

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特許公報(B2)

(11) 特許番号

特許第5373807号
(P5373807)

(45) 発行日 平成25年12月18日(2013.12.18)

(24) 登録日 平成25年9月27日(2013.9.27)

(51) Int.Cl.

B64F 1/00 (2006.01)

F 1

B 6 4 F 1/00

Z

請求項の数 5 (全 31 頁)

(21) 出願番号	特願2010-532155 (P2010-532155)
(86) (22) 出願日	平成20年10月24日 (2008.10.24)
(65) 公表番号	特表2011-502076 (P2011-502076A)
(43) 公表日	平成23年1月20日 (2011.1.20)
(86) 國際出願番号	PCT/US2008/081072
(87) 國際公開番号	W02009/058672
(87) 國際公開日	平成21年5月7日 (2009.5.7)
審査請求日	平成23年10月21日 (2011.10.21)
(31) 優先権主張番号	60/984,125
(32) 優先日	平成19年10月31日 (2007.10.31)
(33) 優先権主張国	米国(US)
(31) 優先権主張番号	60/984,176
(32) 優先日	平成19年10月31日 (2007.10.31)
(33) 優先権主張国	米国(US)

(73) 特許権者	591203428 イリノイ トゥール ワークス インコーポレイティド アメリカ合衆国, イリノイ 60025-5811, グレンビュー, ウエスト レイク アベニュー 3600
(74) 代理人	100099759 弁理士 青木 篤
(74) 代理人	100092624 弁理士 鶴田 準一
(74) 代理人	100102819 弁理士 島田 哲郎
(74) 代理人	100112357 弁理士 廣瀬 繁樹

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】航空機のカート形地上支援装置に取付可能なモジュラー式小型空調システム

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項 1】

航空機を整備するための地上支援装置において、
地上支援装置カートと、

航空機を整備するための地上支援機器を含み、前記カート上に取付けられ、ネットワーク接続部を有したモジュールと、

航空機を整備するための付加的な地上支援機器を含み、前記カート上に取付けられ、ネットワーク接続部を有した少なくとも1つの付加的モジュールと、

前記カート上に取付けられ、かつ、ネットワーク接続部を有した制御プロセッサーに接続されたユーザー表示装置およびユーザー制御部とを有し、前記ユーザー表示装置およびユーザー制御部は、前記カート上に取付けられた複数のモジュールに含まれる地上支援機器のための共通の制御パネルとして機能するようにした制御モジュールと、

前記カート上に取付けられた複数のモジュールの前記ネットワーク接続部を相互接続するネットワークとを具備し、

前記制御部プロセッサーによって、前記ユーザー表示装置は、ユーザーが選択できるよう、航空機の種々のタイプまたはクラスを列挙するメニューを表示し、

ユーザーが航空機の1つのタイプまたはクラスを選択すると、前記制御プロセッサーが、ネットワークを介して他の前記複数のモジュールの1つまたは複数に対して、選択された航空機のタイプまたはクラスがモジュールにどのようなサービスを要求するのかを定義する情報を送出し、

10

20

前記カート上に取付けられた空調モジュールであって、
冷媒と第1の蒸発器とを有した少なくとも第1の空調機と、
プロアード、
前記第1の空調機および前記プロアードを含み、外気を受け入れて調節した空気を航空機へ接続するようにしたダクトまたはホースへ供給する空気管路と、
ネットワーク接続部を有し、1または複数の空気および冷媒の温度および圧力測定値と、受信した設定値並びに選択された航空機のタイプおよびクラスで必要な空調圧力値とに従って前記空調機およびプロアードを制御する空調プロセッサーとを更に具備し、
起動時にプロアードが低圧で作用している間、プロアードに供給される電力の測定値およびプロアードを横断する圧力の測定値を同様のタイプまたはクラスの航空機についての過去の記録と照らし合わせ、偏差が大きい場合に、間違ったタイプまたはクラスの航空機が選択されている旨の警告を発するようにした地上支援装置。

【請求項1】
 前記表示装置は、エレクトロルミネセント表示装置である請求項1に記載の地上支援装置。

【請求項2】
 前記表示装置は、高周波遮蔽として作用する薄型スクリーンで挟んだフラットパネル表示装置である請求項1に記載の地上支援装置。

【請求項3】
 前記表示装置は、エレクトロルミネセント表示装置である請求項3に記載の地上支援装置。

【請求項4】
 前記表示装置は、エレクトロルミネセント表示装置である請求項5に記載の地上支援装置。

【請求項5】
前記空調プロセッサーに1または複数の異常な温度または圧力測定値が送出されると、該空調プロセッサーは、該異常な測定値を過去の同様な状態下で記録された過去の測定値に置き換え、空調作用およびプロアード作用を維持するようにした請求項1に記載の地上支援装置。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】
 【0001】
 本発明は、概略的に液体冷媒を用いた冷却の分野に関連し、特に、航空機に空調および電力調整を提供することに加えて、液体冷媒を必要とする航空機に、ポリオレフィンその他の同様の液体冷媒を温度、圧力を制御して供給可能な、航空機のカート形地上支援装置に関する。30
 【0002】
 なお、本願は、2007年10月31日に出願された米国仮出願第60/984,125号（代理人整理番号21605-P1）、2007年10月31日に出願された米国仮出願第60/984,176号（代理人整理番号21609-P1）、2007年10月31日に出願された米国仮出願第60/984,184号（代理人整理番号21610-P1）、および2008年3月14日に出願された米国仮出願第61/036,768号（代理人整理番号50-009 ITW 21605-P2）の優先権を主張する。
 【0003】
 また、本願は、複数の同一の発明者による航空機の地上支援装置およびカートに関連した本出願人による本願と同一出願日の複数の一連の特許出願の1つである。この一連の特許出願はJames W. Mann, IIIおよびDavid Wayne Leadinghamによる「航空機のカート形汎用地上支援装置用の多電圧電源装置」（出願番号：　　、代理人整理番号50-002 ITW 21608U）、Jeffrey E. MontminyおよびSteven E. Bivensによる「航空機の電子機器用調節可能な冷却システム」（出願番号：　　、代理人整理番号50-003 ITW 21585U）、Jeffrey E. Montminy, Brian A. TeetersおよびKyta Insixiengmayによる「航空機のカート形地上支援装置に設置するためのモジュールを構成するためのフレーム、パネル装置」（出願番号：　　、代理人整理番号50-004 ITW 21588U）、Jeffrey E. Montminy, Brian A. TeetersおよびKyta Insixiengmayによる「航空機のカート形地上支援装置に搭載するモジュール」（出願番号：　　、代理人整理番号50-005 ITW 21590U）である。
 40
 50

にパネルを取付けるための締結装置」（出願番号：　　、代理人整理番号50-005 ITW 21587U）、James W. Mann, IIIおよびJeffrey E. Montminyによる「電源モジュールおよび空調モジュールから分離可能な発電モジュールおよび抜去可能な複数のモジュールを有した航空機のカート形地上支援装置」（出願番号：　　、代理人整理番号50-006 ITW 21586U）、James W. Mann, III, Jeffrey E. Montminy, Benjamin E. NewellおよびTy A. Newellによる「航空機のカート形汎用地上支援装置用の調節可能空調システム」（出願番号：　　、代理人整理番号50-007 ITW 21606U）およびJeffrey E. Montminy, Kyta Insixieng may, James W. Mann, III, Benjamin E. NewellおよびTy A. Newellによる「航空機のカート形地上支援装置に搭載可能なモジュラー式小型空調システム」（出願番号：　　、代理人整理番号50-008 ITW 21583）を含み、これらの出願を本願と一体をなすものとして参考する。10

【背景技術】

【0004】

航空機は、エンジンを停止して地上にある間、通常、その電気系統へ電力を供給できず、また、その空調システムへ冷却した空気を供給することができない。また、重要部品つまり航空電子機器へ冷却液を供給することができない。通常、こうした地上機は航空機の地上支援装置に接続される。こうした、地上支援装置は、機器用の移動カート上に搭載されて航空機のためのカート形地上支援装置として、地上支援を必要とする航空機の近傍に適宜に駐車、配置または固定される。こうしたカートは、通常、航空機に調整、冷却した空気を供給可能な空調機を含み、また、地位域電力網から電力を航空機が必要とする適切な電圧（ACまたはDC）および周波数に変換可能な電力変換器を備えている。こうしたカート形の航空機地上支援装置は、また、発電機に連結されたディーゼルエンジンを含んでいることもあり、地域電力網に接続することなく、空調および電力の双方を航空機に提供可能となっているものもある。航空機が、電子機器のために冷却液の供給を必要とする場合には、冷却液源を含んだカート形地上支援装置もある。20

【0005】

過去、特に軍用機に関連して、こうしたカート形地上支援装置は、特定の単一タイプまたはクラスの航空機の特殊な必要性に適合させるよう特注設計がなされてきた。従って、第1のタイプまたはクラスの航空機の特定の要件または要求を支援するように設計されたカート形地上支援装置は、他のタイプまたは航空機の別の特定の要件または要求を支援するために使用することができない。異なる航空機は、通常、異なる圧力、流量の冷気、異なる電力量、異なる電圧レベル、異なる、電気周波数（または直流）を必要とする。異なるタイプの航空機は、また、搭載電子機器を冷却するために異なる圧力、流量の冷却液を用いる。従って、空港または軍用基地には異なるタイプまたはクラスの航空機が離着陸するので、個々の空港には、異なる多数のタイプのカート形地上支援装置を準備しなければならない。特定のタイプおよびクラスの航空機の要求を満たすように適切に設計されたカート形地上支援装置よりも多数の特徴タイプの航空機が特定の場所に着陸すると問題を生じる。30

【0006】

より詳細には、ある航空機は、より小さな室内を有した他の航空機よりも一層高い流量、圧力の空気供給を地上支援装置に要求する。また、供給される電力を115V、400Hzの交流を要求する航空機がある。270Vの直流を要求する航空機もある。更に他の航空機では28Vの直流電源を要求することもある。また、航空機は供給すべき電力量も異なっている。40

【0007】

ある航空機、特にジェット戦闘機では、更に、地上支援装置は、電子機器およびレーダーシステムを含むアビオニクスシステムに供給する冷却液の形態の冷却源が必要となる。この冷却液は、通常はポリアルルファオレフィン（PAO）熱輸送流体または冷却液である。この冷却液は、ポンプによって航空機内の1または複数の熱交換器を通してアビオニクスへ供給される。熱交換器は、ターボファンエンジンが作動中に存在する冷気によって50

液体を冷却する。

【0008】

こうした航空機のエンジンが作動していないときには、他の方法で P A O 液を冷却してアビオニクスの過熱を防止しなければならない。これを達成する 1 つの方法は、地上支援装置が、P A O ポンプおよび P A O 熱輸送流体を冷却するための装置を備えることである。一対のホースによって航空機の P A O 流体システムを地上支援装置に接続し、航空機と地上支援装置との間で循環流を形成し、これによって、航空機のアビオニクスから地上支援装置へ P A O 流体を供給し、地上支援装置においてポンプによって P A O 流体を圧送し、熱交換装置を通じて冷却し、該冷却した P A O 流体を航空機のアビオニクスへ帰還させるようにできる。P A O 流体の冷却のための温度、圧力、流量要件は、1 つのタイプまたはクラスの航空機と他のタイプまたはクラスの航空機との間で異なっているので、ある航空機の要求に特化された P A O 冷却は、他のタイプまたはクラスの航空機の異なる要求には必ずしも合致しない。10

【0009】

航空機に空調および電力調整を提供する航空機のカート形地上支援装置の一例として、国際特許出願PCT/US2006/043312(2007年5月31日に公開されたWO2007/061622)には、電力調整装置をモジュール構成した航空機のカート形地上支援装置が開示されている。このカート形地上支援装置は、航空機に空調および電力変換を提供すると共に、選択に応じて発電することもできる。図 5 に該特許出願に開示されたカート形地上支援装置を示す。該地上支援装置は、電力変換モジュールを交換可能に受容可能となっている。20 115V、400Hz の三相交流を発電するモジュール 72 は、270V の直流を発電するモジュール 78 と交換可能となっている。図 6 は、該カート形地上支援装置が、28V の直流を発電するモジュール 92 をも受容可能となっていることを示している。

【0010】

上記 P C T 出願の図 2 には、航空機のカート形地上支援装置 14 の二重空調システムの機械的構造が示されている。該空調システムの機械的構成要素は、カート形地上支援装置 14 の全長に亘って延在している。カート形地上支援装置 14 の一方の端部に 2 組の凝縮器コイル 34 が配置されている。凝縮器コイル 34 の厚さ、および、関連した冷却ファンの厚さを含めたコイルのハウジングの厚さの合計は、カート形地上支援装置の全長の約 1 / 5 となっている。カート形地上支援装置 14 の他端には、フィルタ、上流側蒸発器コイル 30、下流側蒸発器コイル 40 および出口接続部 42 (該出口接続部に航空機へ繋がるダクトが取付可能となっている) が配置されており、これらの構成要素は、長手方向に、カート形地上支援装置の全長の 1 / 5 よりも幾分短い部分を占めている。プロアーファン 32、排気室 38 および 2 つのコンプレッサー 36 がカート形地上支援装置 14 の中央部分に配置されている。これら空調システムの機械的構成要素は、カート形地上支援装置 14 の内部の矩形モジュール内には収容されておらず、カート形地上支援装置 14 内全体に分散され、従って、カート形地上支援装置 14 から適宜取外して、該カート形地上支援装置 14 から離れたところで修理したり使用したりすることができない。ディーゼルエンジン 54 や発電機 56 (上記 P C T 出願の図 4 に示されている) 電力変換ユニット 72 (上記 P C T 出願の図 5 に示されている) といった他の構成要素は、空調システムの構成要素間の隙間に押込まれている。空調システムの構成要素と空調システム以外の構成要素とが混ざり合った構成では、構成容積の周知が非常に複雑になる。と言うのは、これら構成要素は全て同じ余裕の無い空間に押込まれているからである。空調システムのコンプレッサー やプロアーの整備員は、これら構成要素にとって例えばディーゼルエンジン 54 や発電機 56 が邪魔になることに気付くであろう。3040

【先行技術文献】

【特許文献】

【0011】

【特許文献 1】 国際公開2007/061622号明細書

【特許文献 2】 米国特許第6,988,538号明細書

【発明の概要】**【発明が解決しようとする課題】****【0012】**

こうした従来の地上支援装置システムお空調システムは、また、特徴の温度、圧力の冷気を特定のタイプまたはクラスの航空機へ供給するように設計されている。こうしたシステムが、他のタイプまたはクラスの航空機へ冷気を供給すると、過剰または過少な空気が空調システムから流れたり、或いは、空調システムのバランスが崩れ、空気が過少または過剰に冷却され、内部蒸発器に着氷を生じたり、航空機に損傷を与えることも生じうる。また、供給される温度、圧力が、他のタイプまたはクラスの航空機には不適切な場合もある。同様に、電気系統は異なるタイプまたはクラスの航空機には電力を供給できないだろうし、また、他のタイプまたはクラス航空機のアビオニクスの冷却に用いる場合には、P A O液冷却システムは適切なバランスを保てないであろう。

10

【課題を解決するための手段】**【0013】**

本発明は、航空機を整備するための地上支援装置で実施される。該地上支援装置は地上支援装置カートを含み、該カート上に少なくとも2つの機器モジュールと、制御モジュールとが搭載される。カート上に取付けられた第1の機器モジュールは、航空機を整備するための地上支援機器を含み、ネットワーク接続部を有し、カート上に取付けられた少なくとも1つの補助機器モジュールは、航空機を整備するための付加的な地上支援機器を含み、ネットワーク接続部を有している。制御モジュールは、ユーザー表示装置と、ユーザー制御部とを有し、ユーザー表示装置およびユーザー制御部は、ネットワーク接続部を有した制御プロセッサーに接続されている。ユーザー表示装置およびユーザー制御部は、カート上に取付けられた複数のモジュールに含まれる地上支援機器のための共通の制御パネルとして機能する。ネットワークが、カート上に取付けられた複数のモジュールのネットワーク接続部を相互接続する。制御プロセッサーによって、ユーザー表示装置は、ユーザーが選択できるように、航空機の種々のタイプまたはクラスを列挙するメニューを表示する。ユーザーが航空機の1つのタイプまたはクラスを選択すると、制御プロセッサーが、ネットワークを介して他の複数のモジュールの1つまたは複数に対して、選択された航空機のタイプまたはクラスがモジュールにどのようなサービスを要求するのかを定義する情報を送出する。

20

【図面の簡単な説明】**【0014】**

【図1】モジュール構成した航空機のカート形汎用地上支援装置の1つの実施形態の斜視図である。

30

【図2】地上支援装置の後方部分を形成するディーゼルエンジン発電機モジュール部分を切離して示す図1のカート形地上支援装置の斜視図である。

【図3】図1のカート形地上支援装置の電力変換モジュールの斜視図であり、該モジュールの修理目的または他のモジュールと交換するために、地上支援装置から該モジュールを摺動、取外す方法を示す図である。

【図4】図1のカート形地上支援装置の前方部分に取付けられる2段式空調モジュールの斜視図であり、微小通過凝縮器コイル支持ドアを回転、開放して空調モジュールの内部構造を露出させて示す図である。

40

【図5】図4の2段式空調モジュールを貫流する空気の流路を示すブロック図である。

【図6】図4の2段式空調モジュールの第1の空調ユニットまたは「前段冷却」空調ユニット内の冷媒循環路を示すブロック図であり、独立のP A O冷却システム（図示せず）から第1の空調ユニットの冷媒に熱を輸送する熱交換器を示す図である。

【図7】図4の2段式空調モジュールの第2の空調ユニットまたは「後段冷却」空調ユニット内の冷媒循環路を示すブロック図である。

【図8】図4に示した空調モジュールのP A O冷却システム、つまり航空機からの熱を図4の2段式空調モジュールの第1の空調ユニットまたは「前段冷却」空調ユニットへ輸送

50

する P A O 冷却システムのブロック図である。

【図 9】正方形状の型枠に組込んで正方形に配列し、これを漏斗形ダクトに取付け、外部配管を介して冷気を航空機へ導入するようにした 4 つのプレート形フィン付き凝縮器コイル集成体の分解斜視図である。

【図 10】図 9 のプレート形フィン付き凝縮器コイル集成体を 2 つの漏斗形ダクトの間に取付けて示す斜視図であり、冷却すべき空気は漏斗形ダクトによってプレート形フィン付き凝縮器コイルを横断して均一に通過するようになっている。

【図 11】複数対を形成して図 4 に示した 2 段式空調モジュールの 2 つのドアに取付けるようにした微小通過凝縮器ユニットの斜視図である。

【図 12】図 11 の矢視線 A - A に沿って微小通過凝縮器ユニットの一部を破断して示す空気通路の内部詳細図である。 10

【図 13】制御モジュールへの発電モジュール、2 つの電力変換モジュール、2 段式空調モジュールを相互接続する信号伝達バスを示すブロック図であり、制御モジュールは、8 つの押ボタンを有した表示器および汎用制御、診断プロセッサーを有している。

【図 14】流れ図と状態図とを組合せて示すブロック図であって、システム全体の通常の起動手順および運転手順並びに警告、警報および停止状態を示す図である。

【図 15】図 5、6、7、8 に示した構成要素を組合せて示す略示ブロック図であって、前段冷却空調ユニット、後段冷却空調ユニットおよび P A O 冷却システム内の空気の流れおよび冷媒循環通路を示し、特にシステムの運転および温度、圧力を制御する 8 つのフィードバックループおよびコントローラー並びにコントローラーへ信号を入する設定点を特定する図である。 20

【図 16】2 つの空調ユニットのコンプレッサーの状態を示すブロック図である。

【図 17】2 つの空調ユニットを介して空気を航空機へ供給するプロアーファンの動作たための、プロアーファンを駆動する可変周波数駆動装置を用いた自動制御を示すブロック図である。

【図 18】3 8 0 ~ 5 0 0 V、5 0 ~ 6 0 H z の三相電源への 2 つのコンプレッサー、2 段变速凝縮器冷却ファンおよびプロアーファンのための可変周波数駆動装置の接続並びにコンプレッサー、冷却ファン、プロアーファンのための制御信号を示すブロック図である。

【図 19】温度、圧力等の重要なシステム状態信号の全名称、並びに、空調システムが、異なるタイプまたはクラスの航空機によって生じうる広範に変化する負荷条件に対して柔軟かつ適正に応答可能とするよう空調プロセス全体を制御するためのプロセッサーが生成する重要な ON / OFF 信号および 0 ~ 1 0 V 出力信号を示す図である。 30

【図 20】制御モジュールの表示器に表示される全てのメニューおよびサブメニューを該メニューおよびサブメニュー間のナビゲーションパスと共に示すブロック図である。

【図 21】メインメニューを示す図である。

【図 22】図 21 のメインメニュー上で「ヘルプ」項目が選択されたときに表示されるヘルプメニューを示す図である。

【図 23】図 21 のメインメニュー上で航空機「T-50 ゴールデンイーグル」が選択されたときに表示されるメニューを示す図である。 40

【図 24】図 23 の「T-50 ゴールデンイーグル」メニュー上で「ヘルプ」項目が選択されたときに表示されるメニューを示す図である。

【図 25】図 21 のメインメニュー上で「整備」項目が選択されたときに表示される整備メニューを示す図である。

【図 26】スクロール可能なデーターロギングメニュー、および、図 25 の整備メニュー上で「データーログスクリーン」項目が選択されたときに表示されるウィンドウを示す図である。

【図 27】図 25 の整備メニュー上で「A / C 整備」項目が選択されたときに表示される前段冷却空調ユニットの状態値を示す図である。

【図 28】図 25 の整備メニュー上で「リレー状態スクリーン」項目が選択されたときに 50

表示される 2 つのアクチュエーター状態スクリーンおよびリレー状態スクリーンの一方を示す図であり、表示される値は、図 19 の空調、PAO プロセッサーが生成する一層重要な出力制御信号に対応している。

【図 29】制御モジュールの表示器の分解斜視図であり、該表示器が、高周波を遮蔽するスクリーンとして機能する金属スクリーンを示す図である。

【発明を実施するための形態】

【0015】

以下、2 つのセクションに分けて詳細に説明する。セクション A では、航空機のカート形汎用地上支援装置（図 1～図 3）に組込むよう設計されたモジュラー式調節可能空調システムの機械的特徴に関連させて本発明の背景を説明する。セクション B では、システム内の機械的構成要素（図 1～図 4、図 9～図 12 および図 29）、空気の流通経路（図 5）、冷媒および PAO 冷媒の流通経路（図 6～図 8）、電子制御システム（図 13～図 19）および表示システムおよびインターフェース（図 20～図 28）を含めて完結した地上支援空調システムに関連させて航空機の空調システムの機械的構成の詳細を説明する。本発明の主題は、人間との相互作用システムおよびその表示（図 20～図 28）、および、空気の流れ、冷媒の流れ、および、PAO 冷媒の流れシステム（図 5～図 8）と操作用し制御する電子制御システム（図 13～図 19）の相互作用および制御方法である。

【0016】

セクション A：航空機のモジュラー式カート形地上支援装置

カート形地上支援装置は、車輪が設けられた牽引可能な台車、または、（永久的または一時的に）固定された装置であって、航空機のエンジンが停止している間、空調、アビオニクス機器の液体冷却、電力変換および発電の各種サービスを提供する。これらのカート形地上支援装置は、好ましくは、軍用機その他の航空機によって世界中の空港または軍用機地へ輸送されるので、こうした機器をもはや標準的な軍用機器輸送パレットよりも小さくすることが便利かつ有利である。然しながら、今日、多くのカート形地上支援装置は標準的なパレットには適合せず、それによって、現場で利用可能な地上支援装置の数が少なくなってしまっている。従来、こうしたカート形地上支援装置は特注設計されており、たった 1 つのタイプまたはクラスの航空機にのみ上記サービスを提供するようになっている。従って、異なるタイプまたはクラスの航空機の各々に対して異なるカート形地上支援装置を準備しなければならない。また、従来、こうしたカート形地上支援装置に搭載の空調システムの構成要素は嵩張り、カート形地上支援装置の全体を占め、電力変換構成要素および他の構成要素をあらゆる隙間に挟み込む必要があり、従って、こうしたカート形地上支援装置の構成要素の整備または交換が非常に手間のかかる作業となっている。

【0017】

本発明は、航空機のカート形汎用地上支援装置、つまり 1 つのタイプまたはクラスではなく、種々のタイプまたはクラスの航空機の様々な需要に対応するように構成されたカート形地上支援装置に関連している。また、このカート形地上支援装置はモジュラー式、つまり、各構成要素は矩形のモジュールとなっており、整備や交換のためにカート形地上支援装置から簡単に分離または取外可能となっている。モジュールはカート形地上支援装置とは独立に使用可能となっており、特定のタイプの航空機で必要のないモジュールは簡単に取外され、そして、別の場所で使用したり、待機させたりすることができ、融通性が高くなる。図 1～図 3 に、形地上支援装置カート 10（以下、単にカートと記載する）、発電モジュール 14、電力変換モジュール 20、2 段式空調モジュール 400（該モジュールはまた PAO 液を冷却する）が図示されている。上記構成要素の一層詳細な図面が本願および既述の関連出願に含まれている。

【0018】

使用に際して、カート 10 は航空機（図示せず）の近傍に取付けられたり、或いは、適当なトラクターまたはトラック（図示せず）によって航空機の近傍に牽引されたりする。作業員が、空調機のプレナムまたは空気ダクト 26 を 2 段式空調モジュール 400 から航空機の冷気入力ポート（図示せず）に接続する。航空機が、液体冷媒の供給が必要なアビ

10

20

30

40

50

オニクスその他の電子機器を有する場合には、作業員は、また、一対の P A O 冷媒管路 2 8 を空調モジュール 4 0 0 から航空機の一対の P A O ポートに接続する。作業員は、次いで、適当な電気ケーブル（図示せず）を用いて、電力変換モジュール 2 0 の電気出力ポートまたは電気レセプタクル（図 1 ~ 図 3 には図示されていない）を航空機の対応ポートまたはケーブルに接続する。異なるタイプの航空機の様々な要求を満たすために、カート 1 0 には、2 つの電力変換モジュール 2 0 を設けることができよう。第 1 のモジュール 2 0 は、1 1 5 V、4 0 0 Hz の交流出力ポートおよび独立した 2 7 0 V の直流出力ポートを有し、第 2 のモジュール 1 3 0 8 （図 1 3 ）は、2 8 V の直流出力ポートを有している（モジュール 2 0 、1 3 0 8 の一方または他方がカート 1 0 から取外される）。

【 0 0 1 9 】

10

図 1 3 を参照すると、作業員は、表示スクリーン 2 4 を有した制御モジュール 2 2 の正面パネルの「スタート」ボタン 1 3 1 6 を押す。すると、表示スクリーンには、図 2 1 に示すようなメインメニューが表示される。航空機が T-50 ゴールデンイーグルの場合、作業員は、このメニュー（図 2 1 ）の 4 つの押ボタン 1 3 0 4 のうちラベル「T-50 ゴールデンイーグル」の隣にある押ボタンを押す。作業員は、次に表示される T-50 メニュー（図 2 3 ）上の 4 つの押ボタン 1 3 0 2 のうち「スタート」ラベルの隣にある押ボタンを押す。すると、全てのモジュールは、該特定の航空機に適切な圧力、流量の空調、適切なタイプ、電圧、周波数の電力、および、（必要に応じて）液体冷媒を提供するために自動的に再設定される。作業員が間違った航空機のタイプを選択すると、空気の圧力および流量を測定することによって、この過誤を検知し、システムが停止し、エラーを表示する有色の表示ランプが点灯すると共に、作業員へ向けて制御パネル 2 4 上に適切なエラーメッセージが表示される。作業員が制御モジュール 2 2 の正面パネル上の「停止」ボタンまたは表示スクリーン 2 4 上に表示される複数のメニューの何れか 1 つのメニュー上の「停止」ラベルの隣にある押ボタン 1 3 0 2 または 1 3 0 4 を押すとシステムが停止する。

【 0 0 2 0 】

20

カート形汎用地上支援装置は、多くの異なるタイプまたはクラスの航空機の広範に変化する空調、液体の冷却、電力支援を含む要求に対して柔軟に支援を行うように構成されている。本発明によれば、異なる圧力、流量で冷却した空気および液体を異なる航空機に供給可能で、かつ、異なる航空機に異なるタイプおよび電力量の電力を供給可能である。また、本発明によれば、単純かつ統合的な制御パネルが提供され、航空機の保守要員が、保守すべき航空機のタイプを簡単に選択し、かつ、特定のタイプの航空機のためにカート形地上支援装置に搭載の種々の機器を自動的に設定し最適な支援が可能となっている。

【 0 0 2 1 】

30

航空機のモジュラー式カート形地上支援装置の異なる支援システムの各々は、堅牢で、小型で、電磁波遮蔽を設けることができ、また、容易に取外し、修理し、交換可能な矩形モジュールとして形成され、該航空機のモジュラー式カート形地上支援装置および他のモジュール要素から分離させて独に用いることができる。

【 0 0 2 2 】

40

航空機のモジュラー式カート形地上支援装置 1 0 では、例えば、2 段式空調モジュール 4 0 0 は、P A O 液冷却システムを含めてカート 1 0 の空調構成要素の全てを含んでいる。電力変換モジュール 2 0 は、2 7 0 V 直流電源、1 1 5 V、4 0 0 Hz 交流電源を含めてカート 1 0 の電力変換構成要素の全てを含んでいる。電力変換モジュール 2 0 は、2 8 V 直流電源を含む他のモジュール 1 3 0 8 （図 1 3 ）と交換したり、或いは、同モジュールによって補充して、異なるタイプまたはクラスの航空機の特定の要求に応じて、3 つの異なるタイプの電力変換を可能とするようにできる。

【 0 0 2 3 】

電源モジュール 1 4 は、電力網からの 3 6 0 ~ 5 0 0 V、5 0 または 6 0 サイクルの三相電源に接続できない場合に、ディーゼルエンジンおよび 6 0 サイクル 4 6 0 V の三相電源を構成する発電機を含む。電源モジュール 1 4 は、カート 1 0 の一方の端部に配置され、図 2 に示すように、カート 1 0 から取外可能とすることができます。

50

【0024】

モジュール14、20、400、1308の何れかまたは全てに、内部変換器（図示せず）を配設して、高電圧の入電力を120Vまたは240V、50Hzまたは60Hzに変換して、標準的な耐候性コンセント（図示せず）へ供給し、該低圧電力を、手持ち工具や移動式照明器具等に供給する電力として用いることができる。

【0025】

図13に示すように、制御モジュール22はカート10において電力変換モジュール20の上に取付けられている。制御モジュール22は、その正面パネルに一対の起動、停止ボタン1316、1318、有色の表示ランプ1314、および、スクリーンの左右側縁部に4つの押ボタン組1302、1304を配置した表示スクリーン24を有している。
起動すると、図21に示す表示スクリーン24にはメインメニューが表示され、航空機の整備作業員は、押ボタン1302、1304の1つを選択して押すことによって、整備すべき航空機のタイプを選択可能となる。図25に示す整備メニューによって、整備作業員は、空調、PAOモジュール400、電力変換モジュール20、1308および電源モジュール14の状態を目視、（場合によっては）変更可能となる。図13に略示するよう¹⁰に、全てのモジュール14、20、22、400、1308は、カート10上に組込まれると、ネットワーク1312によって自動的に相互接続される。更に、モジュール14、20、22、400、1308の各々には、ネットワークジャック（図示せず）が配設されており、外部コンピューター（図示せず）を接続して、制御モジュールとして作用させると共に、押ボタン1302、1304を押すことに代えて図20～図28に示したメニュー上でマウスクリックすることによって、全てのモジュールに関して表示させることができる。
²⁰

【0026】

カート10は、二輪台車組立体18、19を具備するようにできる。カート10上において、発電モジュール14と、2段式空調モジュール400との間の空間には、図2、3に示すように、電力変換モジュール20、1308の一方または双方を滑り入れて配置し、該カート10に固定することができる（電力変換モジュールの双方を搭載する場合には、該モジュールはカートの両側部または互いに上下に配置することができよう）。

【0027】

ある航空機の支援作業で発電モジュール14が不必要的場合、モジュール14および該モジュール14の下側の台車組立体19を、図2に示すように、カート10の残りの部分から完全に切離し、60Hz、460Vの三相電源が必要などこか別の場所で用いることができよう。図2、3に示すように、電力変換モジュール20、1308は、台車組立体上で引出し所定位置に固定して、モジュール20、1308およびその内部の電気構成要素および電子構成要素を修理するために修理員が容易に該モジュールに接近可能とすることができる。これらモジュールは、修理のため或いは他所で独立した電力変換装置として使用するために取外してもよい。また、これらモジュールは、異なる航空機を整備するために他の異なる電圧、周波数の電力を生成する別の電力変換モジュールと置換することができよう。
³⁰

【0028】

セクションB：2段式空調PAO液冷却システム

以下に説明する2段式空調PAO液冷却システムは可変特性を有する。特に、従来の航空機の地上支援装置の空調機が起動に数分を要していたのに対して、該システムは、システム全体に亘って精密制御することと、冷凍システム（図15および以下の関連記載参照）の内容積を最小化することによる冷凍システムの冷媒充填量が低くなっていることから、30秒で空調機を起動可能となっている。デジタル制御アルゴリズムは、汎用条件に適合するようプロセッサー1900によって動的に変化させることができるので、多数のセンサーおよびコントローラーが、制御ガイダンスを提供するセンサーの実際の読みの代わりに、状態を予測するために信頼できる過去の操作メモリーに基づいて動作不能であっても、空調は作動可能となっている。後述するように、作業員は、整備すべき航空機のタイ
⁴⁰
⁵⁰

またはクラスをメニュー（図18）上に表示させる。空調機が、最終的なプロアー速度よりも低いプロアー速度で起動するときに、温度、圧力、消費電力測定センサーによって補足される空気の圧力、流量が、選択した航空機のタイプまたはクラスの圧力、流量に一致しない場合には、空調機を停止して、間違ったタイプの航空機が選択されている可能性が高いことを知らせる適切な警報メッセージを提供することができる。システムの特性の他の例は後述する。本出願の附属書類に改良されたユーザーインターフェースが含まれており、起動、停止ボタンおよび表示ランプが、表示器に付加され、ユーザビリティを改善すると共に、それに従ってメニューが調節されている。

【0029】

図4～図12を参照すると、2段式空調モジュール400の内部機構および流体経路の詳細が示されている。モジュール400は、2つの空調段階、つまり、前段冷却空調機520（図5、6に示す）と、後段冷却空調機522（図5、7に示す）を含んでいる。図5に、経路500に沿って2つの空調機520、522を還流する空気の流れを示す。2つの空調機520、522を貫流する冷媒の流れを図6（前段冷却空調機520）および図7（後段冷却空調機522）に示す。前段冷却空調機520は、PAO液冷却システム700と協働する。図8に、PAO液冷却システム700を貫流し、該システム700と航空機823内のアビオニクス825との間を流通するアビオニクス液体冷媒の流れを示す。空調機の各プレート形蒸発器アレーの機械的詳細を図9、10に示す。空調機の各微小通過凝縮器コイルの機械的詳細を図11、12に示す。

10

【0030】

図4は、背面402から見た2段式空調モジュール400の斜視図である。調節した空気を航空機（図示せず）へ輸送する空気ダクト26が右方へ延びるように図示されている（図1、2では空気ダクト26は左方へ延びている）。従って、モジュール400、20、22、1308を図1に示すようにカート10に搭載したときに、背面402は、モジュール400において電力変換モジュール20、1308および制御モジュール22には隣接していない側面となる。従って、モジュール400の背面402は、常にモジュール400の整備のために接近可能であり、他のモジュールが存在することによって邪魔されることはない。

20

【0031】

ヒンジ止めされたルーバードア404が、モジュール400の背面402（図4）から回転、開放されており、作業員は、整備のため該ドアから空調PAO液冷却システムの全ての構成要素へ接近可能となるが、作動中には開けっ放しにはされない。第2のヒンジ止めされたルーバードア408は、モジュール400の上面から上方へ回転、開放されるよう図示されている。作業員は、該ドア408からモジュール400の上方領域に配設されているPAOシステム700の構成要素へ接近可能となっている。

30

【0032】

2つのルーバードア404、408の各々は、一対の薄型微小通過空調機凝縮器コイル406、410を支持する。図11、12に該コイルの詳細を示す（以下に詳述する）。各対をなす2つの凝縮器コイル406、410は、空調モジュール400の2段をなす空調機520、522の各々に関連する。2段变速凝縮器ファン414によって、空気が、空調モジュール400の一方の側面、つまり航空機への空気ダクト26が繋がっていない側面416に設けられたファン口418から吹出される。ドア404、408の双方が閉じられている間、対をなす微小通過凝縮器コイル406、410の各対を通して空気を吸引し、2つの凝縮器コイル406、410内の冷媒を冷却する。ファン414は、2つの凝縮器コイル406、410を通過して加熱された空気をカート10の側面416のファン口418から、表示スクリーン24を目指す作業員または空気ダクト26を接続している作業員の位置、或いは、PAO液体冷媒管路28が通常配置されている位置から離反する方向に吹き出す。図15、18を参照すると、ファン414は、空調PAOプロセッサー1900内のアルゴリズムとして実行されるコントローラー1518によって生成される低速ファン制御信号415と高速ファン制御信号417によって制御される。該コン

40

50

トローラーは、図5、6、7に示す、周囲温度信号および種々の温度、圧力信号に応答して、必要に応じてファン414を停止から低速そして高速へ変速することによって、2つの空調機520、522の適正な作動を維持すべくプロセッサーを補助する。これは、システムの定格容量を調節する他の方法であり、該方法は低容量すなわち低周囲条件でシステムを作動させるとときに特に有効な方法である。

【0033】

図5は、2段式空調モジュール400を通過するときに冷却、除湿、加圧される空気の空気通路500の略示ブロック図である。外気501は、プロア-508によって前段冷却空調機520を通過して吸引され、次いで、該プロア-によって後段冷却空調機522および空気ダクト26を通過するように付勢され、該空気ダクトから冷却、除湿、加圧された空気の流れとして、航空機(図示せず)へ向けて流出する。10

【0034】

前段冷却空調機520は、第1の蒸発器アレー504(図4、5)と、一対の第1の微小通路凝縮器コイル406(図4)、および、図6に示し後述する他の構成要素を含んでいる。後段冷却空調機522は、第2の蒸発器アレー514(図4、5)と、一対の第2の微小通路凝縮器410(図4)、および、図7に示し後述する他の構成要素を含んでいる。2つの空調機520、522は、前段冷却空調機520が、図8に示すPAO液体冷媒回路700から熱を吸収するPAO熱交換器602(図6、8)を含んでいる点を除いて本質的に同一である。20

【0035】

図4、5を参照すると、除湿、冷却すべき空気501は空気通路500に沿って流通し、まず、空気フィルター502を通過し、次いで、前段冷却空調機520のプレート形蒸発器アレー504を通過して、そこで、空気は部分的に冷却、除湿される。該空気は、次いで、収斂部505(図4)を通過し、そして更にプロア-508へ向けて流れる。該プロア-は、空気を前方へ付勢し、圧力を高める。空気は、次いで、エルボー512(図4)で方向転換する前に、プロア-508からの動圧を静圧に変換(静圧回復)する出口コーン部510を通過する。空気は、次いで、膨張室または拡開部513(図10)に流入する。膨張室または拡開部内にはバッフルプレートが配設されており、該バッフルプレートは該空気の流れが一様に後段冷却空調機522のプレート形フィン付き蒸発器アレー514の全ての部分を通過するように空気の流れを広げる。更に、冷却、除湿された空気が収斂部516(図4、9、10)を通過し、そして円形の連結部518(図4、9、10)から空気ダクト26(図1、4、5)へ流出して、航空機(図示せず)内へ向けて流れる。30

【0036】

プロア-508は、可变速電動モーター506によって駆動され、該モーターの速度は、モーター506へ供給する電力の周波数によって制御される。電圧周波数変換器525は、空調PAOプロセッサー1900(実時間処理制御コンピューターシステム、図19参照)からのモーター506の周波数を規定するシリアル化されたデジタル制御信号1706を受信する。変換器525は、(圧力センサー526によって測定される)出力圧力を監視する制御アルゴリズムに基づいて制御信号1706が指示する周波数に従ってモーター506への入力電力の周波数を増減、変更することによって信号1706に応答する。40 プロセッサー1900は圧力センサー526からの0~10Vの測定圧力信号を受信する。該圧力センサーは、リング部分518および航空機(図示せず)へ冷気を供給するための空気ダクト26内の圧力を測定する。図5、15を参照すると、プロセッサー1900は、圧力センサー526による圧力測定値を航空機の1つのタイプまたはクラス毎に異なる望ましい圧力設定値と比較し、次いで、航空機の特定のタイプまたはクラスを冷却するのに必要な空気ダクト26内の圧力を適正圧力に維持する設定値にプロア-508の速度を調節する。

【0037】

図15において、コントローラー1514は圧力設定値Pspを圧力センサー526にて

10

20

30

40

50

測定された空気ダクト圧力で比較し、プロアー 508 の速度を制御する信号 1706 を生成するシンボルで示されている。コントローラー 1514 は、実際にはプロセッサー 1900 内でデジタル処理によって実施される。コントローラー 1514 は、典型的に、圧力誤差を最小化する比例要素と、圧力誤差を徐々に零とする積分要素とを有することができよう。図 21 に示す選択メニューに関連して後述する航空機の選択プロセスは、異なるタイプまたはクラスの航空機の特定の要求に応じて図 15 に示す空調 P A O コントローラーをカスタマイズするために、圧力設定値 P_{sp} および他の温度設定値 T_{sp} を変更可能となっている。例えば T-50 ゴールデンイーグルを整備すべくカート 10 をプログラムするために、表示スクリーン 24 (図 13) の近傍の押ボタン 1304 の 1 つを押すと、空調 P A O プロセッサー 1900 は、選択された航空機のために、最適な温度設定値 T_{sp} および圧力設定値 P_{sp} を選択して、該設定値をメモリー 1317 (図 13) に格納する。

【0038】

図 17 は、後述する、プロアー 508 の背魚アルゴリズムの他の特徴を示している。

プロセッサー 1900 は、差圧センサー 528、530、532、534 によって、空調システムの種々の構成要素での圧力低下を監視可能となっている。こうした測定圧力値はプロセッサー 1900 により収集されデーターログ 1319 (図 13) に格納され、後に整備目的で利用される。例えば、差圧センサー 528 により測定された空気フィルター 502 を横断する著しい圧力低下は、空気フィルター 502 を清掃すべき或いは交換すべき時期が間もなく到来することを示唆している。差圧センサー 530、534 によって測定された蒸発器アレー 504、514 を横断する著しい圧力低下は、該蒸発器アレーの作動温度が低すぎて着氷している、或いは、蒸発器アレーが詰まって清掃が必要である兆候と看做すことができよう。周波数信号値 1706 および (電圧センサー 1720 および電流センサー 1722 によって測定される) プロアー 508 への電力供給量と比較したとき、プロアー 508 を横断する圧力低下は、該プロアーの状態を示しており、補修が必要か否かを監視可能となる。

【0039】

圧力センサー 536 (図 5 参照) は外気圧を監視しており、該外気圧はプロセッサー 1900 によってデーターログ 1319 に記録される。圧力センサー 543 (図 5) は、空気プレナム内の空気圧でもあるプロアーによって生成される出力空気圧力を監視しており、プロセッサー 1900 によってデーターログ 1319 に記録される。RTD (抵抗温度素子) 温度センサー 538、540、542、544 は、空気が 2 つの蒸発器アレー 504、514 を通過する前後で空気の温度を監視している。これらの温度測定値はプロセッサー 1900 へ送信され、データーログ 1319 に記録され、個々の整備のために利用することができる。これら温度測定値と圧力測定値の全てまたは一部を用いて、図 15 に示すように、2 つの空調機の各々で生成される冷却量を調節するようにしてもよい。

【0040】

図 6、7 は、前段冷却空調機 520 および後段冷却空調機 522 の略示ブロック図である。本発明の 1 つの実施形態では、空調機 520、522 を構成する冷媒配管は、A C R 銅管であって、口ウ付け或いは半田付けされた継手によって、冷媒の流れのための湾曲した通路を形成している。他の実施形態では、銅管に代えてアルミ管を用いてもよい。半田付けされた継手に代えて、管ベンダーを用いてよい。これによって、各システム内の部品点数が少なくなりコストが低減される。銅と比較して、アルミニウムの卓越した特徴は、システムが非常に軽量となり費用が低減される点である。と言うのは、アルミニウムは銅よりも約 70% 軽量で、その分、コストが約 1/3 となるからである。更に、フレア形継手を用いることによって、予め所定長、所定形状に形成した管を用いて組立可能となり、組立技術者は、銅の口ウ付け熟練工を待つことなく、レンチを回すだけで組立可能となる。これによって、現場での修理が従来よりも非常に迅速になる。

【0041】

図 6 は、前段冷却空調機 520 の略示ブロック図である。図 6 を参照すると、コンプレッサー 601 により冷媒が圧縮され、通路 604 に沿って一対の凝縮器コイルの一方 40

10

20

30

40

50

6に供給され、そこで、該冷媒は、上述したように、凝縮器ファン414によって付勢され空調モジュール400を貫流する空気によって冷却され、冷媒は冷え液体となる。空調PAOプロセッサー1900(図19)は、ソレノイド弁603への第1のオン／オフ前段冷却遮断信号、および、前段冷却コンプレッサー601を起動、停止可能なオン／オフ前段冷却コンプレッサーON信号1702を送出する。コンプレッサー601を停止させ、ソレノイド弁603を閉弁してコンプレッサー601を冷媒の流動から隔離することによって、前段冷却空調機520は停止することができる。停止アルゴリズムは、次いで、冷媒弁620、638、632(図6)の全てを閉じ、コンプレッサー601への冷媒の還流を防止する。

【0042】

10

冷却、液化された冷媒は、次いで、通路612沿いに充填弁608、フィルター乾燥器606および点検窓610を通過して、口ウ付けされたプレート形熱交換器614(図4、6)へ流れる。プレート形熱交換器は、図4において参照番号614で示されているように、空調モジュール400の最下部に取付けられている。口ウ付けされたプレート形熱交換器614は多目的構成を有している。該熱交換器は、コンプレッサー601と蒸発器アレー504との間の吸込ラインに存在するであろう過剰な液体冷媒および油を収集する液体冷媒のアキュムレーターとして作用し、(蒸気を圧送するように構成された)コンプレッサー601の損傷を防止する。口ウ付けされたプレート形熱交換器614は、また、通路628、630を流通してコンプレッサー601へ流入する膨張気体によるライン612、618内および口ウ付けされたプレート形熱交換器614内の液体冷媒からの吸熱を可能とすることによって、液体冷媒の冷却を補助する液体吸込ラインサブクーラーとして作用する。口ウ付けされたプレート形熱交換器614の液体ライン側は冷媒受容部として作用し、システムの凝縮器側への過剰な冷媒充填を蓄積する。口ウ付けされたプレート形熱交換器614は、高負荷条件下で、冷却システムの容量および効率を高める。最後に、口ウ付けされたプレート形熱交換器は、吸込ラインの過熱を抑制するために利用され、蒸発器が完全に濡らすことが可能となる。蒸発器が濡れることによって、蒸発器からの冷却容量を高め、かつ、冷媒温度を高く維持しながら蒸発器での結氷を防止し、蒸発器容量を高くすることが可能となる。

【0043】

20

冷却され液体のままの冷媒は、通路618によって電子制御式の膨張弁620へ導かれる。該膨張弁は、プロセッサー1900が生成する0～10の信号によって制御される。液体冷媒は、膨張弁620を通過して、冷媒回路の低圧低温側へ流入し、該液体は蒸発を開始して周囲から吸熱する。この沸騰する液体は、先ず、PAO熱交換器602を通過し、ライン622へ流入し、ライン624から流出する。該2つのラインは(図8において参照番号700で示す)PAO流体回路に連通している。沸騰する冷媒は、図9に示す蒸発器アレー514に本質的に同一のプレートフィン蒸発器アレー504へ向けて通路626に沿って流れ、そしてそこで、参照番号501で指示する部分(図5)において外部からモジュール400内へ吸引されフィルタ502およびプレートフィン蒸発器アレー504を介してプロアー508内に流入する空気を冷却する。気体冷媒は、プレートフィン蒸発器アレー504から流出し、通路628に沿って、口ウ付けされたプレート熱交換器614を介して通路630を通過して、コンプレッサー601に帰還し、そしてそこで、再び圧縮され、一対の凝縮器コイル406へ供給され、該蒸気圧縮サイクルを通した冷媒の通路が完結する。

【0044】

40

温度、圧力ransデューサーは、この回路を流通する冷媒の状態を監視する。RTD(抵抗温度素子)温度、圧力ransデューサー607は、液体冷媒が凝縮器コイル406から流出し、口ウ付けされたプレート熱交換器614に流入する際、該液体冷媒の温度と圧力を監視する。第2のRTD温度、圧力ransデューサー616は、液体冷媒が口ウ付けされたプレート熱交換器614から通路618を介して膨張弁620へ流入する際、該液体冷媒の温度と圧力を監視する。他の温度、圧力ransデューサー609が、プレ-

50

トフィン蒸発器アレー 504 から流出する冷えた気体冷媒の温度と圧力を監視する。一対の温度、圧力トランスデューサー 609、611 が、コンプレッサー 601 へ流入、流出する気体冷媒の温度と圧力を監視する。これら全てのトランスデューサー 607、616、634、609、611 からの冷媒の温度と圧力の測定値、および、RTD空気温度トランスデューサー 540 による、前段冷却凝縮器出口空気温度の測定値は、空調機 PAO プレート 1900 へ送出され、データーログ 1319（図 13）に格納される。

【0045】

RTDトランスデューサー 609、616、634 によって測定された冷媒温度および前段冷却空調機出力RTD温度トランスデューサー 540 によって測定された空気温度は、また、図 15 に示すように空調機の制御目的で利用される。

10

【0046】

RTD温度トランスデューサー 540 によって測定された前段冷却空調機の出口温度は、空調 PAO プロセッサー 1900 内のデジタル処理アルゴリズムによって実施されるコントローラー 1506 によって、典型的には 10°C 以上の所定の温度設定値と比較される。ユーザーによって、望ましい出口温度が調節されるので、該温度設定値は変更可能である。コントローラー 1506 には、比例出力と積分出力の双方が与えられ、これらは合計され（0～10V 信号として）電子式排ガスバイパス弁 638（図 6、15 では EGBV）を開き、圧縮された高温気体が凝縮器コイル 406 および膨張弁 620 を迂回し、コンプレッサー 601 から直接蒸発器アレー 501 へ流れることを可能ならしめ、以て、蒸発器アレー 504 内の過剰な液体冷媒の温度を高め沸騰させる程度まで、前記排ガスバイパス弁を制御するために利用される。プロセッサー 1900 は、引き続き EGB弁 638 を調節し続け、前段冷却空調機のプレートフィン蒸発器アレー 504 出口における空気温度を氷点以上に維持し、蒸発器アレー 504 の着氷を防止する。

20

【0047】

PAO 熱交換器 602 およびプレートフィン蒸発器アレー 504 の入口でもある電子式膨張弁 608 の出口における冷媒温度は、RTDトランスデューサー 616 によって測定され、他のコントローラー 1502（図 15）へ送出される。該コントローラーもまた空調 PAO プロセッサー 1900 内でデジタル処理制御アルゴリズムとして実施される。該コントローラー 1502 には、また、比例出力と積分出力の双方が与えられ、これらは合計され（0～10V 信号として）電子式蒸発器アレー圧力調整弁 632（図 6、15 では EPR）を制御する。該弁は、コンプレッサー 601 への冷却され膨張した気体冷媒の流入可能な量を制御する。こうして、蒸発器アレー 504 および PAO 液熱交換器 602 の入口における温度が制御され、所定の温度設定値 Tsp に維持される。該温度設定値はコントローラー 1502（図 15）へ送出される。該温度設定値は、典型的には 1°C に維持される。所望の出口温度がユーザーによって調節されるので、該温度設定値は変更可能である。空調 PAO プロセッサー 1900 は、他の同様の温度設定値および圧力設定値および該温度設定値を設定値用のメモリー 1317（図 13）に格納し、これらの値は、異なるタイプまたはクラスの航空機を整備する際に変更されよう。

30

【0048】

PAO 熱交換器 602 およびプレートフィン蒸発器アレー 504 の入口でもある電子式膨張弁（EEV）608 の出口において RTDトランスデューサー 616 によって測定された冷媒温度は、他のコントローラー 1504 によってプレートフィン蒸発器アレー 504 の出口における冷媒温度（トランスデューサー 634）と比較される。該コントローラーもまた空調 PAO プロセッサー 1900 内でデジタル処理制御アルゴリズムとして実施される。該コントローラー 1504 には、また、比例出力と積分出力の双方が与えられ、これらは合計され（0～10V 信号として）電子式膨張弁 632（図 6、15 では EEV）を制御する。該弁は、蒸発器アレー 504 のどの位の部分が完全に濡れており、冷却プロセスに参加しているかを制御する。然しながら、実験によれば、コントローラー 1504 は、単純な比例積分コントローラーからある程度変更して、実験的に上手くいった制御パラメータによって非線形的にプログラムされるべきであろうことが分かっている。プレートフ

40

50

イン蒸発器アレー 504 を横断する最大温度低下によって示されるように、EEV 608 は、蒸発器アレーの有効冷却面積を最大化するために調節される。空調 PAO プロセッサー 1900 は、コントローラー 1504 および他のコントローラー 1502、1505 のために異なる制御アルゴリズムを設定値のメモリー 1315 (図 13) 内に保持し、整備すべき異なるタイプまたはクラスの航空機のために異なる制御アルゴリズムおよび戦略が選択、実行されるようにできよう。

【0049】

図 7 は後段冷却空調機 522 の略示ブロック図である。図 7 を参照すると、コンプレッサー 702 は冷媒を通路 704 に沿って前記一対の凝縮器コイルの一方の凝縮器コイル 410 へ供給する。該凝縮器コイルでは、既述のように、凝縮器ファン 414 によって付勢され空調モジュール 400 を貫流する空気によって冷媒が冷却され、該冷媒は冷えて液化する。空調 PAO プロセッサー 1900 (図 19) は、ソレノイド弁 703 への第 1 のオン / オフ後段冷却遮断信号、および、後段冷却コンプレッサー 702 を起動、停止可能なオン / オフ後段冷却コンプレッサー ON 信号 1704 を送出する (図 18、19)。コンプレッサー 702 を停止させ、ソレノイド弁 703 を閉弁し、コンプレッサー 702 を冷媒の流動から隔離することによって、後段冷却空調機 522 は停止することができる。停止アルゴリズムは、次いで、冷媒弁 720、738、732 (図 7) の全てを閉じ、コンプレッサー 702 への冷媒の還流を防止する。

【0050】

冷却、液化された冷媒は、次いで、通路 712 沿いに充填弁 708、フィルター乾燥器 706 および点検窓 710 を通過して、口ウ付けされたプレート形熱交換器 714 (図 4、7) へ流れる。プレート形熱交換器は、図 4 において参照番号 714 で示されているに示すように、空調モジュール 400 の最下部に取付けられている。口ウ付けされたプレート形熱交換器 714 は多目的構成を有している。該熱交換器は、コンプレッサー 702 と蒸発器アレー 514 との間の吸込ラインに存在するであろう過剰な液体冷媒および油を収集する液体冷媒のアキュムレーターとして作用し、(蒸気を圧送するように構成された) コンプレッサー 702 の損傷を防止する。口ウ付けされたプレート形熱交換器 714 は、また、通路 728、730 を流通してコンプレッサー 702 へ流入する膨張気体によるライン 712、718 内および口ウ付けされたプレート形熱交換器 714 内の液体冷媒からの吸熱を可能とすることによって、液体冷媒の冷却を補助する液体吸込ラインサブクーラーとして作用する。口ウ付けされたプレート形熱交換器 714 の液体ライン側は冷媒受容部として作用し、システムの凝縮器側への過剰な冷媒充填を蓄積する。口ウ付けされたプレート形熱交換器 714 は、高負荷条件下で、冷却システムの容量および効率を高める。最後に、口ウ付けされたプレート形熱交換器は、吸込ラインの過熱を抑制するために利用され、蒸発器が完全に濡らしが可能となる。蒸発器が濡れることによって、蒸発器からの冷却容量を高め、かつ、冷媒温度を高く維持しながら蒸発器での結氷を防止し、蒸発器容量を高くすることが可能となる。

【0051】

冷却され液体のままの冷媒は、通路 718 によって電子制御式の膨張弁 720 へ導かれる。該膨張弁は、プロセッサー 1900 が生成する 0 ~ 10 の信号によって制御される。液体冷媒は、膨張弁 720 を通過して、冷媒回路の低圧低温側へ流入し、該液体は蒸発を開始して周囲から吸熱する。この沸騰する液体は、図 9、10 に示すプレートフィン蒸発器アレー 514 へ流れ、そしてそこで、空気ダクトから航空機 (図示せず) へ流出する空気を冷却する。気体冷媒は、プレートフィン蒸発器アレー 514 から流出し、通路 728 に沿って、口ウ付けされたプレート熱交換器 714 を介して通路 730 を通過して、コンプレッサー 702 に帰還し、そしてそこで、再び圧縮され、一対の凝縮器コイル 410 へ供給されて冷却、液化され、こうして該蒸気圧縮サイクルを通した冷媒の通路が完結する。

【0052】

温度、圧力トランスデューサーは、この回路を流通する冷媒の状態を監視する。RTD (

10

20

30

40

50

抵抗温度素子) 温度、圧力トランステューサー 707 は、液体冷媒が凝縮器コイル 407 から流出し、ロウ付けされたプレート熱交換器 714 に流入する際、該液体冷媒の温度と圧力を監視する。第 2 の RTD 温度、圧力トランステューサー 716 は、液体冷媒がロウ付けされたプレート熱交換器 714 から通路 718 を介して電子膨張弁 720 へ流入する際、該液体冷媒の温度と圧力を監視する。他の温度、圧力トランステューサー 734 が、プレートフィン蒸発器アレー 514 から流出する冷えた気体冷媒の温度と圧力を監視する。一対の温度、圧力トランステューサー 709、711 が、コンプレッサー 702 へ流入、流出する気体冷媒の温度と圧力を監視する。これら全てのトランステューサー 707、716、734、709、711 からの冷媒の温度と圧力の測定値、および、RTD 空気温度トランステューサー 544 による、後段冷却凝縮器出口空気温度の測定値は、空調機 PAO プレート 1900 (図 19) へ送出され、データーログ 1319 (図 13) に格納される。10

【0053】

RTD トランステューサー 709、716、734 によって測定された冷媒温度および前段冷却空調機出力 RTD 温度トランステューサー 544 によって測定された空気温度は、また、図 15 に示すように空調機の制御目的で利用される。

【0054】

RTD 温度トランステューサー 544 によって測定された前段冷却空調機の出口温度は、空調 PAO プロセッサー 1900 内のデジタル処理アルゴリズムによって実施されるコントローラー 1512 によって、典型的には 10 °C 以上の所定の温度設定値と比較される。ユーザーによって、望ましい出口温度が調節されるので、該温度設定値は変更可能である。コントローラー 1512 には、比例出力と積分出力の双方が与えられ、これらは合計され (0 ~ 10V 信号として) 電子式排ガスバイパス弁 738 (図 7、15 では EGBV) を開き、圧縮された高温気体が凝縮器コイル 410 および膨張弁 720 を迂回し、コンプレッサー 702 から直接蒸発器アレー 514 へ流れることを可能ならしめ、以て、蒸発器アレー 514 内の過剰な液体冷媒の温度を高め沸騰させる程度まで、前記排ガスバイパス弁を制御するために利用される。プロセッサー 1900 は、引き続き EGB 弁 738 を調節し続け、前段冷却空調機のプレートフィン蒸発器アレー 514 出口における空気温度を氷点以上に維持し、蒸発器アレー 514 の着氷を防止する。20

【0055】

プレートフィン蒸発器アレー 514 の入口でもある電子式膨張弁 (EEV) 708 の出口における冷媒温度は、RTD トランステューサー 716 によって測定され、他のコントローラー 1508 (図 15) へ送出される。該コントローラーもまた空調 PAO プロセッサー 1900 内でデジタル処理制御アルゴリズムとして実施される。該コントローラー 1508 には、また、比例出力と積分出力の双方が与えられ、これらは合計され (0 ~ 10V 信号として) 電子式蒸発器アレー圧力調整弁 732 (図 7、15 では EPR) を制御する。該弁は、コンプレッサー 702 への冷却され膨張した気体冷媒の流入可能な量を制御する。こうして、蒸発器アレー 514 の入口における温度が制御され、所定の温度設定値 Tsp に維持される。該温度設定値はコントローラー 1508 (図 15) へ送出される。該温度設定値は、典型的には 1 °C に維持される。所望の出口温度がユーザーによって調節されるので、該温度設定値は変更可能である。空調 PAO プロセッサー 1900 は、他の同様の温度設定値および圧力設定値および該温度設定値を設定値用のメモリー 1317 (図 13) に格納し、これらの値は、異なるタイプまたはクラスの航空機を整備する際に変更されよう。40

【0056】

プレートフィン蒸発器アレー 514 の入口でもある電子式膨張弁 (EEV) 708 の出口において RTD トランステューサー 716 によって測定された冷媒温度は、他のコントローラー 1510 によってプレートフィン蒸発器アレー 514 の出口における冷媒温度 (トランステューサー 734) と比較される。該コントローラーもまた空調 PAO プロセッサー 1900 内でデジタル処理制御アルゴリズムとして実施される。該コントローラー 15150

0には、また、比例出力と積分出力の双方が与えられ、これらは合計され(0~10V信号として)電子式膨張弁708(図7、15ではEEV)を制御する。該弁は、蒸発器アレー514のどの位の部分が完全に濡れており、冷却プロセスに参加しているかを制御する。然しながら、実験によれば、コントローラー1510は、単純な比例積分コントローラーからある程度変更して、実験的に上手くいった制御パラメーターによって非線形的にプログラムされるべきであろうことが分かっている。プレートフィン蒸発器アレー514を横断する最大温度低下によって示されるように、EEV708は、蒸発器アレーの有効冷却面積を最大化するために調節される。空調PAOプロセッサー1900は、コントローラー1510および他のコントローラー1512、1508のために異なる制御アルゴリズムを設定値のメモリー1315(図13)内に保持し、整備すべき異なるタイプまたはクラスの航空機のために異なる制御アルゴリズムおよび戦略が選択、実行されるようにできよう。

【0057】

コンプレッサー601、702は、オハイオ州シドニー所在のコーブランド(Copeland)社の型番ZR300-KCE-TWD-250である。吸込ラインのサブクーラーは、スエーデン国ランツクルーナ(Landskrona)所在のスエップインターナショナル(SWEP International)社製AA6259である。圧力トランスデューサーは、コネチカット州プレーンビル(Plainville)所在のゲムセンサーズコントロールズ(Gems Sensors & Controls)社の型番MX5018である。予め組立られた60インチ×34インチ微小通過凝縮器コイル406、410は、フロリダ州パルメット(Palmetto)所在のトリレクトロンインダストリーズ(Trilectron Industries)社による特注型番26944 D13である。

【0058】

既述の空調機の構成要素の適正な作動は、空気と冷媒の温度圧力の多数の適正な測定に依存していることは明らかである。測定機器の何れかが故障すると、空調PAOプロセッサー1900の制御の下、空調機520、522は、警告メッセージを発しながら、実際の温度、圧力値を、外気の同じ天候条件および同じタイプまたはクラスの航空機の場合の過去の温度、圧力測定値の記録に置き換えて作動を継続しようと試みる。こうして、センサーおよびコントローラーの幾つかが作動不能となっても、空調システムは作動を継続する。

【0059】

既述の空調システムの主要な利点は、従来の航空機のための空調地上支援装置では数分かかっていたが、最初に起動した後、約20秒で適正温度に冷却した空気を定格圧力で提供可能に完全な作動状態となることができる点である。

【0060】

既述したように、PAO液冷却システム700は、前段冷却空調機520の一部である熱交換器602によって冷却を行っている。PAO液冷却システム700は、後段冷却空調機522によっては冷却しない。従って、PAO液冷却システムが作動中は、それによって前段冷却空調機520の冷却容量が低下する。後段冷却空調機522は、航空機へ向けて空気ダクト26を流通する空気の冷却量を高めるように調節され、PAO液冷却システム700の起動、停止によって、空気ダクト26から航空機へ提供される冷却、除湿された空気の温度、圧力が変化しないようになっている。

【0061】

図8にPAO液冷却システム700を略示する。PAO液冷却システムの大部分の構成要素は、空調モジュール400内において、該モジュールの頂部近傍で、航空機との間でPAO液の授受を行う一対のPAO液管路28(図1、2)に隣接させて配置されており、可及的にPAO液管路28が短くなるようになっている。PAO液タンク803が、モジュール400内の下方部分に配置されており、所定量のPAO液冷媒を貯留する容器として作用している。

【0062】

図8を参照すると、PAO液ポンプ805によって、PAO液が、第1と第2の逆止弁

10

20

30

40

50

807、809を介して熱交換器602へ圧送される。該熱交換器は、既述したように前段冷却空調機520の一部を構成している。冷却されたP AO液は、次いで、通路811に沿ってフィルタ813を貫流し、通路817に沿ってソレノイド式の供給弁819へ流れれる。該供給弁は、プロセッサー1900(図19)によってオン、オフされる。供給弁819が開いているとき、P AO液は、通路820に沿って空調モジュール400から流出し、管路822に沿って航空機823へ流れ、該航空機において、電子機器およびアビオニクス機器825を貫流しこれらを冷却する。

【0063】

P AO液は、第2の管路824に沿って航空機823から空調モジュール400へ帰還し、通路826に沿ってP AO液タンク803内に流入して貯留され、そこでポンプ828によって再び吸引され、熱交換器602へ供給されるまで待機する。これによって、P AO液冷却回路が構成されている。10

【0064】

P AO液冷媒は、P AO液タンク803内に貯留している。液面レベルが下がり過ぎると、液面センサー824から空調P AOプロセッサー1900(図19)へ信号が送出される。P AO液冷却システムが航空機に接続されている間、通常、管路822、824内には空気が存在し、場合によっては、電子機器やアビオニクス機器内の通路にも空気が存在している。P AO液冷却システムが最初に起動したとき、ソレノイド弁819が開弁し、P AO液圧力が、適正な作動圧力までゆっくりと上昇する。系内に存在する空気は、P AO液タンク803内の液体の上方に集まり、そして空調P AOプロセッサー1900(図19)によって真空ポンプ833が起動して、該空気がP AO液タンク803から吸引される。これによって、循環系内のP AO液が空気によって置換されることから生じる電子機器およびアビオニクス機器825の過熱が防止される。20

【0065】

3方比例流量調節弁828(図8、15)によって、冷却効果を低減するように、熱交換器602を迂回する液体冷媒バイパス通路829、830を流通するP AO液の流量を制御し連続的に調節する。流量調節弁828は、温度、圧力トランスデューサー832から温度信号を直接受取る。或いは、プロセッサー1900が、トランスデューサー832によって測定された温度を調節可能な温度設定値と比較して、それに従って流量調節弁828を調節するようにしてもよい。30

【0066】

バイパス通路834は、電子的に制御される比例流量制限弁821によって制御される。該比例流量制限弁は、空調P AOプロセッサー1900によって設定、変更可能な圧力設定値を有している。図15に示すように、コントローラー1516は、温度圧力測定トランスデューサー832によって即手されたP AOシステム出口圧力値を(メモリー1317(図13)に格納されている)圧力設定値Pspと比較し、比例制御機能および積分制御機能を用いて圧力差を增幅して制御信号を生成し、該制御信号を合計して比例流量制限弁821への制御信号として送出する。コントローラー1516は、空調P AOプロセッサー1900内の制御アルゴリズムとして実施可能である。圧力設定値は、図21に示したメインメニューを用いて選択した航空機に応じて、整備すべき航空機の異なるタイプまたはクラスの特定の要求に従い変更することができる。制限弁821がプロセッサー1900およびコントローラー1516を用いることなく、トランスデューサー832からの圧力信号に直接応答するようにもできる。この構成は、実際上図8に示されており、そのために、図19には、プロセッサー1900から弁821への出力信号が示されていない。40

【0067】

過渡的な現象からP AOシステム700を保護するために、トランスデューサー832が超過圧力を検知すると、バイパス弁835が開、熱交換器602、ポンプ805およびタンク803を迂回せしめるようにできる。プロセッサー1900内で実施されるコントローラー1516は、バイパス弁835を開く。50

【0068】

P A O油圧マニフォールド集成体は、ボッシュ・レックスロス(Rexroth Bosch)社の型番AGA15700-0-Cであって、構成要素819、821、835を含んでいる。P A Oポンプ833は、ウイスコンシン州グラントブルグ(Grantsburg)所在のマクナリーインダストリーズ(McNally Industries)社製Model 4600-20である。P A O熱交換器602は、スエーデン国ランツクルーナ(Landskrona)所在のスエップインターナショナル(Swep International)社製AA 6283である。P A Oポンプ圧力逃がし装置は、フロリダ州サラソタ(Sarasota)所在のサンハイドローリックス(Sun Hydraulics)社製a971207 zc 04a2である。

【0069】

効率を高め、蒸発器アレー504、514のサイズを小さくするために、1つの実施形態では、蒸発器アレーの各々は、フレーム810に組付けられた4つの自動車用プレートフィン蒸発器アレー802、804、806、808(図9、10)から構成されている。前記フレームは概ね正方形状を呈し、カバープレート812によって保持されている。図8に示す組立てられたフレーム810およびプレートフィン蒸発器アレー802～808は、2つの蒸発器アレー504、514の各々を形成するために用いられる。図9、10に示す蒸発器アレー514は、流入側の膨張室または拡開部513に取付けられている。該膨張室または拡開部は、プロアー508から流出する空気を受入、該空気を広げて4つのプレートフィン蒸発器アレー802～808の表面上へ均一に供給し、該ユニットの効率を最大化する。蒸発器アレー514から流出する空気は、漏斗形の第2の室516内に流入し、該第2の室によって、該空気は、ダクト26(図1、2、4、5)が取付けられた冷気出口ポート518へ導かれる、該ダクトによって冷気は航空機へ輸送される。蒸発器アレー504(図8、9には示されていないが、図4、5には示されている)は、空気フィルタ502を通過した外気501を受入れる。空気は、蒸発器アレー504、収斂部505を通過してプロアー508へ流れる。蒸発器アレー504、514のプレート・フィン構造は、安価で、コンパクトそして高効率である。

【0070】

凝縮器コイル406、410のサイズを小さくし効率を高めるために、各凝縮器は、重ね合わせ相互接続した微小通過凝縮器コイルから構成されている。図4を参照すると、これら凝縮器コイル406、410は、パネルまたはドア組立体404、408に取付可能な長さと幅とを有している。図示するように、ドア404を揺動させて開くことによって、モジュール400内の他の機械的空調要素へ都合良くアクセス可能となる。凝縮器コイル406、610は非常に薄型で、従来の非常に大きなチューブ・フィン形の構成とは異なり、空調モジュール400内で大きな空間を占めることがない。

【0071】

図11、12を参照すると、微小通過凝縮器コイル(凝縮器コイル404、408を構成するために、夫々一対で用いられる)は、一対の平行に離間配置された冷媒パイプ1002、1004を具備している。該冷媒パイプは、銅管または可撓管に取付け易いように小径端部またはテーパ端部1006、1008を有している。中空、矩形の複数の導管1010が、パイプ1002、1004の間に該パイプに対して垂直に、かつ、導管の端部が図12に示すようにパイプの側面に形成したスロットを貫通するように取付けられている。矩形導管1010は、更に、その内部が、複数の仕切壁1012によって、多数の流路を形成する非常に小さな矩形チャンネルに仕切られており、2つのパイプ1002、1004の間で、冷媒が前記矩形チャンネル内で該流路内を流通するようになっている。矩形導管1010間の隙間には、アルミニウムの薄板をアコーディオン状に折り曲げて形成したフィンが配設されており、微小通路凝縮器コイルを流れる空気と、パイプ1002からパイプ1004へ流れる冷媒との間の伝熱を最大化するようになっている。アルミニウム製フィンおよび対をなすようにした凝縮器コイルの構成によって、空気はジグザグ状に流動し、これによって、更に効率が高まる。

【0072】

こうした微小通路凝縮器コイルの更なる詳細は、2006年1月24日にJustin P. Me

10

20

30

40

50

rkeys等に発行された米国特許第6,988,538号に記載されている。

【0073】

図13を参照すると、モジュール14、20、22、400、1308の全ては、ネットワーク1312によって相互接続されている。該ネットワークは、1つの実施形態では、ドイツ国エアランゲン所在のCIA社(CAN In Automation)によって開発されたCANバスによって実現される。これらの構成要素を相互接続するために、イーサネット(登録商標)およびTCP/IPを含む他のバスプロトコルを利用可能であることは明らかである。CANバスは、厳しい自動車用屋外環境で用いるように設計されている。制御モジュール22は、カートネットワークバス駆動部1310を用いてCANバスネットワーク1312と通信を行い、図13には示されていないが、他のモジュールベースの全てのプロセッサー同様に通信を行う。10

【0074】

制御モジュール22は表示スクリーン24を有しており、該表示スクリーンの左右側部には4つずつの押ボタン1302、1304が、表示画像上のメニュー選択区画に整列するように配置されている(図21～28参照)。メニューは、表示スクリーン24および診断タスク等を管理する汎用制御診断プロセッサー1306内に格納されている。プロセッサー1306は、バスネットワーク1312に対して、どのモジュールが表示されているかを問合せ、それに従って表示されている情報を調整する。メニューおよび診断は、非表示の作動していないモジュールについては表示されない。

【0075】

図20に、メニューと他の表示装置の1つの可能な階層的構成を示す。システムが、最初に起動したときに、メインスクリーンまたはメインメニュー(図21に詳細を示す)が表示される。該メインメニューによって、カート10の操作者は、地上支援装置カートが、複数の航空機からどの航空機を整備すべきかを簡単に選択可能となる。操作者が、「T-50ゴールデンイーグル」の隣の押ボタンを押すと、図23に示す第2のメニューが表示される。操作者が、「スタート」項目の隣の押ボタンを押すと、空調機、複数の電源装置の1つ、およびPAO液体冷却システムの全てが起動する。プロセッサー1306は、他のモジュール内のプロセッサー、特に空調PAOプロセッサー1900に、整備すべき航空機(T-50)の識別子を送出する。これによって、例えば、空調PAOプロセッサーは、2つの空調機およびPAOシステムをT-50クラスの航空機に特化した要求に従って作動させるよう制御するための設定値1317を調節可能となる。図15に、カート10上の機器を特定のタイプまたはクラスの航空機の要求に適合させるために、上述のように調節されるであろう多くの温度設定値Tspおよび圧力設定値Pspを示す。2030

【0076】

操作者は、メインメニュー(図21)に戻り、「整備」の隣りの押ボタンを押すと、整備メニュー(図25)が表示される。この整備メニューから、データログ表示装置(図26)へ進むことができ、過去集積された温度、圧力その他のデータをスクロール表示することができる。このデータログ情報1319(図13)は、また、特定の構成要素が何時整備が必要になったり、その他故障するかを予測する事柄をレポート可能な汎用制御診断プロセッサーによって更に処理するために、利用することができる。例えば、差圧センサー528によって測定される空気フィルタ502を横断する差圧が次第に増加する場合に、フィルタ502をいつ清掃または交換すべきかを予測することができよう。こうして、診断プロセッサー1306によって、他の同様の整備および修理予測レポートを生成することができる。モジュールを移動させたり分離させたときでも、各モジュールに該情報が存在するように、各モジュール内の(プロセッサー1900のような)プロセッサーによってデータログ1319は維持される。40

【0077】

他の一層特化した整備レポートを表示させてもよい。例えば、一例として、前段冷却空調機の状態レポート(図27)は、蒸発器アレー504の温度を低減するために、現在どのくらいの冷媒が、バイパス便638を流通することによって凝縮器コイル406を迂回50

しているかといった有用な情報を示す空調機 520 の現在の状態を表示する。膨張弁 620 その他の弁の現在の設定、および、凝縮器ファン 414 の速度が、2つのコンプレッサー 601、702 のオン／オフ状態とともに表示される。

【0078】

図 22、24 に一例として示すメニューには、また、ヘルプメニューが図示されている。表示スクリーン 24 は、電子発光白黒ディスプレーであって、非常に広い温度範囲で完全に作動可能となっている。表示スクリーン 24 は、金属スクリーン 2902 とプラスチック製保護カバーブレート 2904 とによって挟まれてあり、カート 10 の前に立っている操作者に対面する制御 22 の側面に取付けられている。スクリーン 2902 は、制御モジュール 22 内への或いは制御モジュールからの信号漏洩を防止する表示装置の高周波遮蔽となっている。この表示装置および 8 つの押ボタン 1302、1304 の堅牢な構成によって、従来のカート形地上支援装置では、各機器のための独立の計器および制御器並びに統一のとれていない制御方法と共にカート上に散在している表示装置および制御器を組合せた 1 つの全天候型を提供する。10

【0079】

図 14 を参照すると、空調 PAO プロセッサー 1900 のための主プロセッサー 1400 のステートマシンが図示されている。モジュール 400 に電力が供給されると、プロセッサー 1900 は、該プロセッサー 1900 の作動準備用のブートシーケンス 1402 を開始する。ブートシーケンス 1402 は、「独立型」モジュールとして構成されているのか、或いは、「カート搭載型」モジュールとして構成されているかを判断する。モジュール 400 がカート搭載型である場合には、(ステップ 1406 で) 図 23 に示したような航空機に特化したメニュー上のスタートメニュー命令が作動した後に、CAN データバスからの起動命令を待機する。或いは、プロセッサー 1900 は、イーサネット(登録商標)ポート、CAN ポートまたは USB ポートに接続された携帯用コンピューターのうな、旧来のユーザーインターフェースからの別々の信号を探す。20

【0080】

ブートシーケンス 1402 の後、プロセッサー 1900 はデータロギングサブマシン 1404 を有効にする。データロギングサブマシン 1404 は、モジュール 400 からの現在のセンサー信号を受信し、データログ 1319 に記録する。このデータログは、既述のように、故障予測および拡張された診断機能のために、プロセッサー 1900、1306 によって利用される。30

【0081】

プロセッサー 1900 がデータロギングサブマシン 1404 を有効にした後に、該プロセッサーはアイドル状態 1406 となる。アイドル状態 1406 では、プロセッサー 1900 は、図 23 に示した特定航空機のためのメニュー上の「スタート」コマンドの場合と同様に、「オン」コマンドの入力を待機する。「オン」コマンドは、モジュール 400 の CAR データバスまたはユーザーインターフェースから送出するようできる。プロセッサー 1900 が「オン」コマンドを受信すると、該プロセッサーはアイドル状態を脱し、電力チェック状態 1408 となる。

【0082】

電力チェック状態 1408 では、プロセッサー 1900 は自己診断する。格納されている初期パラメーターまたはメニューから選択された作動パラメーターが、電源投入時にプロセッサー 1900 に付与される。作動パラメーターは、プロセッサー 1900 が達成すべき温度、圧力設定値 1317 (図 15 に示す温度設定値 Tsp および圧力設定値 Psp) を設定する。作動パラメーターは、空調 PAO モジュール 400 に接続すべき所定の航空機が要求する出力温度、圧力(および電力)に適するよう調節される。電力チェック状態が完了すると、プロセッサー 1900 は、トランスデューサ 544 によって測定される空調の出力温度が望ましくないレベルを超過しないように、コンプレッサー 601、702 およびブロア 508 を作動させる。こうして、プロセッサー 1900 は、電源の不適切な遷移負荷を防止するように、残りの大きな負荷の全てを起動させる。こうして、PAO シス4050

テム 700 は、次第に圧力が高まり、そして温度が低下し、PAO システムが完全に作動状態となる前に、真空ポンプ 833 が PAO システムを清掃する。

【0083】

電力チェック状態 1408 では、プロセッサー 1900 は、また、入力される電力のタイプを（図 18 に示すトランスデューサ 1708 ~ 1718 を用いて）自動的に検知し、そして、それに従い 2 つの空調機 520、522 および PAO システム 700 の設定を変更し、得られる最大性能、または、空気冷却に加えて PAO 冷却する必要性を利用可能な低い電力を反映して低減する。例えば、トランスデューサー 1710、1712、1716 へ印加される入力電圧が低いことをプロセッサー 1900 が検知すると、プロセッサー 1900 は、それを補償するために、航空機へ提供する冷凍能力を低減するよう設定値 1317 を調節することができよう。この電力状態の変化に対して自動的に応答することによって、ユーザーは、ユニットを作動させる都市や国の如何に関わらずユニットをシームレスに利用可能となる。10

【0084】

プロセッサー 1900 が、電力の不供給または異常な電力を 10 秒間検知した場合には、現在作動中の全ての機械につき、電源故障を遮断し、システム故障トリガーアラーム状態 1422 へ移行することが望ましい。こうしたシステム呼称は、警報音または目に見えるアラームにて告げられる。電力が利用可能な間は、プロセッサー 1900、1306 は作動を継続し、故障を遮断し、そしてモジュールの残りの機能を利用し続けることを可能とする。電力故障の後に、短時間に電荷を蓄積するコンデンサーによって、プロセッサー 1900、1306 のために短時間引き続き作動する時間が提供される。或いは、ある理由によって電力を利用できなくなったときに、バックアップバッテリーによって、各モジュール内のプロセッサーに引き続き電力を供給して作動させ診断させるようにしてもよい。20

【0085】

十分な電力を利用可能な場合には、プロセッサー 1900 はサブマシン有効状態 1410 へ移行し、種々の実時間バックグラウンド処理が起動する。状態 1410 から、プロセッサー 1900 は作動状態 1412 へ移行する。作動状態 1412 では、プロセッサー 1900 は、通常作動を開始する。通常作動では、プロセッサー 1900 は、凝縮器ファン 414 を低速設定、高速設定とし、望ましい出力を生成するために空調機 PAO パラメーターを調節することによって、望ましい出力パラメーター（所定の温度設定値および圧力設定値）を可能な限り効果的に達成する。選択されたパラメーターまたは設定値は図 15 に示すように利用され、コントローラー 1502、1510、1512、1514、1516 の全ては、2 つの空調機 520、522 および PAO システム 700 内の図 15 に示すフィードバック制御ループの 1 つの一部となるプロセッサー 1900 内の制御連鎖を実施するプロセス制御アルゴリズムとして実施される。プロセッサー 1900 の該通常作動中、データログ処理は継続される。30

【0086】

整備および診断もまた 2 つのプロセッサー 1900、1306 によって実行される。データログ 1319 は、故障予測および拡張された診断で利用するために集積される。構成要素の深刻ではない故障または差し迫った重大な故障に際して、プロセッサーはフェールセーフ状態 1418 へ移行する。収集したデータに基づいて、連続作動の危険がある場合、プロセッサー 1306 は致命的なシステム故障を告げ、アラーム状態 1422 に移行し、1420 で直ちにユニットを停止する。データログ 1319 は、ユニットが通常作動範囲外で作動中であることを表示し、プロセッサー 1306 はシステム故障を告げて、アラーム状態 1422 に移行するが、モジュール 400 の全体を停止する必要はない。データログ 1319 が近い将来問題が生じ得ることを表示すると、プロセッサー 1306 は、単にシステム警報を告げて、フェールセーフ状態 1418 へ移行する。フェールセーフ状態 1418 は、音によるアラームを発することはないが、表示装置 22 上に警告の性質に関連してある表示をする。アラーム状態 1422、フェールセーフ状態 1418、停止状態4050

1422は、プロセッサー1900の主プロセス1300の全ての他の状態1416から以降することができよう。

【0087】

作動状態1412において、コントローラーは、通常は、図21、23、25に示すメニューの1つから「オフ」コマンドまたは「停止」コマンドを受取るまで、通常作動を継続する。「オフ」コマンドを受取ると、プロセッサー1900は、サブステートマシン無効状態1414へ移行する。プロセッサー1900は、全てのシステム構成要素の作動を緩和し、あらゆるデータログ1319を格納する。プロセッサー1900は、次いで、アイドル状態1406へ移行し、新たな「オン」コマンドまたは「起動」コマンドを待機する。

10

【0088】

図16を参照すると、プロセッサー1900によって実施されるプロセッサー601、702の一方のためのステートマシン1501が図示されている。コンプレッサーステートマシン1501は、アイドル状態1503を開始する。プロセッサー1900がコンプレッサーステートマシン1501が有効とし、かつ、現在故障が無ければ、コンプレッサーステートマシン1501は待機状態1505へ移行する。待機状態1505では、コンプレッサーステートマシン1501は、短周期タイマーを起動して遅れを生成する。短周期タイマーが零(0)に達すると、コンプレッサーステートマシン1501は待機から起動状態1507へ移行し、コンプレッサー601または702を起動する。起動状態1507では、コンプレッサーステートマシン1501は、作動状態1509へ移行する前に、30秒間一時停止する。

20

【0089】

コンプレッサーステートマシン1501は作動状態1509に留まり、そしてプロセッサー1900から、コンプレッサーを無効とすべき信号が送出されるまで、コンプレッサー601または702は作動を継続する。コンプレッサー無効コマンドを受取ると、コンプレッサーステートマシン1501は、作動状態から停止状態1511へ移行する。コンプレッサーステートマシン1501は、通常状態1513におけるシステム故障の場合に、コンプレッサーが機能無効となっている旨の信号を受信するようにしてもよい。こうした信号を受信すると、コンプレッサーステートマシン101は停止状態1511へ移行する。最後に、停止状態1511から、コンプレッサーステートマシン1501は再びアイドル状態1503へ移行する。

30

【0090】

図17を参照すると、プロアーステートマシン1600が図示されている。プロアーステートマシン1600の目的は、2つの空調機のダクト内に配設された可変速インペラを制御することによって、所与の航空機の作動パラメーターに適合した望ましい空気流量および圧力を達成することである。プロアー508は、アイドル状態1602を開始する。プロセッサー1900が、プロアーステートマシン1600を有効とし、作動圧力設定値を提供すると、プロアーステートマシンは、2つの故障点検状態1604のうち第1の故障点検状態へ移行する。この状態では、妨害物やプロアー508の故障のような初期問題を解決するためにインペラは低速に設定される。プロアーステートマシン1600は、次いで、第2の故障点検状態1606へ移行し、圧力とプロアー508への電力が点検され、空気ダクト26がカート10と航空機との間で接続されているか、或いは、別の観点で不良な圧力がないかが確認される。空気ダクト26が接続されていない、或いは、空気ダクト26が間違ったタイプまたはクラスの航空機に接続されている、もしくは、プロアーシステムのセンサーが10秒間不良圧力を検知している場合には、プロアーステートマシン1600はアラーム状態1622へ移行し、操作者へ適切な警報を発する。

40

【0091】

空気ダクト26が接続され、或いは、良好な圧力が存在する場合には、プロアーステートマシン1600は、適性プロアーモーター周波数状態1610へ移行する。ここで、モーター506の電源周波数が設定される。プロアーステートマシン1610は、次いで、

50

状態 1608 へ移行し、プロアー 508 を横断する圧力変動が点検される。ダクト 26 が接続されていないか、或いは、間違ったタイプまたはクラスの航空機に接続されている、若しくは、プロアーシステムのセンサーが 10 秒間不良な圧力を検知した場合には、再びプロアーステートマシン 1600 はアラーム状態 1622 へ移行し、操作者に適せな警報を発する。空気ダクト 26 が接続され、或いは、良好な圧力が存在し、そして図 21 に示したメニューを用いて航空機のタイプまたはクラスが選択されると、差圧センサー 532 (図 5) によって測定されるプロアー 508 を横断する圧力変動、および、電圧 1720 と電流 1722 (図 18) とを掛け合わせることによって測定されるプロアー 電圧周波数変換器 525 によって消費される電力が、図 21 のメニュー上で選択された航空機のタイプまたはクラスについてデータログ 1319 に記録されている通常の値と比較される。圧力および消費電力が、当該航空機のタイプの値と一致しない場合には、操作者にはアラーム 1622 が発せられ、そして問題がチェックされる間、アイドル状態 1602 へ移行する。

【0092】

プロアーステートマシン 1600 は、次いで、プロアーマップ 1612 をチェックする。プロアーマップは、プロアーモーターの周波数を設定するプロセッサー 1900 内の制御アルゴリズムを案内、構成する補助をなすデータを含んでいる。このデータは、プロアーシステムの作動限界を設定し、また、プロアーシステムの健全性を評価する情報を含んでいる。

【0093】

プロアーの状態データがプロアーマップ内に格納されている場合には、プロアーステートマシン 1600 は状態 1614 へ移行し、プロアー 508 が所与の周波数で作動可能となり、(圧力トランスデューサ 526 によって測定される) カート 10 の出力圧力の逸脱がチェックされる。逸脱または誤差が閾値 (ステップ 1650) を超過する場合、ステップ 1615 で誤差を最小限とするように、プロアー 周波数が再び調節される。

【0094】

ステップ 1612 で、プロアーのデータがプロアーマップ内に見つからない場合には、プロアーステートマシン 1600 は、アラーム状態 1422 へ移行し、空調機を停止する。

【0095】

図 18 は、コンプレッサー 601、702、2 段变速凝縮器ファン 414、プロアー 508 およびそのモーター 506、並びに、その電圧周波数変換器 525 への信号および電力の接続を示す略示ブロック図である。電圧、電流センサーの配置が示されており、空調機 PAO プロセッサー 1900 への入力信号の全てが図 19 に示されている。プロセッサー 1900 (図 19) によって生成され構成要素 601、702、414 および 525 へ送出される信号は、また図 18 にも示されており、プロセッサー 1900 を種々の空調プロセスに接続する重要な信号の全てが開示されている。

【0096】

図 19 は、空調 PAO プロセッサー 1900 を示している。図 19 は、空調プロセスおよび PAO プロセスに関連した種々のタイプのセンサーからプロセッサー 1900 へ送出される全ての信号を列挙、分類して開示している。図 19 は、また、プロセッサー 1900 が生成し、空調プロセスおよび PAO プロセスの構成要素へ送出され、該構成要素を制御する全ての制御信号を列挙、分類して開示している。図 19 において、全ての信号は、名称、および、信号の送出元となるトランスデューサーまたは信号の送出先となる素子に割り当てられる参照番号にて特定される。「PRE-C」は、主に図 6 に示す前段冷却空調機 520 に関連した信号である。「POST-C」は、図 7 に示す後段冷却空調機 522 に関連した信号である。「PAO」は、図 8 に示す PAO 液体冷媒のプロセッサーに関連した信号である。図 19 に示した信号の実際のプロセスの制御に関連した信号の多くは、また、図 12 のプロセス制御図にも示されている。他の信号は図 18 から或いは図 18 へ送出される。これらの信号の利用については既に説明した。

10

20

30

40

50

【0097】

本発明の実施形態を説明したが、当業者には、特許請求の範囲に記載された本発明の精神と範囲とを逸脱することなく、多くの修正と変更とが思いつくであろう。

【符号の説明】

【0098】

20 電力変換モジュール

24 ユーザー表示装置

400 空調モジュール

1302 押しボタン

1304 押しボタン

1308 電力変換モジュール

1314 押しボタン

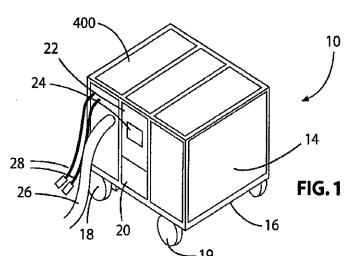
1316 押しボタン

1318 押しボタン

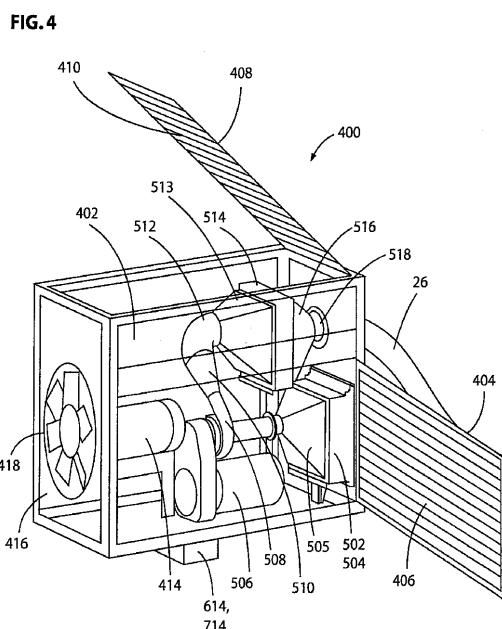
1306 制御プロセッサー

10

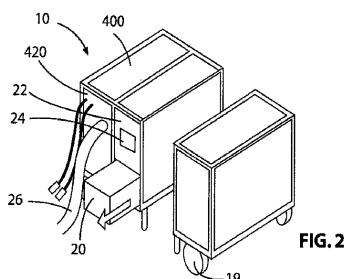
【図1】



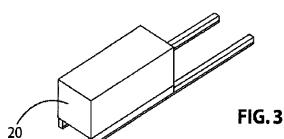
【図4】



【図2】



【図3】



【図5】

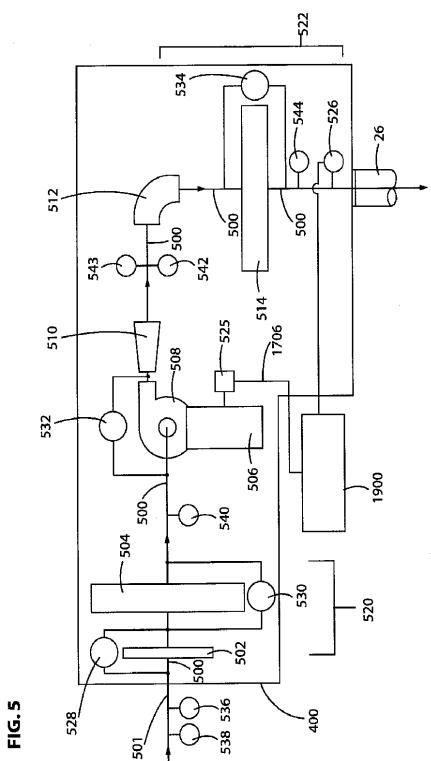
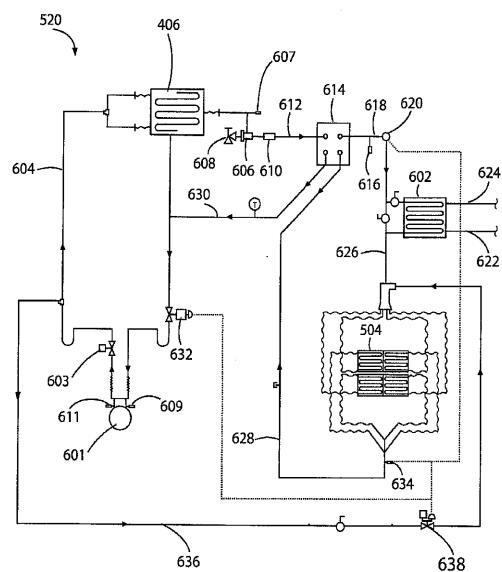


FIG. 5

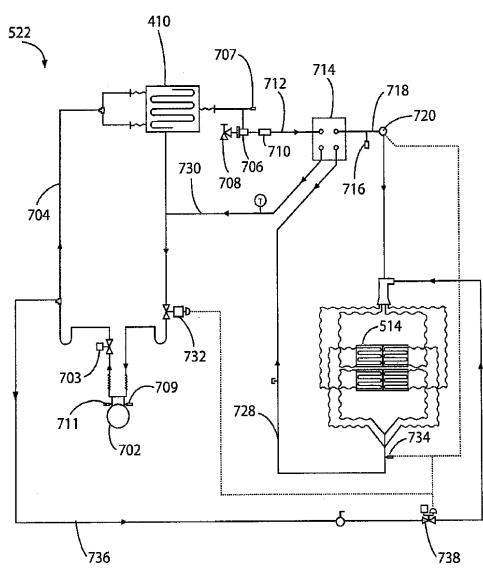
【 四 6 】

FIG. 6



【図7】

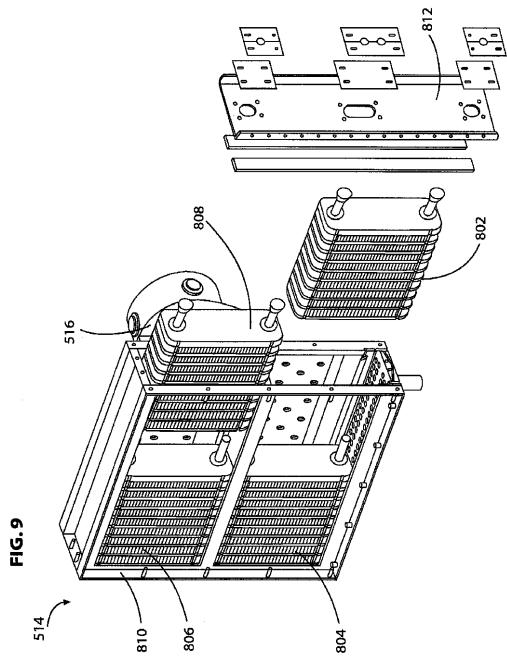
FIG. 7



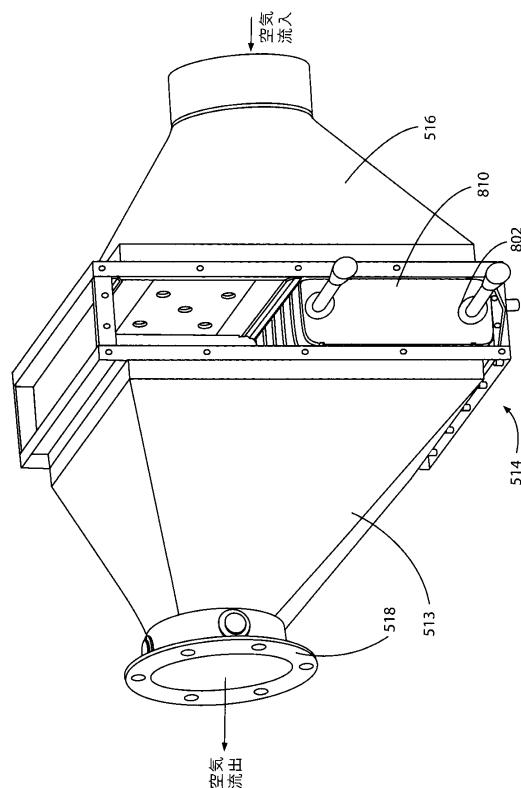
【 四 8 】

FIG. 8

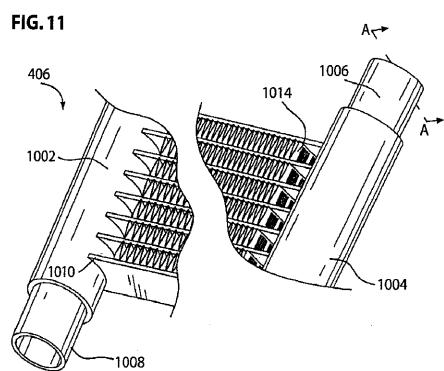
【図9】



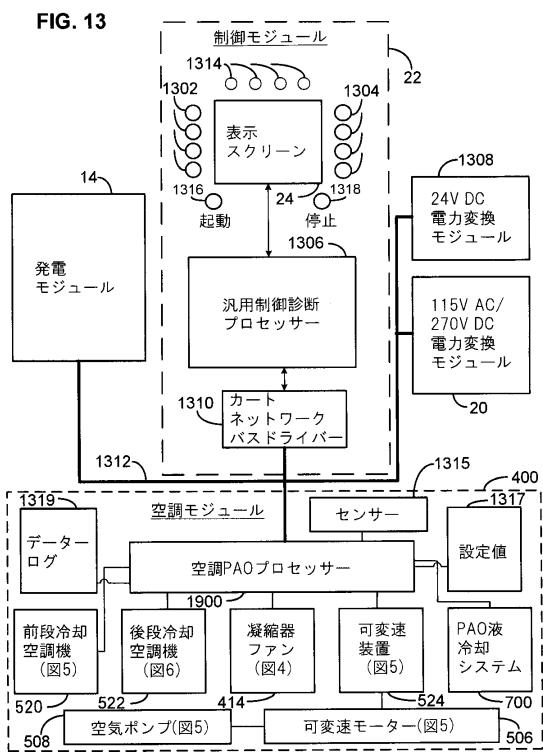
【図10】



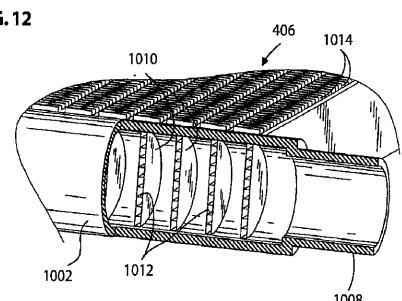
【図11】



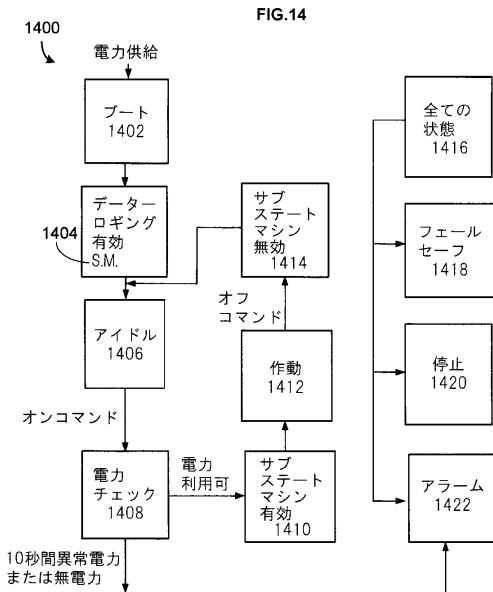
【図13】



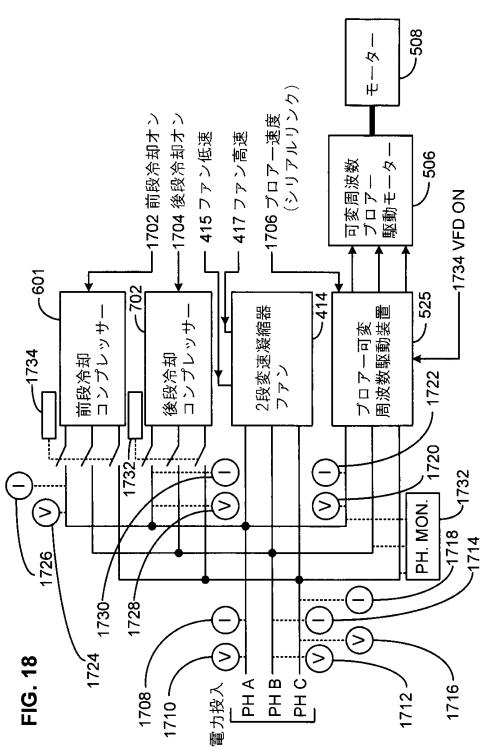
【図12】



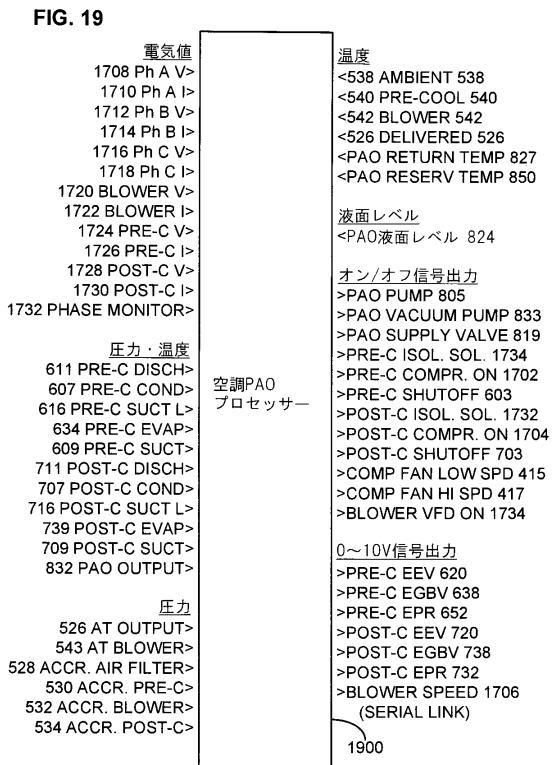
【図14】



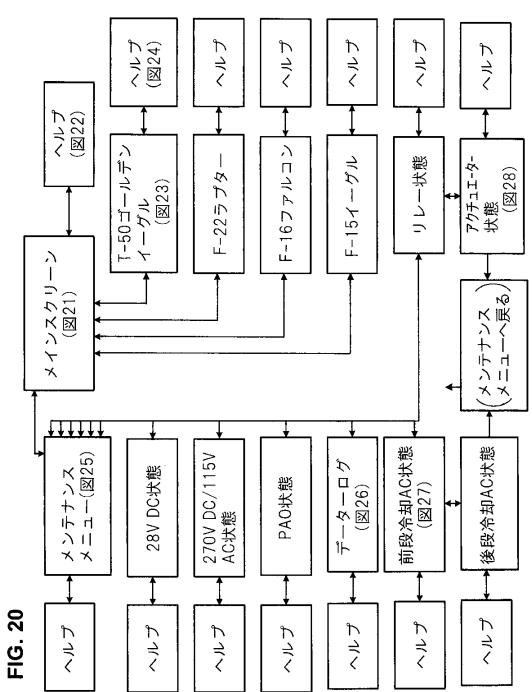
【図18】



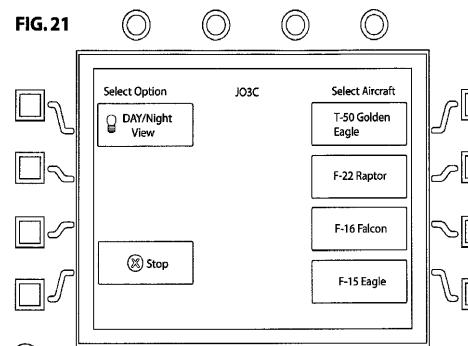
【図19】



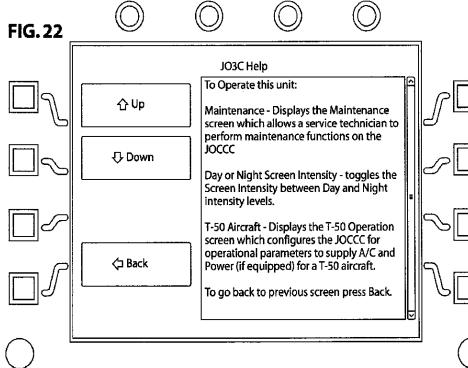
【図20】



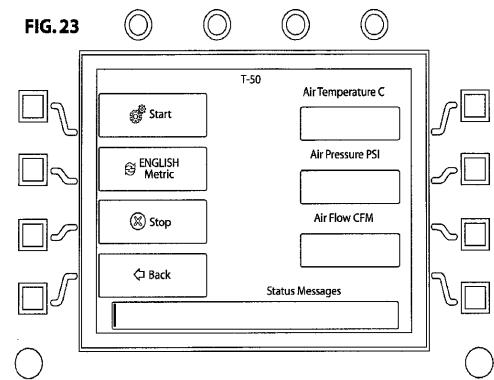
【図21】



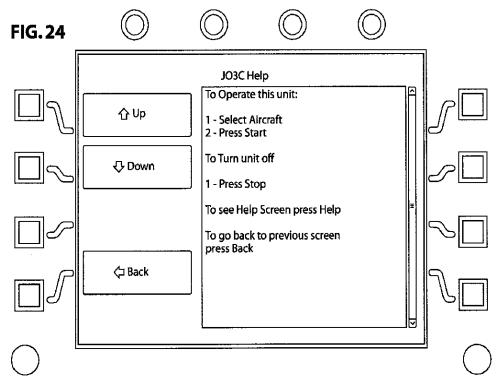
【図22】



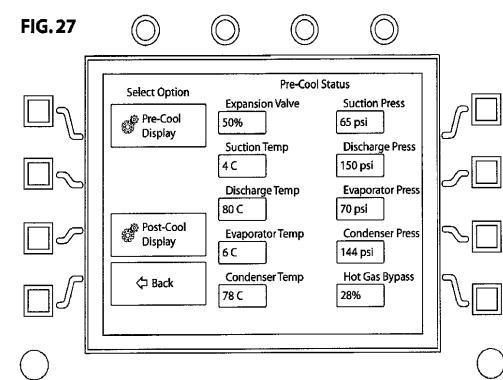
【図23】



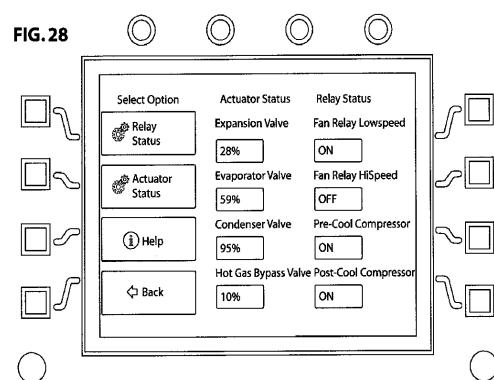
【図24】



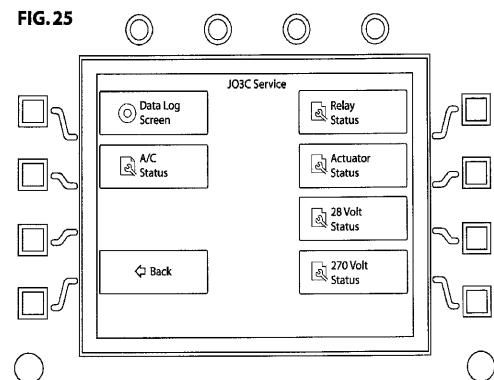
【図27】



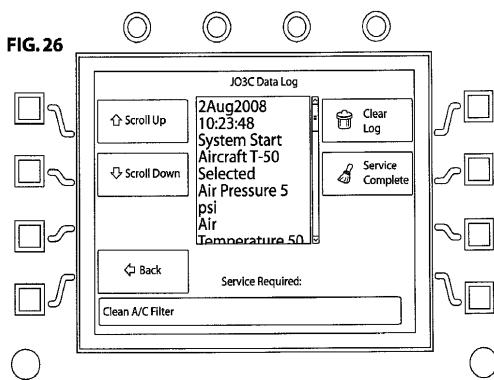
〔 図 28 〕



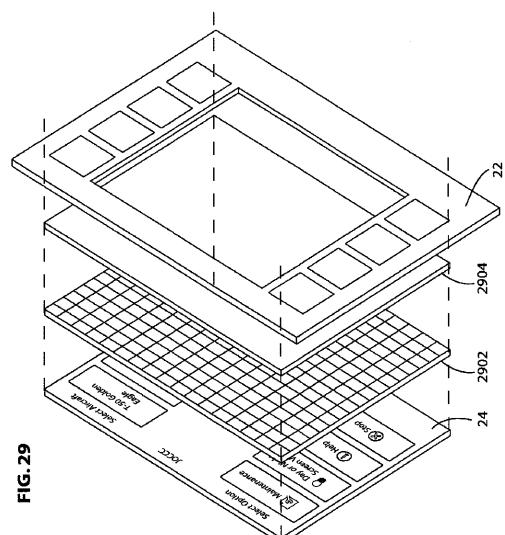
【図25】



【図26】



【図29】



フロントページの続き

(31)優先権主張番号 60/984,184
(32)優先日 平成19年10月31日(2007.10.31)
(33)優先権主張国 米国(US)
(31)優先権主張番号 61/036,768
(32)優先日 平成20年3月14日(2008.3.14)
(33)優先権主張国 米国(US)
(31)優先権主張番号 12/250,506
(32)優先日 平成20年10月13日(2008.10.13)
(33)優先権主張国 米国(US)

(74)代理人 100154380
弁理士 西村 隆一
(74)代理人 100157211
弁理士 前島 一夫
(72)発明者 マン, ジェイムズ ダブリュ., ザ サード
アメリカ合衆国, イリノイ 60026, グレンビュー, ウエスト レイク アベニュー 3600
(72)発明者 モントミニー, ジェフリー イー.
アメリカ合衆国, イリノイ 60026, グレンビュー, ウエスト レイク アベニュー 3600
(72)発明者 ビベンズ, スティーブン イー.
アメリカ合衆国, イリノイ 60026, グレンビュー, ウエスト レイク アベニュー 3600
(72)発明者 リーディングガム, デイビッド ウエイン
アメリカ合衆国, イリノイ 60026, グレンビュー, ウエスト レイク アベニュー 3600

審査官 黒田 曜子

(56)参考文献 米国特許第06424891(US, B1)
特表2005-535925(JP, A)
登録実用新案第3013892(JP, U)
米国特許出願公開第2007/0209383(US, A1)
米国特許出願公開第2007/0061622(US, A1)
特開平08-040396(JP, A)
国際公開第2007/071322(WO, A1)
特開平02-246847(JP, A)
特開昭60-147073(JP, A)
特開昭58-190641(JP, A)

(58)調査した分野(Int.Cl., DB名)

B64F 1/00