形成された第二の流体取込口 312 t から、外側膨張機ジェロータ 14 t' の外周面に形成された膨張機ジェロータ開口部 326 t を通って外側膨張機ジェロータ・チャンバ 30 t' に入り、外側膨張機ジェロータ・チャンバ 30 t' を通過して、膨張機ジェロータ開口部 326 t を通ってハウジング 12 t の第二の側面 320 t に形成された第二の流体排出口 318 t 内へ入る。

【0110】

上述の通り、エンジン・システム 300 t は、エンジンと一体化されたモータ 260 t 又は発電機 264 t を有する。図 25 に示すように、モータ 260 t 又は発電機 264 t は、ハウジング 12 t に連結されてもよく、或いは、一体化されてもよい。モータ 260 t を有する場合、モータ 260 t は、相互に固定された又は一体化された外側ジェロータ 14 t 及び 14 t' を駆動し、ひいては内側ジェロータ 16 t 及び 16 t' を駆動することによって、エンジン・システム 300 t を駆動させる。例えば、モータ 260 t は、第二の円筒形突出部 382 t によって外側ジェロータ 14 t 及び 14 t' に固定された又は一体化された 1 以上の磁気要素 262 t を駆動する。磁気要素 262 t は、例えば、ディスク外周に沿って円形に並べられた棒磁石群である。モータ 260 t によって生成された動力の一部は、駆動シャフト 270 t へ伝達されてもよい。モータ 260 t は、用途に応じて、スタータとして用いられてもよく、或いは、例えばハイブリッド車の用途において、補助トルクを提供するのに用いられてもよい。

【0111】

発電機 264 t を有する場合、発電機 264 t は、外側ジェロータ 14 t 及び 14 t' の回転から電力の供給を受ける。よって、外側ジェロータ 14 t 及び 14 t' の回転は、発電機 264 t と駆動シャフト 270 t の双方に動力を出力する。この出力された動力は、任意の適切な目的のために利用される。モータ 260 t / 発電機 264 t は、任意の適切な種類のモータ又は発電機でよく、例えば、永久磁石モータ / 発電機、切替型リラクタンス・モータ (SRM) / 発電機、インダクタンス・モータ / 発電機、などである。

【0112】

図 26 は、本発明の別の実施形態に係る圧縮機－膨張機システム 300 u の横断面の一例を示している。圧縮機－膨張機システム 300 u は、図 25 に示したエンジン・システム 300 t に類似している。ただし、圧縮機－膨張機システム 300 u は、後に詳述するように、外部駆動シャフト 270 を有しておらず、出力された動力はすべて発電機 264 u へ伝達される（圧縮機－膨張機システム 300 u が電気モータ 260 u を有する場合、モータ 260 u によって生成された動力のすべては、圧縮機－膨張機システム 300 u によって使用される）点異なる。

【0113】

エンジン・システム 300 t と同様に、圧縮機－膨張機システム 300 u は、ハウジン

グ 1 2 u と、圧縮機ジェロータ装置 1 0 u と、膨張機ジェロータ装置 1 0 u ' とを有する。圧縮機ジェロータ装置 1 0 u は、ハウジング 1 2 u 内に配置された外側圧縮機ジェロータ 1 4 u と、少なくとも部分的に外側圧縮機ジェロータ 1 4 u によって形成された外側圧縮機ジェロータ・チャンバ 3 0 u と、少なくとも部分的に外側圧縮機ジェロータ・チャンバ 3 0 u 内に配置された内側圧縮機ジェロータ 1 6 u とを有する。同様に、膨張機ジェロータ装置 1 0 u ' は、ハウジング 1 2 u 内に配置された外側膨張機ジェロータ 1 4 u ' と、少なくとも部分的に外側膨張機ジェロータ 1 4 u ' によって形成された外側膨張機ジェロータ・チャンバ 3 0 u ' と、少なくとも部分的に外側膨張機ジェロータ・チャンバ 3 0 u ' 内に配置された内側膨張機ジェロータ 1 6 u ' とを有する。

【0114】

外側圧縮機ジェロータ 1 4 u 及び外側膨張機ジェロータ 1 4 u ' は、シャフト 1 0 0 u のうち第一の軸を持つ第一の部分 1 0 2 u に回転可能に連結され、内側圧縮機ジェロータ 1 6 u 及び内側膨張機ジェロータ 1 6 u ' は、シャフト 1 0 0 u のうち第二の軸を持つ第二の部分 1 0 4 u に回転可能に連結される。外側圧縮機ジェロータ 1 4 u 及び外側膨張機ジェロータ 1 4 u ' は第一の軸まわりに回転し、内側圧縮機ジェロータ 1 6 u 及び内側膨張機ジェロータ 1 6 u ' は第二の軸まわりに回転する。第二の軸は、第一の軸からオフセットされている。圧縮機ジェロータ装置 1 0 u 及び／又は膨張機ジェロータ装置 1 0 u ' は、図 7 ～ 2 5 に示したような様々なジェロータ装置に関連して既に説明したように、自律的に同期を取り、潤滑剤 6 0 u は、潤滑剤流路を通して、内側圧縮機ジェロータ 1 6 u と外側圧縮機ジェロータ 1 4 u との間を潤滑する。これに代えて又は加えて、圧縮機ジェロータ装置 1 0 u 及び／又は膨張機ジェロータ装置 1 0 u ' は、例えば図 1 ～ 6 に示したような同期システム 1 8 を有するものとしてもよい。図 2 6 に示した圧縮機－膨張機システム 3 0 0 u は、図 2 5 に示したエンジン・システム 3 0 0 t に関連して既に説明したような側面吸排気システムであり、流体は、圧縮機ジェロータ装置 1 0 u 及び膨張機ジェロータ装置 1 0 u ' の（正面ではなく）側面 3 0 6 u 及び 3 0 8 u を通って、流れる。

【0115】

上述の通り、圧縮機－膨張機システム 3 0 0 u は、エンジンと一体化されたモータ 2 6 0 u 又は発電機 2 6 4 u を有する。図 2 6 に示すように、モータ 2 6 0 u 又は発電機 2 6 4 u は、ハウジング 1 2 u に連結されてもよく、或いは、一体化されてもよい。圧縮機－膨張機システム 3 0 0 u に電気が供給されると、モータ 2 6 0 u / 発電機 2 6 4 u は、相互に固定された又は一体化された外側ジェロータ 1 4 u 及び 1 4 u ' を駆動し、ひいては内側ジェロータ 1 6 u 及び 1 6 u ' を駆動するモータ 2 6 0 u として機能する。例えば、モータ 2 6 0 u は、円筒形突出部 3 8 2 u によって外側ジェロータ 1 4 u 及び 1 4 u ' に固定された又は一体化された 1 以上の磁気要素 2 6 2 u を駆動する。この場合、圧縮機－膨張機システム 3 0 0 u は、例えばエアコンなどにおいて用いられるような逆ブレイトン・サイクル冷却装置として機能する。

【0116】

外側ジェロータ 1 4 u 及び 1 4 u ' を回転させるために圧縮機－膨張機システム 3 0 0 u に燃料が供給される場合、モータ 2 6 0 u / 発電機 2 6 4 u は、電気を生成する発電機 2 6 4 u として機能する。モータ 2 6 0 u / 発電機 2 6 4 u は、任意の適切な種類のモータ又は発電機でよく、例えば、永久磁石モータ／発電機、切替型リラクタンس・モータ（SRM）／発電機、インダクタンс・モータ／発電機、などである。

【0117】

図 2 7 は、本発明の一実施形態に係る、流体（例えば気体）漏れを低減させるためのシーリング・システム 4 0 0 v を備えたジェロータ装置 1 0 v の横断面の一例を示している。ジェロータ装置 1 0 v は、図 7 に示したジェロータ装置 1 0 e に類似している。ただし、ジェロータ装置 1 0 v は、後に詳述するように、外側ジェロータ・チャンバ 3 0 v から流体（例えば気体）が漏れるのを低減させるシーリング・システム 4 0 0 v を有する点が異なる。

【0118】

図7に示したジェロータ装置10eと同様に、ジェロータ装置10vは、ハウジング12vと、ハウジング12v内に配置された外側ジェロータ14vと、少なくとも部分的に外側ジェロータ14vによって形成された外側ジェロータ・チャンバ30vと、少なくとも部分的に外側ジェロータ・チャンバ30v内に配置された内側ジェロータ16vと、を有する。外側ジェロータ14v及び内側ジェロータ16vは、ハウジング12vに固定された単一のシャフト100vにそれぞれ回転可能に連結される。より具体的には、外側ジェロータ14vは、シャフト100vのうち第一の軸を持つ第一の部分102vに回転可能に連結され、内側ジェロータ16vは、シャフト100vのうち第二の軸を持つ第二の部分104vに回転可能に連結される。外側ジェロータ14vは、第一の軸まわりに回転し、内側ジェロータ16vは、第二の軸まわりに回転する。第二の軸は、第一の軸からオフセットされている。

10

【0119】

ハウジング12vは、少なくとも1つの流体取込口42vと少なくとも1つの流体排出口44vとを有する弁板40vを有する。流体取込口42vは、概して、例えば気体や液体や液体と気体の混合体などの流体を外側ジェロータ・チャンバ30vに入れる。同様に、流体排出口44vは、概して、外側ジェロータ・チャンバ30v内の流体を外側ジェロータ・チャンバ30vの外に出す。ジェロータ装置10vは、例えば図7～26に示した様々なジェロータ装置に関連した既に説明したような1以上の低摩擦領域140vによって自律的に同期が取られる。これに代えて又は加えて、圧縮機ジェロータ装置10v及び／又は膨張機ジェロータ装置10v'は、例えば図1～6に示したような同期システム18を有するものとしてもよい。また、潤滑剤60vは、潤滑剤流路を通して、内側圧縮機ジェロータ16vと外側圧縮機ジェロータ14vとの間を潤滑する。

20

【0120】

上述のように、ジェロータ装置10vは、外側ジェロータ・チャンバ30vを通して流れる流体の漏出を低減させるためのシーリング・システム400vを有する。例えば、シーリング・システム400vは、回転しているジェロータ14v及び16vとハウジング12vとの間からの気体の漏出を低減させる。図27のシーリング・システム400vの拡大図に示すように、シーリング・システム400vは、柔らかい材料402v（例えば、ポリマーなど）と、この柔らかい材料402vにシーリング軌道406vを形成する1以上のシーリング突起404vと、を有する。シーリングは、シーリング突起404vと、シーリング軌道406vとの間で実現される。シーリング突起404vは、例えば金属などの比較的硬い材料によって作られる。図27に示した実施形態において、シーリング突起404vは、柔らかい材料402vに食い込む、複数の硬い「刃」を有する。これら刃は、例えば円形であり、外側ジェロータ14vに連結されてもよく、或いは、外側ジェロータ14vの周囲から突出していてもよい。ジェロータ14v及び16vが熱膨張や遠心力によって変形するのに合わせて、刃404vは、柔らかい材料402vに食い込みながらシーリング軌道406vを形成するため、状況に応じた適切な咬み合いが実現される。柔らかい材料402vを切断しやすくなるように、刃404vの表面を（例えばサンドブラスト（sandblasting）などによって）粗くしてもよい。

30

【0121】

図28は、図27に示したシーリング・システム400vに類似したシーリング・システム400wの三実施形態の横断面の一例を示している。より具体的には、図28は、外側ジェロータ14w（又は、内側ジェロータ16w）とハウジング12wとの間に研磨（abraded）シーリングを形成する3つの実施形態を示している。図28の実施形態（a）に示すように、外側ジェロータ14wの表面420wは、サンドブラスト又は他の適当手法によって、粗くしてある。柔らかい材料402wのコーティング層又はコーティング面は、ハウジング12wの表面424w上に形成される。柔らかい材料402wは、例えばテフロン（登録商標）などの耐摩耗性材料である。粗面420wと耐摩耗性材料402wとが互いに接触すると、粗面420wが耐摩耗性材料402wの一部を除去するため、非常にぴったりとしたクリアランスが形成され、漏出を非常に低く抑えることができ

40

50

る。実施形態（a）の図は上記のようにしてシーリングされた平らな面を示しているが、上記のような材料及び手法は、湾曲面にも用いることができる。

【0122】

図28の実施形態（b）は、実施形態（a）に類似したシーリング・システム400wを示している。ただし、外側ジェロータ14wの表面420wを粗くする代わりにドリルなどで複数の窪み又は穴428wを開けた点が異なる。表面420wに開けられる穴は、ハニカム状又は他の適切なパターンで開けられた円形でない穴であってもよい。この窪み又は穴428wは、面420wと耐摩耗性材料402wとが互いに接触したときに生成される細塵を収容すると共に、研磨（abrasible）プロセスに役立つ切端を追加することを目的とする。図28の実施形態（c）は、実施形態（a）及び（b）の組み合わせであるシーリング・システム400wを示している。外側ジェロータ14wの表面420wは、粗くされていると共に、窪み又は穴428wを有する。

10

【0123】

図29は、本発明の一実施形態に係るシーリング・システム400xを形成する方法を示している。本方法は、一方が静止し、他方が固定中心まわりに回転するジェロータ装置の2つの平らな面の間にラビリンス・シーリングを形成するのに用いられる。例えば、後述するように、本方法は、固定中心まわりに回転する外側ジェロータ14x（又は、内側ジェロータ16x）の面420xと、動かないハウジング12xの面424xとの間にラビリンス・シーリングを形成するのに用いられる。

図29の図（a）は、ハウジング12xのうちリング状シーリング部430xを含むリング状部分の上面図である。図29の図（b）は、ハウジング12xのリング状部分と外側ジェロータ14xの一部とを示す部分側面図である。リング状シーリング部430xは、外側ジェロータ14xのリング状シーリング部432xと適合する。外側ジェロータ14xのシーリング部432xは、例えば金属などの比較的硬い材料から作られ、外側ジェロータ14xの面420xから突き出た1以上のシーリング突起又はカッター434xを有する。ハウジング12xのシーリング部430xは、1以上のバネ438xによって負荷が掛けられたバネであるリング状シーリング部436xを有する。バネ438xは、関連するジェロータ装置の組立中及び／又は作動中に、シーリング部材436xがシーリング部分432xのシーリング・カッター434xに対してバネ付勢されるように、シーリング部材436xを上方へ押圧する。シーリング部材436xは、柔らかい材料又は例えばテフロン（登録商標）のような耐摩耗性を有する材料402xから作られる。

20

30

【0124】

外側ジェロータ14xが静止しているハウジング12xに対して相対的に回転し始めると、シーリング・カッター434xは、耐摩耗性を有するバネ荷重シーリング部材436xを削って、1以上のリング状のシーリング軌道又は溝440xを形成するため、外側ジェロータ14xの周囲及びハウジング12xのまわりに図（c）に示すようなラビリンス・シーリングを形成することができる。図29は、バネ438xを用いて負荷が掛けられた、耐摩耗性を有するシーリング部432xを示しているが、例えば気体や液体の圧力を利用するものなど他の適切な荷重機構を用いることも可能である。

【0125】

図30は、本発明の一実施形態に係る液体処理ジェロータ装置10yの横断面の一例を示している。液体処理ジェロータ装置10yは、液体、液体／気体混合体、及び／又は気体を処理する。ジェロータ装置は、実施形態又は用途に応じて、ポンプ、圧縮機、又は膨張機として機能する。

40

【0126】

ジェロータ装置10yは、ハウジング12yと、ハウジング12y内に配置された外側ジェロータ14yと、少なくとも部分的に外側ジェロータ14yによって形成された外側ジェロータ・チャンバ30yと、少なくとも部分的に外側ジェロータ・チャンバ30y内に配置された内側ジェロータ16yと、を有する。外側ジェロータ14yは、1以上のリング状ベアリング52yによってハウジング12yに回転可能に連結された第一のシャフ

50

ト 5 0 0 y に固定され、内側ジェロータ 1 6 y は、1 以上のリング状ベアリング 5 6 y によってハウジング 1 2 y に固定された又はハウジング 1 2 y と一体化された第二のシャフト 5 4 y に回転可能に連結された第二のシャフト 5 4 y に回転可能に連結される。外側ジェロータ 1 4 y は、第一の軸まわりに回転し、内側ジェロータ 1 6 y は、第一の軸からオフセットされた第二の軸まわりに回転する。ジェロータ装置 1 0 y がポンプとして機能するとき、動力は第一のシャフト 5 0 y を通じてジェロータ装置 1 0 y に伝達される。ジェロータ装置 1 0 y が膨張機として機能するとき、動力は第一のシャフト 5 0 y から出力される。

【0 1 2 7】

ハウジング 1 2 y は、少なくとも 1 つの流体取込口 4 2 y と少なくとも 1 つの流体排出口 4 4 y とを有する弁板 4 0 y を有する。流体取込口 4 2 y は、概して、流体を外側ジェロータ・チャンバ 3 0 y に入れる。同様に、流体排出口 4 4 y (及び、存在すれば、逆止め弁 2 3 0 y) は、概して、流体を外側ジェロータ・チャンバ 3 0 y の外に出す。流体取込口 4 2 y 及び流体排出口 4 4 y は、任意の適切な形状及びサイズでよい。装置 1 0 y が例えばウォーターポンプなどの液体ポンプとして用いられるときには、流体取込口 4 2 y の総面積を流体排出口 4 4 y の総面積とほぼ等しくし、装置 1 0 y が膨張機として機能するときには、流体取込口 4 2 y の総面積を流体排出口 4 4 y の総面積より小さくし、装置 1 0 y が圧縮機として機能するときには、流体取込口 4 2 y の総面積を流体排出口 4 4 y の総面積より大きくする。弁板 4 0 y が、図 3 2 の実施形態 (b) に関連して後述するような、概して流体を外側ジェロータ・チャンバ 3 0 y から排出させる、1 以上の逆止め弁 2 3 0 y を有してもよい。

【0 1 2 8】

ジェロータ装置 1 0 y は、例えば図 7 ~ 2 7 に示した様々なジェロータ装置に関連して既に説明したように、自律的に同期を取る。より具体的には、外側ジェロータ 1 4 y 及び／又は内側ジェロータ 1 6 y は、外側ジェロータ 1 4 y と内側ジェロータ 1 6 y との間の摩擦を低減し、よって外側ジェロータ 1 4 y と内側ジェロータ 1 6 y との相対的な回転を同期させる、1 以上の低摩擦領域 1 4 0 y を有する。既述のように、低摩擦領域 1 4 0 y は、内側ジェロータ 1 6 y 及び／又は外側ジェロータ 1 4 y の低摩擦領域 1 4 0 y だけが互いに接触するように、内側ジェロータ 1 6 y の外周面 1 3 2 y 及び／又は外側ジェロータ 1 4 y の内周面 1 3 0 y からわずかに突き出ている。よって、内側ジェロータ 1 6 y の残りの高摩擦領域 1 4 2 y と外側ジェロータ 1 4 y の残りの高摩擦領域 1 4 2 y との間には狭い隙間 1 4 4 y が存在する。また、内側ジェロータ 1 6 y と外側ジェロータ 1 4 y の間を潤滑するために、様々な潤滑剤流路に図示しない潤滑剤が流される。

【0 1 2 9】

既述のように、低摩擦領域 1 4 0 y は、例えば、ポリマー (フェノール樹脂、ナイロン (登録商標)、ポリテトラフルオロエチレン、アセチル、ポリイミド、ポリスルホン、ポリフェニレンスルフィド、超高分子量ポリエチレン)、黒鉛、又は、焼結含油青銅、である。外側ジェロータ・チャンバ 3 0 y 内を流れる流体が水である場合 (例えば、ジェロータ装置は、ウォーターポンプとして機能する場合)、低摩擦領域 1 4 0 y は、V E S C O N I T E から形成されてもよい。

【0 1 3 0】

図 3 1 A ~ 3 1 D は、本発明の様々な実施形態に係る液体処理ジェロータ装置 1 0 y を図 3 0 のライン J 及び K に沿って切った横断面の一例を示している。図 3 1 A に示すように、断面 J において、低摩擦領域 1 4 0 y は、内側ジェロータ 1 6 y の各先端 1 6 0 y であって、外側ジェロータ 1 4 y の内周面 1 3 0 y を形成している外側ジェロータ 1 4 y の内側の周囲に形成される。内側ジェロータ 1 6 y の残りの部分及び外側ジェロータ 1 4 y の残りの部分はいずれも高摩擦領域 1 4 2 y を含む。図 3 1 A に示すように、断面 K において、内側ジェロータ 1 6 y 及び外側ジェロータ 1 4 y のすべてが高摩擦領域 1 4 2 y であってもよい。ただし、図 3 0 に関連して既に説明したように、内側ジェロータ 1 6 y の高摩擦領域 1 4 2 y と外側ジェロータ 1 4 y の高摩擦領域 1 4 2 y との間には、狭い隙間

10

20

30

40

50

1 4 4 y が維持される。

【0 1 3 1】

図 3 1 B に示すように、断面 J において、低摩擦領域 1 4 0 y は、内側ジェロータ 1 6 y の各先端 1 6 0 y に形成される。外側ジェロータ 1 4 y は、外側ジェロータ 1 4 y の内周面 1 3 0 y の各先端 1 6 2 y 近くに低摩擦領域 1 4 0 y を有する。内側圧縮機ジェロータ 1 6 y と外側圧縮機ジェロータ 1 4 y の間の摩擦及び摩耗の大部分は内側圧縮機ジェロータ 1 6 y の先端 1 6 0 y 及び外側圧縮機ジェロータ 1 4 y の先端 1 6 2 y において発生するため、低摩擦領域 1 4 0 y をこれら先端 1 6 0 y 及び 1 6 2 y 近くの領域に限定することにより、低摩擦材料 1 3 4 y が比較的高価である場合にはコスト低減が実現されると共に、低摩擦領域 1 4 0 y が高摩擦領域 1 4 2 y よりも耐久性がない場合には構造上の完全性が向上する。図 3 1 B に示すように、断面 I において、内側ジェロータ 1 6 y 及び外側ジェロータ 1 4 y の全部は、高摩擦領域 1 4 2 y である。ここでも、上述のように、内側ジェロータ 1 6 y の高摩擦領域 1 4 2 y と外側ジェロータ 1 4 y の高摩擦領域 1 4 2 y との間には、狭い隙間 1 4 4 y が維持される。

【0 1 3 2】

図 3 1 C に示すように、断面 J において、内側ジェロータ 1 6 y の横断面はすべて低摩擦領域 1 4 0 y であり、外側ジェロータ 1 4 y の横断面はすべて高摩擦領域 1 4 2 k である。図 3 1 C に示すように、断面 K において、内側ジェロータ 1 6 k 及び外側ジェロータ 1 4 は、すべて高摩擦領域 1 4 2 y である。

【0 1 3 3】

図 3 1 D に示すように、断面 J において、内側ジェロータ 1 6 y 及び外側ジェロータ 1 4 y の横断面は、すべて低摩擦領域 1 4 0 k である。図 3 1 D に示すように、断面 K において、内側ジェロータ 1 6 y 及び外側ジェロータ 1 4 y は、すべて高摩擦領域 1 4 2 k である。

【0 1 3 4】

図 3 2 は、本発明の 2 つの異なる実施形態に係る、図 3 0 に示した液体処理ジェロータ装置 1 0 y の弁板 4 0 y の横断面の例を示している。実施形態 (a) において、排出弁板 4 0 y は、流体を外側ジェロータ・チャンバ 3 0 y に入れる流体取込口 4 2 y と、流体を外側ジェロータ・チャンバ 3 0 y から出す流体排出口 4 4 y と、を有する。液体などの非圧縮性流体に適しているこの実施形態において、流体取込口 4 2 y の面積は、流体排出口 4 4 y の面積とほぼ同一である。

【0 1 3 5】

実施形態 (b) において、排出弁板 4 0 y は、流体を外側ジェロータ・チャンバ 3 0 y に入れる流体取込口 4 2 y と、流体を外側ジェロータ・チャンバ 3 0 y から出す流体排出口 4 4 y と、同じく流体を外側ジェロータ・チャンバ 3 0 y から出す 1 以上の逆止め弁 2 3 0 y と、を有する。本実施形態において、流体取込口 4 2 y の面積は、流体排出口 4 4 y の面積と逆止め弁 2 3 0 y の面積の和とほぼ同一である。この実施形態は、液体と気体の混合体を加圧するポンプに適している。液体と気体の混合体が外側ジェロータ・チャンバ 3 0 y 内で圧縮されるとき、この液体と気体の混合体を排出するのに適した逆止め弁が開かれる。例えば、外側ジェロータ・チャンバ 3 0 y 内を流れて、そして出ていく流体が液体のみの場合、すべての逆止め弁 2 3 0 y を開く。外側ジェロータ・チャンバ 3 0 y 内を流れて、そして出ていく流体に気体が含まれている場合、一部の逆止め弁 2 3 0 y を開く。逆止め弁 2 3 0 y は、ゆっくり開閉することができる。これは、例えば水を作動流体とするエアコンなどの比較的低圧で作動する用途において、特に有用である。低圧においては、逆止め弁 2 3 0 f の質量を素早く動かすのに十分な力が得られない。

【0 1 3 6】

図 3 3 は、本発明の別の実施形態に係る液体処理ジェロータ装置 1 0 z の横断面の一例を示している。ジェロータ装置 1 0 z は、図 3 0 ~ 3 2 に示したジェロータ装置 1 0 y に類似している。但し、後に詳述するように、ジェロータ装置 1 0 z は、モータ 2 6 0 z 又は発電機 2 6 4 z を内蔵している点で異なる。液体処理ジェロータ装置 1 0 z は、液体、

液体と気体の混合体、及び／又は、気体进行处理する。ジェロータ装置 10 z は、実施形態又は用途に応じて、ポンプ、圧縮機、又は、膨張機として機能する。

【0137】

ジェロータ装置 10 z は、ハウジング 12 z と、ハウジング 12 z 内に配置された外側ジェロータ 14 z と、少なくとも部分的に外側ジェロータ 14 z によって形成された外側ジェロータ・チャンバ 30 z と、少なくとも部分的に外側ジェロータ・チャンバ 30 z 内に配置された内側ジェロータ 16 z とを有する。外側ジェロータ 14 z 及び内側ジェロータ 16 z は、ハウジング 12 z に固定された単一のシャフト 100 z にそれぞれ回転可能に連結される。より具体的には、外側ジェロータ 14 z は、シャフト 100 z のうち第一の軸を持つ第一の部分 102 z に回転可能に連結され、内側ジェロータ 16 z は、シャフト 100 z のうち第二の軸を持つ第二の部分 104 z に回転可能に連結される。外側ジェロータ 14 z は、第一の軸まわりに回転し、内側ジェロータ 16 z は、第二の軸まわりに回転する。第二の軸は、第一の軸からオフセットされている。

10

【0138】

ハウジング 12 z は、少なくとも 1 つの流体取込口 42 z と少なくとも 1 つの流体排出口 44 z とを有する弁板 40 z を有する。図 30 に示した弁板 40 y のように、流体取込口 42 z は、概して、流体を外側ジェロータ・チャンバ 30 z に入れ、流体排出口 44 z 及び／又は逆止め弁 230 z は、概して、流体を外側ジェロータ・チャンバ 30 z の外に出す。

【0139】

20

ジェロータ装置 10 z は、図 30～32 に示した様々なジェロータ装置 10 y と同じように、自律的に同期を取る。より具体的には、外側ジェロータ 14 z 及び／又は内側ジェロータ 16 z は、外側ジェロータ 14 z と内側ジェロータ 16 z との間の摩擦を低減し、よって外側ジェロータ 14 z と内側ジェロータ 16 z との相対的な回転を同期させる、1 以上の低摩擦領域 140 z を有する。また、内側ジェロータ 16 z と外側ジェロータ 14 z の間を潤滑するために、様々な潤滑剤流路に図示しない潤滑剤が流される。

【0140】

上述のように、ジェロータ装置 10 z は、モータ 260 z 又は発電機 264 z を内蔵している。図 33 に示すように、モータ 260 z 又は発電機 264 z は、ハウジング 12 z に連結されてもよく、或いは、一体化されてもよい。モータ 260 z を有する場合、モータ 260 z は、外側ジェロータ 14 z を駆動し、ひいては内側ジェロータ 16 z を駆動することによって、ジェロータ装置 10 z を駆動する。例えば、モータ 260 z は、外側ジェロータ 14 z に固定された又は一体化された 1 以上の磁気要素 262 z を駆動する。発電機 264 z を有する場合、外側ジェロータ 14 z の回転により、発電機 264 z に動力が供給され、電気が生成される。モータ 260 z 又は発電機 264 z は、任意の適切な種類のモータ又は発電機でよく、例えば、永久磁石モータ／発電機、切替型リラクタンス・モータ (SRM) ／発電機、インダクタンス・モータ／発電機、などである。

30

【0141】

図 34 は、本発明の別の実施形態に係る、モータ 260 A 又は発電機 264 A を内蔵したデュアルジェロータ装置 250 A の横断面の一例を示している。デュアルジェロータ装置 250 A は、図 33 に示したジェロータ装置 250 z と類似している。但し、デュアルジェロータ装置 250 A は、後述するように、単一のジェロータ装置ではなく、一对の正面吸排気ジェロータ装置を有する。

40

【0142】

図 34 に示すように、デュアルジェロータ装置 250 A は、ハウジング 12 A と、統合された一对のジェロータ装置とを有する。この統合された一对のジェロータ装置は、装置 250 A の第一の面 252 A 近くの第一のジェロータ装置 10 A と、装置 250 A において第一の面 252 A に略対向する第二の面 254 A 近くの第二のジェロータ装置 10 A ' とを有する。第一のジェロータ装置 10 A 及び第二のジェロータ装置 10 A ' は、実施形態や用途に応じて、双方が圧縮機であってもよく、或いは、双方が膨張機であってもよく

50

、或いは、一方が膨張機／他方が圧縮機であってもよい。

【0143】

ジェロータ装置10A及び10A'の各々は、図33に示し、説明したジェロータ装置10Zに大部分かなり類似している。ジェロータ装置10Aは、ハウジング12A内に配置された外側ジェロータ14Aと、少なくとも部分的に外側ジェロータ14Aによって形成された外側ジェロータ・チャンバ30Aと、少なくとも部分的に外側ジェロータ・チャンバ30A内に配置された内側ジェロータ16Aとを有する。同様に、ジェロータ装置10A'は、ハウジング12A内に配置された外側ジェロータ14A'と、少なくとも部分的に外側ジェロータ14A'によって形成された外側ジェロータ・チャンバ30A'と、少なくとも部分的に外側ジェロータ・チャンバ30A'内に配置された内側ジェロータ16A'とを有する。 10

【0144】

外側ジェロータ14A'は、ジェロータ装置10Aの外側ジェロータ14Aに固定されるか、又は、一体化される。外側ジェロータ14A及び14A'並びに内側ジェロータ16A及び16A'は、ハウジング12Aに固定された単一のシャフト100Aにそれぞれ回転可能に連結される。より具体的には、外側ジェロータ14A及び14A'は、シャフト100Aのうち第一の軸を持つ第一の部分102Aに回転可能に連結され、内側ジェロータ16A及び16A'は、シャフト100Aのうち第二の軸を持つ第二の部分104Aに回転可能に連結される。第二の軸は、第一の軸からオフセットされている。ハウジング12Aは、例えば図12～13を参照して説明したのと同様に、装置250Aの第一の面252A近くの第一の弁板40Aと、装置250Aの第二の面254A近くの第二の弁板40A'とを有する。第一の弁板40Aは、その作動により、第一のジェロータ装置10Aを通る流体の流れを制御する。第二の弁板40A'は、その作動により、第二のジェロータ装置10A'を通る流体の流れを制御する。また、ジェロータ装置10A及び10A'の各々は、既述の図33に示したジェロータ装置10Zに類似した、自律的に同期を取るジェロータ装置である。 20

【0145】

上述のように、ジェロータ装置10Aは、モータ260A又は発電機264Aを内蔵している。モータ260A又は発電機264Aは、ハウジング12Aに連結されてもされなくともよく、或いは、一体化されてもされなくともよい。モータ260Aを有する場合、モータ260Aは、外側ジェロータ14A及び14A'を駆動し、ひいては内側ジェロータ16A及び16A'を駆動することによって、ジェロータ装置10Aを駆動する。例えば、モータ260Aは、外側ジェロータ14A及び14A'に固定された又は一体化された1以上の磁気要素262Aを駆動する。発電機264Aを有する場合、外側ジェロータ14A及び14A'の回転により、発電機264Aに動力が供給され、電気が生成される。モータ260A又は発電機264Aは、任意の適切な種類のモータ又は発電機でよく、例えば、永久磁石モータ／発電機、切替型リラクタンス・モータ(SRM)／発電機、インダクタンス・モータ／発電機、などである。 30

【0146】

図35Aは、本発明の別の実施形態に係る、モータ260B又は発電機264Bを内蔵したデュアルジェロータ装置250Bの横断面の一例を示している。デュアルジェロータ装置250Bは、図34に示したジェロータ装置250Aに類似している。ただし、後に詳述するように、デュアルジェロータ装置250Bの外側ジェロータ14B及び14B'は、シャフト100に回転可能に連結されるのではなく、ハウジング12Bの内面に回転可能に連結される点異なる。 40

【0147】

図35Aに示すように、デュアルジェロータ装置250Bは、ハウジング12Bと、統合された一对のジェロータ装置とを有する。この統合された一对のジェロータ装置は、装置250Bの第一の面252B近くの第一のジェロータ装置10Bと、装置250Bにおいて第一の面252Bに略対向する第二の面254B近くの第二のジェロータ装置10B 50

’とを有する。第一のジェロータ装置10B及び第二のジェロータ装置10B’は、実施形態や用途に応じて、双方が圧縮機であってもよく、或いは、双方が膨張機であってもよく、或いは、一方が膨張機／他方が圧縮機であってもよい。

【0148】

ジェロータ装置10B及び10B’の各々は、図33に示し、説明したジェロータ装置10Zに大部分類似している。ジェロータ装置10Bは、ハウジング12B内に配置された外側ジェロータ14Bと、少なくとも部分的に外側ジェロータ14Bによって形成された外側ジェロータ・チャンバ30Bと、少なくとも部分的に外側ジェロータ・チャンバ30B内に配置された内側ジェロータ16Bとを有する。同様に、ジェロータ装置10B’は、ハウジング12B内に配置された外側ジェロータ14B’と、少なくとも部分的に外側ジェロータ14B’によって形成された外側ジェロータ・チャンバ30B’と、少なくとも部分的に外側ジェロータ・チャンバ30B’内に配置された内側ジェロータ16B’とを有する。

【0149】

内側ジェロータ16B及び16B’は、内側ジェロータ16B及び16B’が第一の軸まわりに回転するように、第一の軸を共有する一对のシャフト部102B及び104Bに回転可能に連結される。外側ジェロータ14B’は、ジェロータ装置10Bの外側ジェロータ14Bに固定されるか、又は、一体化される。外側ジェロータ14B及び14B’は、ハウジング12Bの内周面450Bに回転可能に連結され、第一の軸からオフセットされた第二の軸まわりに回転する。より具体的には、外側ジェロータ14B及び14B’の外周面452Bは、ハウジング12B内に回転すると共に、ハウジング12Bの内周面450Bと少なくとも部分的に接触する。よって、外側ジェロータ14B及び14B’の外周面452Bとハウジング12Bの内周面450Bとの間の摩擦及び摩耗を低減するために、外側ジェロータ14B及び14B’の外周面452Bの少なくとも一部分を低摩擦領域140Bとする。また、外側ジェロータ14B及び14B’は、図33に示したジェロータ装置10Zと同じように、自律的に、内側ジェロータ16B及び16B’との同期が取られる。よって、図35Aに示したように、外側ジェロータ14B及び14B’全体が低摩擦材料134Bから作られてもよい。

【0150】

ハウジング12Bは、例えば図12～13を参照して説明したのと同様に、装置250Bの第一の面252B近くの第一の弁板40Bと、装置250Bの第二の面254B近くの第二の弁板40B’とを有する。第一の弁板40Bは、その作動により、第一のジェロータ装置10Bを通る流体の流れを制御する。第二の弁板40B’は、その作動により、第二のジェロータ装置10B’を通る流体の流れを制御する。

【0151】

上述のように、ジェロータ装置10Bは、モータ260B又は発電機264Bを内蔵している。モータ260B又は発電機264Bは、ハウジング12Bに連結されてもされなくともよく、或いは、一体化されてもされなくともよい。モータ260Bを有する場合、モータ260Bは、外側ジェロータ14B及び14B’を駆動し、ひいては内側ジェロータ16B及び16B’を駆動することによって、ジェロータ装置10Bを駆動する。例えば、モータ260Bは、外側ジェロータ14B及び14B’に固定された又は一体化された1以上の磁気要素262Bを駆動する。本実施形態において、1以上の磁気要素262Bは、外側ジェロータ14B及び14B’に連結されるか、又は、一体化される。磁気要素262Bの表面と内側ジェロータ16B及び16B’との間の摩擦及び摩耗を低減するために、磁気要素262Bは、低摩擦材料134Bから作られる。

【0152】

発電機264Bを有する場合、外側ジェロータ14B及び14B’の回転により、発電機264Bに動力が供給され、電気が生成される。モータ260B又は発電機264Bは、任意の適切な種類のモータ又は発電機でよく、例えば、永久磁石モータ／発電機、切替型リラクタンس・モータ（SRM）／発電機、インダクタンс・モータ／発電機、などで

ある。

【0153】

図35Bは、本発明の別の実施形態に係る、モータ260C又は発電機264Cを内蔵したデュアルジェロータ装置250Cの横断面の一例を示している。デュアルジェロータ装置250Cは、図35Aに示したジェロータ装置250Cに類似している。ただし、後に詳述するように、デュアルジェロータ装置250Cの外側ジェロータ14C及び14C'は、外側ジェロータ14C及び14C'の低摩擦領域140とハウジング12Cの内面との間の直接的な接触ではなく、ベアリングによってハウジング12Cの内面に回転可能に連結されている点異なる。

【0154】

図35Bに示すように、デュアルジェロータ装置250Cは、ハウジング12Cと、統合された一对のジェロータ装置とを有する。この統合された一对のジェロータ装置は、装置250Cの第一の面252C近くの第一のジェロータ装置10Cと、装置250Cにおいて第一の面252Cに略対向する第二の面254C近くの第二のジェロータ装置10C'とを有する。第一のジェロータ装置10C及び第二のジェロータ装置10C'は、実施形態や用途に応じて、双方が圧縮機であってもよく、或いは、双方が膨張機であってもよく、或いは、一方が膨張機／他方が圧縮機であってもよい。

【0155】

ジェロータ装置10C及び10C'は、図35Aに示したジェロータ装置10B及び10B'に大部分類似している。ジェロータ装置10Cは、ハウジング12C内に配置された外側ジェロータ14Cと、少なくとも部分的に外側ジェロータ14Cによって形成された外側ジェロータ・チャンバ30Cと、少なくとも部分的に外側ジェロータ・チャンバ30C内に配置された内側ジェロータ16Cとを有する。同様に、ジェロータ装置10C'は、ハウジング12C内に配置された外側ジェロータ14C'と、少なくとも部分的に外側ジェロータ14C'によって形成された外側ジェロータ・チャンバ30C'と、少なくとも部分的に外側ジェロータ・チャンバ30C'内に配置された内側ジェロータ16C'とを有する。

【0156】

内側ジェロータ16C及び16C'は、内側ジェロータ16C及び16C'が第一の軸まわりに回転するように、第一の軸を共有する一对のシャフト部102C及び104Cに回転可能に連結される。外側ジェロータ14C'は、ジェロータ装置10Cの外側ジェロータ14Cに固定されるか、又は、一体化される。外側ジェロータ14C及び14C'は、1以上のリング状ベアリング52Cによってハウジング12Cに回転可能に連結され、第一の軸からオフセットされた第二の軸まわりに回転する。

【0157】

外側ジェロータ14C及び14C'は、図33に示したジェロータ装置10zと同じように、自律的に、内側ジェロータ16C及び16C'との同期が取られるようにしてもよい。よって、図35Aを簡略化するために図示を省略するが、同期を取りやすくするために、外側ジェロータ14C及び14C'及び／又は内側ジェロータ16C及び16C'が低摩擦領域140Cを含むようにしてもよい。

【0158】

上述のように、ジェロータ装置10Cは、モータ260C又は発電機264Cを内蔵している。モータ260C又は発電機264Cは、ハウジング12Cに連結されてもされなくともよく、或いは、一体化されてもされなくともよい。モータ260Cを有する場合、モータ260Cは、外側ジェロータ14C及び14C'を駆動し、ひいては内側ジェロータ16C及び16C'を駆動することによって、ジェロータ装置10Cを駆動する。例えば、モータ260Cは、外側ジェロータ14C及び14C'に固定された又は一体化された1以上の磁気要素262Cを駆動する。本実施形態において、1以上の磁気要素262Cは、外側ジェロータ14C及び14C'に連結されるか、又は、一体化される。発電機264Cを有する場合、外側ジェロータ14C及び14C'の回転により、発電機264

10

20

30

40

50

Cに動力が供給され、電気が生成される。モータ260C又は発電機264Cは、任意の適切な種類のモータ又は発電機でよく、例えば、永久磁石モータ／発電機、切替型リラクタンス・モータ（SRM）／発電機、インダクタンス・モータ／発電機、などである。

【0159】

図36～37は、本発明の別の実施形態に係るデュアルジェロータ装置250D及び250Eの横断面の一例を示している。デュアルジェロータ装置250D／250Eは、図35Aに示したデュアルジェロータ装置250Bに類似している。但し、デュアルジェロータ装置250D／250Eは、後に詳述するように、モータではなく、連結装置272D／272Eによってデュアルジェロータ装置250D／250Eの外側ジェロータ14D／14E及び14D'／14E'に連結された、回転可能なシャフト270D／270Eから動力の供給を受ける点で異なる。 10

【0160】

図36～37に示すように、デュアルジェロータ装置250D／250Eは、ハウジング12D／12Eと、統合された一对のジェロータ装置とを有する。この統合された一对のジェロータ装置は、第一のジェロータ装置10D／10Eと、第二のジェロータ装置10D'／10E'と、を有する。第一のジェロータ装置10D／10E及び第二のジェロータ装置10D'／10E'は、実施形態や用途に応じて、双方が圧縮機であってもよく、或いは、双方が膨張機であってもよく、或いは、一方が膨張機／他方が圧縮機であってもよい。

【0161】

ジェロータ装置10D／10E及び10D'／10E'は、図35Aに示したジェロータ装置10B及び10B'に大部分類似している。ジェロータ装置10D／10Eは、外側ジェロータ14D／14Eと、内側ジェロータ16D／16Eと、を有し、ジェロータ装置10D'／10E'は、外側ジェロータ14D'／14E'と、内側ジェロータ16D'／16E'とを有する。内側ジェロータ16D／16E及び16D'／16E'は、第一の軸を共有する一对のシャフト部102D／102E及び104D／104Eに回転可能に連結される。外側ジェロータ14D'／14E'は、ジェロータ装置10D／10Eの外側ジェロータ14Dに固定されるか、又は、一体化される。図35Aに示した外側ジェロータ14B及び14B'のように、図36～37に示した外側ジェロータ14D／14E及び14D'／14E'は、ハウジング12D／12Eの内周面450D／450Eに回転可能に連結される。よって、外側ジェロータ14D／14E及び14D'／14E'の外周面452D／452Eとハウジング12D／12Eの内周面450D／450Eとの間の摩擦及び摩耗を低減するために、外側ジェロータ14D／14E及び14D'／14E'の少なくとも一部分を低摩擦領域140D／140Eとする。また、外側ジェロータ14D／14E及び14D'／14E'は、図33に示したジェロータ装置10Zと同じように、自律的に、内側ジェロータ16D／16E及び16D'／16E'との同期が取られる。よって、図36～37に示したように、外側ジェロータ14D／14E及び14D'／14E'全体が低摩擦材料134D／134Eから作られてもよい。 30

【0162】

デュアルジェロータ装置250D／250Eは、例えば図20～21を参照して既述したもののよう、デュアルジェロータ装置250D／250Eの外側ジェロータ14D／14E及び14D'／14E'に連結された、回転可能なシャフト270D／270Eによって動力が供給される。図36に示すように、回転可能なシャフト270Dは、外側ジェロータ14D及び14D'が回転するとシャフト270Dが回転し、シャフト270Dが回転すると外側ジェロータ14D及び14D'が回転するように、連結システム272Dによって外側ジェロータ14D及び14D'に固定されるか、又は、一体化される。連結システム272Dは、外側ジェロータ14D及び14D'に固定された第一のギア274Dを有する。第一のギア274Dは、回転可能な駆動シャフト270Dに固定された第二のギア276Dと相互作用する。図37に示すように、連結システム272Eは、外側ジェロータ14E及び14E'固定された第一のカプラ360Eを有する。第一のカプラ 40 50

360Eは、回転可能な駆動シャフト270Eに固定された第二のカプラ362Eと相互作用する。第一のカプラ360Eと第二のカプラ362Eとは、外側ジェロータ14E及び14E'が回転すると、駆動シャフト270Eが回転し、駆動シャフト270Eが回転すると、外側ジェロータ14E及び14E'が回転するように、例えばチェーンやベルトなどのような可撓性を有する連結装置364Eによって連結される。

【0163】

図38は、本発明の一実施形態に係る正面吸排気エンジン・システム300Fの横断面の一例を示している。エンジン・システム300Fは、ハウジング12Fと、圧縮機ジェロータ装置10Fと、膨張機ジェロータ装置10F'とを有する。圧縮機ジェロータ装置10Fは、ハウジング12F内に配置された外側圧縮機ジェロータ14Fと、少なくとも部分的に外側圧縮機ジェロータ14Fによって形成された外側圧縮機ジェロータ・チャンバ30Fと、少なくとも部分的に外側圧縮機ジェロータ・チャンバ30F内に配置された内側圧縮機ジェロータ16Fと、を有する。同様に、膨張機ジェロータ装置10Fは、ハウジング12F内に配置された外側膨張機ジェロータ14F'と、少なくとも部分的に外側膨張機ジェロータ14F'によって形成された外側膨張機ジェロータ・チャンバ30F'内に配置された内側膨張機ジェロータ16F'とを有する。

10

【0164】

外側圧縮機ジェロータ14Fは、外側膨張機ジェロータ14F'に固定されるか、又は、一体化される。同様に、内側圧縮機ジェロータ16Fは、内側膨張機ジェロータ16F'に固定されるか、又は、一体化される。内側圧縮機ジェロータ16F及び内側膨張機ジェロータ16F'は、円筒形部材278Fに固定される。円筒形部材278Fは、1以上のリング状ベアリング52Fによって、ハウジング12Fに固定されたシャフト50Fへ、回転可能に連結される。外側圧縮機ジェロータ14F及び外側膨張機ジェロータ14F'は、円筒形部材279Fに固定される。円筒形部材279Fは、1以上のリング状ベアリング56Fによって、ハウジング12Fの円筒形部分330Fへ、回転可能に連結される。

20

【0165】

エンジン・システム300Fは、システム300Fの第一の正面252F及び第二の正面254Fを通じて、吸排気する。

30

【0166】

ハウジング12Fは、システム300Fの第一の正面252F近くに圧縮機弁部分40Fを有すると共に、システム300Fの第二の正面254F近くに膨張機弁板40F'を有する。圧縮機弁部分40Fは、圧縮機ジェロータ装置10Fを通る流体の流れを制御し、膨張機弁板40F'は、膨張機ジェロータ装置10F'を通る流体の流れを制御する。

【0167】

圧縮機弁部分40Fは、流体を外側圧縮機ジェロータ・チャンバ30Fに入れる、少なくとも1つの圧縮機流体取込口42Fと、流体を外側圧縮機ジェロータ・チャンバ30Fから出す、少なくとも1つの圧縮機流体排出口44Fと、を有する。ハウジング12Fは、圧縮機排出案内内部460F及び462Fを有する。圧縮機排出案内内部460F及び462Fは、矢印470Fで示すように、流体（例えば、圧縮気体）を外側圧縮機ジェロータ・チャンバ30Fから排出させる流路464F及び466Fを形成する。膨張機弁部分40F'は、流体を外側膨張機ジェロータ・チャンバ30F'に入れる、少なくとも1つの膨張機流体取込口42F'と、流体を外側膨張機ジェロータ・チャンバ30F'から出す、少なくとも1つの膨張機流体排出口44F'と、を有する。

40

【0168】

図38に示したエンジン・システム300Fの圧縮機ジェロータ装置10F及び／又は膨張機ジェロータ装置10F'は、本明細書において既に説明したように、自律的に同期を取る。エンジン・システム300Fの圧縮機ジェロータ装置10Fは、例えば図14～26に記載したような、圧縮機ジェロータ装置10Fと膨張機ジェロータ装置10F'の

50

双方に対して同期機能を実行する、1以上の低摩擦領域140Fを有する。他の実施態様として、エンジン・システム300Fは、例えば図1～6に示したような同期システム18Fを有するものとしてもよい。また、便宜上図示はしていないが、潤滑剤流路を通じて、外側圧縮機ジェロータ14Fと内側圧縮機ジェロータ16Fとの間が潤滑剤により潤滑される。

【0169】

エンジン・システム300Fは、図20～21を参照して既に説明したように、外側ジェロータ14F及び14F'に連結された、回転可能なシャフト270Fに動力を供給する。図38に示すように、回転可能シャフト270Fは、外側ジェロータ14F及び14F'が回転するとシャフト270Fが回転し、シャフト270Fが回転すると外側ジェロータ14F及び14F'が回転するように、連結システム272Fによって、外側ジェロータ14F及び14F'に連結される。連結システム272Fは、円筒形部材279Fに固定された第一のギア274Fを有する。第一のギア274Fは、回転可能な駆動シャフト270Fに固定された第二のギア276Fと相互作用する。駆動シャフト270Fは、1以上のリング状ベアリング474Fによって、ハウジング12Fに回転可能に連結される。あるいは、連結システム272Fは、例えばベルトやチェーンなどの可撓性を有する連結装置を有するものとしてもよい。

10

【0170】

本実施形態において、ベアリング52F、56F、及び474Fなどのエンジン・システム300Fに含まれるベアリングのすべては、圧縮機ジェロータ装置10Fの近くに配置されるか、又は、膨張機ジェロータ装置10F'から離される。このような配置は有益である。なぜなら、圧縮機ジェロータ装置10Fは、通常、膨張機ジェロータ装置10F'よりも温度が低いため、ベアリング52F、56F、及び474Fを熱による影響から保護することができるからである。

20

【0171】

図39は、本発明の一実施形態に係るエンジン・システム300Fを、図38のラインS、T、及びUに沿って切った各断面S、T、及びUの一例を示している。

【0172】

図Sは、膨張機弁板40F'の横断面図である。膨張機弁板40F'は、流体を外側膨張機ジェロータ・チャンバ30F'に入れる膨張機流体取入口42F'と、流体を外側膨張機ジェロータ・チャンバ30F'から出す膨張機流体排出口44F'とを有する。

30

【0173】

図Tは、膨張機ジェロータ装置10F'の横断面図であり、外側膨張機ジェロータ14F'と、内側膨張機ジェロータ16F'と、外側膨張機ジェロータ・チャンバ30F'とを示している。

【0174】

図Uは、ハウジング12Fをその一部分480Fで切った横断面図であり、シャフト50Fと、内側ジェロータ16F及び16F'に固定された円筒形部材278Fとを示している。

【0175】

図40は、本発明の一実施形態に係るエンジン・システム300Fを、図38に示したラインV、W、及びXに沿って切った各断面V、W、及びXの一例を示している。

40

【0176】

図Vは、圧縮機ジェロータ装置10Fの横断面図であり、外側圧縮機ジェロータ14Fと、内側圧縮機ジェロータ16Fと、外側圧縮機ジェロータ・チャンバ30Fとを示している。内側圧縮機ジェロータ16Fは、各先端160Fに、低摩擦領域140Fを有し、外側圧縮機ジェロータ14Fは、外側圧縮機ジェロータ・チャンバ30Fの近くに低摩擦領域140Fを有する。

【0177】

図Wは、ハウジング12Fの外側案内内部460Fで切った横断面図であり、圧縮機流体

50

取込口 4 2 F と、圧縮機流体排出口 4 4 F とを示している。図 W に示すように、圧縮機流体取込口 4 2 F の断面積は、圧縮機流体排出口 4 4 F の断面積より大きい。

【0178】

図 X は、ハウジング 1 2 F の外側案内部分 4 6 0 F 及びこの外側案内部分 4 6 0 F によって形成された流路 4 6 4 F で切った横断面図である。図 X は、圧縮機流体取込口 4 2 F、圧縮機流体排出口 4 4 F、及び、流路 4 6 4 F を示している。上述のように、圧縮機流体排出口 4 4 F 及び流路 4 6 4 F は、圧縮機装置 1 0 F から圧縮流体（例えば、高圧気体）を排出させる。

【0179】

図 4 1 は、本発明の一実施形態に係るエンジン・システム 3 0 0 F を、図 3 8 に示したライン Y 及び Z に沿って切った各横断面の一例 Y 及び Z を示している。 10

【0180】

図 Y は、外側ジェロータ 1 4 F 及び 1 4 F ' を円筒形部材 2 7 9 F （図 3 8 も参照のこと）に連結するスポークハブ部材 4 9 0 F の横断面図である。既述のように、円筒形部材 2 7 9 F は、ハウジング 1 2 F のうち、流路 4 6 6 F を形成する案内部分 4 6 2 F のまわりを回転する。スポークハブ部材 4 9 0 F のスポークハブ状横断面により、流体は、圧縮機流体取込口 4 2 F を通って、圧縮機装置 1 0 F に入る。

【0181】

図 Z は、ハウジング 1 2 F の横断面図であり、圧縮機流体取込口 4 2 F、円筒形部材 2 7 9 F、ハウジング 1 2 F の案内部分 4 6 2 F、流路 4 6 6 F、連結システム 2 7 2 F の第一のギア 2 7 4 F 及び第二のギア 2 7 6 F、及び、回転可能な駆動シャフト 2 7 0 F、を示している。 20

【0182】

図 4 2 は、本発明の一実施形態に係る、同期システム 1 8 G を備えたジェロータ装置 1 0 G の横断面の一例を示している。ジェロータ装置 1 0 G は、外側ジェロータ 1 4 G と、少なくとも部分的に外側ジェロータ 1 4 G によって形成された外側ジェロータ・チャンバ 3 0 G と、少なくとも部分的に外側ジェロータ・チャンバ 3 0 G 内に配置された内側ジェロータ 1 6 G と、を有する。内側ジェロータ 1 6 G は、内側ジェロータ 1 6 G が第一の軸まわりに回転するように、ハウジング 1 2 G に回転可能に連結された第一のシャフト 5 0 G に固定される。外側ジェロータ 1 4 G は、内側ジェロータ 1 6 G が第一の軸からオフセットされた第二の軸（ここでは紙面に垂直な方向）まわりに回転するように、ハウジング 1 2 G に回転可能に連結された第二のシャフト 5 4 G に固定される。 30

【0183】

同期システム 1 8 G は、内側ジェロータ 1 6 G 及び外側ジェロータ 1 4 G に連結、又は、一体化される。同期システム 1 8 G は、外側ジェロータ 1 4 G に形成された位置合わせガイド又は軌道 5 0 0 G と、内側ジェロータ 1 6 G に固定された又は一体化された同期ディスク 5 0 3 G に形成された 1 以上のソケット 5 0 2 G と、を有する。ソケット 5 0 2 G は、内側ジェロータ 1 6 G の外周面より外側に配置される。ソケット 5 0 2 G 内には、ソケット 5 0 2 G が位置合わせ軌道 5 0 0 G に沿って移動するように、1 つ以上の球状転動体 5 0 4 G がソケット取付される。これにより、内側ジェロータ 1 6 G と外側ジェロータ 1 4 G と、の相対的な回転が同期する。転動体 5 0 4 G が十分に潤滑されていれば、転動体 5 0 4 G は、ソケット 5 0 2 G 及び位置合わせ軌道 5 0 0 G 内で、摺動せずに回転するため、摩擦及び摩擦が低減される。転動体 5 0 4 G は、位置合わせ軌道 5 0 0 G に沿って移動するとき、常に加速及び減速されているため、転動体 5 0 4 G を合理的に可能な限り軽量化することによって、摺動を低減させ、回転を促進させることができる。転動体 5 0 4 G は、例えば、セラミック球体、又は、中空の金属球体、などである。 40

【0184】

他の実施態様として、同期システム 1 8 G は、転動体 5 0 4 G の代わりに、内側ジェロータ 1 6 G に固定された他の種類の位置合わせ部材（例えば、ノブ（k n o b）、ローラー、又は、位置決め用杭、など）を有するものとしてもよい。このような位置合わせ部材 50

は、転動体 504 G と同様に、外側ジェロータ 14 G に形成された位置合わせ軌道 500 G 内を移動して、内側ジェロータ 16 G と外側ジェロータ 14 G との相対的な回転を同期させる。また、他の実施形態として、ソケット 502 G は、外側ジェロータ 14 G に形成され、位置合わせ軌道 500 G は、内側ジェロータ 16 G に固定又は一体化された同期ディスク 503 G に形成されてもよい。

【0185】

図 43 は、ジェロータ装置 10 G を、図 42 に示したライン A A で切った横断面図である。より具体的には、図 43 は、外側ジェロータ 14 G と、内側ジェロータ 16 G と、外側ジェロータ・チャンバ 30 G と、外側ジェロータ 14 G に形成された位置合わせ軌道 500 G と、ソケット 502 G (図 42 参照) 内に取り付けられ、位置合わせ軌道 500 G に沿って移動する複数の転動体 504 G と、を示している。 10

【0186】

位置合わせ軌道 500 G の形状は、ここに参考文献として組み込まれる、上述の米国特許出願シリアルナンバー：10/359,487 の図 88~91 中の任意の 1 以上の形状と同じように形成されてもよい。位置合わせ軌道 500 G は、外側ジェロータ・チャンバ 30 G によって形成された先端 162 G の数に対応した複数の先端 506 G を有する。したがって、本実施形態において、位置合わせ軌道 500 G は、外側ジェロータ・チャンバ 30 G の 6 つの先端 162 G に対応した 6 つの先端 506 G を有する。同期システム 18 G は、内側ジェロータ 16 G によって形成された先端 160 G の数に対応した複数の転動体 504 G を有する。したがって、本実施形態において、同期システム 18 G は、内側ジェロータ 16 G の 5 つの先端 160 G に対応した 5 つの転動体 504 G を有する。 20

【0187】

図 44 は、本発明の一実施形態に係る、同期システム 18 H を備えたジェロータ装置 10 H の横断面の一例を示している。ジェロータ装置 10 H は、外側ジェロータ 14 H と、少なくとも部分的に外側ジェロータ 14 H によって形成された外側ジェロータ・チャンバ 30 H と、少なくとも部分的に外側ジェロータ・チャンバ 30 H 内に配置された内側ジェロータ 16 H と、を有する。内側ジェロータ 16 H は、内側ジェロータ 16 H が第一の軸まわりに回転するように、ハウジング 12 H に回転可能に連結された第一のシャフト 50 H に固定される。外側ジェロータ 14 H は、内側ジェロータ 16 H が第一の軸からオフセットされた第二の軸（ここでは紙面に垂直な方向）まわりに回転するように、ハウジング 12 H に回転可能に連結された第二のシャフト 54 H に固定される。 30

【0188】

同期システム 18 H は、内側ジェロータ 16 H 及び外側ジェロータ 14 H に連結されるか、又は、一体化される。同期システム 18 H は、外側ジェロータ 14 H に形成された外側ジェロータ位置合わせガイド又は軌道 500 H と、内側ジェロータ 16 H 自体の中に形成された 1 以上のソケット 502 H と、を有する。

【0189】

ソケット 502 H 内には、ソケット 502 H が位置合わせ軌道 500 H に沿って移動するように、1 つ以上の転動体 504 H がソケット取付される。これにより、内側ジェロータ 16 H と外側ジェロータ 14 H と、の相対的な回転が同期する。転動体 504 H が十分に潤滑されていれば、転動体 504 H は、ソケット 502 H 及び位置合わせ軌道 500 H 内で、摺動せずに回転するため、摩擦及び摩耗が低減される。転動体 504 H は、位置合わせ軌道 500 H に沿って移動するとき、常に加速及び減速されているため、転動体 504 H を合理的に可能な限り軽量化することによって、摺動を低減させ、回転を促進させることができる。転動体 504 H は、例えば、セラミック球体、又は、中空の金属球体、などである。 40

【0190】

他の実施態様として、同期システム 18 H は、転動体 504 H の代わりに、内側ジェロータ 16 H に固定された他の種類の位置合わせ部材（例えば、ノブ (knob)、ローラー、又は、位置決め用杭、など）を有するものとしてもよい。このような位置合わせ部材 50

は、転動体 504H と同様に、外側ジェロータ 14H に形成された位置合わせ軌道 500H 内を移動して、内側ジェロータ 16H と外側ジェロータ 14H との相対的な回転を同期させる。また、他の実施形態として、ソケット 502H は外側ジェロータ 14H に形成され、位置合わせ軌道 500H は内側ジェロータ 16H に形成されてもよい。

【0191】

図 45 は、ジェロータ装置 10H を、図 44 に示したライン BB で切った横断面図である。より具体的には、図 45 は、外側ジェロータ 14H と、内側ジェロータ 16H と、外側ジェロータ・チャンバ 30H と、外側ジェロータ 14H に形成された位置合わせ軌道 500H と、ソケット 502H (図 44 参照) 内に取り付けられ、位置合わせ軌道 500H に沿って移動する複数の転動体 504H と、を示している。

10

【0192】

位置合わせ軌道 500H の形状は、ここに参考文献として組み込まれる、上述の米国特許出願シリアルナンバー：10/359,487 の図 88～91 中の任意の 1 以上の形状と同じように形成されてもよい。位置合わせ軌道 500H は、外側ジェロータ・チャンバ 30H によって形成された先端 162H の数に対応した複数の先端 506H を有する。したがって、本実施形態において、位置合わせ軌道 500H は、外側ジェロータ・チャンバ 30H の 6 つの先端 162H に対応した 6 つの先端 506H を有する。同期システム 18H は、内側ジェロータ 16H によって形成された先端 160H の数に対応した複数の転動体 504H を有する。したがって、本実施形態において、同期システム 18H は、内側ジェロータ 16H の 5 つの先端 160H に対応した 5 つの転動体 504H を有する。

20

【0193】

上述の内側ジェロータ及び外側ジェロータは、概して、ハイポサイクロイド又はエピサイクロイドに基づいている。これら幾何学的形状は、大きな円の内側又は外側に小さい円を転がすことによって、決定される。ここで、大きい円の直径は、小さい円の直径の整数倍である。

【0194】

【数 2】

30

$$D_L = aD_s \quad (a \text{ は整数})$$

ハイポサイクロイド及びエピサイクロイドでは、小さい方の円の外径上に基準点が置かれる。

【0195】

【数 3】

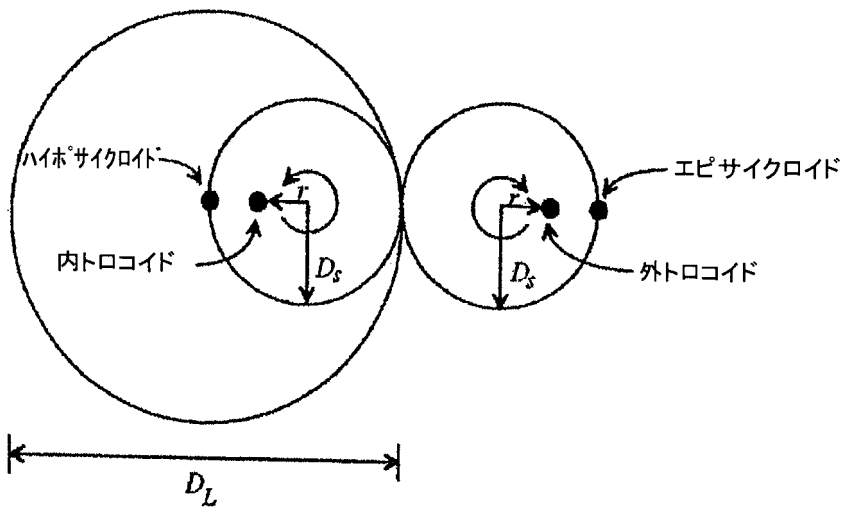
$$r = D_s$$

40

この基準点は、小さい円が大きい方の円の内側を回転するとき、ハイポサイクロイド形状を描き、小さい円が大きい方の円の外側を回転するとき、エピサイクロイド形状を描く。

【0196】

【数 4】



10

ハイポサイクロイド及びエピサイクロイドは、それぞれ、一般的な内トロコイド及び外
トロコイドの特殊ケースである。一般的なケースでは、基準点は、任意の半径距離に置か
れる。流体を処理する場合、基準点は、より小さい円：

20

【0197】

【数 5】

$$r=D_s$$

30

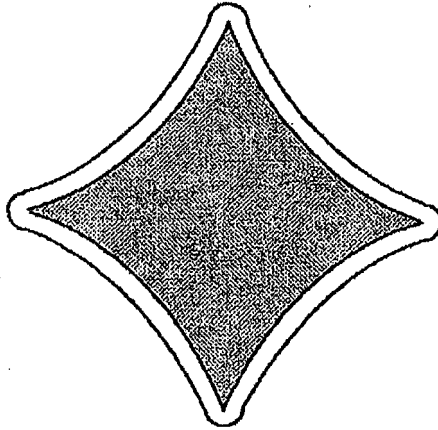
内の半径距離に置かれる。

【0198】

内トロコイド及び外トロコイド（並びに、特殊ケースであるハイポサイクロイド及びエ
ピサイクロイド）は、比較的とがった、機械的にはもろい、複数の先端を有する。これら
複数の先端を補強するために、下記の例に示すようなオフセットが追加される。

【0199】

【数 6】



10

20

定義済みのジオメトリ（例えば、ハイポサイクロイド、エピサイクロイド、内トロコイド、外トロコイド、など）を持つ内側ジェロータにとって、外部共役（outer conjugate）は外側ジェロータのジオメトリである。概念上、外部共役は、トレイル盛りの砂に嵌め込まれた内側ジェロータを想像することによって求められる。内側ジェロータと砂のトレイルの各々は、それぞれの中心まわりに回転する。相対的な回転速度は、内歯及び外歯の相対的な数によって決定される。外部共役は、押しのけられずに残った砂の形状である。外部共役は、名前が付けられた定義済みの形状（例えば、ハイポサイクロイド、エピサイクロイド、内トロコイド、外トロコイド、など）である場合もあれば、名前

30

【0200】

定義済みのジオメトリ（例えば、ハイポサイクロイド、エピサイクロイド、内トロコイド、外トロコイド、など）を持つ外側ジェロータにとって、内部共役（inner conjugate）は内側ジェロータのジオメトリである。概念上、内部共役は、トレイル盛りの砂に嵌め込まれた外側ジェロータを想像することによって求められる。外側ジェロータと砂のトレイルの各々は、それぞれの中心まわりに回転する。相対的な回転速度は、内歯及び外歯の相対的な数によって決定される。内部共役は、押しのけられずに残った砂の形状である。内部共役は、名前が付けられた定義済みの形状（例えば、ハイポサイクロイド、エピサイクロイド、内トロコイド、外トロコイド、など）である場合もあれば、名前

40

【0201】

下記の表は、内側ジェロータ及び外部ジェロータのジオメトリの組み合わせを示している。

【0202】

【表 1】

組み合わせ	内側ジェロータ	外側ジェロータ	可能か？
A	ハイポサイクロイド	ハイポサイクロイド	yes
B	エピサイクロイド	エピサイクロイド	yes
C	ハイポサイクロイド	エピサイクロイド	yes
D	エピサイクロイド	ハイポサイクロイド	no
E	内トロコイド	共役	yes
F	共役	内トロコイド	yes
G	外トロコイド	共役	yes
H	共役	外トロコイド	yes

10

ここに参考文献として組み込まれる下記の文献は、ハイポサイクロイド、エピサイクロイド、内トロコイド、外トロコイド、及び、オフセット有り／無しの共役、のジオメトリを定義する方法について詳述している：

Jaroslav Stryczek, 「Hydraulic Machines with Cycloidal Gearing」, Archiwum Budowy Maszyn (Archive of Mechanical Engineering), Vol. 43, No. 1, 29～72頁、1996年；

20

J. B. Shung 及び G. R. Pennock, 「Geometry for Trochoidal-Type Machines with Conjugate Envelopes, Mechanisms and Machine Theory」, Vol. 29, No. 1, 25～42頁、1994年。

【0203】

図46～49は、上記表の組み合わせEに基づいた、本発明の一実施形態に係るジェロータ装置810aと、内トロコイド・内側ジェロータ816aと、共役・外側ジェロータ814aと、を示している。ジェロータ装置810aはいずれも圧縮機又は膨張機として機能し得るが、図示した実施形態では圧縮機であるものとしている。組み合わせEに係るジェロータの利点は、他の多くの代替例と比較して、非常に大きい容積を有する点である。図46～49に図示した例において、外側ジェロータ814aは、ハウジング812a内に配置される。外側ジェロータ814aは、例えばシャフト801と適切なベアリング802とを用いるなどの任意の適切な手法を用いて、ハウジング812aに対して回転可能とされる。図47に最も良く図示されているように、外側ジェロータ814aは、先端（「ローブ（lobe）」とも呼ばれる）を1つ有する。しかしながら、外側ジェロータ814aの先端の数は、任意の適切な数でよい。外側ジェロータ814aは、外側ジェロータ814aの内周面によって形成された内部チャンバ830aへ至る取込ポート820aを有する。

30

【0204】

図48に最も良く図示されているように、ハウジング812aは、任意の適切なサイズ、形状、及び方向を持った、複数の開口部842aを有する。図示した実施形態において、開口部842aは、垂直な溝である。後に詳述するように、開口部842aにより、気体又は蒸気が外側ジェロータ814aの内部チャンバ830aに入る。

40

【0205】

内側ジェロータ816aは、内部チャンバ830a内に配置され、任意の適切な方法でハウジング812aの第一端815aに回転可能に連結される。図示した実施形態において、内側ジェロータ816aは、ベアリング803を用いて、排出管817aに回転可能に連結される。図47に最も良く図示されているように、内側ジェロータ816aは、2つの先端（すなわち「ローブ」）819aを有する。しかしながら、内側ジェロータ816aの先端の数は、任意の適切な数でよい。また、内側ジェロータ816aの構成も、任

50

意の適切なものでよい。図示した実施形態において、内側ジェロータ 816a の外周面は、内トロコイドによって定義される。また、内側ジェロータ 816a は、一対の流路 821a を有する。これら一対の流路 821a の各々は、内側ジェロータ 816a が回転している間、いろいろな時に、排出管 817a と連通する。流路 821a のサイズ及び形状は、適切なものである限り、任意でよい。

【0206】

主として図 47 を参照すると、一実施形態の作動中、内側ジェロータ 816a 及び外側ジェロータ 814a は時計回りに回転しているが、外側ジェロータ 814a の方がより速く回転している（本実施形態では二倍の速度で）。内側ジェロータ 816a 上の白い点は、回転している間の内側ジェロータ 816a の向きを示すための、単なる参照のための点に過ぎず、それ以外には何らの機能も持っていない。気体又は蒸気は、外側ジェロータ 814a に設けられた取込ポート 820a を通って入る。特定の回転位置（位置 3 及び 7）において、取り込まれた体積が最大となる。回転は継続されるため、取り込まれた体積は圧縮される。最終的に、圧縮された気体は、内側ジェロータ 816a 上の流路 821a の 1 つを下って、排出管 817a に入り、排出される。内部チャンバ 830a の一部が大きくなり、より多くの空気を集めている間、内側ジェロータ 816a 上の流路 821a のうちの 1 つが遮断されるため、当該一部に気体は入らない。内部チャンバ 830a の一部が縮小し、気体が圧縮されているとき、内側ジェロータ 816a 上の流路 821a のうちの 1 つは開放されているため、気体は外に出ることができる。

【0207】

図 46 に最も良く図示されているように、排出管 817a は、上方へ延びて内側ジェロータ 816a 内に入ることによって、内側ジェロータ 816a が回転している間の特定のタイミングで、流路 821a のうちの 1 つを遮断する、突起部分 823a を有する。突起部分 823a の構成は、適切なものである限り、任意でよい。図示した実施形態は、突起部分 823a が半円形の場合である。

【0208】

ジェロータ装置 810a は、更に、内側ジェロータ 816a の動きと外側ジェロータ 814a の動きとを同期させる同期システム 818a を有する。図示した実施形態においては、図 48 及び 49 に最も良く図示されているように、同期システム 818a が、位置合わせ部材 828a と、位置合わせガイド 826a とを有する。位置合わせ部材 828a は、適切な位置合わせ部材である限り、任意のものでよく、例えば位置決め用杭（peg）であってもよい。位置合わせガイド 826a は、適切な位置合わせガイドである限り、任意のものでよく、例えば適切な形状をした軌道であってもよい。例えば、図 48 及び 49 に示したように、上記軌道は、ハート形であってもよい。あるいは、上記軌道は、既述の図 2 で概説した方法に従って構成された形状であってもよい。例えば他の実施形態として既に説明したものなど、他の適切な同期システムも本発明の範囲内である。例えば、ギア群を用いることもできる。図 49 は、本発明の一実施形態に係る同期システム 818a の作動中の様子を示している。外側ジェロータ 814a 上の黒い点は、回転している間の外側ジェロータ 814a の向きを示すための、単なる参照のための点に過ぎず、それ以外には何らの機能も持っていない。

【0209】

図 50 及び 51 は、圧縮機としてのみ機能し得る、本願発明の別の実施形態に係るジェロータ装置 810b を示している。ジェロータ装置 810b は、ジェロータ装置 810a と大部分類似している。ただし、ジェロータ装置 810b の内側ジェロータ 816b は、内側ジェロータ 816b の流路 821b を通じての気体の排出を調整するための逆止め弁 805 を流路 821b の各々について備えている。逆止め弁 805 は、適切な逆止め弁である限り、任意のものでよい。また、逆止め弁 805 は、任意の適切な方法で流路 821b に連結される。逆止め弁 805 が存在するため、排出管 817b には突起部分がない。

【0210】

図 52 は、本発明の別の実施形態に係るジェロータ装置 810c を示している。ジェロ

10

20

30

40

50

ータ装置 810c は、ジェロータ装置 810b と大部分類似している。ただし、同期システムを採用せずに、内側ジェロータ 816c 及び外側ジェロータ 814c を互いに接触させている。例えば蒸気圧縮エアコンなどで行われているように、気体中に潤滑剤を含める（符号 806）ことによって、摩耗を最小限に抑えることができる。あるいは、内側ジェロータ 816c と外側ジェロータ 814c との接点を、例えば既述のような低摩擦材料から作られるものとしてもよい。一実施形態として、水が潤滑剤として使われる場合、適切な低摩擦材料は例えば V E S C O N I T E である。

【0211】

図 53～55 は、本発明の別の実施形態に係るジェロータ装置 810d を示している。ジェロータ装置 810d は、ジェロータ装置 810b と大部分類似している。ただし、ジェロータ装置 810d では、その同期システム 818d のために、外側ジェロータ 814d に固定された位置決め用杭 828d が採用されている。図 54 に図示した断面 M は、位置決め用杭 828d が、内側ジェロータ 816d 内に配置された直線軌道 826d に乗っている様子を示している。位置決め用杭 828d 及び直線軌道 826d は、双方とも、任意の適切な金属から作られる。あるいは、位置決め用杭 828d 及び直線軌道 826d は、既述のような低摩擦材料から作られてもよい。一実施形態として、水が潤滑剤として用いられる場合、適切な低摩擦材料は例えば V E S C O N I T E である。また、同期システム 818d は、任意の適切な潤滑剤（例えば、潤滑油や、グリースなど）と共に用いることができる。さらに、位置決め用杭 828d は、直線軌道 826d 内を転動するローラーベアリングから構成されてもよい。図 55 は、本発明の一実施形態に係る同期システム 818d の作動中の様子を示している。図示された黒い点は、回転している間の外側ジェロータ 814d 及び内側ジェロータ 816d の向きを示すための、単なる参照のための点に過ぎない。

【0212】

図 56～59 は、本発明の別の実施形態に係るジェロータ装置 810e を示している。ジェロータ装置 810e は、双方とも圧縮機又は膨張機として機能し得るが、ここでは圧縮機であるものとする。ジェロータ装置 810e は、ジェロータ装置 810d のものに類似した同期システム 818e を有する。ただし、内側ジェロータ装置の動きと外側ジェロータの動きとは、他の適切な方法で同期が取られる。本実施形態において、ジェロータ装置 810e では、中央の排出管ではなく、外側ジェロータ 814e の面板 808 に形成された排出口 807 を通じて、気体が排出される。断面 N（図 57）は、ハウジング 812e に形成された排気ポート 809 から排出される気体が排出口 807 を通る前に通過する、外側ジェロータ 814e に設けられた切欠き 844 を示している。切欠き 844、排出口 807、及び排気ポート 809 は、適切なものである限り、任意のサイズ及び形状でよい。断面 O（図 58）は、排出口 807 の断面図であり、断面 P（図 59）は、排気ポート 809 の断面である。排気ポート 809 の位置及び長さにより、ジェロータ装置 810e の圧縮比が決まる。一般的には、排気ポート 809 が長いほど圧縮比が小さい装置となり、排気ポート 809 が短いほど圧縮比が大きい装置となる。本実施形態においては、内側ジェロータ 816e 及び外側ジェロータ 814e の双方が、ハウジング 812e に固定されたシャフト 843 を通じて、ハウジング 812e に回転可能に連結されている。

【0213】

図 60～61 は、本発明の別の実施形態に係るジェロータ装置 810f を示している。ジェロータ装置 810f は、ジェロータ装置 810e と大部分類似している。ただし、吸気は、側壁ではなく、ハウジング 812f の端壁 846 に形成された取込ポート 845 から取り込まれる。他の実施態様として、空気は、ハウジング 812f の端壁 846 及び側壁の双方から、空気を取り込まれてもよい。断面 I I（図 61）は、空気が取込ポート 848 を通じて外側ジェロータ 814f に入るようにする切欠き 847 を示している。図 J J は、空気流が通過する取込ポート 848 を示している。図 K K は、ハウジング 812f に設けられた取込ポート 845 を示している。切欠き 847 及び取込ポート 848 及び 845 のサイズ及び形状は、適切なものである限り、任意でよい。

【0214】

図62～63は、本発明の別の実施形態に係るジェロータ装置810gを示している。ジェロータ装置810gは、ジェロータ装置810fと大部分類似している。ただし、排出は、切欠きではなく、穴849を通じて行われる。図56及び62の排出方法を組み合わせ、穴及び切欠きの双方から気体が排出するようにすることも可能である。断面LL（図63）は、切欠きがないことを示しており、断面MMは、気体が出ていく穴849を示している。断面NNは、図59の排気ポート809と同様に機能する、ハウジング812gに設けられた排気ポート850を示している。

【0215】

図64～68は、本発明の別の実施形態に係るジェロータ装置810hを示している。本実施形態において、外側ジェロータ814hは静止しており、別体のハウジングが存在しない。外側ジェロータ814hは、外側ジェロータ814hの内周面によって形成された内部チャンバ830hへ至る少なくとも1つの取込ポート820hを有する。第一のシャフト851は、外側ジェロータ814hに回転可能に連結される。ディスク852は、第一のシャフト851に連結される。第二のシャフト853は、ディスク852に連結される。第二のシャフト853は、第一のシャフト851の回転軸からオフセットされている。このような構成により、内部チャンバ830h内での内側ジェロータ816hの自転及び軌道周回が促進される。なぜなら、内側ジェロータ816hは、第二のシャフト853に回転可能に連結されているからである。図65に最も良く図示されているように、内側ジェロータ816h上の白い点は、回転している間の内側ジェロータ816aの向きを示すための、単なる参照のための点に過ぎない。また、同じく図65には、内側ジェロータ816hの回転中心も図示されている。

【0216】

本実施形態の作動中、気体は、外側ジェロータ814h上の側面ポート820hを通して入り、外側ジェロータ814hに形成された排出ポート854から出る。排出ポート854は任意の適切な場所に形成することができる。図示した実施形態は、排出ポート854が、取込ポート820hを排出ポート854から分離している先端と反対側に設けられた場合である。内側ジェロータ816hの動きと外側ジェロータ814hの動きとは、例えば図68に示した同期システム818hを用いるなどの任意の適切な方法を用いて、同期が取られる。

【0217】

図66及び67は、本発明の別の実施形態に係るジェロータ装置810hを示している。ジェロータ装置810hは、外側ジェロータ814hの排出ポート854を通じた気体の排出を調整するための逆止め弁855を排出ポート854に備えている。また、図67の断面Rは、外側ジェロータ814hの端壁857が、更なる気体排出のために端壁857に形成された開口858を有することを示している。開口858には、開口858を通じた気体の排出を調整するための逆止め弁856が備えられる。逆止め弁855及び856は、任意の適切な逆止め弁でよく、任意の適切な方法で排出ポート854及び開口858に連結される。

【0218】

図69は、本発明の別の実施形態に係るジェロータ装置810iを示している。ジェロータ装置810iは、ジェロータ装置810a（上記図46～47参照）と大部分類似している。ただし、ジェロータ装置810iの内側ジェロータ816iが4つの先端819iを有し、外側ジェロータ814iが3つの先端を有する点で異なる。内側ジェロータ816iは、内部チャンバ830i内に配置される。内側ジェロータ816iは、排出管817iに回転可能に連結される。図示した実施形態において、内側ジェロータ816iの外周面は、ハイポサイクロイドによって定義される。内側ジェロータ816iは、複数の流路821iを有する。流路821iの各々は、内側ジェロータ816iの回転中、さまざまなタイミングで、排出管817iと連通する。流路821iのサイズ及び形状は、適切なものである限り、任意でよい。排出管817iは、上方へ延びて内側ジェロータ81

6 i 内に入り、内側ジェロータ 8 1 6 i の回転中、特定のタイミングで、4 つの流路 8 2 1 i のうち 3 つを塞ぐ、突起部分 8 2 3 i を有する。本実施形態に係る突起部分は準環状であるが、本発明では他の構成も採用可能である。

【0219】

図 7 0 は、例えば内側ジェロータ 8 1 6 i などの内側ジェロータ上に軌道を描く方法を示している。棒 8 6 0 が、外側ジェロータ（この場合、外側ジェロータ 8 1 4 i）に固定される。内側ジェロータと外側ジェロータとが相対的に回転すると、棒 8 6 0 上の点 8 6 1 が内側ジェロータ 8 1 6 i 上に軌道 8 6 2（図 7 1）の輪郭を描く。図 7 2 は、軌道 8 6 2 に沿って摺動する、外側ジェロータ 8 1 4 i 上に配置された位置決め用杭 8 6 3 を示している。図 5 3 に示した側面図は、位置決め用杭 8 6 3 及び軌道 8 6 2 の配置の一例を示している。本発明は、他の適切な同期システムも採用することができる。

10

【0220】

図 7 3 は、本発明の別の実施形態に係るジェロータ装置 8 1 0 j を示している。ジェロータ装置 8 1 0 j は、ジェロータ装置 8 1 0 i と大部分類似している。ただし、ジェロータ装置 8 1 0 j の内側ジェロータ 8 1 6 j が、内側ジェロータ 8 1 6 j の有する複数の流路 8 2 1 j の各々に流路 8 2 1 j を通じた気体の排出を調整する逆止め弁 8 6 5 を備えている点で異なる。逆止め弁 8 6 5 は、適切な逆止め弁であれば、任意のものでよい。逆止め弁 8 6 5 は、任意の適切な方法で流路 8 2 1 j に連結される。逆止め弁 8 6 5 が存在するため、排出管（はっきりとは図示していない）に突起部分はない。

【0221】

図 7 4 及び 7 5 は、本発明の別の実施形態に係るジェロータ装置 8 1 0 k を示している。ジェロータ装置 8 1 0 k は、ジェロータ装置 8 1 0 h（図 6 4 及び 6 5 参照）と大部分類似している。ただし、内側ジェロータ 8 1 6 k が 4 つの先端 8 1 9 k を有し、外側ジェロータ 8 1 4 k が 3 つの先端を有する点で異なる。図 7 5 は、気体をジェロータ装置 8 1 0 k から出すための更なる手段となる、任意の適切な数の逆止め弁 8 6 7 を備えた弁板 8 6 6 の考え得る一例を示している。

20

【0222】

図 7 6 は、ジェロータ装置 8 1 0 k の複数の位置決め用杭 8 6 8 及び軌道 8 6 9 を示している。便宜上、外側ジェロータ 8 1 4 k の取込ポート及び排出ポートは、はっきりと図示していない。図示した実施形態において、軌道 8 6 9 の形状は、ハイポサイクロイドである。内側ジェロータ 8 1 6 k の外形は、ハイポサイクロイドにオフセットを加えることによって生成される。

30

【0223】

図 7 7 ～ 8 0 は、本発明の一実施形態に係る正面吸排気エンジン・システム 9 0 0 a を示している。エンジン・システム 9 0 0 a は、適切なギア群 9 0 2（図 7 9 の断面 D D 参照）を通じて、外側ジェロータ 9 1 4 a 及び 9 1 4 a' から回転可能な外部シャフト 9 0 1 へ動力が伝達されるという点で、図 2 0 に図示したエンジン・システム 3 0 0 o と類似している。ただし、エンジン・システム 9 0 0 a は、図 7 9 及び 8 0 を参照して後述するような熱管理システム及び部品を用いる点で、異なる。

【0224】

図 7 8 を参照すると、断面 A A は、圧縮機弁板 9 0 3 を示している。取込ポート 9 0 4 が右にあり、より小さい排出ポート 9 0 5 が左下にある。取込ポート 9 0 4 と排出ポート 9 0 5 の間に小さな穴 9 0 6 を設け、そこから部分圧縮空気中の微量な部分 9 0 8 を放出することによって、膨張機部 9 0 7 a が冷却される。断面 B B は、内側圧縮機ジェロータ 9 1 6 a の先端に配置され、外側圧縮機ジェロータ 9 1 4 a の内側縁部に沿った、低摩擦補強材 9 0 9 を示している。補強材 9 0 9 により、内側圧縮機ジェロータ 9 1 6 a と外側圧縮機ジェロータ 9 1 4 a とが直接接触するようになるため、これらの回転の同期が取られる。断面 C C は、内側圧縮機ジェロータ 9 1 6 a 及び外側圧縮機ジェロータ 9 1 4 a のうち、物理的に接触していない下部を示している。ギア群や位置決め用杭／カムなどのような他の適切な同期システムが用いられてもよい。圧縮機部分 9 1 1 a に関する更なる詳

40

50

細は、既述の図 1 6 ～ 2 2 を参照のこと。

【0 2 2 5】

図 7 9 を参照すると、断面 E E は、外側圧縮機ジェロータ 9 1 4 a と外側膨張機ジェロータ 9 1 4 a ' との間に連結されたヒートシンク 9 1 8 a の横断面を示している。ヒートシンク 9 1 8 a は、外装上に放熱促進のための複数のフィン 9 1 9 を有してもよい。ヒートシンク 9 1 8 a は、任意の適切な材料から作られる。例えば、熱がフィン 9 1 9 へ伝達しやすいように厚みを持たせた金属の塊からも作られてもよい。あるいは、ヒートシンク 9 1 8 a は、フィン 9 1 9 へ大容量の熱を伝達することができる、適切なヒート・パイプであってもよい。また、断面 E E には、孔開けされた、膨張機部分 9 0 7 a のハウジング 9 1 2 a ' を示している。

10

【0 2 2 6】

断面 F F は、外側膨張機ジェロータ 9 1 4 a ' のうち、ヒートシンク 9 1 8 a へ連結される上部 9 2 1 を示している。高温の外側膨張機ジェロータ 9 1 4 a ' とヒートシンク 9 1 8 a との間で熱伝達が行われる横断面積を最小化するために、上部 9 2 1 は、ヒートシンク 9 1 8 a と連続的には接続されておらず、断片化されて、断続的にヒートシンク 9 1 8 a と連結されている。断面 F F の中央には、回転ディスク 9 2 2 が存在する。回転ディスク 9 2 2 には、複数の従流路 9 2 3 が形成されている。従流路 9 2 3 は、遠心力を利用して、膨張機部分 9 0 7 a の中心シャフト 9 2 5 の主流路 9 2 4 を通じて冷気を吸い込む。回転ディスク 9 2 2 は、エンジン・システム 9 0 0 a の作動中、外側膨張機ジェロータ 9 1 4 a ' へ向けて空気を流す。断面 G G (図 8 0) は、外側膨張機ジェロータ 9 1 4 a ' の小さい穴 9 2 8 に揃えられた小さい穴 9 2 7 を備えた膨張機シーリング板 9 2 6 を示している。

20

【0 2 2 7】

断面 H H は、外側膨張機ジェロータ 9 1 4 a ' と、内側膨張機ジェロータ 9 1 6 a ' とを示している。図示した実施形態において、外側膨張機ジェロータ 9 1 4 a ' 及び内側膨張機ジェロータ 9 1 6 a ' の双方はセラミックから作られる。ただし、本発明では、他の適切な材料を用いることもできる。内側膨張機ジェロータ 9 1 6 a ' から中心シャフト 9 2 5 への熱伝達を最小化するために、例えばキー溝を用いるなどして、内側膨張機ジェロータ 9 1 6 a ' は不連続に中央シャフト 9 2 5 へ連結される。外側膨張機ジェロータ 9 1 4 a ' の小さい穴 9 2 8 に加えて、内側膨張機ジェロータ 9 1 6 a ' にも冷気が流れる小さい穴 9 2 9 を設けて、内側膨張機ジェロータ 9 1 6 a ' 及び外側膨張機ジェロータ 9 1 4 a ' の温度調節を可能にする。上述の通り、冷気は、圧縮機部分 9 1 1 から、ピアホール (via hole) 9 0 6 を通じて、抜ける。ジェロータ及びヒートシンク 9 1 8 a を通過すると、冷気は温くなる。これは、大気中に排出されてもよく、或いは、十分に温かければ、圧縮空気を燃焼室手前で予熱するのに用いられてもよい。図 7 7 を参照すると、中空中央シャフト 9 2 5 を流れる冷気は、冷たく保たれている。また、フィン又は熱パイプが、下方のベアリングを冷たく保っている。

30

【0 2 2 8】

エンジン・システム 9 0 0 a を停止させる際には、燃焼室温度を下げるると同時に、膨張機部分 9 0 7 a の内側ジェロータ及び外側ジェロータに冷気を流す。温度が下がるにつれてエンジン効率が下がるため、エンジンへの負荷をなくすか低減する必要がある。膨張機部分 9 0 7 a の内側ジェロータ及び外側ジェロータが十分に冷却されると、エンジンは停止する。

40

【0 2 2 9】

図 8 1 ～ 8 6 は、本発明の別の実施形態に係る正面吸排気エンジン・システム 9 0 0 b を示している。エンジン・システム 9 0 0 b は、上部に圧縮機セクション 9 1 1 b を、下部に膨張機部分 9 0 7 b を、それぞれ有する。断面 A (図 8 2) は、取込空気圧と排出空気圧との間の中間的な圧力で微量の空気を穴 9 0 6 b から放出する弁板 9 0 3 b を示している。この抽気は、後に詳述するように、膨張機部分 9 0 7 b の部品を冷却するのに用いられる。断面 B は、内側圧縮機ジェロータ 9 1 6 b と外側圧縮機ジェロータ 9 1 4 b との

50

相互作用を示している。断面Cは、圧縮機部分911bのシーリング板930を示している。

【0230】

断面D(図83)は、エンジン・システム900b用の同期システム917bを示している。ただし、本発明では、他の適切な同期システムを用いることも可能である。また、断面Dは、圧縮機部分911bのハウジング912bも示している。

【0231】

図84を参照すると、断面Fは、膨張機部分907bの外側ハウジング912b'を示している。外側ハウジング912b'には、ハウジング912b'内に大気が入り込むように、適切に穴が開けられている。これにより、膨張機部907bのあらゆる金属製部品が冷却される。これら金属製部品のうちの1つは、ヒートシンク918bである。ヒートシンク918bには、冷却促進のためのフィン919bが備えられてもよい。あるいは、ヒートシンク918bは、中空状であって、例えばワックスや金属などの、エンジン・システム900bが作動中は固体である、適切な相変化材料(phase-change material)を有するものとしてもよい。エンジン・システム900bを停止させると、相変化材料は溶解して、膨張機部分907bから他の部品(特に、例えばベアリングなどの温度に敏感な部品)へ伝達していくはずの熱エネルギーを吸収する。あるいは、中空部分に、低温で放熱し、高温で吸熱するという可逆的な化学反応を示す化学物質を含ませるものとしてもよい。エンジン・システム900bを停止させる前にクールダウン・モードで運転することによって、この中空状部分は必要でなくなる。セラミック製の部品は、温度に敏感な部品に損傷を与えるほどに熱くはならない。また、停止前に、これら温度に敏感な部品に液体水をスプレーするようにしてもよい。断面Gは、ヒートシンク918bの内部に連結された適切な金属から形成されたバネカップ(spring cup)932を示している。バネカップ932内には、外側膨張機ジェロータ914b'のセラミック製端板933が配置される。端板933には、複数の冷却孔934が形成されている。

【0232】

次に図85を参照すると、断面Hは、セラミック製の内側膨張機ジェロータ916b'と、セラミック製の外側膨張機ジェロータ914b'とを示している。図示した、断片化された金属製の外側リングは、バネカップ932の下部である。このリングは、外側膨張機ジェロータ914b'の熱膨張に対応するために、断片化されている。断面Iは、膨張機部分907bの弁板935を示している。

【0233】

図86は、バネカップ932の斜視図を示している。バネカップ932の縦方向の指936の先端には、半径方向への突出部937がある。この突出部937により、バネカップ932は、外側膨張機ジェロータ914b'の溝938と係止する。全体図は図81を参照。この構成により、直接的なメタルボンド/セラミックボンドなしで、外側膨張機ジェロータ914b'を正確に配置することができる。また、この構成により、セラミックと金属の異なる熱膨張率が吸収される。

【0234】

セラミックを高温で使用しつつ、金属製部品に損傷を与えないようにするために、中間的な圧力の気体を圧縮機部分911bから引き出し、内側膨張機ジェロータ916b'の穴940及び外側膨張機ジェロータ914b'の穴941へ流す(図85参照)。また、中心シャフト942が熱くなり過ぎるのを防止するために、シーリング板930(図82の断面C)から漏れる圧縮機気体を、エンジンの中心を下方へ流して、内側膨張機ジェロータ916b'の内部を冷やし、底面近くのポート943から排出する。必要であれば、一番下のベアリングは、ハウジングのうち、冷却された温度を維持するためにフィン又は他のヒートシンク機構を備えている部分へ、取り付けられる。

【0235】

図87(a)は、排気ポートを通して排出される気体を通る面積を大きくしてより効果

10

20

30

40

50

的な吸排気を実現する、複数の切欠き 950 を備えた内側ジェロータ 916 c を示している。図 87 は、ハイポサイクロイド状に配置された切欠きを示しているが、例えば、エピサイクロイド、内トロコイド、外トロコイド、及び共役などの他の適切なジオメトリも同じように用いることができる。同じような切欠きが、外側ジェロータにも用いられる。2 つのエピサイクロイドから構成された 1 組のジェロータが用いる場合、同じ利点を得るために、切欠き 950 は外側ジェロータに設けられる。切欠き 950 により、効率に悪影響を与え得る死空間が生じる。切欠きにおいて捕らえられた高圧気体は、すべて、吸気ポートへ送られ、非生産的に排出される。この気体を圧縮するのに必要なエネルギーは、無駄になる。吸気ポートの形状は、この効率の問題が解決されるように調整される。例えば、切欠き 950 の形を、底部が浅く、上部が深い、くさび形とすることができる。

10

【0236】

図 87 (b) は、従来の弁板 951 を示している。弁板 951 の吸気部分 952 は、シーリング部分 953 と隣接している。切欠き 950 内に含まれる高圧気体はすべて吸気部分 952 へと流される。図 87 (c) は、より小さい吸入ポート 952' を有するように修正された弁板 951' を示している。シーリング部分 953' と吸気部分 952' との間には、膨張部分 954 が存在する。切欠き 950 において捕らえられた高圧気体はすべて膨張部分 954 において膨張し、ジェロータにトルクを付与して、この捕らえられた高圧気体に費やされたエネルギーの多くを取り返す。

【0237】

図 88 ~ 90 は、本発明の様々な実施形態に係る上面吸排気ジェロータ 960 a、960 b を示している。図 88 (a) は、外側ジェロータ 963 の周囲に巻かれ、外側ジェロータ 963 の壁を支持する、支持リング又は補強バンド 962 を示している。補強バンド 962 は、グラファイト繊維などの高強度・高剛性な材料、又は、他の適切な材料から構成される。図 88 (b) は、外側ジェロータ 965 の先端と先端の間を連結する補強靱帯 964 を示している。図 89 (a) は、シーリング 966 a が補強バンド 962 を収容する切欠き 967 を必要とすることを示している。対照的に、図 89 (b) は、靱帯 964 用のシーリング 966 b は切欠きを必要としないことを示している。軸方向の熱膨張による干渉が生じないという観点からは、切欠きのないシーリング 966 b の方が好ましい。ただし、図 89 (b) に図示した実施形態を用いると、死空間が増える。

20

【0238】

図 90 (a) は、上面吸排気ジェロータ 970 a 用の従来のシーリング・システムを示している。先端 971 a において捕らえられた高圧気体はすべて、この高圧気体に費やされたエネルギーを取り返すことなく、吸気領域 972 a へ送られる。図 90 (b) は、改良された、上面吸排気ジェロータ 970 b 用のシーリング・システムを示している。この改良されたシーリング・システムは、先端 971 b において捕らえられた高圧気体に再膨張してジェロータにトルクを付与し、この捕らえられた高圧気体に費やされたエネルギーの多くを取り返す機会を提供する追加的な膨張部分 973 b が設けられている。

30

【0239】

図 91 ~ 94 は、本発明の一実施形態に係る、上部弁板 840 m と下部弁板 841 m とを対向する端部に配置した、正面吸排気ジェロータ装置 810 m を示している。吸排気面積が増えることにより、より長い圧縮機が実現される（高圧気体がより小さいポートを通じて取り込まれる場合には膨張機）。

40

【0240】

図 92 を参照すると、断面 A が上部弁板 840 m を示している。断面 B は、ハウジング 812 m 内に配置された外側ジェロータ 814 m を示している。外側ジェロータ 814 m は、上部弁板 840 m と、内側ジェロータ 816 m と外側ジェロータ 814 m の間の空間と、の間を気体が通れるようにする、複数の溝 870 m を有する。これらの溝 870 m により死空間が増えるため、上部弁板 840 m は、死空間に捕らえられたすべての高圧気体から仕事を抽出するための膨張部分 871 を有する。

【0241】

50

図 9 3 を参照すると、断面 C は、例えば既述の V E S C O N I T E などの低摩擦で、低摩擦の材料を通じて、内側ジェロータ 8 1 6 m と外側ジェロータ 8 1 4 m とを直接接触させる同期システム 8 1 8 m を示している。他の適切な同期システムを用いることもできる。断面 D は、内側ジェロータ 8 1 6 m と外側ジェロータ 8 1 4 m の相互作用を示している。小さな隙間が存在するため、これらジェロータは接触しない。

【0242】

図 9 4 を参照すると、断面 E は、下部弁板 8 4 1 m と、内側ジェロータ 8 1 6 m と外側ジェロータ 8 1 4 m の間の空間と、の間を気体が通れるようにする、外側ジェロータ 8 1 4 m に設けられた複数の溝 8 7 3 を有する。断面 F は、下部弁板 8 4 1 m を示している。

【0243】

図 9 5 は、内側ジェロータ 8 1 6 n と外側ジェロータ 8 1 4 n とから構成された同期システム 8 1 8 n を示している。同期システム 8 1 8 n は、内側ジェロータ 8 1 6 n 及び外側ジェロータ 8 1 4 n の各中心からの熱膨張を収容するように設計されている。図 9 5 (a) は、内側ジェロータ 8 1 6 n の上端に、隙間 8 8 0 が生じることを示している。また、内側ジェロータ 8 1 6 n の下端では干渉が生じる。しかしながら、内側ジェロータ 8 1 6 n の左端では、内側ジェロータ 8 1 6 n 及び外側ジェロータ 8 1 4 n の各中心からの膨張量は略同じである。この左端は、最も正確な同期を得るために好ましい接触端である。図 9 5 (a) に破線 8 8 3 で示すように外側ジェロータ 8 1 4 n から材料を切り取ると、下端の干渉が防止される。図 9 5 (b) は、各先端の一部分 8 8 4 が熱膨張を許容するために取り除かれた、外側ジェロータ 8 1 4 n の最終形状を示している。

【0244】

図 9 6 (a) は、接触面積を増やして負荷をより広い面積に分散させるために、位相をずらした先端群を同期システム 8 1 8 o の外側ジェロータ 8 1 4 o に加えることを示している。図示した実施形態においては先端の数を 2 倍にしているが、先端の数は、1 より大きい任意の適切な正の整数倍とすることができる。図 9 6 (b) は、位相をずらした先端群が加えられた内側ジェロータ 8 1 6 o を示している。図 9 6 (c) は、嵌合された内側ジェロータ 8 1 6 o 及び外側ジェロータ 8 1 4 o を示している。

【0245】

図 9 7 (a) は、内側同期ジェロータ 8 1 6 p の複数の先端 8 8 5 が、複数の完全な円柱から構成されている様子を示している。一部の円柱のみが、実際に、外側ジェロータ 8 1 4 p と接触している。風損を減らすために、図 9 7 (b) に示すように、円柱を切って、半円柱 8 8 6 や円柱の他の一部分を残すものとしてもよい。円柱は、図 9 7 (c) に示すように内側ジェロータ 8 1 6 p の外周に取り付けられてもよく、或いは、図 9 7 (d) に示すように内側ジェロータ 8 1 6 p の外縁に取り付けられてもよい。

【0246】

図 9 8 (a) は、より多くの位相をずらした先端群 8 8 7, 8 8 8 が外側ジェロータ及び内側ジェロータの双方それぞれに加えられた様子を示している。図 9 8 (b) は、位相をずらした先端群の数が非常に多くすると、外側ジェロータのハイポサイクロイド部分は関係なくなり、雄形半円先端と雌形半円先端とを通じて厳密に同期が取られることを示している。図 9 8 (b) は、内側ジェロータ上に雄形の先端 8 8 9 が、外側ジェロータ上に雌形の先端 8 9 0 がそれぞれ設けられた様子を示している。図 9 9 は、この逆が可能であることを示すもので、外側ジェロータ上に雄形の先端が、内側ジェロータ上に雌形の先端がそれぞれ設けられた様子を示している。

【0247】

図 1 0 0 ~ 1 0 3 は、本発明の別の実施形態に係る正面吸排気ジェロータ装置 8 1 0 r を示している。ジェロータ装置 8 1 0 r は、ジェロータ装置 8 1 0 m と大部分類似している。ただし、ジェロータ装置 8 1 0 r は、上部に同期システム 8 1 8 r を有するため、底面においてのみ吸排気を行う点で異なる。圧縮機として図示しているが、ジェロータ装置 8 1 0 r は、膨張機としても機能し得る。断面 A (図 1 0 1) は、同期システム 8 1 8 r は、図 9 9 に図示したものと類似していることを示している。しかしながら、本発明では

10

20

30

40

50

、他の適切な同期システムを用いることもできる。断面Bは、シーリング板892を示している。

【0248】

図102を参照すると、断面Cは、内側ジェロータ816rと外側ジェロータ814rの相互作用を示している。図103の断面Dは、下部弁板841rと、内側ジェロータ816rと外側ジェロータ814rの間の空間と、の間を気体が通れるようにする、外側ジェロータ814rに設けられた複数の溝873を有する。断面Eは、図94の下部弁板841mに類似した下部弁板841rを示している。

【0249】

図104は、本発明の一実施形態に係るブレイトン・サイクル・エンジンにおいて出力を上げる方法を示している。図104(a)は、出力を上げたいときに、液体水990aが燃焼室991aに加えられることを示している。燃焼室991aにおいては、液体水を蒸発させて水蒸気とするために、燃料が新たに追加される。次いで、この新たに追加された体積の高圧気体は、膨張機992aへ送られ、追加的な出力を生み出す。圧縮機993a及び膨張機992aが共通のシャフト994aを通じて固定されていない場合、この追加された出力により、膨張機992aの回転が速められる。他方、圧縮機993a及び膨張機992aが共通のシャフト994aを通じて固定されている場合、膨張機992aの取込ポートは上記追加された体積を受け入れるために開放される。この場合、当該気体は膨張機992aを出るときに完全に膨張しないため、効率が低下する。

【0250】

図104(b)は、出力を上げるための別の実施形態を示している。図104(b)に図示した実施形態において、液体水990bは、高い熱容量を有する従たる熱交換器995bに加えられる。液体水が熱交換器995bに加えられると、熱交換器995bの熱容量が液体水を蒸発させるエネルギーを供給し、液体ではなく水蒸気が燃焼室991bに入る。最終的には、熱交換器995bの熱容量は使い果たされることになるが、しかしながら、その時までには、追加分の負荷を受け入れるために燃焼室991bへの燃料供給速度が増やされる。

【0251】

下記は、ブレイトン・サイクル・エンジンに対して実施し得る制御案である。

【0252】

1. 圧縮比を一定に保ち、燃焼室温度を可変とする。ただし、これはそれほど効率的ではない。部分負荷において、熱は材料が許容する最大温度で伝達される。熱機関を効率的にするためには、加えられる熱の温度をできるだけ高くすることが必要である。

【0253】

2. 圧縮比を一定に保ち、燃焼室温度を最大に保つ。この場合、エンジンは、一定のトルクで作動する。出力パワーは、エンジン速度を調整することによって変化する。負荷のトルク要件を上げると、エンジン速度は遅くなり、負荷のトルク要件を下げると、エンジン速度は速くなる。

【0254】

3. 圧縮比及び燃焼室温度を可変とする。各圧縮比において、膨張機から排出される気体の過剰膨張及び不足膨張を防止する最適な燃焼室温度が存在する。

【0255】

4. 圧縮比及び燃焼室温度を一定に保ち、圧縮機への吸気を絞る。オットー・サイクル・エンジンで行われているように、圧縮機の取込口に絞り弁を加えることによって、気流が制限される。これは、パワー出力の調整に用いられる。ただし、スロットル全域における圧力降下に関連する不可逆性により、あまり効率的でない。

【0256】

圧縮比を変化させる上記の制御案には、圧縮機の排出ポート及び膨張機への取込ポートにその面積を変えるための機構が必要となる。そのような機構については既に説明している。また、米国特許出願シリアルナンバー10/359,487にも記載されている。装

10

20

30

40

50

置が死空間を有すると共に、圧縮比が変更される場合、圧縮機及び膨張機双方の吸排気ポート双方が最適パフォーマンスのために変更されるべきである。

【0257】

本発明の実施形態及びそれらの利点について詳述したが、当業者は、本発明の意図及び範囲を逸脱することなく、様々な変更、追加、及び省略をすることができるであろう。

【図面の簡単な説明】

【0258】

【図1】本発明に係る準等温ブレイトン・サイクル・エンジン用のジェロータ装置及び部品並びの関連する技術の様々な実施形態を説明するための図である。

【図2】本発明に係る準等温ブレイトン・サイクル・エンジン用のジェロータ装置及び部品並びの関連する技術の様々な実施形態を説明するための図である。 10

【図3】本発明に係る準等温ブレイトン・サイクル・エンジン用のジェロータ装置及び部品並びの関連する技術の様々な実施形態を説明するための図である。

【図4】本発明に係る準等温ブレイトン・サイクル・エンジン用のジェロータ装置及び部品並びの関連する技術の様々な実施形態を説明するための図である。

【図5】本発明に係る準等温ブレイトン・サイクル・エンジン用のジェロータ装置及び部品並びの関連する技術の様々な実施形態を説明するための図である。

【図6】本発明に係る準等温ブレイトン・サイクル・エンジン用のジェロータ装置及び部品並びの関連する技術の様々な実施形態を説明するための図である。

【図7】本発明に係る準等温ブレイトン・サイクル・エンジン用のジェロータ装置及び部品並びの関連する技術の様々な実施形態を説明するための図である。 20

【図8A】本発明に係る準等温ブレイトン・サイクル・エンジン用のジェロータ装置及び部品並びの関連する技術の様々な実施形態を説明するための図である。

【図8B】本発明に係る準等温ブレイトン・サイクル・エンジン用のジェロータ装置及び部品並びの関連する技術の様々な実施形態を説明するための図である。

【図8C】本発明に係る準等温ブレイトン・サイクル・エンジン用のジェロータ装置及び部品並びの関連する技術の様々な実施形態を説明するための図である。

【図8D】本発明に係る準等温ブレイトン・サイクル・エンジン用のジェロータ装置及び部品並びの関連する技術の様々な実施形態を説明するための図である。

【図9】本発明に係る準等温ブレイトン・サイクル・エンジン用のジェロータ装置及び部品並びの関連する技術の様々な実施形態を説明するための図である。 30

【図10】本発明に係る準等温ブレイトン・サイクル・エンジン用のジェロータ装置及び部品並びの関連する技術の様々な実施形態を説明するための図である。

【図11】本発明に係る準等温ブレイトン・サイクル・エンジン用のジェロータ装置及び部品並びの関連する技術の様々な実施形態を説明するための図である。

【図12】本発明に係る準等温ブレイトン・サイクル・エンジン用のジェロータ装置及び部品並びの関連する技術の様々な実施形態を説明するための図である。

【図13】本発明に係る準等温ブレイトン・サイクル・エンジン用のジェロータ装置及び部品並びの関連する技術の様々な実施形態を説明するための図である。

【図14】本発明に係る準等温ブレイトン・サイクル・エンジン用のジェロータ装置及び部品並びの関連する技術の様々な実施形態を説明するための図である。 40

【図15】本発明に係る準等温ブレイトン・サイクル・エンジン用のジェロータ装置及び部品並びの関連する技術の様々な実施形態を説明するための図である。

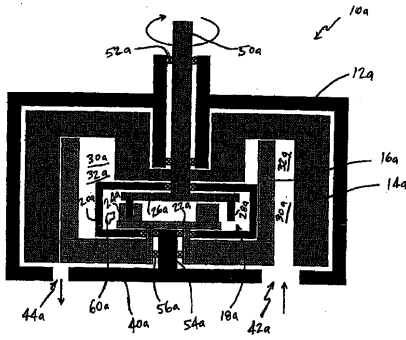
【図16】本発明に係る準等温ブレイトン・サイクル・エンジン用のジェロータ装置及び部品並びの関連する技術の様々な実施形態を説明するための図である。

【図17A】本発明に係る準等温ブレイトン・サイクル・エンジン用のジェロータ装置及び部品並びの関連する技術の様々な実施形態を説明するための図である。

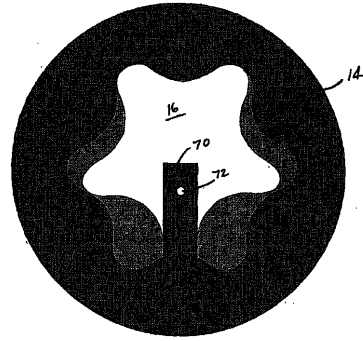
【図17B】本発明に係る準等温ブレイトン・サイクル・エンジン用のジェロータ装置及び部品並びの関連する技術の様々な実施形態を説明するための図である。

【図17C】本発明に係る準等温ブレイトン・サイクル・エンジン用のジェロータ装置及 50

【 図 1 】



【圖 2】



【図 5】

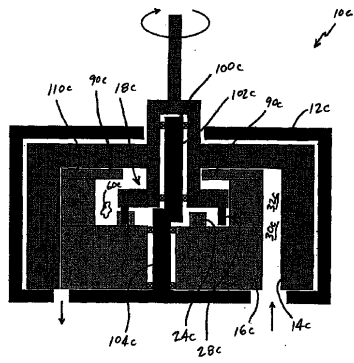


Figure 5.

【図 6】

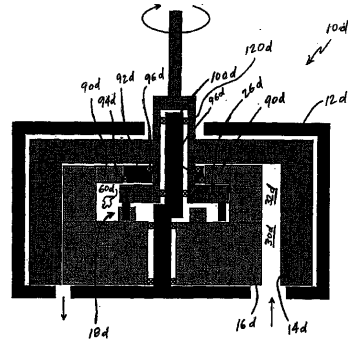
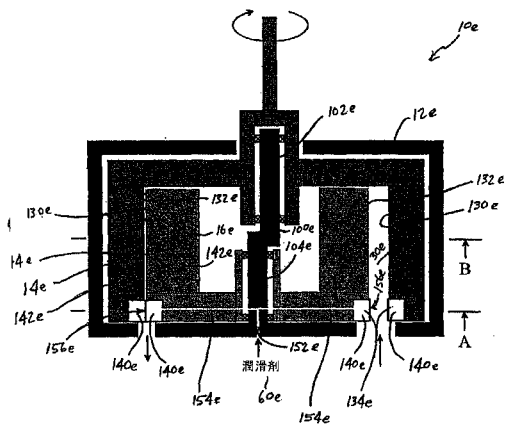


Figure 6.

【图 7】



【図 8 A】

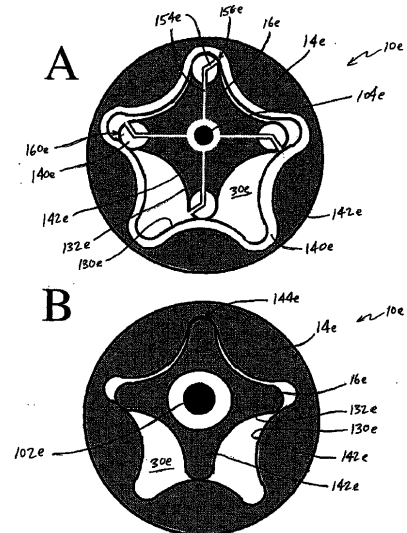


Figure 8A.

【図 8 B】

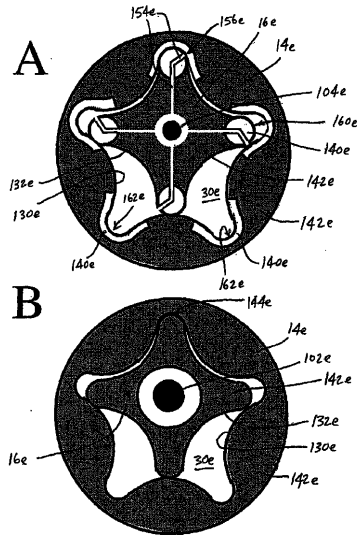


Figure 8B.

【図 8 C】

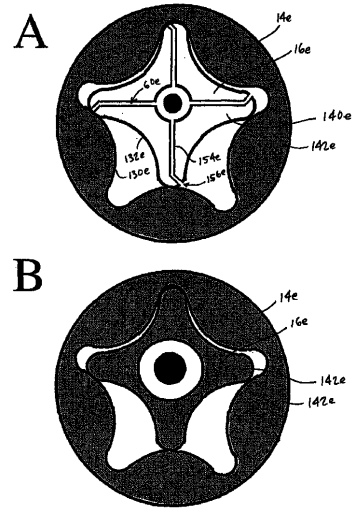


Figure 8C.

【図 8 D】

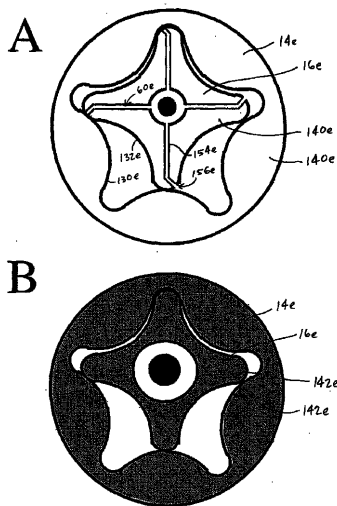
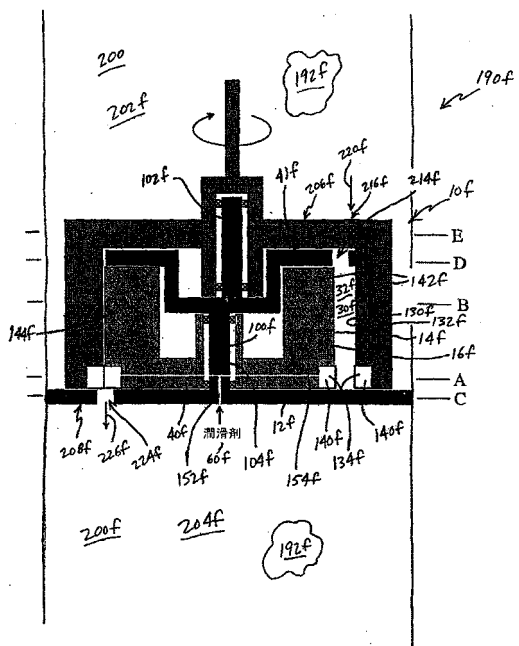


Figure 8D.

【図 9】



【 ㊦ 1 0 】

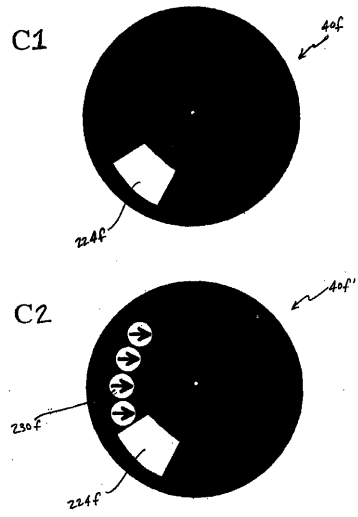


Figure 10.

【 図 1 1 】

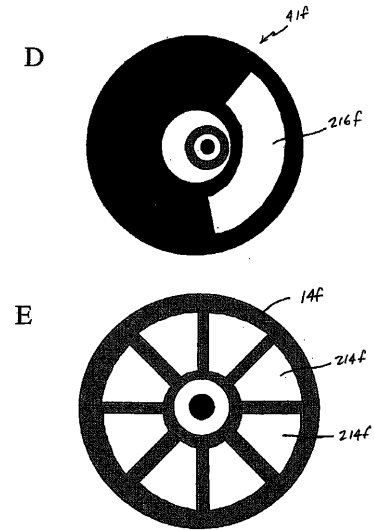
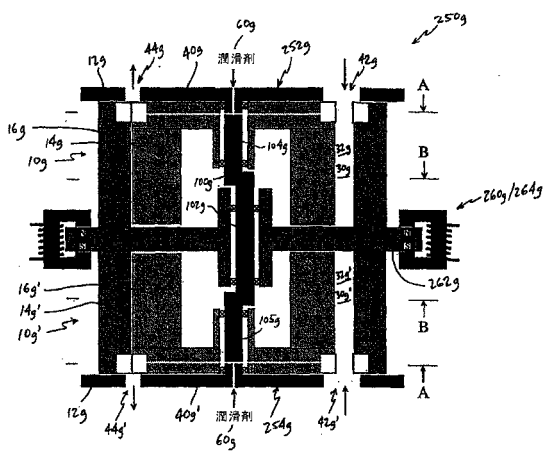
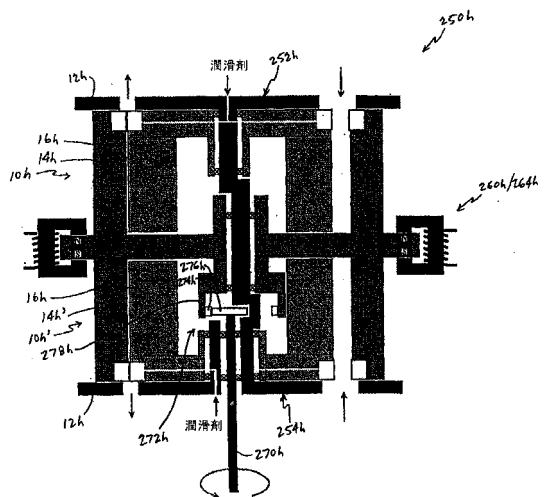


Figure 11.

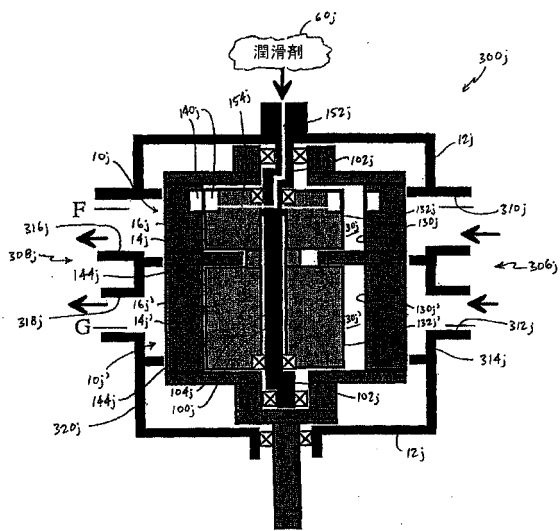
【图 1 2】



【 図 1 3 】



【図 1 4】



【図 1 5】

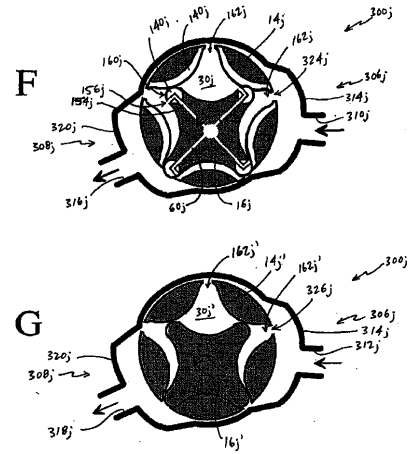
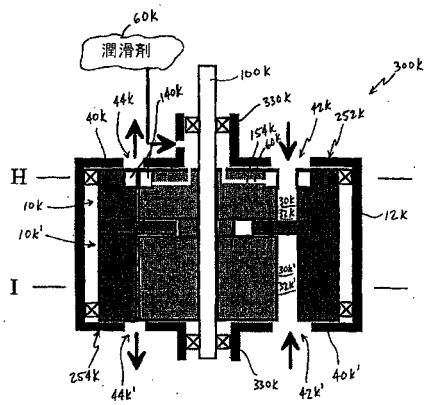


Figure 15.

【図 1 6】



【図 1 7 A】

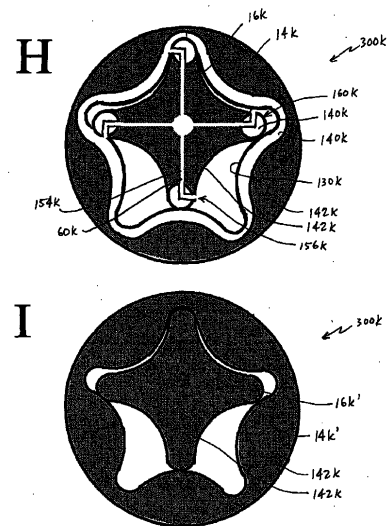


Figure 17A.

【 図 1 7 B 】

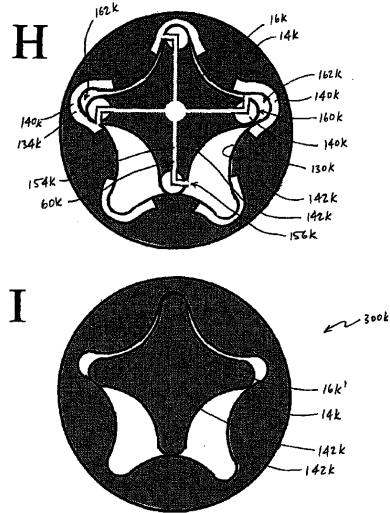


Figure 17B.

【图 17 C】

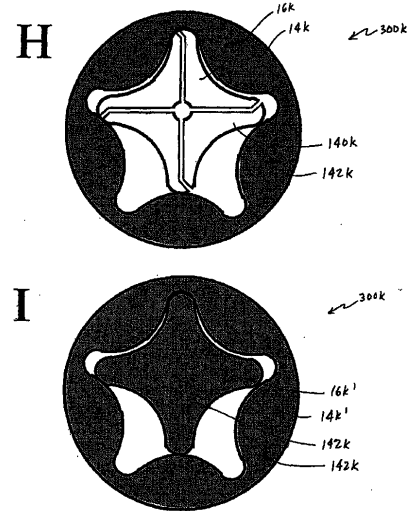


Figure 17c.

【 図 1 7 D 】

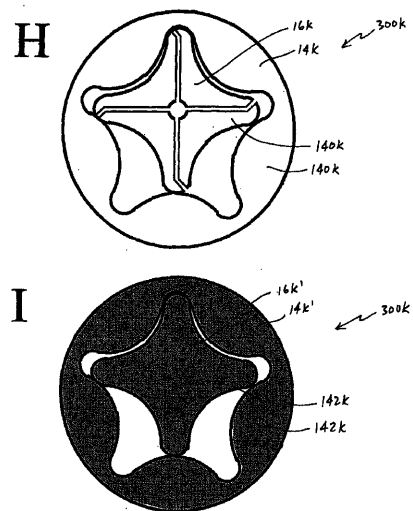
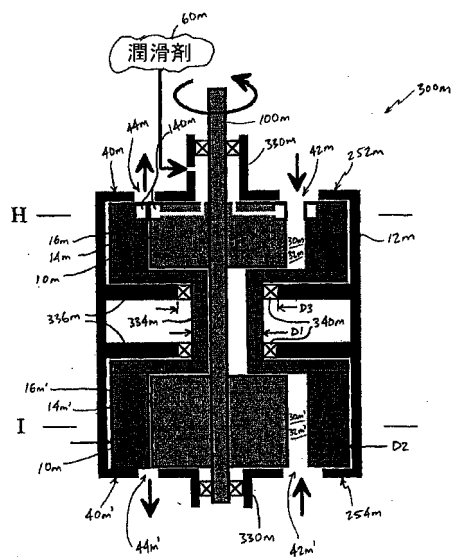
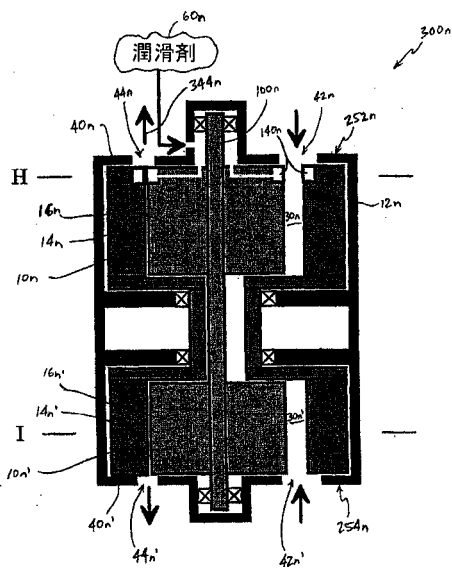


Figure 17D.

【 図 1 8 】



【図 19】



【図 20】

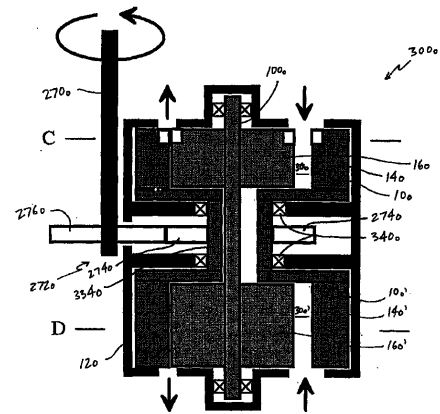


Figure 20.

【図 21】

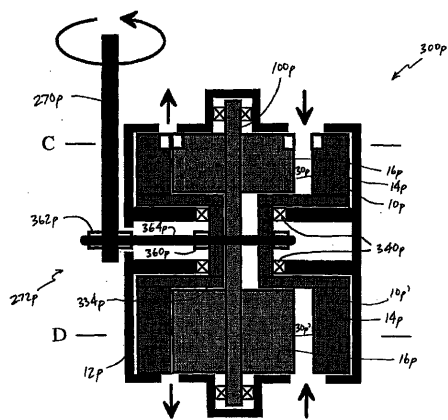


Figure 21.

【図 22】

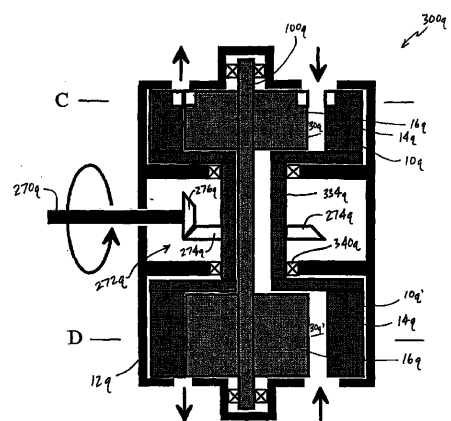


Figure 22.

【図 2 3】

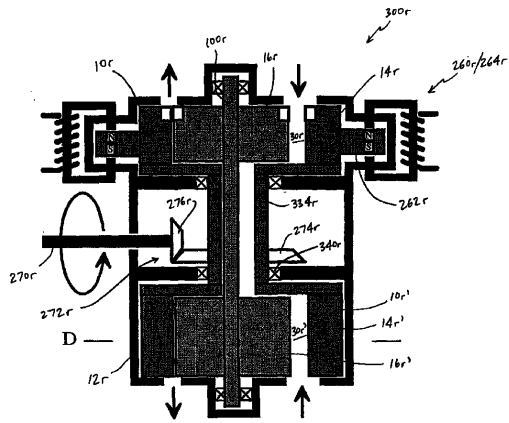


Figure 23.

【図 2 4】

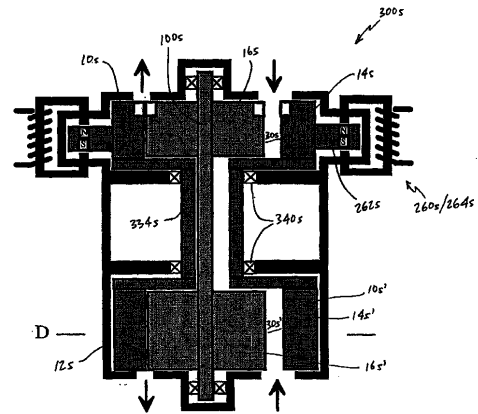
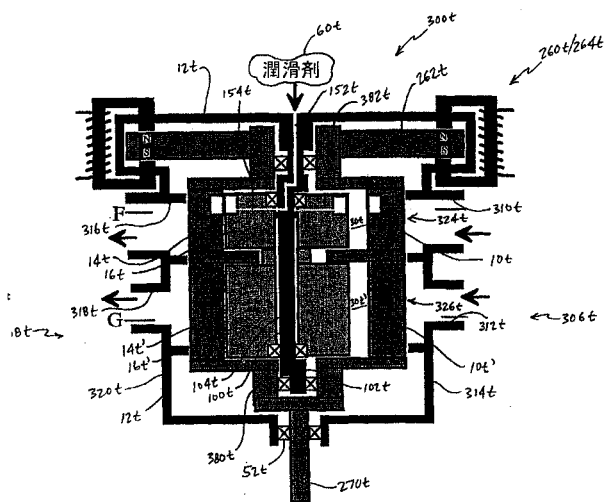
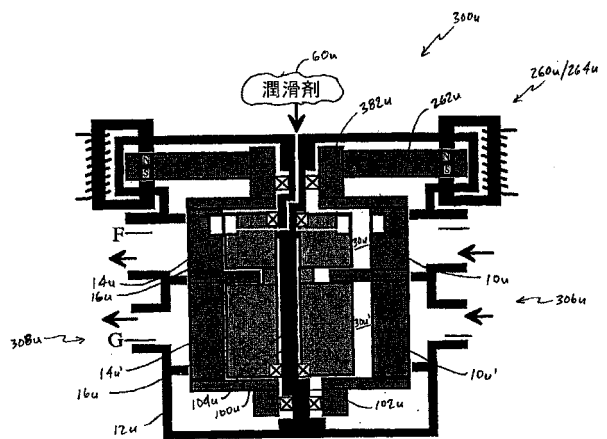


Figure 24.

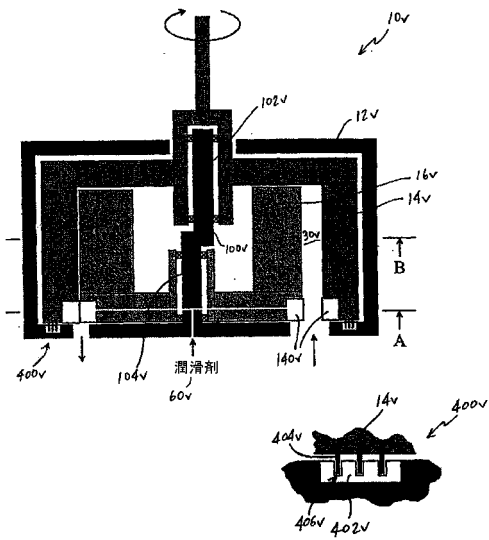
【図 2 5】



【図 2 6】



【図 27】



【図 28】

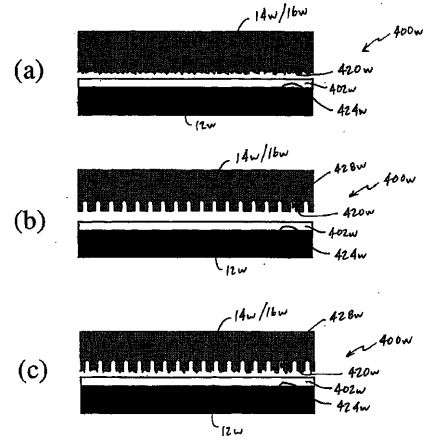


Figure 28.

【図 29】

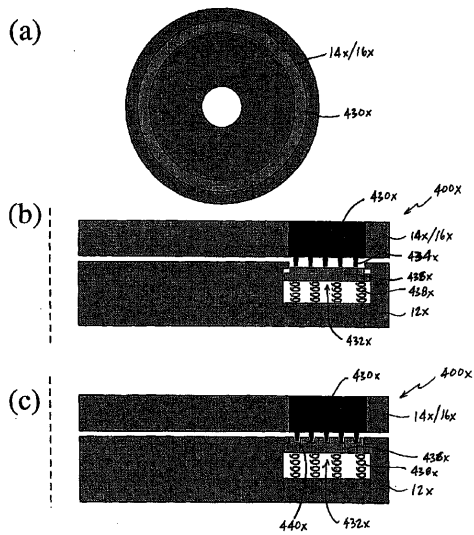


Figure 29.

【図 30】

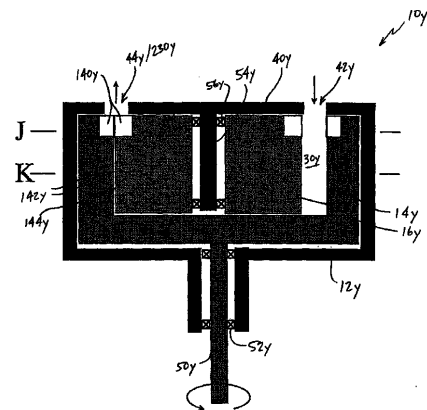


Figure 30.

【図 3 1 A】

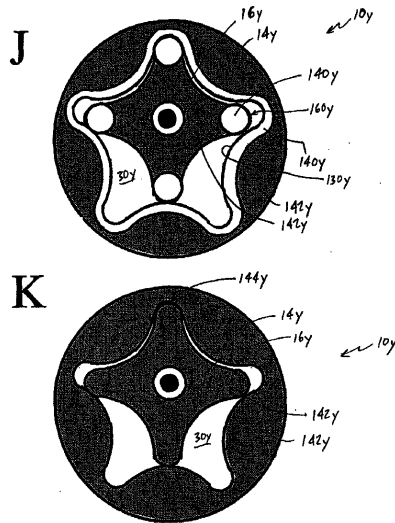


Figure 31A.

【図 3 1 B】

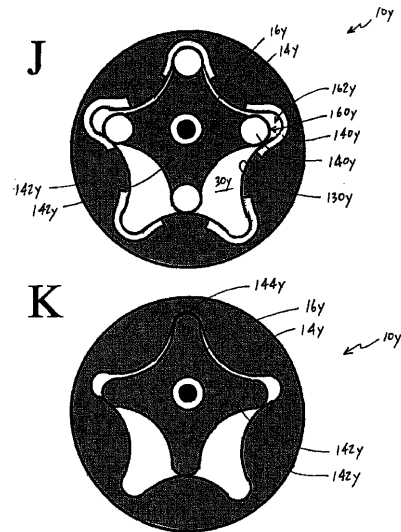


Figure 31B.

【図 3 1 C】

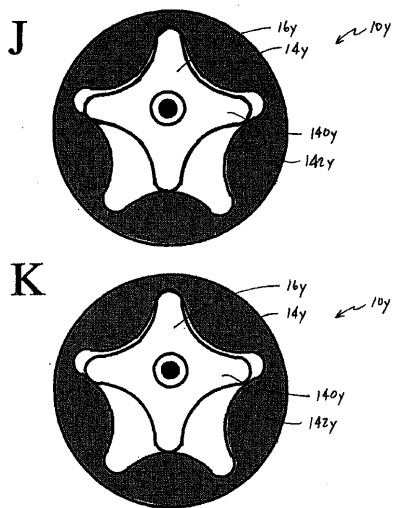


Figure 31C.

【図 3 1 D】

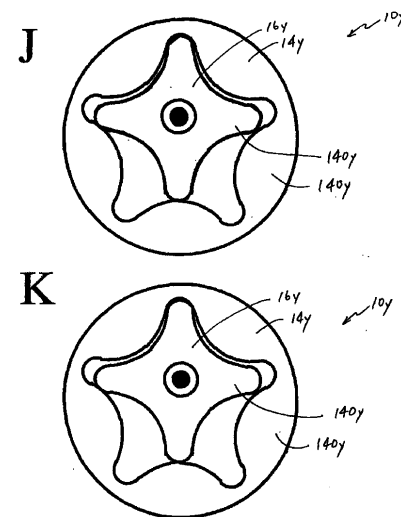


Figure 31D.

【図 3 2】

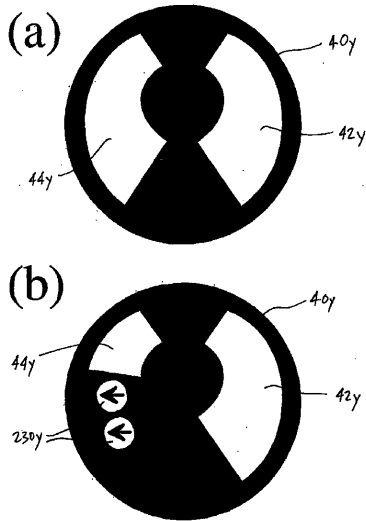


Figure 32.

【図 3 3】

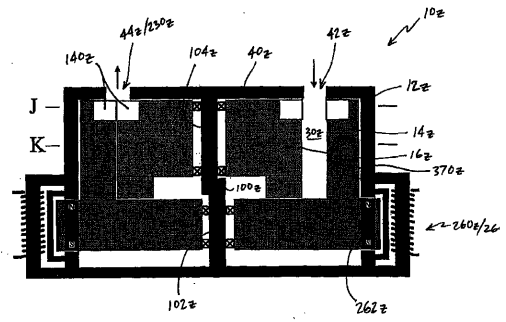


Figure 33.

【図 3 4】

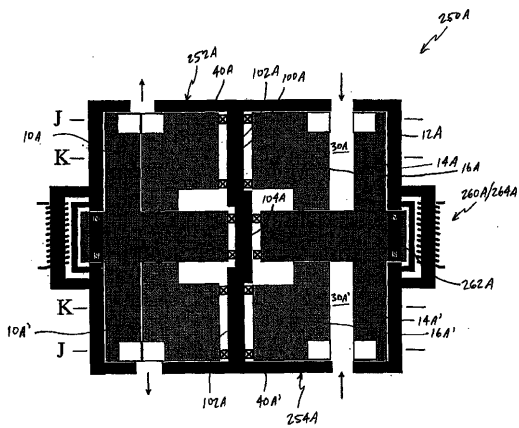


Figure 34.

【図 3 5 A】

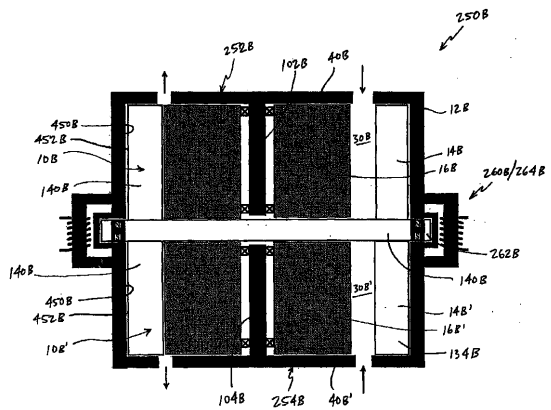


Figure 35A.

【図 35 B】

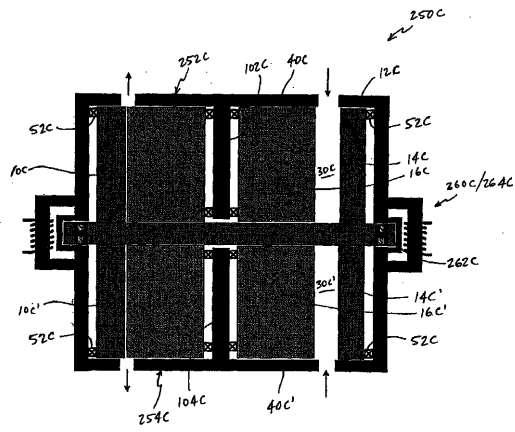


Figure 35B.

【図 36】

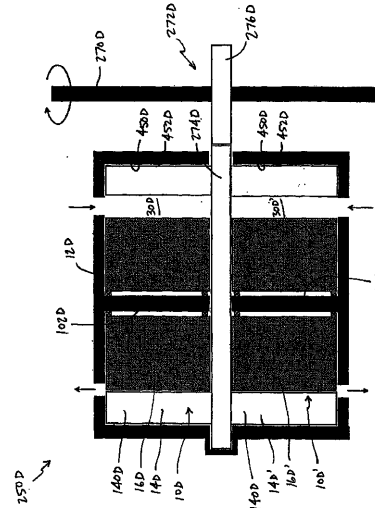


Figure 36.

【図 37】

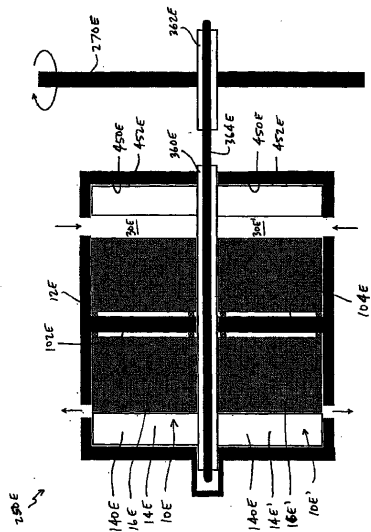


Figure 37.

【図 38】

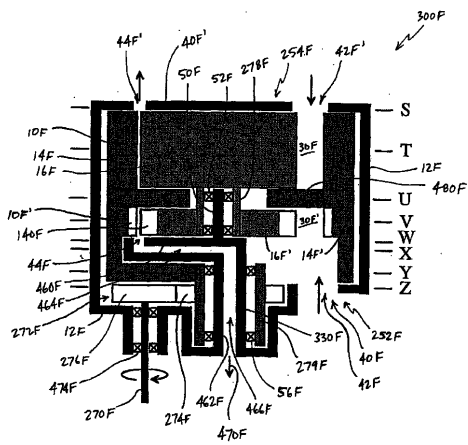


Figure 38.

【図 47】

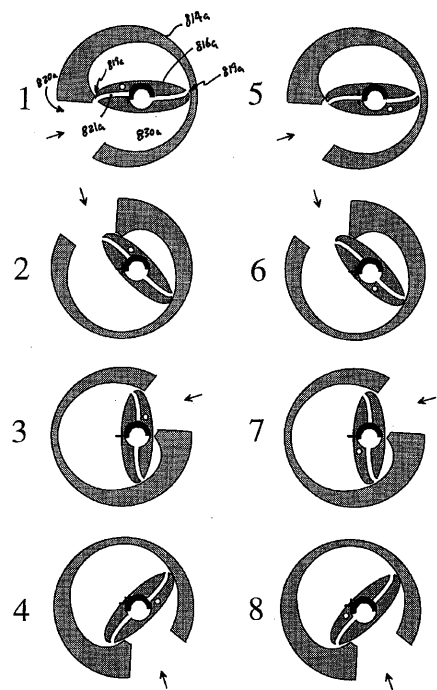
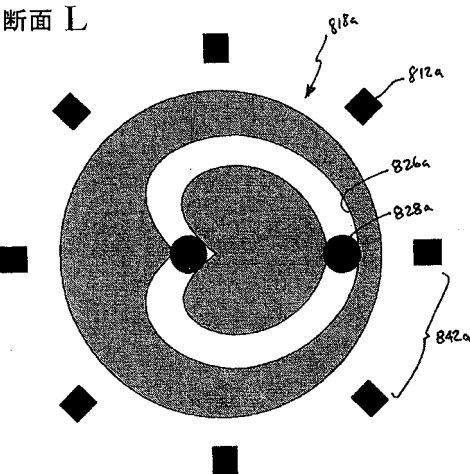


FIG. 47

【図 48】



【図 49】

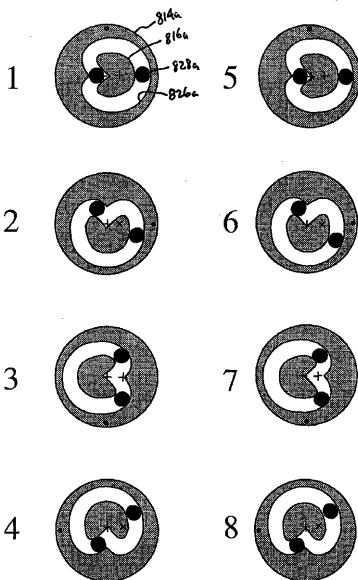


FIG. 49

【図 50】

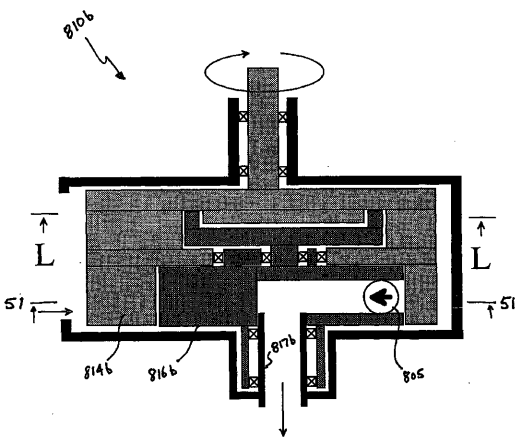


FIG. 50

【図 5 1】

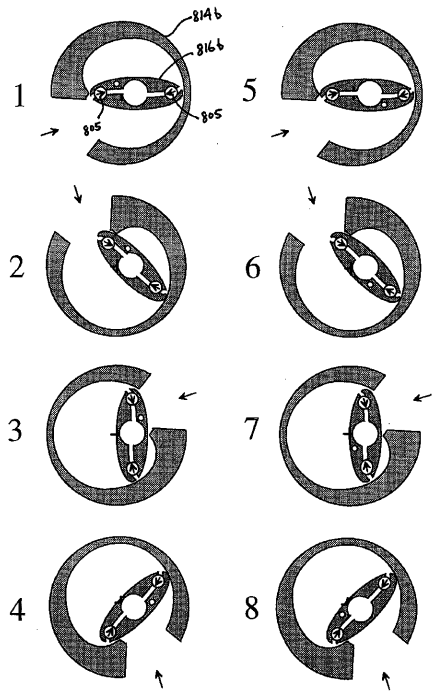
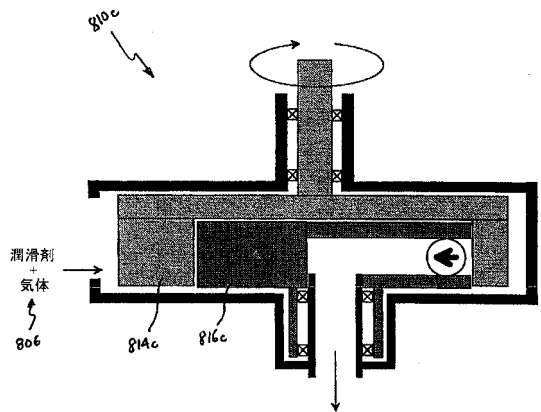


FIG. 51

【図 5 2】



【図 5 3】

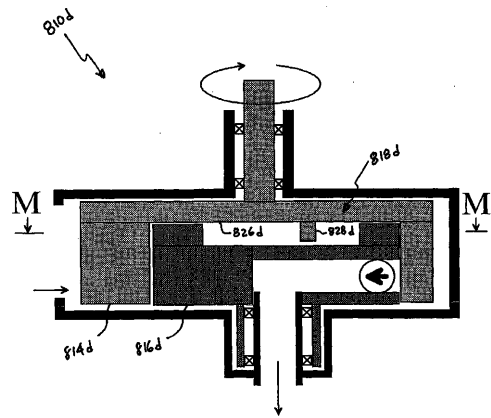
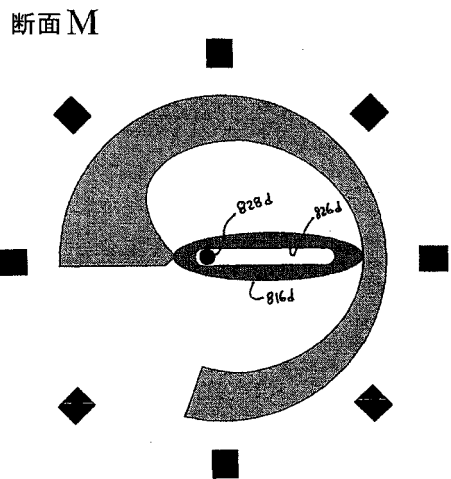


FIG. 53

【図 5 4】



【図 5 5】

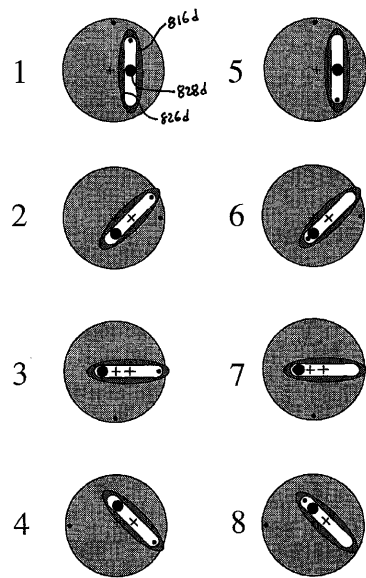


FIG. 55

【図 5 6】

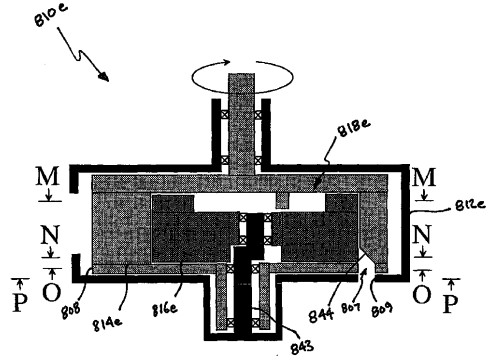
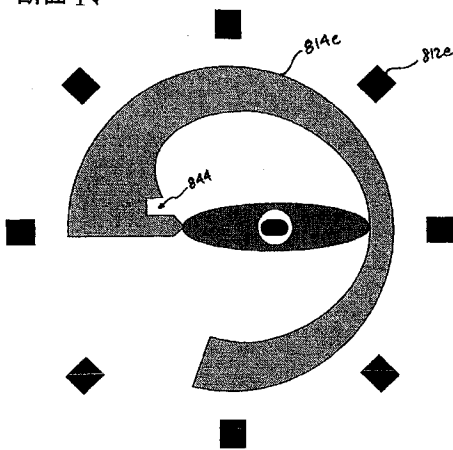


FIG. 56

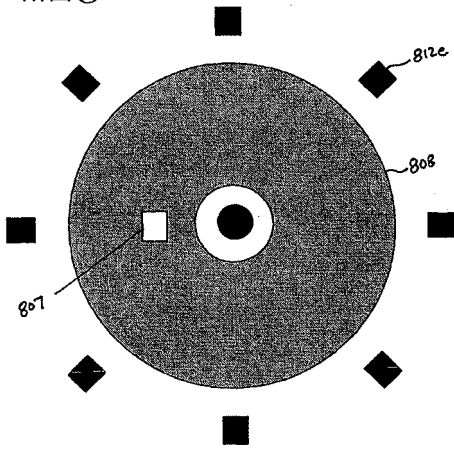
【図 5 7】

断面 N



【図 5 8】

断面 O



【図 59】

断面 P



【図 60】

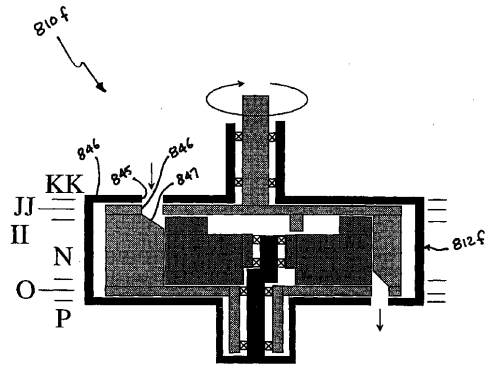
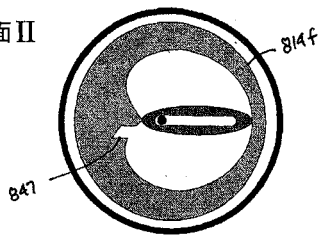


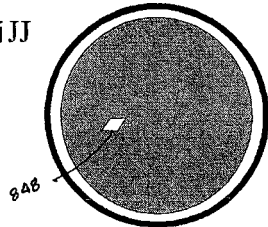
FIG. 60

【図 61】

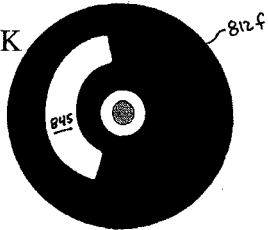
断面 II



断面 JJ



断面 KK



【図 62】

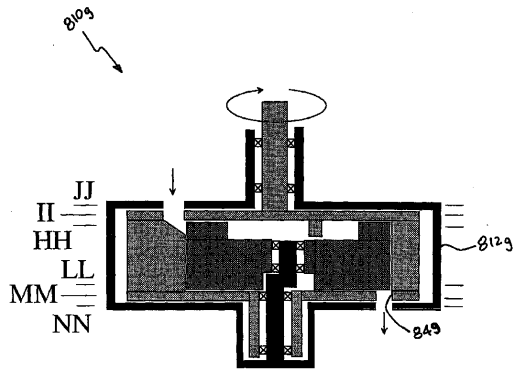
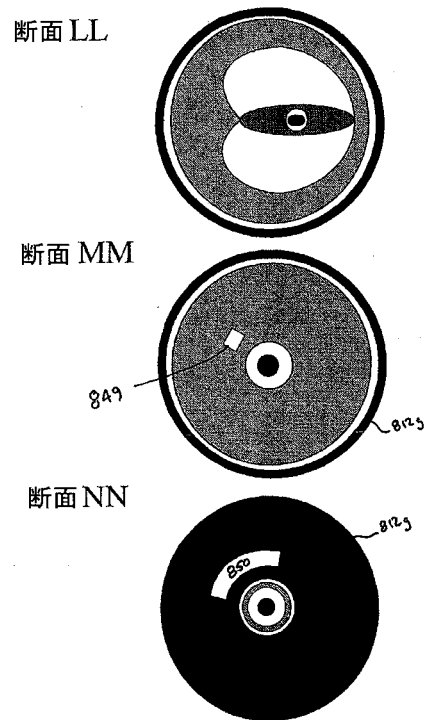


FIG. 62

【図 6 3】



【図 6 4】

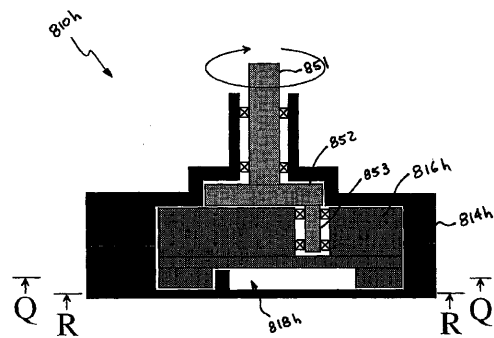


FIG. 64

【図 6 5】

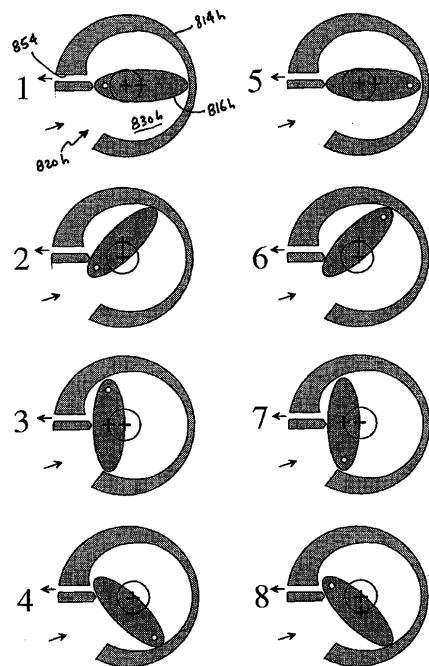


FIG. 65

【図 6 6】

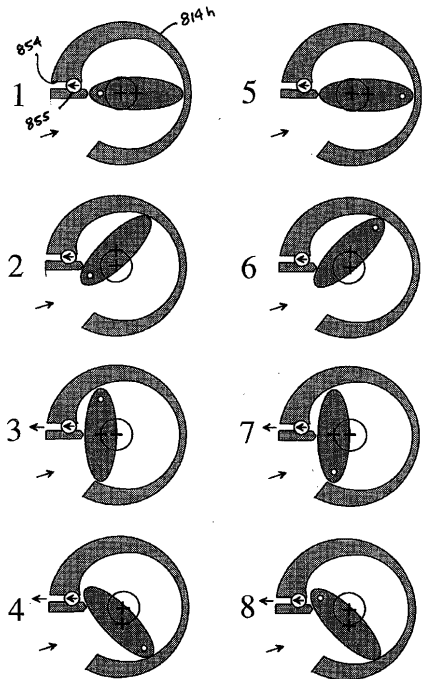
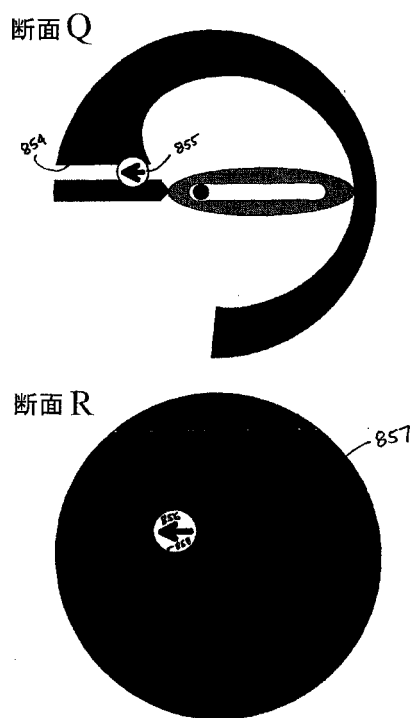


FIG. 66

【図 6 7】



【図 6 8】

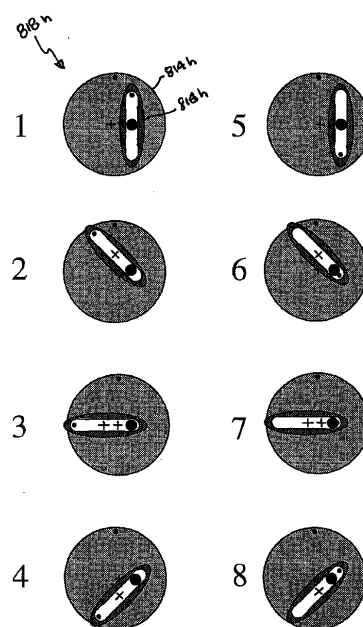


FIG. 68

【図 6 9】

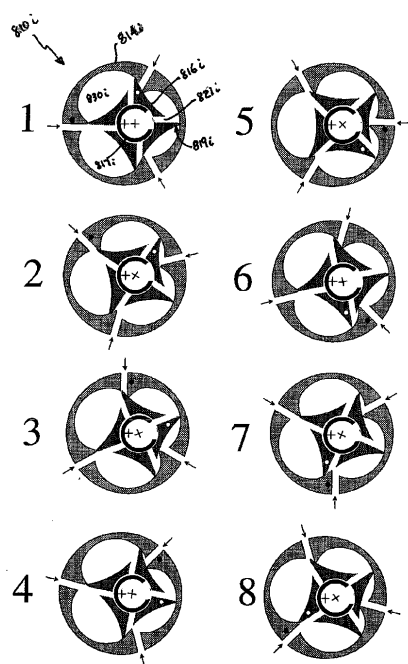


FIG. 69

【図 7 0】

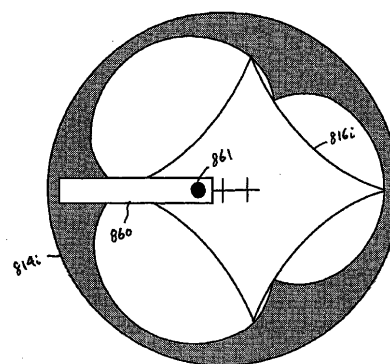


FIG. 70

【図 7 1】

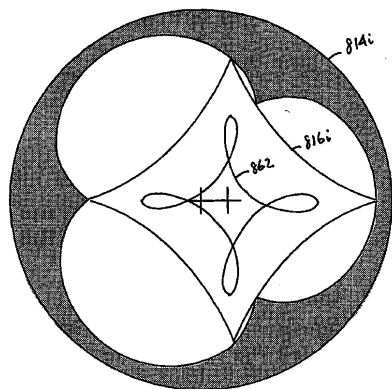


FIG. 71

【図 7 2】

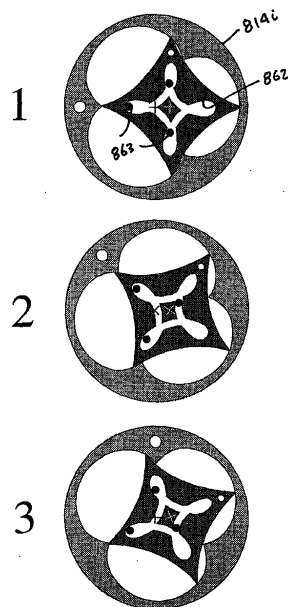


FIG. 72

【図 7 3】

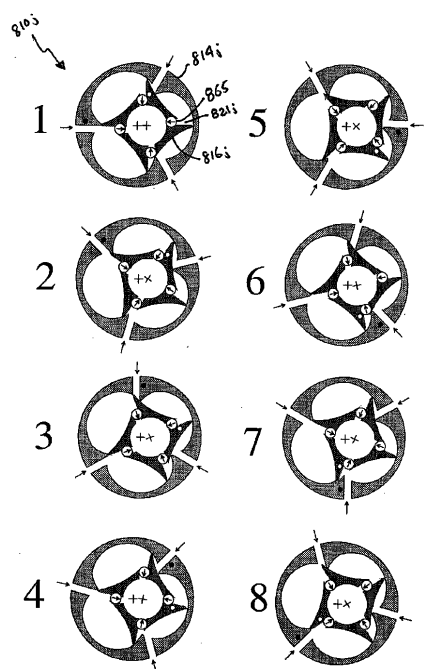


FIG. 73

【図 7 4】

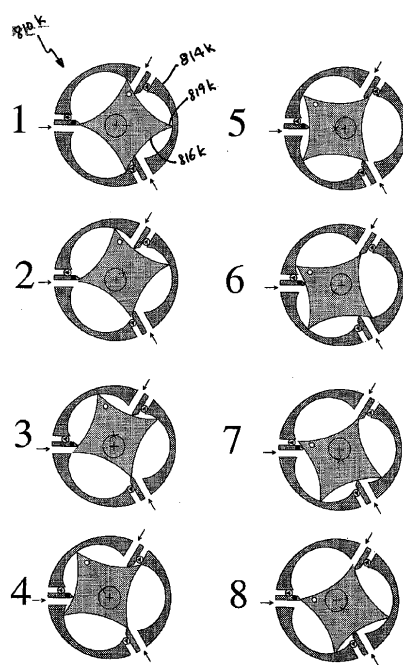
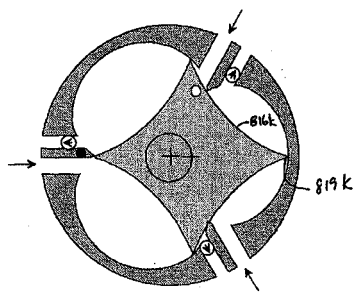
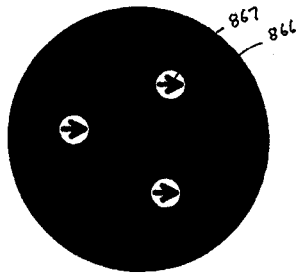


FIG. 74

【図 7 5】



弁板



【図 7 6】

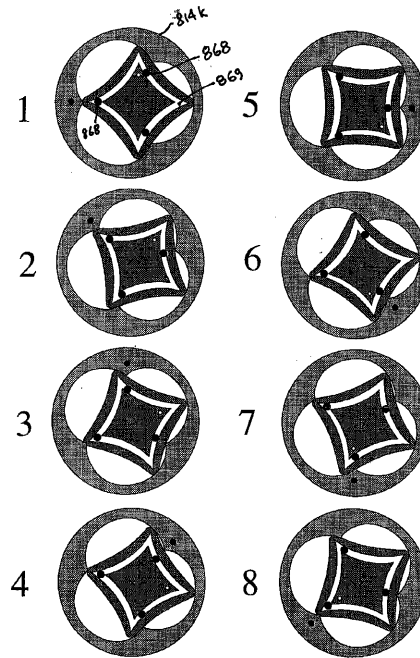
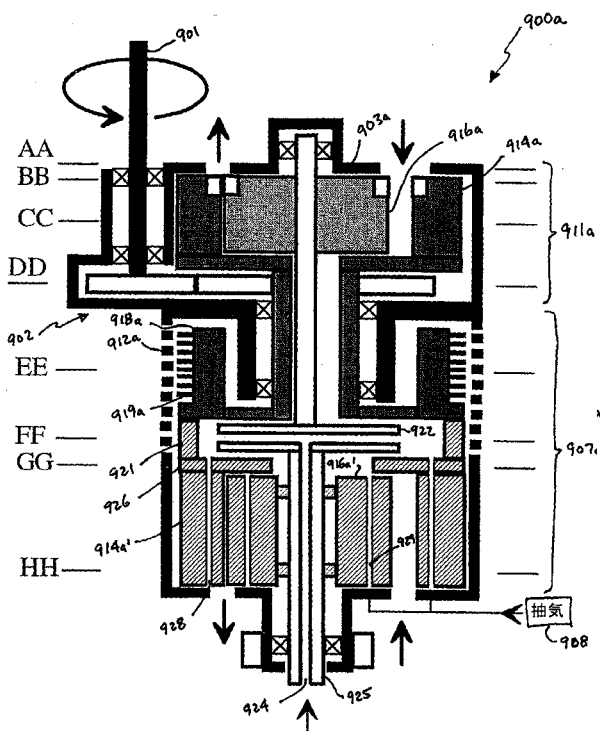


FIG. 76

【図 7 7】



【図 7 8】

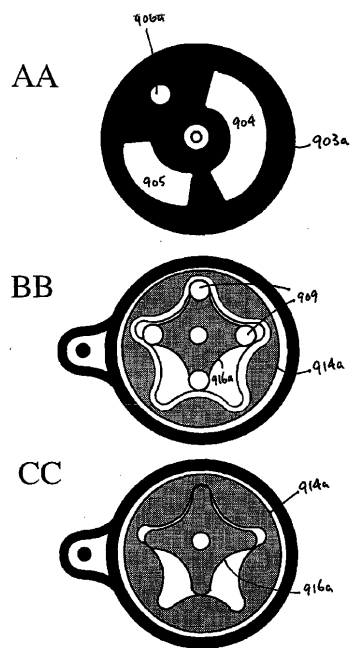


FIG. 78

【図 79】

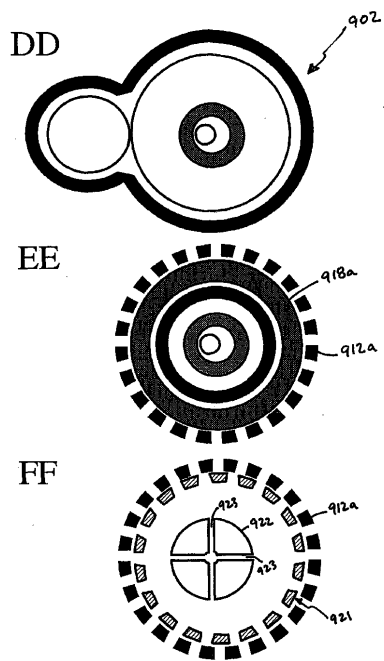


FIG. 79

【図 80】

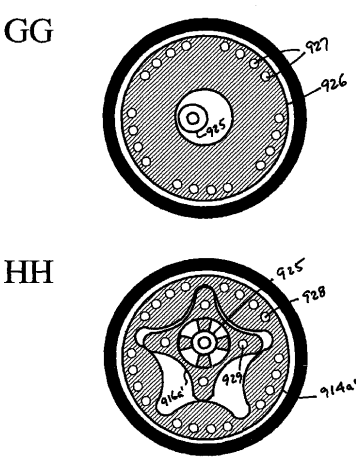


FIG. 80

【図 81】

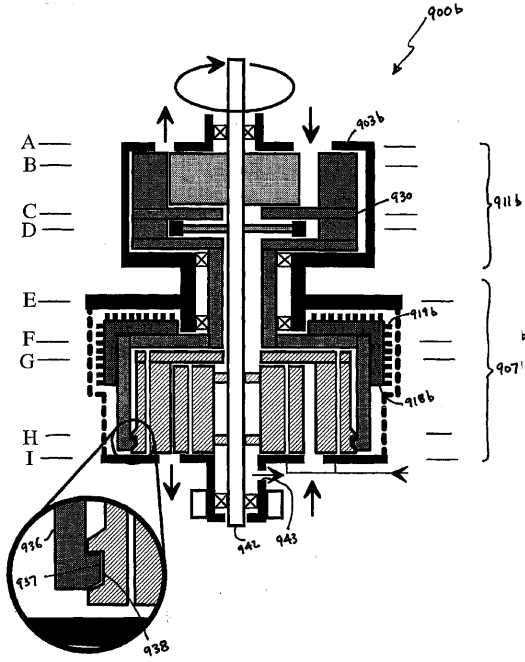


FIG. 81

【図 82】

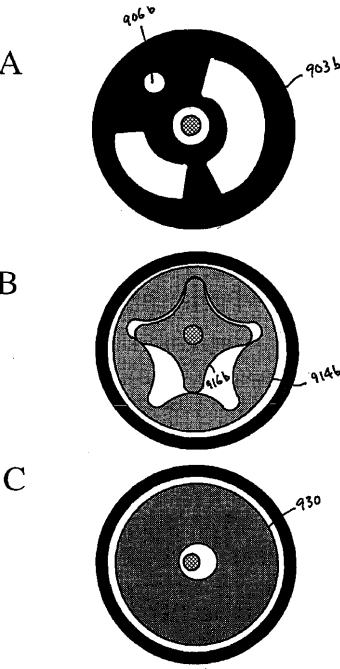


FIG. 82

【図 8 3】

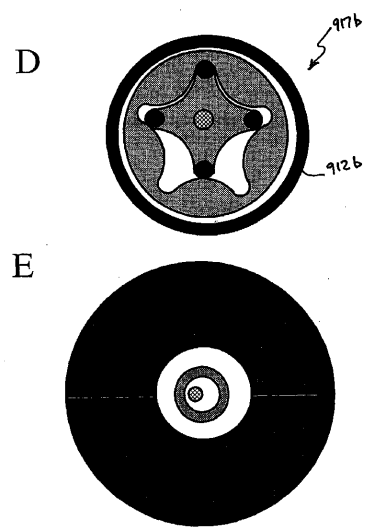


FIG. 83

【図 8 4】

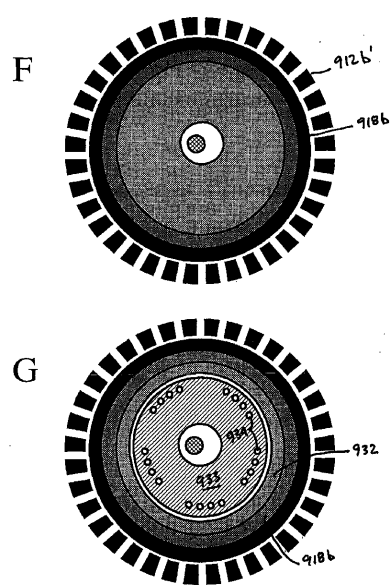


FIG. 84

【図 8 5】

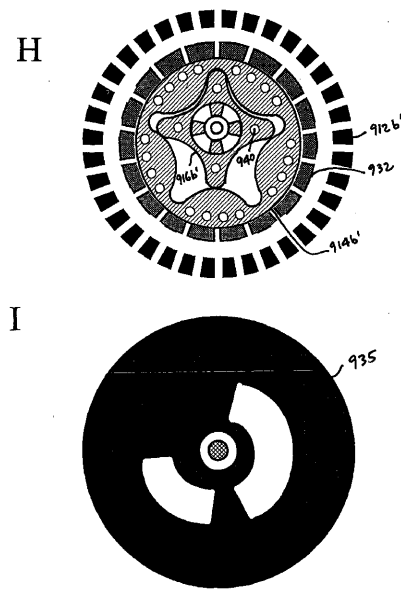


FIG. 85

【図 8 6】

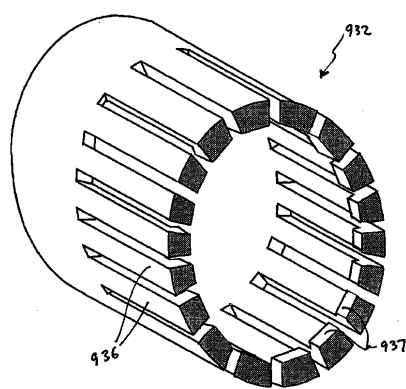
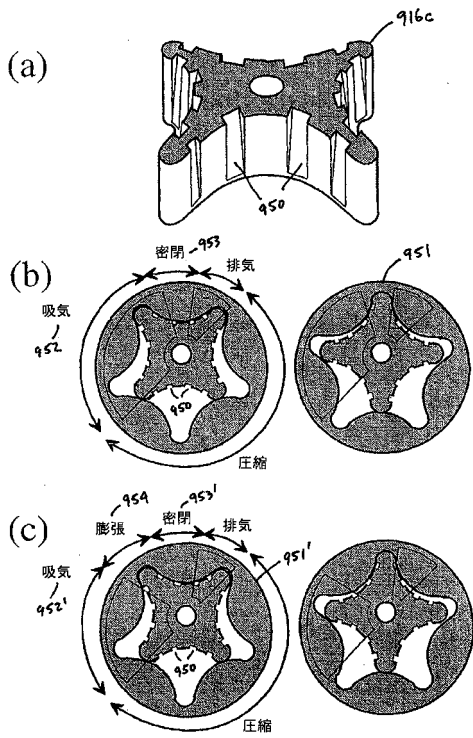


FIG. 86

【図 87】



【図 88】

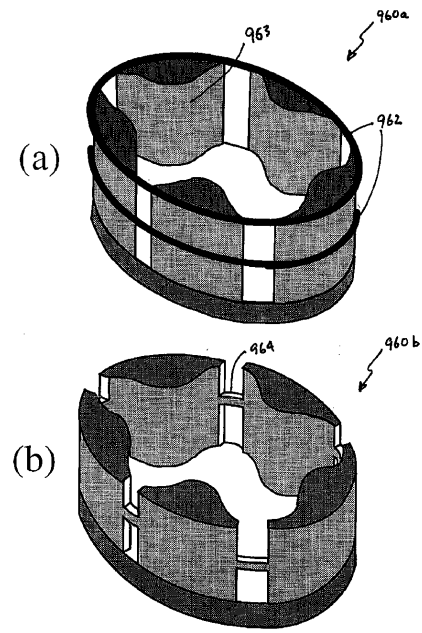


FIG. 88

【図 89】

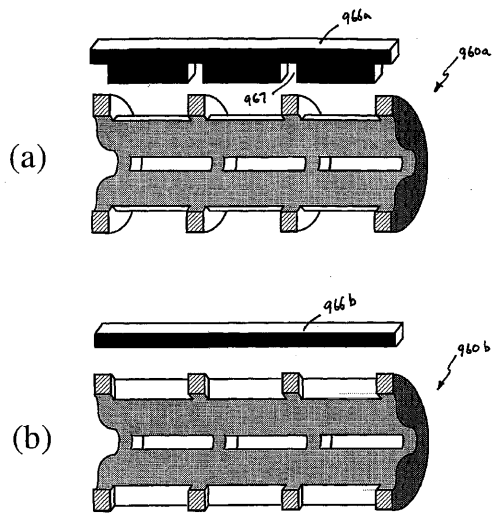
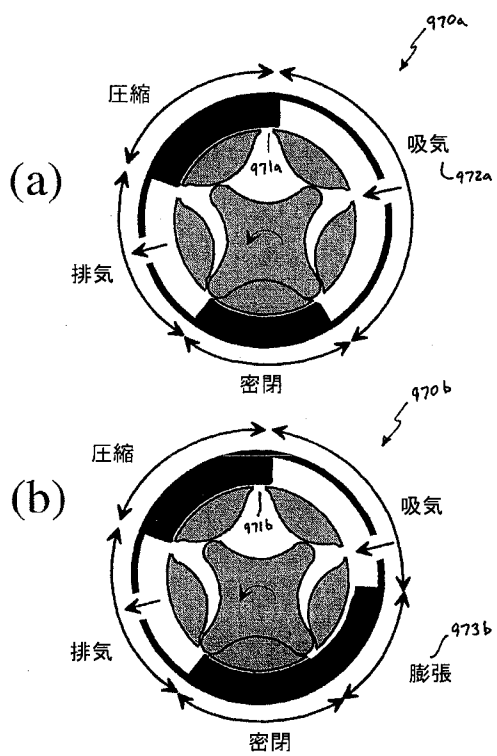


FIG. 89

【図 90】



【図 9 1】

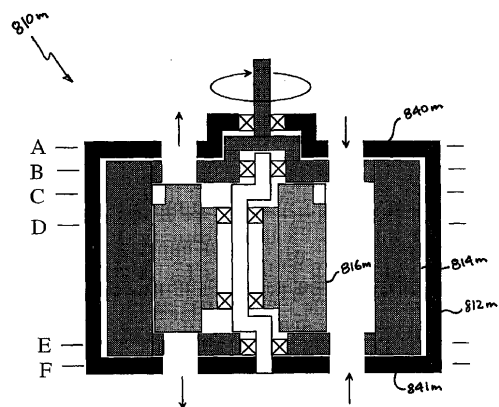
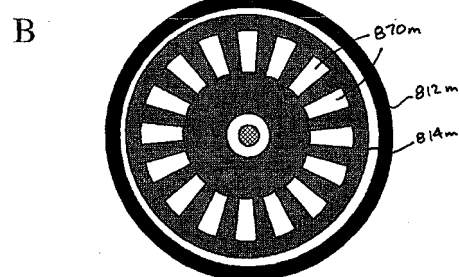
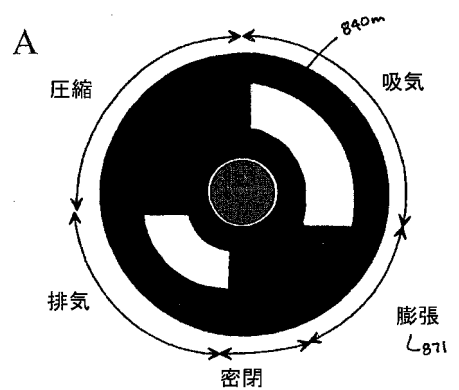


FIG. 91

【図 9 2】



【図 9 3】

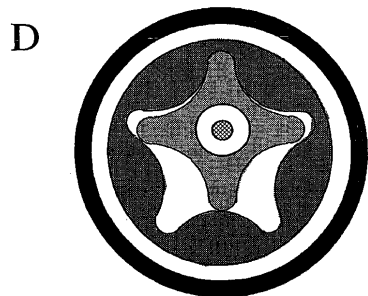
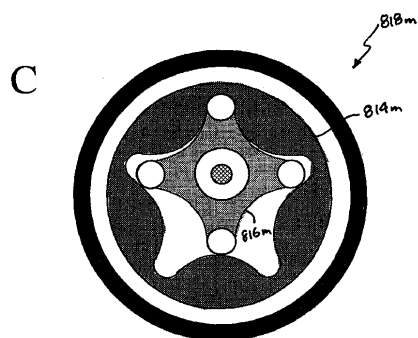
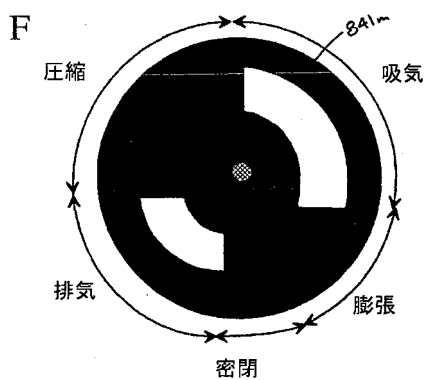
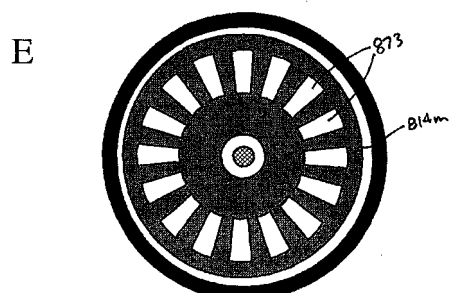
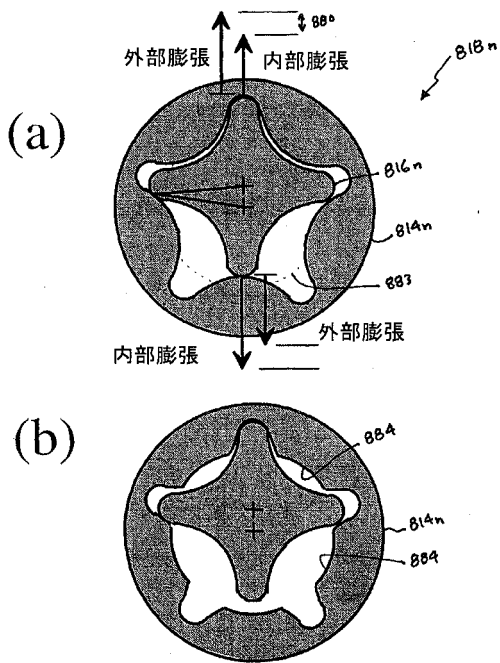


FIG. 93

【図 9 4】



【図 9 5】



【図 9 6】

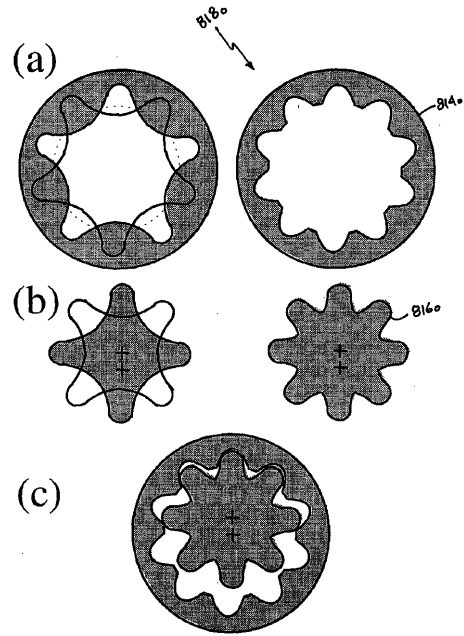


FIG. 96

【図 9 7】

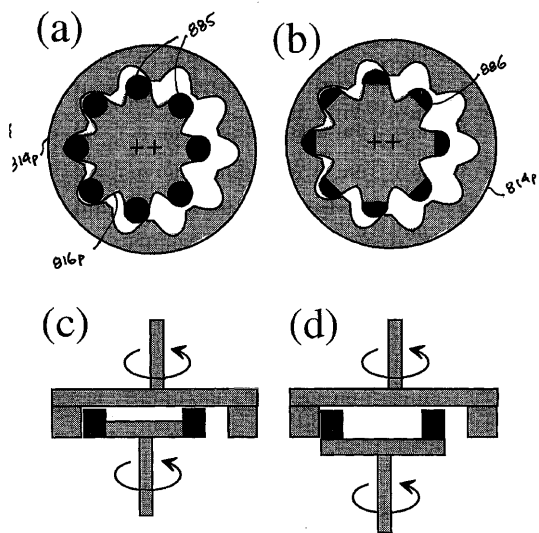


FIG. 97

【図 9 8】

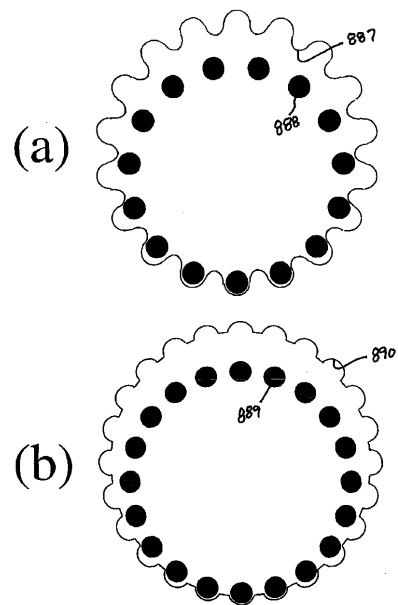


FIG. 98

【図 99】

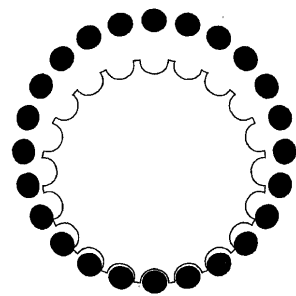


FIG. 99

【図 100】

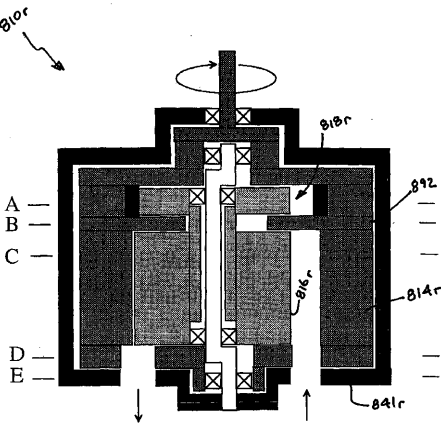


FIG. 100

【図 101】

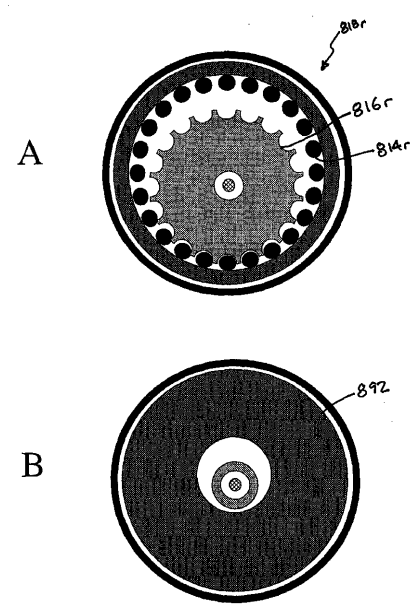


FIG. 101

【図 102】

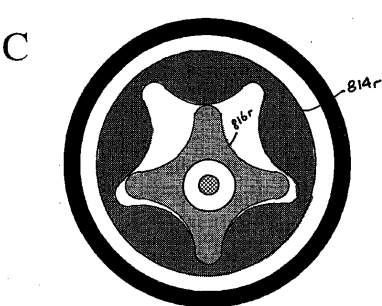
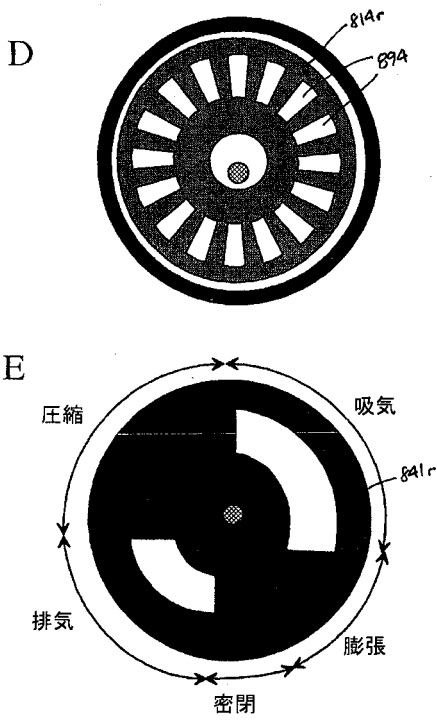
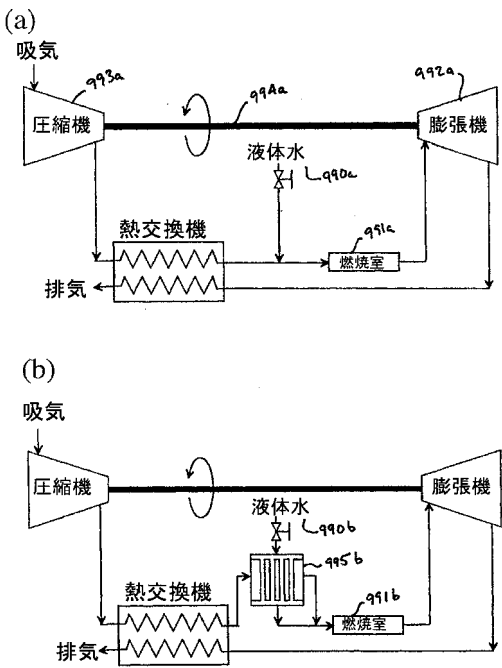


FIG. 102

【図 103】



【図 104】



【国際調査報告】

INTERNATIONAL SEARCH REPORT		International Application No. PCT/US2005/001941
A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER IPC 7 F01C1/10 F01C21/00 F01C17/04 F01C17/06		
According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC		
B. FIELDS SEARCHED Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols) IPC 7 F01C		
Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched		
Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practical, search terms used) EPO-Internal		
C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT		
Category *	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
X	US 2003/228237 A1 (HOLTZAPPLE MARK T ET AL) 11 December 2003 (2003-12-11) cited in the application	1-5,7-9, 11,15
Y	paragraph [0171] - paragraph [0177]; figures 68A-70A	6,12-14, 16
X	US 2003/215345 A1 (HOLTZAPPLE MARK T [US] ET AL) 20 November 2003 (2003-11-20)	1-5,7-9, 11,15
Y	paragraph [0170] - paragraph [0176]; figures 21,68A-70A paragraph [0080]	6,12-14, 16
X	WO 03/067030 A (THE TEXAS A & M UNIVERSITY SYSTEM; HOLTZAPPLE, MARK, T; RABROKER, ANDR) 14 August 2003 (2003-08-14) page 42, line 15 - page 44, line 6; figures 68A-70A	1-5,7-9, 11,15
☐ Further documents are listed in the continuation of box C. ☒ Patent family members are listed in annex.		
* Special categories of cited documents : "A" document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance "E" earlier document but published on or after the international filing date "L" document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified) "O" document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means "P" document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed "T" later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention "X" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone "Y" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art. "Z" document member of the same patent family		
Date of the actual completion of the international search 27 April 2005		Date of mailing of the international search report 19. 08. 2005
Name and mailing address of the ISA European Patent Office, P.B. 5818 Patentlaan 2 NL - 2280 HV Rijswijk Tel. (+31-70) 340-2040, Tx. 81 651 epo nl, Fax: (+31-70) 340-3016		Authorized officer Descoubes, P

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.
PCT/US2005/001941**Box II Observations where certain claims were found unsearchable (Continuation of item 2 of first sheet)**

This International Search Report has not been established in respect of certain claims under Article 17(2)(a) for the following reasons:

1. ☐ Claims Nos.:
because they relate to subject matter not required to be searched by this Authority, namely:

2. ☐ Claims Nos.:
because they relate to parts of the International Application that do not comply with the prescribed requirements to such an extent that no meaningful International Search can be carried out, specifically:

3. ☐ Claims Nos.:
because they are dependent claims and are not drafted in accordance with the second and third sentences of Rule 6.4(a).

Box III Observations where unity of invention is lacking (Continuation of item 3 of first sheet)

This International Searching Authority found multiple inventions in this international application, as follows:

see additional sheet

1. ☐ As all required additional search fees were timely paid by the applicant, this International Search Report covers all searchable claims.

2. ☐ As all searchable claims could be searched without effort justifying an additional fee, this Authority did not invite payment of any additional fee.

3. ☐ As only some of the required additional search fees were timely paid by the applicant, this International Search Report covers only those claims for which fees were paid, specifically claims Nos.:

4. ☒ No required additional search fees were timely paid by the applicant. Consequently, this International Search Report is restricted to the invention first mentioned in the claims; it is covered by claims Nos.:

1-16

Remark on Protest

- ☐ The additional search fees were accompanied by the applicant's protest.
- ☐ No protest accompanied the payment of additional search fees.

International Application No. PCT/US2005/001941

FURTHER INFORMATION CONTINUED FROM PCT/ISA/ 210

This International Searching Authority found multiple (groups of) inventions in this international application, as follows:

1. claims: 1-16

Gerotor apparatus with a synchronising system including cams and alignment members.

2. claims: 17-19

Gerotor apparatus with a synchronising system in a synchronising system housing.

3. claims: 20-31

Gerotor apparatus with a lubricant channel in the inner gerotor.

4. claims: 32-52

Gerotor apparatus with fluid inlet and outlet ports in first and second faces.

5. claims: 53-76

Engine system with a compressor gerotor including a low-friction material.

6. claims: 77-79

Engine system with an outer gerotor support.

7. claims: 80-84

System with a generator producing compressed gas.

8. claims: 85-91

Gerotor apparatus with a seal operable to restrict a fluid passage.

9. claims: 92-119

Gerotor apparatus operable to pump a liquid.

10. claims: 120-127

International Application No. PCT/US2005/001941

FURTHER INFORMATION CONTINUED FROM PCT/ISA/ 210

Engine system with bearings located proximate the inner compressor gerotor.

11. claims: 128-137

Gerotor apparatus with alignment members mounted within sockets of the inner gerotor.

12. claims: 138-176

Gerotor apparatus with tips of inner gerotor in fluid communication with an exit pipe.

13. claims: 177-188

Gerotor apparatus with outlet port of outer gerotor intermittently aligned with exhaust port.

14. claims: 189-196

Gerotor apparatus with a disk.

15. claims: 197-209

Engine system with passageways directing air toward the outer expander gerotor.

16. claims: 210-230

Engine system with a perforated housing and a heat sink therein.

17. claims: 231-234

Tip-breathing gerotor with a plurality of openings.

18. claims: 235-239;246-248

Face-breathing gerotor apparatus with a housing having a valve plate.

19. claims: 240-245

Gerotor apparatus with outer gerotor tips removed to allow thermal expansion of inner gerotor.

International Application No. PCT/ US2005/ 001941

FURTHER INFORMATION CONTINUED FROM PCT/ISA/ 210

20. claims: 249-250

Method for obtaining a power boost in a Brayton cycle
engine.

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

Information on patent family members

International Application No.
PCT/US2005/001941

Patent document cited in search report	Publication date	Patent family member(s)	Publication date
US 2003228237	A1	11-12-2003	
		US 2003106301 A1	12-06-2003
		US 2002014069 A1	07-02-2002
		US 6336317 B1	08-01-2002
		AT 263313 T	15-04-2004
		AT 252685 T	15-11-2003
		AU 5242599 A	21-02-2000
		BR 9912651 A	02-05-2001
		CA 2338347 A1	10-02-2000
		DE 69912288 D1	27-11-2003
		DE 69912288 T2	22-07-2004
		DE 69916142 D1	06-05-2004
		DE 69916142 T2	02-09-2004
		EP 1270899 A1	02-01-2003
		EP 1270900 A1	02-01-2003
		EP 1422378 A1	26-05-2004
		EP 1101024 A1	23-05-2001
		ES 2215962 T3	16-10-2004
		ES 2205864 T3	01-05-2004
		JP 2002521608 T	16-07-2002
		WO 0006876 A1	10-02-2000
		AU 2003210875 A1	02-09-2003
		BR 0307457 A	10-05-2005
		CA 2475229 A1	14-08-2003
		EP 1472434 A2	03-11-2004
		WO 03067030 A2	14-08-2003
		US 2003215345 A1	20-11-2003
US 2003215345	A1	20-11-2003	
		AU 2003210875 A1	02-09-2003
		BR 0307457 A	10-05-2005
		CA 2475229 A1	14-08-2003
		EP 1472434 A2	03-11-2004
		WO 03067030 A2	14-08-2003
		US 2003228237 A1	11-12-2003
WO 03067030	A	14-08-2003	
		AU 2003210875 A1	02-09-2003
		BR 0307457 A	10-05-2005
		CA 2475229 A1	14-08-2003
		EP 1472434 A2	03-11-2004
		WO 03067030 A2	14-08-2003
		US 2003228237 A1	11-12-2003
		US 2003215345 A1	20-11-2003

フロントページの続き

(81)指定国 AP(BW, GH, GM, KE, LS, MW, MZ, NA, SD, SL, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), EA(AM, AZ, BY, KG, KZ, MD, RU, TJ, TM), EP(AT, BE, BG, CH, CY, CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR, GB, GR, HU, IE, IS, IT, LT, LU, MC, NL, PL, PT, RO, SE, SI, SK, TR), OA(BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GQ, GW, ML, MR, NE, SN, TD, TG), AE, AG, AL, AM, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BR, BW, BY, BZ, CA, CH, CN, CO, CR, CU, CZ, DE, DK, DM, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, HR, HU, ID, IL, IN, IS, JP, KE, KG, KP, KR, KZ, LC, LK, LR, LS, LT, LU, LV, MA, MD, MG, MK, MN, MW, MX, MZ, NA, NI, NO, NZ, OM, PG, PH, PL, PT, RO, RU, SC, SD, SE, SG, SK, SL, SY, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA, UG, US, UZ, VC, VN, YU, ZA, ZM, ZW

(74)代理人 100091214

弁理士 大貫 進介

(74)代理人 100107766

弁理士 伊東 忠重

(72)発明者 ホルツアップル, マーク, ティー

アメリカ合衆国 テキサス州 77840 カレッジ・ステーション サウスウッド・ドライブ
1805

(72)発明者 レイブローカー, ジョージ, エイ

アメリカ合衆国 テキサス州 77845 カレッジ・ステーション サンドストーン 8713

(72)発明者 ロス, マイケル, ケイ

アメリカ合衆国 テキサス州 77808 ブライアン グリーンリーフ・レーン 322