

(19)日本国特許庁(JP)

(12)特許公報(B2)

(11)特許番号
特許第7550095号
(P7550095)

(45)発行日 令和6年9月12日(2024.9.12)

(24)登録日 令和6年9月4日(2024.9.4)

(51)国際特許分類		F I	
B 6 4 D	45/00 (2006.01)	B 6 4 D	45/00 Z
B 6 4 C	39/02 (2006.01)	B 6 4 C	39/02
H 0 1 M	10/613(2014.01)	H 0 1 M	10/613
H 0 1 M	10/625(2014.01)	H 0 1 M	10/625
H 0 1 M	10/6568(2014.01)	H 0 1 M	10/6568
請求項の数 13 (全19頁) 最終頁に続く			
(21)出願番号	特願2021-55983(P2021-55983)	(73)特許権者	000005326
(22)出願日	令和3年3月29日(2021.3.29)		本田技研工業株式会社
(65)公開番号	特開2022-152994(P2022-152994		東京都港区南青山二丁目1番1号
	A)	(74)代理人	100077665
(43)公開日	令和4年10月12日(2022.10.12)		弁理士 千葉 剛宏
審査請求日	令和5年11月28日(2023.11.28)	(74)代理人	100116676
			弁理士 宮寺 利率
		(74)代理人	100191134
			弁理士 千馬 隆之
		(74)代理人	100136548
			弁理士 仲宗根 康晴
		(74)代理人	100136641
			弁理士 坂井 志郎
		(74)代理人	100180448
			弁理士 関口 亨祐
			最終頁に続く

(54)【発明の名称】 飛翔体

(57)【特許請求の範囲】

【請求項1】

冷却対象を冷却するための冷却設備が設けられた飛翔体であって、
前記冷却設備は、互いに独立した第1冷却回路と第2冷却回路を有し、
前記第1冷却回路は、前記冷却対象に第1冷却媒体を順次且つ繰り返し通過させる第1循環流路と、前記第1循環流路に設けられて前記第1冷却媒体に押出圧を付加する第1圧力付加手段と、前記第1循環流路の、前記冷却対象よりも下流側に設けられて前記第1冷却媒体から熱を奪取するための第1冷却用熱交換器とを備え、
前記第2冷却回路は、前記冷却対象に第2冷却媒体を順次且つ繰り返し通過させる第2循環流路と、前記第2循環流路に設けられて前記第2冷却媒体に押出圧を付加する第2圧力付加手段と、前記第2循環流路の、前記冷却対象よりも下流側に設けられて前記第2冷却媒体から熱を奪取するための第2冷却用熱交換器とを備え、
前記第1循環流路及び前記第2循環流路の各々は、単流路の循環流路であり、且つ前記第1循環流路と前記第2循環流路が互いに連通せず、
前記第2循環流路は、前記第1循環流路が接続された前記冷却対象に接続される飛翔体。

【請求項2】

冷却対象を冷却するための冷却設備が設けられた飛翔体であって、
前記冷却設備は、互いに独立した第1冷却回路と第2冷却回路を有し、
前記第1冷却回路は、前記冷却対象に第1冷却媒体を順次且つ繰り返し通過させる第1循環流路と、前記第1循環流路に設けられて前記第1冷却媒体に押出圧を付加する第1圧力

付加手段と、前記第 1 循環流路の、前記冷却対象よりも下流側に設けられて前記第 1 冷却媒体から熱を奪取するための第 1 冷却用熱交換器とを備え、

前記第 2 冷却回路は、前記冷却対象に第 2 冷却媒体を順次且つ繰り返し通過させる第 2 循環流路と、前記第 2 循環流路に設けられて前記第 2 冷却媒体に押出圧を付加する第 2 圧力付加手段と、前記第 2 循環流路の、前記冷却対象よりも下流側に設けられて前記第 2 冷却媒体から熱を奪取するための第 2 冷却用熱交換器とを備え、

前記第 1 循環流路及び前記第 2 循環流路の各々は、分岐流路を有さず、且つ前記第 1 循環流路と前記第 2 循環流路が互いに連通せず、

前記第 2 循環流路は、前記第 1 循環流路が接続された前記冷却対象に接続される飛翔体。

【請求項 3】

請求項 1 又は 2 記載の飛翔体において、前記第 1 冷却媒体又は前記第 2 冷却媒体を流通するか又は流通停止するかを判断する判断部をさらに備え、

前記判断部は、前記第 1 冷却回路のみで前記冷却対象を冷却するか、前記第 1 冷却回路及び前記第 2 冷却回路の双方で前記冷却対象を冷却するかを、前記冷却対象の発熱量に応じて判断する飛翔体。

【請求項 4】

請求項 3 記載の飛翔体において、前記判断部は、前記第 1 冷却回路のみで前記冷却対象を冷却する最中、前記第 1 冷却媒体又は前記冷却対象の温度が予め設定された所定値以下であるときは前記第 2 冷却媒体を流通停止すると判断し、前記所定値を超えたときは前記第 2 冷却媒体を流通すると判断する飛翔体。

【請求項 5】

請求項 4 記載の飛翔体において、前記判断部は、前記冷却対象の温度が予め設定された所定値を下回るとき、前記第 1 冷却媒体及び前記第 2 冷却媒体の双方を供給しないと判断する飛翔体。

【請求項 6】

請求項 1 ～ 5 のいずれか 1 項に記載の飛翔体において、前記冷却対象がパワーコントロールユニットである飛翔体。

【請求項 7】

請求項 6 記載の飛翔体において、前記パワーコントロールユニットによって制御されるエンジンと、揚力発生装置を駆動するモータとを備えるハイブリッド型である飛翔体。

【請求項 8】

請求項 1 ～ 5 のいずれか 1 項に記載の飛翔体において、前記冷却対象がバッテリーである飛翔体。

【請求項 9】

請求項 3 又は 4 に従属する請求項 8 記載の飛翔体において、該飛翔体の運転中に前記バッテリーに電力を供給する回転電機を備え、前記判断部は、該飛翔体の運転中に前記回転電機が停止したときには、前記第 1 冷却媒体及び前記第 2 冷却媒体の双方を流通すると判断する飛翔体。

【請求項 10】

請求項 9 記載の飛翔体において、前記判断部と前記回転電機とが電氣的に接続され、前記判断部は、前記回転電機が作動しているか否かに関する情報を取得する飛翔体。

【請求項 11】

請求項 1 ～ 10 のいずれか 1 項に記載の飛翔体において、前記第 1 圧力付加手段及び前記第 2 圧力付加手段が、前記第 1 冷却媒体、前記第 2 冷却媒体の供給量を調整可能な可変容量形ポンプである飛翔体。

【請求項 12】

請求項 1 ～ 11 のいずれか 1 項に記載の飛翔体において、前記冷却対象が複数あり、前記複数の冷却対象は、前記第 1 冷却媒体及び前記第 2 冷却媒体の流通方向において直列に配置されている飛翔体。

【請求項 13】

10

20

30

40

50

請求項 1 ~ 12 のいずれか 1 項に記載の飛翔体において、前記第 1 冷却媒体及び前記第 2 冷却媒体が流通する冷却用熱交換器を備え、
前記冷却用熱交換器の内部において、前記第 1 冷却媒体が流通する流路と、前記第 2 冷却媒体が流通する流路とが区分されている飛翔体。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は、冷却を要する機器（冷却対象）を冷却するための冷却設備が設けられた飛翔体に関する。

【背景技術】

【0002】

飛翔体の 1 種として、バッテリーパックを搭載した電動式のマルチコプタが知られている。この場合、マルチコプタには、揚力発生装置である複数個のダクトドファン又はプロップが設けられる。また、機体には、揚力発生装置を回転させるためのモータと、該モータに電力を供給する給電器としてのバッテリーとが搭載される。場合によっては、バッテリーパックやモータに電力を供給する発電機がさらに搭載されることもある。マルチコプタの飛行状態に応じ、バッテリーから放電がなされるか、又は、バッテリーへの充電がなされる。

【0003】

マルチコプタが飛行する最中には、バッテリーからモータに電力を継続して供給し、揚力発生装置を継続して回転させる必要がある。このために、バッテリーの温度が適切な範囲内となるように管理される。具体的には、バッテリーに対して冷却媒体を循環供給する冷却設備が付設される。バッテリーの熱が冷却媒体に奪取されることにより、バッテリーが過度に高温となることが回避される。

【0004】

マルチコプタでは、給電器であるバッテリーから電力を確実に得なければならない。このために、バッテリーを確実に冷却する必要がある。そこで、冷却設備を冗長な構成とすることが考えられる。すなわち、例えば、バッテリーに対して 2 系統の冷却回路を設けること等である。なお、同一の給電器に対して 2 系統の冷却回路を設ける構成としては、特許文献 1、2 に記載されたものが知られている。給電器は、特許文献 1 ではバッテリーであり、特許文献 2 では燃料電池である。

【先行技術文献】

【特許文献】

【0005】

【文献】特開 2019 - 23059 号公報

【文献】特開 2020 - 53287 号公報

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

【0006】

例えば、不測の事態によって緊急着陸を行うとき等には、バッテリーに大きな負荷が加わる。この場合、バッテリーの温度が大きく上昇する傾向がある。従って、バッテリーを十分に冷却する必要があると考えられる。

【0007】

特許文献 1 記載の構成では、冷却媒体が供給されるのは、2 系統の冷却回路のいずれか一方のみである。従って、冷却媒体の供給量に制限を受ける。このため、バッテリーパックに大きな負荷が加わるとき（バッテリーパックの温度が大きく上昇すると見込まれるとき）に対応することが容易ではない。

【0008】

また、特許文献 2 記載の構成は、一方の系統の冷却水の伝導度が上昇したときに該冷却水中のイオン濃度を低減するべく、イオン交換膜を予め通過してイオン濃度が低くなった、残る一方の系統の冷却水と合流させるためものである。すなわち、給電体の負荷に応じ

10

20

30

40

50

て冷却水の供給量を変更するための構成ではない。

【 0 0 0 9 】

以上のように、冗長な構成の冷却設備は知られているものの、給電体等の冷却を要する機器に対する冷却媒体の供給量を適宜に変更することが可能な冷却設備は提案されていない。

【 0 0 1 0 】

本発明は上記した問題を解決するためになされたもので、冷却を要する機器（冷却対象）が、状況に応じて発熱量が相違するようなものであっても、該冷却対象を十分に冷却することが可能な冷却設備が設けられた飛翔体を提供することを目的とする。

【課題を解決するための手段】

【 0 0 1 1 】

前記の目的を達成するために、本発明の一実施形態によれば、冷却対象を冷却するための冷却設備が設けられた飛翔体であって、

前記冷却設備は、互いに独立した第 1 冷却回路と第 2 冷却回路を有し、

前記第 1 冷却回路は、前記冷却対象に第 1 冷却媒体を順次且つ繰り返し通過させる第 1 循環流路と、前記第 1 循環流路に設けられて前記第 1 冷却媒体に押出圧を付加する第 1 圧力付加手段と、前記第 1 循環流路の、前記冷却対象よりも下流側に設けられて前記第 1 冷却媒体から熱を奪取するための第 1 冷却用熱交換器とを備え、

前記第 2 冷却回路は、前記冷却対象に第 2 冷却媒体を順次且つ繰り返し通過させる第 2 循環流路と、前記第 2 循環流路に設けられて前記第 2 冷却媒体に押出圧を付加する第 2 圧力付加手段と、前記第 2 循環流路の、前記冷却対象よりも下流側に設けられて前記第 2 冷却媒体から熱を奪取するための第 2 冷却用熱交換器とを備え、

且つ前記第 1 循環流路と前記第 2 循環流路が互いに連通しない飛翔体が提供される。

【発明の効果】

【 0 0 1 2 】

本発明によれば、飛翔体に設けられた冷却設備が、互いに独立した第 1 冷却回路と第 2 冷却回路を有する。すなわち、第 1 冷却回路に含まれて第 1 冷却媒体を順次且つ繰り返し通過させる第 1 循環流路と、第 2 冷却回路に含まれて第 2 冷却媒体を順次且つ繰り返し通過させる第 2 循環流路とが互いに連通しない。このため、第 1 冷却媒体と第 2 冷却媒体が合流したり、分流したりすることもない。

【 0 0 1 3 】

そして、冷却対象の発熱量が低い場合（低温である場合）には、例えば、第 1 冷却回路で冷却対象を冷却する一方、第 2 冷却回路による冷却を停止した状態とすることができる。また、冷却対象の発熱量が高い場合（高温である場合）には、例えば、第 1 冷却回路及び第 2 冷却回路の双方で冷却を行うようにすればよい。このように、第 1 冷却回路と第 2 冷却回路を互いに独立した構成とすることにより、冷却対象の発熱量に応じて冷却の度合いを変更することが可能となる。

【 0 0 1 4 】

また、第 1 循環流路と第 2 循環流路とが連通しないので、合流箇所や分岐箇所を設ける必要もない。このため、第 1 循環流路及び第 2 循環流路が簡素となるとともに冷却設備が軽量となる。従って、飛翔体における冷却設備のレイアウトの自由度が向上するとともに、飛翔体の軽量化を図ることができる。

【図面の簡単な説明】

【 0 0 1 5 】

【図 1】本発明の実施の形態に係る飛翔体としてのマルチコプタの概略斜視図である。

【図 2】マルチコプタの駆動回路を模式的に示す駆動系統図である。

【図 3】第 1 冷却設備を模式的に示す第 1 冷却系統図である。

【図 4】第 2 冷却設備を模式的に示す第 2 冷却系統図である。

【図 5】第 1 冷却設備の作動に関する概略フローチャートである。

【図 6】第 1 冷却設備の運転パターンを示す図表である。

10

20

30

40

50

【図 7】第 2 冷却設備の作動に関する概略フローチャートである。

【図 8】第 2 冷却設備の運転パターンを示す図表である。

【図 9】分散統合型冷却設備の模式的な冷却系統図である。

【図 10】並列型冷却設備の模式的な冷却系統図である。

【図 11】変形例に係る第 3 冷却設備を模式的に示す第 2 冷却系統図である。

【発明を実施するための形態】

【0016】

以下、本発明に係る飛翔体につき好適な実施の形態を挙げ、添付の図面を参照して詳細に説明する。なお、以下における「上流」及び「下流」は、第 1 冷却媒体～第 4 冷却媒体の流通方向上流側、流通方向下流側を表す。

【0017】

また、以下の説明では、理解を容易にするべく、第 1 冷却回路 42a（及び第 3 冷却回路 42c）を優先して流通状態とする場合を例示するが、これに代替し、第 2 冷却回路 42b（及び第 4 冷却回路 42d）を優先して流通状態とするようにしてもよい。後者の場合、第 2 冷却回路 42b（及び第 4 冷却回路 42d）が特許請求の範囲においていう「第 1 冷却回路」に相当する。そして、第 1 冷却回路 42a（及び第 3 冷却回路 42c）が特許請求の範囲においていう「第 2 冷却回路」に相当する。

【0018】

図 1 は、本実施の形態に係る飛翔体としてのマルチコプタ 10 の概略斜視図である。このマルチコプタ 10 は、機体 12 と、機体 12 の前方側方から突出して幅方向に延在する右主翼 14R、左主翼 14L と、機体 12 の後方側方から突出して幅方向に延在する右水平尾翼 16R、左水平尾翼 16L とを備える。さらに、右主翼 14R から右水平尾翼 16R にわたって右支持バー 18R が橋架されるとともに、左主翼 14L から左水平尾翼 16L にわたって左支持バー 18L が橋架される。

【0019】

右主翼 14R、右支持バー 18R 及び右水平尾翼 16R には、プロップ 20a～20c がそれぞれ設けられる。一方、左主翼 14L、左支持バー 18L 及び左水平尾翼 16L には、プロップ 20d～20f がそれぞれ設けられる。これら 6 個のプロップ 20a～20f は、揚力発生装置である。すなわち、マルチコプタ 10 は、6 個のプロップ 20a～20f の作用下に離陸したり、空中を飛行したりすることが可能である。

【0020】

本実施の形態において、マルチコプタ 10 はいわゆるハイブリッド型である。すなわち、図 2 に示すように、機体 12 には、プロップ 20a～20f を駆動するための第 1 エンジン 30a、第 2 エンジン 30b、第 1 バッテリ 32a、第 2 バッテリ 32b が搭載される。第 1 エンジン 30a は第 1 パワーコントロールユニット（PCU）34a によって制御され、第 2 エンジン 30b は第 2 PCU 34b によって制御される。第 1 PCU 34a 及び第 2 PCU 34b は、双方ともインバータとして機能する。なお、第 1 エンジン 30a と第 1 PCU 34a の間、第 2 エンジン 30b と第 2 PCU 34b の間には、発電機 35a、35b がそれぞれ設けられる。

【0021】

第 1 PCU 34a、第 2 PCU 34b、第 1 バッテリ 32a 及び第 2 バッテリ 32b はいずれも、第 1 ジャンクションボックス 36a 及び第 2 ジャンクションボックス 36b の双方に電氣的に接続される。さらに、第 1 ジャンクションボックス 36a 及び第 2 ジャンクションボックス 36b はいずれも、プロップ 20a～20f を駆動するためのモータ 37a～37f に電氣的に接続される。モータ 37a～37f が付勢されることに伴って、プロップ 20a～20f の回転翼が回転する。その結果、マルチコプタ 10 が離陸したり、空中を飛行したりすることが可能となる。

【0022】

第 1 バッテリ 32a 及び第 2 バッテリ 32b には、これら第 1 バッテリ 32a 及び第 2 バッテリ 32b に対して電力を供給するための第 1 発電機 35a、第 2 発電機 35b（い

10

20

30

40

50

ずれも回転電機)が、第1ジャンクションボックス36a、第2ジャンクションボックス36bを介して電氣的に接続される。マルチコプタ10が定常運転されて第1バッテリー32a及び第2バッテリー32bの負荷が低いときには、第1ジャンクションボックス36a、第2ジャンクションボックス36bを介して第1バッテリー32a及び第2バッテリー32bに電力が供給される。すなわち、第1バッテリー32a及び第2バッテリー32bに対して充電がなされる。

【0023】

マルチコプタ10には、図3に示す第1冷却設備40aと、図4に示す第2冷却設備40bとが設けられる。第1冷却設備40aは第1PCU34a及び第2PCU34bを冷却するためのものであり、第2冷却設備40bは第1バッテリー32a及び第2バッテリー32bを冷却するためのものである。すなわち、本実施の形態では、第1PCU34a、第2PCU34b、第1バッテリー32a及び第2バッテリー32bが、冷却を要する機器(冷却対象)である。なお、発電機や、DC-DCコンバータ、DC-ACインバータをはじめとする電流変換器等を冷却対象とすることもできる。

【0024】

以下、第1冷却設備40a、第2冷却設備40bにつき説明する。図3に示すように、第1冷却設備40aは、第1冷却回路42aと第2冷却回路42bを備える。すなわち、第1冷却設備40aは2系統の冷却経路を有する。先ず、第1冷却回路42aは、第1冷却媒体を第1PCU34a、第2PCU34bに循環供給するための第1循環流路44aを有する。第1循環流路44aでは、第1PCU34aが上流側、第2PCU34bが下流側に配置される。換言すれば、第1冷却媒体は、第1PCU34a、第2PCU34bの順に流通する。

【0025】

第1循環流路44aの途中には、第1PCU34a、第2PCU34bの近傍を通る部位に第1冷却ジャケット46aが設けられる。すなわち、第1冷却ジャケット46aは第1循環流路44aの一部を構成する。また、第1冷却ジャケット46aの若干上流側には、第1温度センサ48aが設けられる。第1温度センサ48aは、第1循環流路44aの、第1冷却ジャケット46aの若干上流を流通する第1冷却媒体の温度を検出する。

【0026】

第1循環流路44aにおいて、第1冷却ジャケット46aよりも上流には、第1冷却媒体を貯留する第1貯留容器50aと、第1圧力付加手段である第1ポンプ52aとが設けられる。第1ポンプ52aが付勢されたとき、第1貯留容器50a内の第1冷却媒体に対し、第1ポンプ52aから吐出圧力(押出圧)が付加される。その結果、第1冷却媒体が第1循環流路44aを流通する。

【0027】

また、第1循環流路44aの、第2PCU34bよりも下流には、第1冷却用熱交換器54aが配設される。第1PCU34a及び第2PCU34bを冷却することで温度が上昇した第1冷却媒体は、第1冷却用熱交換器54aを通過する際、例えば、該第1冷却用熱交換器54aの近傍に設けられた図示しない冷却用ファンからの冷却風、又は、該第1冷却用熱交換器54aに接触する大気等によって冷却される。冷却された第1冷却媒体は、前記第1貯留容器50aに一旦貯留される。その後は第1ポンプ52aの作用下に第1循環流路44aに送り出される。以上の繰り返しにより、第1冷却媒体が第1循環流路44aを循環流通する。

【0028】

一方の第2冷却回路42bは、第2冷却媒体を第1PCU34a、第2PCU34bに循環供給するための第2循環流路44bを有する。第2循環流路44bにおいても、第1PCU34aが上流側、第2PCU34bが下流側に位置する。すなわち、第2冷却媒体が流通されるとき、該第2冷却媒体は、第1PCU34a、第2PCU34bの順に通過する。

【0029】

10

20

30

40

50

第2循環流路44bの途中には、第1PCU34a、第2PCU34bの近傍を通る部位に第2冷却ジャケット46bが設けられる。すなわち、第2冷却ジャケット46bは第2循環流路44bの一部を構成する。また、第2冷却ジャケット46bの若干上流側には、第2温度センサ48bが設けられる。第2温度センサ48bは、第2循環流路44bの、第2冷却ジャケット46bの若干上流を流通する第2冷却媒体の温度を検出する。この場合、第2冷却ジャケット46bは、第1冷却ジャケット46aに対向する。これにより、第1PCU34a、第2PCU34bの、第1冷却ジャケット46a、第2冷却ジャケット46bに対するレイアウト設定が容易となる。

【0030】

第2循環流路44bにおいて、第2冷却ジャケット46bよりも上流には、第2冷却媒体を貯留する第2貯留容器50bと、第2圧力付加手段である第2ポンプ52bとが設けられる。第2ポンプ52bが付勢されたとき、第2貯留容器50b内の第2冷却媒体に対し、第2ポンプ52bから吐出圧力（押圧力）が付加される。その結果、第2冷却媒体が第2循環流路44bを流通する。

【0031】

また、第2循環流路44bの、第2PCU34bよりも下流側には、第2冷却用熱交換器54bが配設される。第1PCU34a及び第2PCU34bを冷却することで温度が上昇した第2冷却媒体は、第2冷却用熱交換器54bを通過する際、例えば、該第2冷却用熱交換器54bの近傍に設けられた図示しない冷却用ファンからの冷却風、又は、該第2冷却用熱交換器54bに接触する大気等によって冷却される。冷却された第2冷却媒体は、前記第2貯留容器50bに一旦貯留される。その後は第2ポンプ52bの作用下に第2循環流路44bに送り出される。以上が繰り返されることにより、第2冷却媒体が第2循環流路44bを循環流通することが可能となっている。

【0032】

図3から理解されるように、第1循環流路44aと第2循環流路44bが互いに連通することはない。従って、第1冷却媒体と第2冷却媒体が合流したり、分流したりすることもない。このように、第1冷却回路42aと第2冷却回路42bは互いに独立した回路（系統）である。従って、第1冷却回路42aを流通状態としながら、第2冷却回路42bを流通状態又は流通停止状態のいずれかに設定することが可能である。

【0033】

以上の構成において、第1温度センサ48a及び第2温度センサ48bは、判断部である中央演算ユニット（CPU）56に電氣的に接続されている。第1温度センサ48a及び第2温度センサ48bによって検出された温度は、情報信号としてCPU56に送信される。このCPU56には、第1ポンプ52a及び第2ポンプ52bも電氣的に接続されている。CPU56は、第1ポンプ52a及び第2ポンプ52bに対し、付勢又は停止の指令信号を発信する。

【0034】

一方の第2冷却設備40bは、図4に示すように、第3冷却回路42cと第4冷却回路42dの2系統の冷却経路を備える。ここで、第3冷却回路42cは前記第1冷却回路42aと同様に構成され、且つ第4冷却回路42dは前記第2冷却回路42bと同様に構成されている。すなわち、第3冷却回路42c、第4冷却回路42dは、それぞれ、特許請求の範囲においていう「第1冷却回路」、「第2冷却回路」に相当する。しかしながら、本明細書では、第1冷却設備40aの構成要素と第2冷却設備40bの構成要素との区別を明確にすべく、第1冷却設備40aと第2冷却設備40bにおいて同一又は対応する構成要素であっても、別の名称及び参照符号を付している。

【0035】

第3冷却回路42cは、第3冷却媒体を第1バッテリー32a、第2バッテリー32bに循環供給するための第3循環流路44cを有する。第3循環流路44cでは、第1バッテリー32aが上流側、第2バッテリー32bが下流側に位置する。すなわち、第3冷却媒体は、第1バッテリー32a、第2バッテリー32bの順に流通する。

【 0 0 3 6 】

第3循環流路44cの途中には、第1バッテリー32a、第2バッテリー32bの近傍を通る部位に第3冷却ジャケット46cが設けられる。すなわち、第3冷却ジャケット46cは第3循環流路44cの一部を構成する。また、第1バッテリー32aには第3温度センサ48cが設けられる。第3温度センサ48cは、第2バッテリー32bに先んじて冷却される第1バッテリー32aの温度を検出する。

【 0 0 3 7 】

第3循環流路44cにおいて、第3冷却ジャケット46cよりも上流には、第3冷却媒体を貯留する第3貯留容器50cと、第3圧力付加手段である第3ポンプ52cとが設けられる。第3ポンプ52cが付勢されたとき、第3貯留容器50c内の第3冷却媒体に対し、第3ポンプ52cから吐出圧力（押出圧）が付加される。その結果、第3冷却媒体が第3循環流路44cを流通する。

10

【 0 0 3 8 】

また、第3循環流路44cの、第2バッテリー32bよりも下流には、第3冷却用熱交換器54cが配設される。第1バッテリー32a及び第2バッテリー32bを冷却することで温度が上昇した第3冷却媒体は、第3冷却用熱交換器54cを通過する際、例えば、該第3冷却用熱交換器54cの近傍に設けられた図示しない冷却用ファンからの冷却風、又は、該第3冷却用熱交換器54cに接触する大気等によって冷却される。冷却された第3冷却媒体は、前記第3貯留容器50cに一旦貯留された後、第3ポンプ52cの作用下に第3循環流路44cに送り出される。以上の繰り返しにより、第3冷却媒体が第3循環流路44cを循環流通する。

20

【 0 0 3 9 】

一方の第4冷却回路42dは、第4冷却媒体を第1バッテリー32a、第2バッテリー32bに循環供給するための第4循環流路44dを有する。第4循環流路44dにおいても、第1バッテリー32aが上流側、第2バッテリー32bが下流側に位置する。すなわち、第4冷却媒体が流通されるとき、該第4冷却媒体は、第1バッテリー32a、第2バッテリー32bの順に通過する。

【 0 0 4 0 】

第4循環流路44dの途中には、第1バッテリー32a、第2バッテリー32bの近傍を通る部位に第4冷却ジャケット46dが設けられる。すなわち、第4冷却ジャケット46dは第4循環流路44dの一部を構成する。また、第2バッテリー32bには第4温度センサ48dが設けられる。第4温度センサ48dは、第2バッテリー32bの温度を確実に検出する。この場合、第4冷却ジャケット46dは、第3冷却ジャケット46cに対向する。これにより、第1バッテリー32a、第2バッテリー32bの、第3冷却ジャケット46c、第4冷却ジャケット46dに対するレイアウト設定が容易となる。

30

【 0 0 4 1 】

第4循環流路44dにおいて、第4冷却ジャケット46dよりも上流には、第4冷却媒体を貯留する第4貯留容器50dと、第4圧力付加手段である第4ポンプ52dとが設けられる。第4ポンプ52dが付勢されたとき、第4貯留容器50d内の第4冷却媒体に対し、第4ポンプ52dから吐出圧力（押出圧）が付加される。その結果、第4冷却媒体が第4循環流路44dを流通する。

40

【 0 0 4 2 】

また、第4循環流路44dの、第2バッテリー32bよりも下流側には、第4冷却用熱交換器54dが配設される。第1バッテリー32a及び第2バッテリー32bを冷却することで温度が上昇した第4冷却媒体は、第4冷却用熱交換器54dを通過する際、例えば、該第4冷却用熱交換器54dの近傍に設けられた図示しない冷却用ファンからの冷却風、又は、該第4冷却用熱交換器54dに接触する大気等によって冷却される。冷却された第4冷却媒体は、前記第4貯留容器50dに一旦貯留された後、第4ポンプ52dの作用下に第4循環流路44dに送り出される。以上が繰り返されることにより、第4冷却媒体が第4循環流路44dを循環流通することが可能となっている。

50

【 0 0 4 3 】

図 4 に示すように、第 3 循環流路 4 4 c と第 4 循環流路 4 4 d が互いに連通することはない。従って、第 3 冷却媒体と第 4 冷却媒体が合流したり、分流したりすることもない。すなわち、第 3 冷却回路 4 2 c と第 4 冷却回路 4 2 d もまた、互いに独立した回路（系統）である。従って、第 3 冷却回路 4 2 c を流通状態としながら、第 4 冷却回路 4 2 d を流通状態又は流通停止状態のいずれかに設定することが可能である。

【 0 0 4 4 】

第 3 ポンプ 5 2 c、第 4 ポンプ 5 2 d、第 3 温度センサ 4 8 c 及び第 4 温度センサ 4 8 d は、前記 C P U 5 6 に電氣的に接続されている。すなわち、C P U 5 6 は、第 3 温度センサ 4 8 c 及び第 4 温度センサ 4 8 d によって検出された温度を情報信号として受診するとともに、第 3 ポンプ 5 2 c 及び第 4 ポンプ 5 2 d に対し、付勢又は停止の指令信号を発信する。C P U 5 6 には、さらに、第 1 発電機 3 5 a 及び第 2 発電機 3 5 b も電氣的に接続されている。C P U 5 6 には、第 1 発電機 3 5 a 及び第 2 発電機 3 5 b が作動しているか否かに関する情報が送られる。

10

【 0 0 4 5 】

第 1 ポンプ 5 2 a、第 2 ポンプ 5 2 b、第 3 ポンプ 5 2 c 及び第 4 ポンプ 5 2 d はいずれも、可変容量形ポンプである。すなわち、C P U 5 6 は、第 1 ポンプ 5 2 a、第 2 ポンプ 5 2 b、第 3 ポンプ 5 2 c 及び第 4 ポンプ 5 2 d の吐出圧力を適宜調整することにより、第 1 冷却媒体、第 2 冷却媒体、第 3 冷却媒体及び第 4 冷却媒体の循環流量（供給流量）を制御することが可能である。なお、第 1 冷却媒体～第 4 冷却媒体の好適な具体例としては、水や油、エチレングリコール等が挙げられる。

20

【 0 0 4 6 】

本実施の形態に係るマルチコプタ 1 0 は、基本的には以上のように構成される第 1 冷却設備 4 0 a、第 2 冷却設備 4 0 b を搭載するものであり、次に、その作用効果につき、第 1 冷却設備 4 0 a、第 2 冷却設備 4 0 b の作動との関係で説明する。

【 0 0 4 7 】

図 1 に示すマルチコプタ 1 0 は、モータ 3 7 a ～ 3 7 f（図 2 参照）が付勢されることで離陸及び飛行が可能となる。すなわち、モータ 3 7 a ～ 3 7 f の回転軸が回転するとともに、これに追従してプロップ 2 0 a ～ 2 0 f の回転翼が回転する。これにより、マルチコプタ 1 0 を上昇ないし飛行させる揚力が生じる。空中に上昇したマルチコプタ 1 0 は、略一定の所定速度で空中を水平飛行する。このとき、マルチコプタ 1 0 は定常運転状態にある。そして、所定距離を飛行したマルチコプタ 1 0 は、プロップ 2 0 a ～ 2 0 f による揚力が低減されることで着陸する。

30

【 0 0 4 8 】

以上の離陸から着陸に至る過程で、第 1 エンジン 3 0 a 及び第 2 エンジン 3 0 b、第 1 バッテリ 3 2 a 及び第 2 バッテリ 3 2 b が担う負荷が変化する。負荷は、離陸時や着陸時、加速時で大であり、定常運転時で小である。そして、第 1 エンジン 3 0 a 及び第 2 エンジン 3 0 b に負荷が大であるときには第 1 P C U 3 4 a、第 2 P C U 3 4 b が高温となり、第 1 バッテリ 3 2 a 及び第 2 バッテリ 3 2 b の負荷が大であるときにはこれら第 1 バッテリ 3 2 a、第 2 バッテリ 3 2 b が高温となる。

40

【 0 0 4 9 】

第 1 P C U 3 4 a、第 2 P C U 3 4 b を冷却するときの第 1 冷却回路 4 2 a の作動につき説明する。図 5 は、第 1 冷却設備 4 0 a の作動に関する概略フローチャートである。なお、図 5 中の「L o」は、第 1 ポンプ 5 2 a、第 2 ポンプ 5 2 b が低出力運転されていることを表す。また、「H i」は、第 1 ポンプ 5 2 a、第 2 ポンプ 5 2 b が高出力運転されていることを意味する。

【 0 0 5 0 】

C P U 5 6 には、第 1 ポンプ 5 2 a 及び第 2 ポンプ 5 2 b を付勢するか否か、付勢したときには吐出圧力を如何なる程度とするかを判断するための温度閾値が入力されている。本実施の形態では、第 1 温度センサ 4 8 a で検出された第 1 冷却媒体の温度（以下、「検

50

出温度 T_{R1} 」とも表記する)に関し、最大許容温度 T_{max} の $a\%$ の温度である T_a 、最大許容温度 T_{max} の $b\%$ の温度である T_b 、最大許容温度 T_{max} の $c\%$ の温度である T_c が温度閾値として入力されている。勿論、 a 、 b 、 c は正であり、且つ $a < b < c$ の関係を満足する。また、最大許容温度 T_{max} は、第1PCU34a及び第2PCU34bを耐熱温度以下にし得る温度である。

【0051】

はじめに、第1ポンプ52aが付勢されて低出力運転となる。この状態で、ステップS1において、第1温度センサ48aからの情報信号がCPU56に受信されているか否か、受信値は正常であるか否かが判定される。「YES」である場合にはステップS2に進み、第1冷却媒体が第1循環流路44aを流通しているか否かや、冷却用ファンが回転しているか否か等、何らかの異常が生じているか否かが判定される。「正常である(YES)」と判定されたときには、ステップS3において、通常動作モードに入る。

10

【0052】

上記したように、CPU56には、第1冷却媒体の検出温度 T_{R1} に関する情報が送信される。ステップS4において、CPU56は、検出温度 T_{R1} が T_a 未満であるか否かを判定する。「YES」である場合にはステップS5に進み、第1ポンプ52aが低出力運転となる。一方、第2ポンプ52bは停止状態となる。従って、このとき、第1PCU34a及び第2PCU34bを冷却するのは、第1冷却ジャケット46aを流通する第1冷却媒体のみである。ステップS5が終わると、ステップS4に戻る。

【0053】

20

第1エンジン30a又は第2エンジン30bの負荷が大きいときには、第1PCU34a又は第2PCU34bのいずれかの温度が高くなる。この場合、ステップS4において「NO」との判定がなされ、ステップS6に進む。ステップS6では、検出温度 T_{R1} が T_b 未満であるか否かが判定される。検出温度 T_{R1} が T_b 未満であるときには「YES」の判定がなされる。

【0054】

このとき、第1冷却媒体の温度は T_a 以上 T_b 未満であり、比較的高温である。そこで、CPU56は、第1ポンプ52aに指令信号を発信し、ステップS7において、第1ポンプ52aを高出力運転とする。これに伴い、第1冷却媒体の循環供給量が増加する。すなわち、第1冷却ジャケット46a内の第1冷却媒体の流通量が、検出温度 T_{R1} が T_a 未満であるときよりも大となる。これにより、第1PCU34a及び第2PCU34bを十分に冷却することが可能となる。ステップS7が終わると、ステップS4に戻る。

30

【0055】

これに対し、ステップS6において「NO」の判定がなされたとき、すなわち、検出温度 T_{R1} が T_b 以上であるときには、ステップS8に進んで検出温度 T_{R1} が T_c 未満であるか否かが判定される。検出温度 T_{R1} が T_c 未満であるときには「YES」の判定がなされる。

【0056】

このとき、第1冷却媒体の温度は T_b 以上 T_c 未満であり、一層の高温である。そこで、CPU56は、第1ポンプ52a及び第2ポンプ52bに指令信号を発信し、ステップS9において、第1ポンプ52aを高出力運転するとともに、第2ポンプ52bを付勢して低出力運転とする。これに伴い、第1冷却媒体の循環供給量が増加するとともに、第2冷却媒体が第2循環流路44bを循環し始める。すなわち、第1冷却ジャケット46a内の第1冷却媒体の流通量が、検出温度 T_{R1} が T_b 未満であるときよりも大となることに加え、第2冷却ジャケット46b内を第2冷却媒体が流通する。

40

【0057】

このように、第1冷却媒体の流通量を増加することのみでは第1PCU34a及び第2PCU34bから熱を除去することが容易ではないと見込まれるときには、第2冷却回路42bが稼働して第2冷却媒体の循環供給が開始される。これにより、第1冷却ジャケット46aを流通する第1冷却媒体による冷却と、第2冷却ジャケット46bを流通する第

50

2 冷却媒体による冷却が同時に行われる。従って、この場合においても、第 1 P C U 3 4 a 及び第 2 P C U 3 4 b を十分に冷却することが可能となる。ステップ S 9 が終わると、ステップ S 4 に戻る。

【 0 0 5 8 】

ステップ S 8 において「 N O 」の判定がなされたとき、すなわち、検出温度 T R 1 が T c 以上であるときには、ステップ S 1 0 に進む。このステップ S 1 0 において、C P U 5 6 は、第 2 ポンプ 5 2 b に指令信号を発信し、該第 2 ポンプ 5 2 b を高出力運転とする。すなわち、この場合、第 1 ポンプ 5 2 a 及び第 2 ポンプ 5 2 b の双方が高出力運転とされる。このため、第 1 冷却媒体及び第 2 冷却媒体の双方の循環供給量が増加する。

【 0 0 5 9 】

このように、第 1 冷却媒体の流通量を増加し且つ第 2 冷却媒体の供給を開始してもなお、第 1 P C U 3 4 a 及び第 2 P C U 3 4 b から熱を除去することが容易ではないと見込まれるときには、第 2 冷却媒体の供給量が増加される。すなわち、第 1 冷却ジャケット 4 6 a 及び第 2 冷却ジャケット 4 6 b に多量の第 1 冷却媒体、第 2 冷却媒体が流通する。従って、この場合においても、第 1 P C U 3 4 a 及び第 2 P C U 3 4 b を十分に冷却することが可能となる。ステップ S 1 0 が終わると、ステップ S 4 に戻る。

【 0 0 6 0 】

ここで、ステップ S 1、S 2 において「 N O 」と判定された場合、C P U 5 6 は、ステップ S 1 1、S 1 2 において「フェイル動作モードに入る」と判断する。すなわち、ステップ S 1 0 に進み、第 1 ポンプ 5 2 a 及び第 2 ポンプ 5 2 b に指令信号を発信し、第 1 ポンプ 5 2 a 及び第 2 ポンプ 5 2 b の双方を高出力運転とする。これにより、第 1 冷却媒体及び第 2 冷却媒体の双方の循環供給量が増加する。このように、第 1 冷却回路 4 2 a の稼働制御には、いわゆるフェイルセーフが組み込まれている。従って、不測の事態が発生したときであっても、第 1 P C U 3 4 a 及び第 2 P C U 3 4 b を十分に冷却することができる。

【 0 0 6 1 】

なお、第 1 ポンプ 5 2 a 及び第 2 ポンプ 5 2 b に関する上記の制御は一例であり、マルチコプタ 1 0 が小型であるか大型であるか等に応じて第 2 ポンプ 5 2 b の付勢開始（第 2 冷却媒体の供給開始）タイミングや、第 1 ポンプ 5 2 a 及び第 2 ポンプ 5 2 b の出力を適宜設定するようにしてもよい。図 6 に、上記の運転パターンを第 1 例とし、且つ検出温度 T R 1 に応じたその他の運転パターンを第 2 例、第 3 例として示す。なお、図 6 中の「 L o 」及び「 H i 」の定義は、図 5 と同じである。また、第 2 温度センサ 4 8 b により、第 1 冷却媒体の温度とともに第 2 冷却媒体の温度をモニタリングするようにしてもよい。

【 0 0 6 2 】

次に、第 1 バッテリ 3 2 a、第 2 バッテリ 3 2 b を冷却する第 3 冷却回路 4 2 c の作動につき説明する。図 7 は、第 2 冷却設備 4 0 b の作動に関する概略フローチャートである。なお、図 7 及び図 8 中の「 L o 」及び「 H i 」は、それぞれ、第 3 ポンプ 5 2 c、第 4 ポンプ 5 2 d が低出力運転されていること、高出力運転されていることを意味する。

【 0 0 6 3 】

C P U 5 6 には、第 3 ポンプ 5 2 c 及び第 4 ポンプ 5 2 d を付勢するか否か、付勢したときには吐出圧力を如何なる程度とするかを判断するための温度閾値も入力されている。本実施の形態では、第 3 温度センサ 4 8 c や第 4 温度センサ 4 8 d で検出された第 1 バッテリ 3 2 a、第 2 バッテリ 3 2 b の温度（以下、「検出温度 T R 2 」とも表記する）に関し、第 1 バッテリ 3 2 a 及び第 2 バッテリ 3 2 b が作動するに最適な温度である T o、T o よりも 度高温である T、T o よりも 度高温である T、T o よりも 度高温である T が温度閾値として入力されている。勿論、 T_1 、 T_2 は正であり、且つ $T_1 < T_2$ の大小関係である。なお、第 3 温度センサ 4 8 c、第 4 温度センサ 4 8 d によって第 3 冷却媒体、第 4 冷却媒体の温度を検出し、これらを第 1 バッテリ 3 2 a、第 2 バッテリ 3 2 b の温度としてもよい。

【 0 0 6 4 】

10

20

30

40

50

はじめに、第3ポンプ52cが付勢されて低出力運転となる。この状態で、ステップS101において、第3温度センサ48c、第4温度センサ48dからの情報信号がCPU56に受信されているか否か、受信値は正常であるか否かが判定される。「YES」である場合にはステップS102に進み、第3冷却媒体が第3循環流路44cを流通しているか否かや、冷却用ファンが回転しているか否か等、何らかの異常が生じているか否かが判定される。「正常である(YES)」と判定されたときには、ステップS103において、通常動作モードに入る。

【0065】

上記したように、CPU56には、第3温度センサ48c、第4温度センサ48dで検出された第3冷却媒体の検出温度TR2に関する情報が送信される。ステップS104において、CPU56は、検出温度TR2がTo未満であるか否かを判定する。「YES」である場合にはステップS105に進み、第3ポンプ52cが停止される。一方、第4ポンプ52dは停止状態が維持される。すなわち、この場合、第3冷却媒体は第3冷却ジャケット46cに滞留し、且つ第4冷却媒体は第4冷却ジャケット46dに滞留する。従って、第1バッテリー32a及び第2バッテリー32bの熱が第3冷却媒体又は第4冷却媒体によって除去されることが抑制される。すなわち、第1バッテリー32a及び第2バッテリー32bが過度に冷却されることが回避される。そして、ステップS105が終わると、ステップS104に戻る。

【0066】

なお、検出温度TR2がTo未満となる状況は、典型的には、マルチコプタ10が定常運転であるときである。この際、第1発電機35aによって、第1ジャンクションボックス36a、第2ジャンクションボックス36bを介して、第1バッテリー32a、第2バッテリー32bのいずれか、又は双方に充電がなされる。同様に、第2発電機35bによって、第1ジャンクションボックス36a、第2ジャンクションボックス36bを介して、第1バッテリー32a、第2バッテリー32bのいずれか、又は双方に充電がなされる。

【0067】

離陸時や着陸時、加速時等では、第1バッテリー32a及び第2バッテリー32bの負荷が大きくなり、これら第1バッテリー32a及び第2バッテリー32bの温度が上昇してTo以上となる。この場合、ステップS104において「NO」との判定がなされ、ステップS106に進む。ステップS106では、検出温度TR2がT未満であるか否かが判定される。検出温度TR2がT未満であるときには、「YES」の判定がなされる。

【0068】

このとき、第1バッテリー32aの温度はTo以上T未満であり、比較的高温である。そこで、CPU56は、第3ポンプ52cに指令信号を発信し、ステップS107において、第3ポンプ52cを付勢して低出力運転とする。これに伴い、第3冷却媒体の循環供給が開始される。すなわち、第3冷却媒体が第3冷却ジャケット46c内を流通し始める。従って、第1バッテリー32a及び第2バッテリー32bの熱が第3冷却媒体によって除去される。すなわち、第1バッテリー32a及び第2バッテリー32bが冷却される。

【0069】

この時点では、第4ポンプ52dは停止されたままである。従って、第4循環流路44dを第4冷却媒体が流通することはない。すなわち、第1バッテリー32a及び第2バッテリー32bを冷却するのは第3冷却媒体のみである。また、第3ポンプ52cが低出力運転であるので、第3冷却媒体の流通量は少量である。従って、第1バッテリー32a及び第2バッテリー32bが過度に冷却されて検出温度TR2がTo未満となることが回避される。ステップS107が終わると、ステップS104に戻る。

【0070】

第1バッテリー32a及び第2バッテリー32bの負荷が一層上昇し、これら第1バッテリー32a及び第2バッテリー32bの温度が上昇してT以上となることが想定される。この場合、ステップS104、S106において「NO」との判定がなされ、ステップS108に進む。ステップS108では、検出温度TR2がT未満であるか否かが判定される

10

20

30

40

50

。検出温度 T_{R2} が T 未満であるときには、「YES」の判定がなされる。

【0071】

このとき、第1バッテリー32aの温度は T 以上 T 未満であり、一層の高温となっている。そこで、CPU56は、第3ポンプ52cに指令信号を発信し、ステップS109において、第3ポンプ52cを高出力運転とする。これに伴い、第3冷却媒体の供給量が増加する。すなわち、一層多量の第3冷却媒体が第3冷却ジャケット46c内を流通する。従って、この場合においても、第1バッテリー32a及び第2バッテリー32bの熱が第3冷却媒体によって十分に除去される。すなわち、第1バッテリー32a及び第2バッテリー32bが十分に冷却される。

【0072】

なお、この時点でも、第4ポンプ52dは停止されたままである。従って、第4循環回路44dを第4冷却媒体が流通することはない。すなわち、第1バッテリー32a及び第2バッテリー32bを冷却するのは第3冷却媒体のみである。ステップS109が終わると、ステップS104に戻る。

【0073】

第1バッテリー32a及び第2バッテリー32bの負荷がさらに上昇し、これら第1バッテリー32a及び第2バッテリー32bの温度が上昇して T 以上となることが想定される。この場合、ステップS104、S106、S108において「NO」との判定がなされ、ステップS110に進む。ステップS110では、検出温度 T_{R2} が T 未満であるか否かが判定される。検出温度 T_{R2} が T 未満であるときには、「YES」の判定がなされる。

【0074】

このとき、第1バッテリー32aの温度は T 以上 T 未満であり、さらなる高温となっている。そこで、CPU56は、第4ポンプ52dに指令信号を発信し、ステップS111において、第4ポンプ52dを付勢し低出力運転とする。これに伴い、第4冷却媒体の第4冷却ジャケット46d内の流通が開始される。すなわち、多量の第3冷却媒体が第3冷却ジャケット46c内を流通しつつ、比較的少量の第4冷却媒体が第4冷却ジャケット46d内を流通する。

【0075】

このように、第3冷却媒体の流通量を増加することのみでは第1バッテリー32a及び第2バッテリー32bから熱を除去することが容易ではないと見込まれるときには、第4冷却回路42dが稼働して第4冷却媒体の循環供給が開始される。これにより、第3冷却ジャケット46cを流通する第3冷却媒体による冷却と、第4冷却ジャケット46dを流通する第4冷却媒体による冷却が同時に行われる。従って、この場合、第1バッテリー32a及び第2バッテリー32bの熱が第3冷却媒体及び第4冷却媒体によって十分に除去される。すなわち、第1バッテリー32a及び第2バッテリー32bを十分に冷却することが可能となる。ステップS111が終わると、ステップS104に戻る。

【0076】

一方、ステップS104、S106、S108、S110において「NO」の判定がなされたとき、すなわち、検出温度 T_{R2} が T 以上であるときには、ステップS112に進む。このとき、第3冷却媒体の温度は T 以上であり、さらに一層の高温である。そこで、CPU56は、第3ポンプ52c及び第4ポンプ52dに指令信号を発信し、ステップS112において、第3ポンプ52c及び第4ポンプ52dの双方を高出力運転とする。これに伴い、第4冷却媒体の循環供給量がさらに増加する。すなわち、第3冷却ジャケット46c内の第3冷却媒体の流通量が、検出温度 T_{R2} が T 未満であるときよりも大となっていることに加え、第4冷却ジャケット46d内の第4冷却媒体の流通量が、検出温度 T_{R2} が T 未満であるときよりも大となる。

【0077】

このように、第3冷却媒体の流通量を増加し且つ第4冷却媒体の供給を開始してもなお、第1バッテリー32a及び第2バッテリー32bから熱を除去することが容易ではないと見込まれるときには、第4冷却媒体の供給量が増加される。すなわち、第3冷却ジャケット

10

20

30

40

50

4 6 c 及び第 4 冷却ジャケット 4 6 d に多量の第 3 冷却媒体、第 4 冷却媒体が流通する。従って、この場合においても、第 1 バッテリ 3 2 a 及び第 2 バッテリ 3 2 b を十分に冷却することが可能となる。ステップ S 1 1 2 が終わると、ステップ S 1 0 4 に戻る。

【 0 0 7 8 】

ステップ S 1 0 1、S 1 0 2 において「NO」と判定された場合、CPU 5 6 は、ステップ S 1 1 3、S 1 1 4 において「フェイル動作モードに入る」と判断する。すなわち、ステップ S 1 1 2 に進み、第 3 ポンプ 5 2 c 及び第 4 ポンプ 5 2 d に指令信号を発信し、第 3 ポンプ 5 2 c 及び第 4 ポンプ 5 2 d の双方を高出力運転とする。これにより、第 3 冷却媒体及び第 4 冷却媒体の双方が多量に供給されて循環する。このように、第 3 冷却回路 4 2 c の稼働制御にもフェイルセーフが組み込まれている。従って、不測の事態が発生したときであっても、第 1 バッテリ 3 2 a 及び第 2 バッテリ 3 2 b を十分に冷却することができる。

10

【 0 0 7 9 】

なお、第 3 ポンプ 5 2 c 及び第 4 ポンプ 5 2 d に関する上記の制御は一例であり、第 1 ポンプ 5 2 a 及び第 2 ポンプ 5 2 b に関する制御と同様に、マルチコプタ 1 0 が小型であるか大型であるか等に応じて第 4 ポンプ 5 2 d の付勢開始（第 4 冷却媒体の供給開始）タイミングや、第 3 ポンプ 5 2 c 及び第 4 ポンプ 5 2 d の出力を適宜設定するようにしてもよい。図 8 に、上記の運転パターンを第 1 例とし、且つ検出温度 TR 2 に応じたその他の運転パターンを第 2 例、第 3 例として示す。

【 0 0 8 0 】

20

図 6 及び図 8 から、第 1 ポンプ 5 2 a、第 2 ポンプ 5 2 b、第 3 ポンプ 5 2 c 及び第 4 ポンプ 5 2 d として可変容量形ポンプを採用することにより、様々な運転パターンで制御することが可能となることが分かる。なお、図 6 及び図 8 では、説明を簡素化して理解を容易にするべく低出力運転と高出力運転のみの切替を示しているが、低出力運転と高出力運転の間の中間出力運転を設定することも可能である。低出力運転、中間出力運転、高出力運転のそれぞれは、例えば、最大出力の 4 0 ~ 6 0 %、6 0 ~ 8 0 %、8 0 % ~ 1 0 0 % とすればよい。

【 0 0 8 1 】

また、図 5 及び図 7 には特に示していないが、プロップ 2 0 a ~ 2 0 f の回転翼が回転している最中、第 1 エンジン 3 0 a もしくは第 2 エンジン 3 0 b、又は、第 1 発電機 3 5 a もしくは第 2 発電機 3 5 b が不測の事態で停止した場合にも、第 1 ポンプ 5 2 a、第 2 ポンプ 5 2 b、第 3 ポンプ 5 2 c 及び第 4 ポンプ 5 2 d が高出力運転となることもある。

30

【 0 0 8 2 】

ここで、比較のため、図 9、図 1 0 に分散統合型冷却設備 6 0、並列型冷却設備 6 2 をそれぞれ示す。なお、図 2 ~ 図 4 に示される構成要素には同一の参照符号を付している。

【 0 0 8 3 】

図 9 に示す分散統合型冷却設備 6 0 の場合、第 1 循環流路 4 4 a の所定箇所から第 2 循環流路 4 4 b が分岐し、別の所定箇所第 2 循環流路 4 4 b が第 1 循環流路 4 4 a に合流する。すなわち、この場合、第 1 循環流路 4 4 a と第 2 循環流路 4 4 b が 2 箇所では連通する。この構成において、連通箇所に不具合が生じると、第 1 循環流路 4 4 a と第 2 循環流路 4 4 b の双方に冷却媒体が流通できなくなる。すなわち、第 1 バッテリ 3 2 a と第 2 バッテリ 3 2 b を冷却することが困難となる。

40

【 0 0 8 4 】

また、図 1 0 に示す並列型冷却設備 6 2 では、第 1 循環流路 4 4 a 及び第 2 循環流路 4 4 b の双方に、第 1 バッテリ 3 2 a、第 2 バッテリ 3 2 b を個別に通る分岐流路を設ける必要がある。この分、配管の個数が増加するとともに構造が複雑となるので、小型化を図ることが困難となる。

【 0 0 8 5 】

これに対し、本実施の形態に係る第 1 冷却設備 4 0 a（第 2 冷却設備 4 0 b）によれば、第 1 循環流路 4 4 a と第 2 循環流路 4 4 b（第 3 循環流路 4 4 c と第 4 循環流路 4 4 d

50

）が互いに連通しないため、第１循環流路４４ａ（第３循環流路４４ｃ）に第１冷却媒体（第３冷却媒体）を循環流通することが困難となった場合には、第２循環流路４４ｂ（第４循環流路４４ｄ）に流通する第２冷却媒体（第４冷却媒体）で第１ＰＣＵ３４ａ及び第２ＰＣＵ３４ｂ（第１バッテリー３２ａ及び第２バッテリー３２ｂ）を冷却することが可能である。また、第１循環流路４４ａと第２循環流路４４ｂ（第３循環流路４４ｃと第４循環流路４４ｄ）に分岐流路を設ける必要がないので、配管が過度に増加することはない。この分、冷却設備の小型化を図ることができる。

【００８６】

本発明は上記した実施の形態に特に限定されるものではなく、本発明の主旨を逸脱しない範囲で種々の変更が可能である。

【００８７】

例えば、この実施の形態では、第１ＰＣＵ３４ａ、第２ＰＣＵ３４ｂの近傍に設けられた冷却ジャケットに流入する直前の第１冷却媒体の温度を検出するようにしているが、第１ＰＣＵ３４ａ自体、第２ＰＣＵ３４ｂ自体の温度を検出するようにしてもよい。

【００８８】

また、この実施の形態では、第２ポンプ５２ｂ及び第４ポンプ５２ｄを付勢又は停止するようにしているが、第２循環流路４４ｂ、第４循環流路４４ｄの各々にＣＰＵ５６によって制御される開閉バルブを設けるとともに、第２ポンプ５２ｂ及び第４ポンプ５２ｄを継続して付勢するようにしてもよい。この場合、第２冷却媒体及び第４冷却媒体の流通を開始するときには、開閉バルブを小開度で開けばよい。また、流通量を増加するときには、開閉バルブの開度を大きくすればよい。これと同様に、第１循環流路４４ａ、第３循環流路４４ｃの各々にも、ＣＰＵ５６によって制御される開閉バルブを設け、第１ポンプ５２ａ及び第３ポンプ５２ｃを継続して付勢するようにしてもよい。

【００８９】

さらに、図１１に例示する第３冷却設備４０ｃのように、第１冷却媒体及び第２冷却媒体を１個の冷却用熱交換器５４ｅに流通させる構成としてもよい。この場合、冷却用熱交換器５４ｅ内で第１冷却媒体が流通する流路と、第２冷却媒体が流通する流路とを区分して設ければよい。第１冷却設備４０ａを同様に変更し得ることは勿論である。

【００９０】

いずれにおいても、冷却対象は第１ＰＣＵ３４ａ、第２ＰＣＵ３４ｂ、第１バッテリー３２ａ、第２バッテリー３２ｂに特に限定されるものではない。例えば、ＣＰＵ５６や、第１発電機３５ａ、第２発電機３５ｂ、ＤＣ－ＤＣコンバータ等であってもよい。さらにまた、冷却対象の個数を３個以上としてもよい。

【符号の説明】

【００９１】

１０…マルチコプタ	２０ａ～２０ｆ…プロップ
３０ａ、３０ｂ…エンジン	３２ａ、３２ｂ…バッテリー
３４ａ、３４ｂ…パワーコントロールユニット	３５ａ、３５ｂ…発電機
３６ａ、３６ｂ…ジャンクションボックス	４０ａ～４０ｃ…冷却設備
４２ａ～４２ｄ…冷却回路	４４ａ～４４ｄ…循環流路
４６ａ～４６ｄ…冷却ジャケット	４８ａ～４８ｄ…温度センサ
５０ａ～５０ｄ…貯留容器	５２ａ～５２ｄ…ポンプ
５４ａ～５４ｅ…冷却用熱交換器	５６…中央演算ユニット

10

20

30

40

50

【図面】
【図 1】

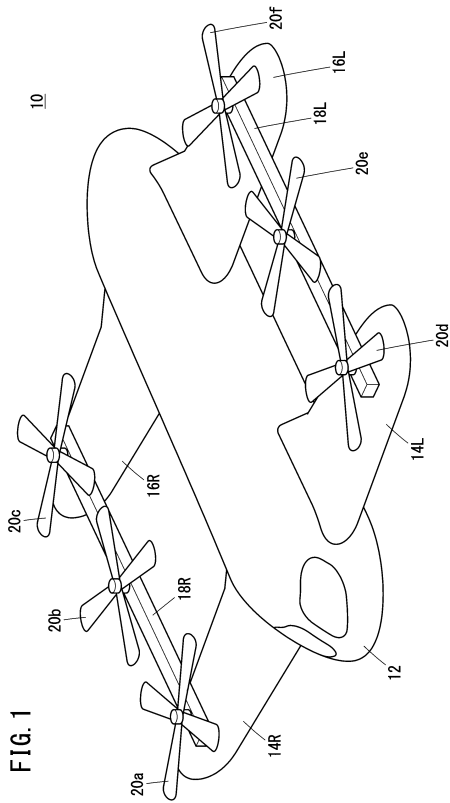


FIG. 1

【図 2】

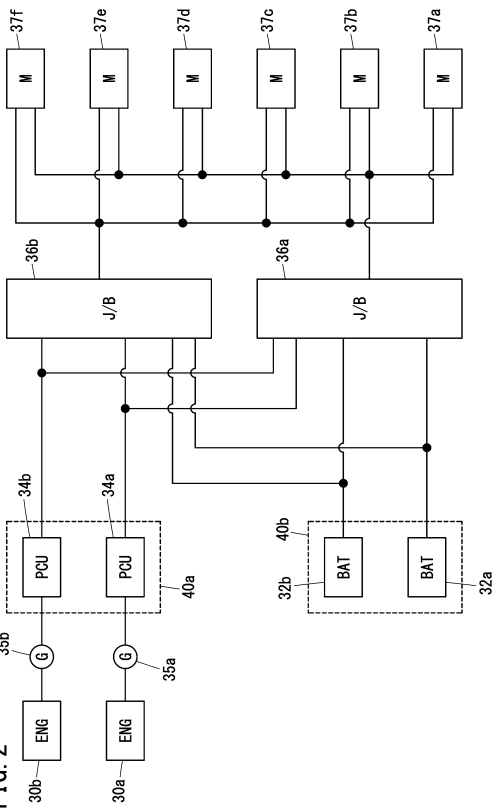


FIG. 2

【図 3】

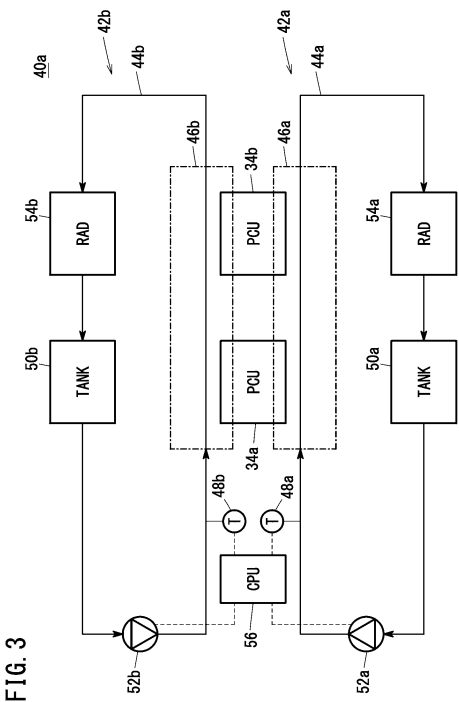


FIG. 3

【図 4】

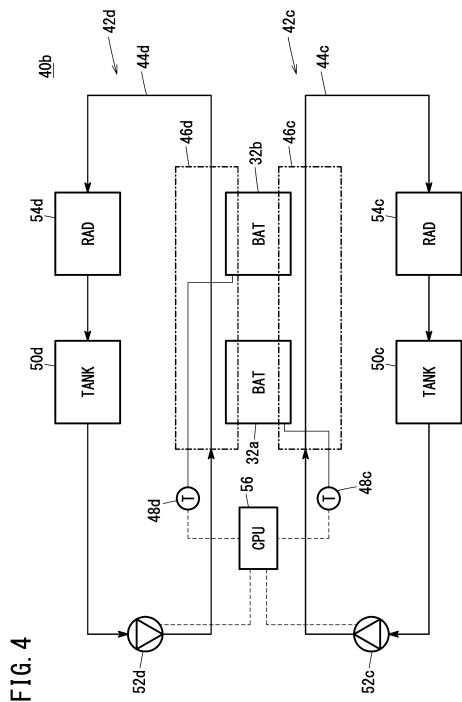


FIG. 4

10

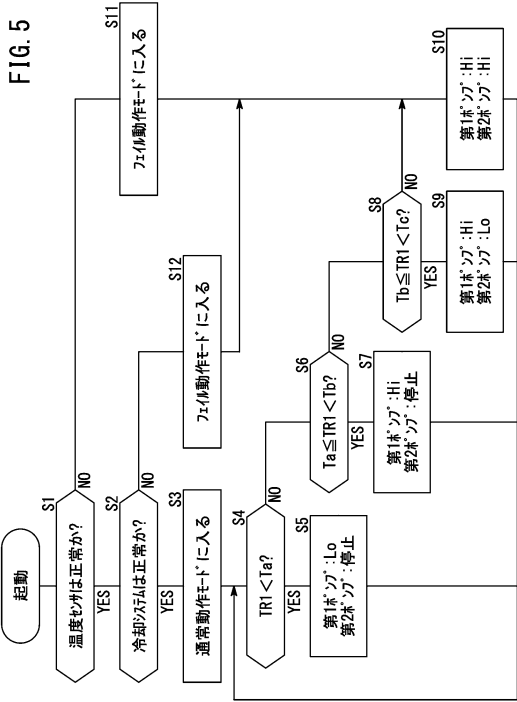
20

30

40

50

【図 5】

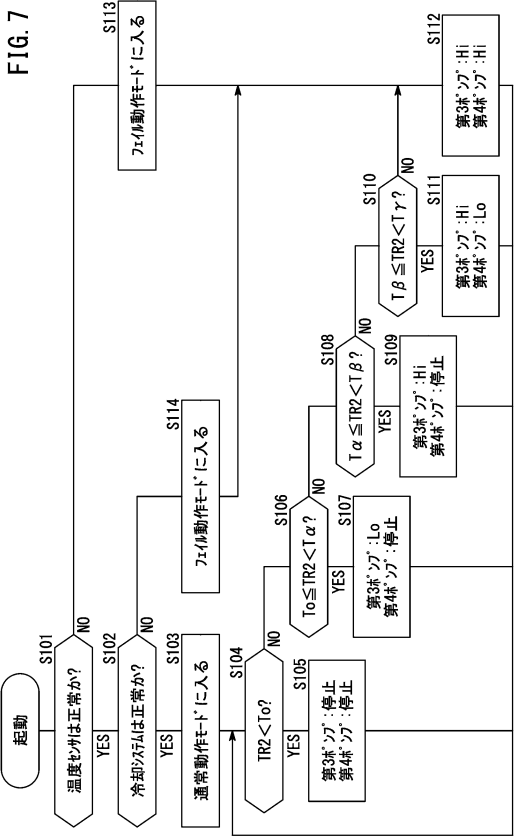


【図 6】

FIG. 6

例	センサー	正常時			フェイル時
		$TR1 < Ta$	$Ta \leq TR1 < Tb$	$Tb \leq TR1 < Tc$	
第1例	第1センサー	Lo	Hi	Hi	$TR1 \geq Tc$ Hi
	第2センサー	停止	停止	Lo	Hi
第2例	第1センサー	Lo	Hi	Lo	Hi
	第2センサー	停止	停止	Lo	Hi
第3例	第1センサー	Lo	Lo	Hi	Hi
	第2センサー	停止	Lo	Lo	Hi

【図 7】

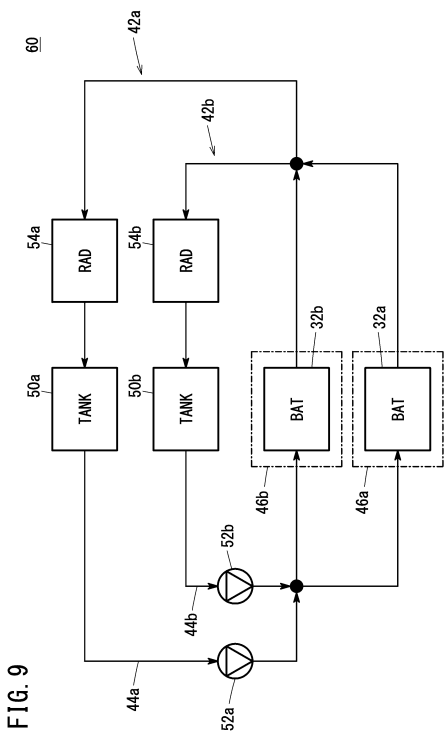


【図 8】

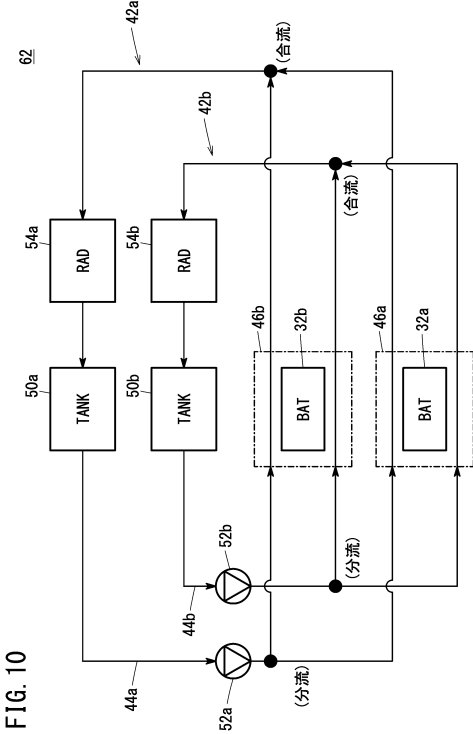
FIG. 8

例	センサー	正常時				フェイル時
		$TR2 < To$	$To \leq TR2 < T\alpha$	$T\alpha \leq TR2 < T\beta$	$T\beta \leq TR2 < Tr$	
第1例	第3センサー	停止	Lo	Hi	Hi	$TR2 \geq Tr$ Hi
	第4センサー	停止	停止	停止	Lo	Hi
第2例	第3センサー	停止	Lo	Hi	Lo	Hi
	第4センサー	停止	停止	停止	Lo	Hi
第3例	第3センサー	停止	Lo	Lo	Hi	Hi
	第4センサー	停止	停止	Lo	Lo	Hi

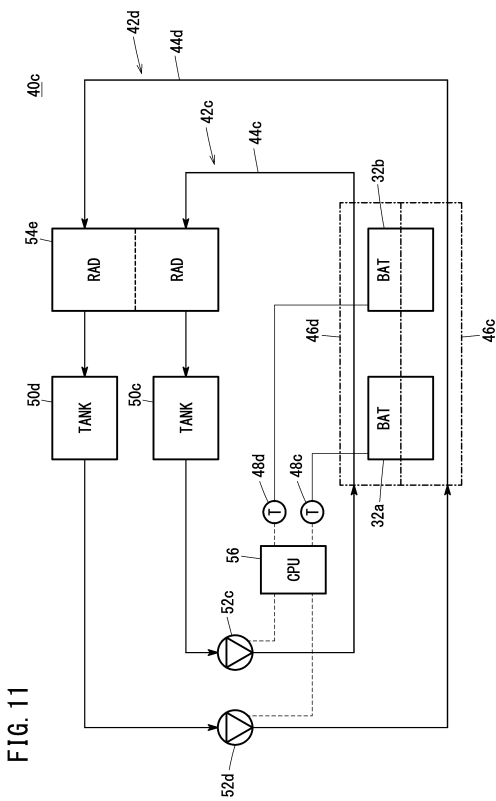
【図 9】



【図 10】



【図 11】



10

20

30

40

50

フロントページの続き

- (51)国際特許分類

H 0 1 M

10/6561(2014.01)

H 0 1 M

10/633(2014.01)

H 0 1 M

10/6556(2014.01)

H 0 1 M

10/48 (2006.01)

F I

H 0 1 M

10/6561

H 0 1 M

10/633

H 0 1 M

10/6556

H 0 1 M

10/48

3 0 1

(72)発明者

松本 智代

埼玉県和光市中央 1 丁目 4 番 1 号 株式会社本田技術研究所内

審査官

長谷井 雅昭

(56)参考文献

米国特許出願公開第 2 0 2 0 / 0 3 3 9 0 1 0 (U S , A 1)

特開 2 0 1 4 - 2 2 9 4 8 0 (J P , A)

米国特許出願公開第 2 0 1 8 / 0 3 6 2 1 7 9 (U S , A 1)

米国特許出願公開第 2 0 1 5 / 0 3 2 5 8 8 9 (U S , A 1)

特開 2 0 1 9 - 0 2 9 3 2 9 (J P , A)

特開平 0 7 - 0 6 5 8 7 0 (J P , A)

中国特許出願公開第 1 1 1 0 7 6 8 4 5 (C N , A)

(58)調査した分野

(Int.Cl. , D B 名)

B 6 4 D 4 5 / 0 0

B 6 4 C 3 9 / 0 2

H 0 1 M 1 0 / 6 1 3

H 0 1 M 1 0 / 6 2 5

H 0 1 M 1 0 / 6 5 6 8

H 0 1 M 1 0 / 6 5 6 1

H 0 1 M 1 0 / 6 3 3

H 0 1 M 1 0 / 6 5 5 6

H 0 1 M 1 0 / 4 8