

(19)日本国特許庁(JP)

(12)特許公報(B2)

(11)特許番号

特許第7348619号  
(P7348619)

(45)発行日 令和5年9月21日(2023.9.21)

(24)登録日 令和5年9月12日(2023.9.12)

(51)Int. Cl.	F I
B 6 4 C 27/08 (2023.01)	B 6 4 C 27/08
B 6 4 C 39/02 (2006.01)	B 6 4 C 39/02
B 6 4 D 27/24 (2006.01)	B 6 4 D 27/24
B 6 4 U 10/14 (2023.01)	B 6 4 U 10/14
B 6 4 U 50/11 (2023.01)	B 6 4 U 50/11

請求項の数 3 (全 12 頁) 最終頁に続く

(21)出願番号	特願2018-234136(P2018-234136)	(73)特許権者	513273292
(22)出願日	平成30年12月14日(2018.12.14)		サイトテック株式会社
(65)公開番号	特開2019-112050(P2019-112050A)		山梨県南巨摩郡身延町寺沢3250
(43)公開日	令和1年7月11日(2019.7.11)	(74)代理人	110000752
審査請求日	令和3年9月16日(2021.9.16)		弁理士法人朝日特許事務所
(31)優先権主張番号	特願2017-247863(P2017-247863)	(72)発明者	齊藤 邦男
(32)優先日	平成29年12月25日(2017.12.25)		山梨県南巨摩郡身延町寺沢3250 サイトテック株式会社内
(33)優先権主張国・地域又は機関	日本国(JP)		
		審査官	志水 裕司

最終頁に続く

(54)【発明の名称】 航空機

(57)【特許請求の範囲】

【請求項1】

4個以上の装置群と、  
制御装置と  
を備え、

前記4個以上の装置群の各々は、モータと、前記モータにより回転駆動されるプロペラと、前記モータに供給される電力を保持する電力保持装置と、エンジンと、前記エンジンにより回転駆動されるプロペラと、前記エンジンに供給される燃料を収容する燃料タンクとを含み、

前記制御装置は、前記4個以上の装置群の各々に関し、当該装置群に含まれる前記モータと前記エンジンの各々に対し、所定の数式又は所定の対応表により特定される関係を有する異なる値の制御パラメータを出力することによって、前記モータと前記エンジンの動作を制御する

マルチコプタ。

【請求項2】

前記4個以上の装置群の各々に関し、当該装置群に含まれる前記モータにより回転駆動されるプロペラと当該装置群に含まれる前記エンジンにより回転駆動されるプロペラは、同一の軸周りに回転する

請求項1に記載のマルチコプタ。

【請求項3】

前記 4 個以上の装置群の各々は、同じ装置群に含まれる前記エンジンを動力源として発電する発電装置

を備え、

前記 4 個以上の装置群の各々に含まれる前記モータは同じ装置群に含まれる前記発電装置が発電した電力により運転する

請求項 1 又は 2 に記載のマルチコプタ。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は、航空機に関する。

10

【背景技術】

【0002】

動力源としてエンジンとモータの両方を備える航空機が提案されている。例えば、特許文献 1 には、電動駆動部に駆動されて回転するプロペラによって垂直離着陸を行い、内燃機関により駆動されて回転するプロペラによって上空で水平飛行を行う航空機が提案されている。また、特許文献 2 には、エンジンにより発電機を駆動し、発電機が発電した電力をバッテリーに蓄電し、バッテリーから電力の供給を受けて運転する電動モータによって飛行するマルチコプタが提案されている。

【先行技術文献】

【特許文献】

20

【0003】

【特許文献 1】特開 2016 - 78810 号公報

【特許文献 2】特開 2016 - 88110 号公報

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

【0004】

近年、ドローンと通称される自律飛行が可能な無人航空機が物資の輸送等の商標目的に活用され始めている。典型的なドローンは 4 枚以上のプロペラを鉛直方向の軸周りに等角度で配置したマルチコプタの形態をとる。

【0005】

30

マルチコプタは、複数枚のプロペラの各々の回転数を制御することによって空中での姿勢の維持、鉛直方向の移動、水平方向の移動を行う。従って、マルチコプタの制御の観点からは、プロペラを駆動する原動機としては、エンジンよりも回転数を迅速に変化させることが可能なモータの方が有利である。

【0006】

しかしながら、同じ出力のモータとエンジンを比較した場合、一般的にモータの方がエンジンよりも重量が大きい。また、モータのエネルギー源であるバッテリーとエンジンのエネルギー源である燃料を比較した場合、バッテリーの方が燃料よりもエネルギー密度が小さい。従って、同じ重量のモータ駆動のマルチコプタとエンジン駆動のマルチコプタを比較した場合、モータ駆動のマルチコプタの方が一般的に最大積載重量が小さく、連続飛行距離が短い。

40

【0007】

上記の事情に鑑み、本発明は、従来技術に係るマルチコプタと比較し、飛行制御性能を犠牲にすることなく、最大積載重量、連続飛行距離の観点から優れたマルチコプタ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】

【0008】

上記の課題に鑑み、本発明は、4 個以上の装置群と、制御装置とを備え、前記 4 個以上の装置群の各々は、モータと、前記モータにより回転駆動されるプロペラと、前記モータに供給される電力を保持する電力保持装置と、エンジンと、前記エンジンにより回転駆動

されるプロペラと、前記エンジンに供給される燃料を収容する燃料タンクとを含み、前記制御装置は、前記4個以上の装置群の各々に関し、当該装置群に含まれる前記モータと前記エンジンの各々に対し、所定の数式又は所定の対応表により特定される関係を有する異なる値の制御パラメータを出力することによって、前記モータと前記エンジンの動作を制御するマルチコプタを第1の態様として提供する。

【0009】

第1の態様に係るマルチコプタは、飛行制御性能の観点から優れた原動機であるモータにより回転駆動されるプロペラと、最大積載重量及び連続飛行距離の観点から優れた原動機であるエンジンにより駆動されるプロペラの両方で飛行するため、上述した課題が解決される。

10

【0012】

第1の態様に係るマルチコプタにおいて、前記4個以上の装置群の各々に関し、当該装置群に含まれる前記モータにより回転駆動されるプロペラと当該装置群に含まれる前記エンジンにより回転駆動されるプロペラは、同一の軸周りに回転する、という構成が第2の態様として採用されてもよい。

【0013】

第2の態様に係るマルチコプタによれば、各駆動系において、モータにより回転駆動されるプロペラのみでは不足する揚力が、エンジンにより回転駆動されるプロペラにより補われ、エンジンにより回転駆動されるプロペラのみでは遅延する飛行制御が、モータにより回転駆動されるプロペラにより遅延しない。

20

【0014】

第1又は第2の態様に係るマルチコプタにおいて、前記4個以上の装置群の各々は、同じ装置群に含まれる前記エンジンを動力源として発電する発電装置を備え、前記4個以上の装置群の各々に含まれる前記モータは同じ装置群に含まれる前記発電装置が発電した電力により運転する、という構成が第3の態様として採用されてもよい。

【0015】

第3の態様に係るマルチコプタによれば、大容量のバッテリーを搭載する必要がない。

【発明の効果】

【0016】

本願発明に係るマルチコプタによれば、従来技術に係るマルチコプタと比較し、飛行制御性能を犠牲にすることなく、より大きな最大積載重量と連続飛行距離が実現される。

30

【図面の簡単な説明】

【0017】

【図1】一実施形態に係るマルチコプタを斜め上方から見た図。

【図2】一実施形態に係るマルチコプタの駆動系の構成を模式的に示した図。

【図3】一変形例に係るマルチコプタの駆動系の構成を模式的に示した図。

【図4】一変形例に係るプロペラの配置を示した図。

【図5】一変形例に係るマルチコプタを斜め上方から見た図。

【図6】法面工法活用ドローンの構成を示した図。

【図7】ドローンの開発要領を示した図。

40

【図8】ハイブリッド・マルチ運用ドローンの外観、仕様及びペイロードを示した図。

【図9】ハイブリッド・マルチ運用ドローンの機体設計図。

【図10】ハイブリッド・マルチ運用ドローンに関連する特許案件を示した図。

【図11】ドローン・ハイブリッド(エンジンとモーターのハイブリッド)の仕様を示した図。

【図12】ハイブリッド・マルチ運用ドローン(試作1号機)の概要図。

【図13】ハイブリッド・マルチ運用ドローン(試作2号機)の概要図。

【図14】ハイブリッド・マルチ運用ドローン(試作3号機)の概要図。

【図15】コンクリートテスター搭載ドローンの測定の基本原理を示す図。

【図16】法面検査パターンを例示した図。

50

【図17】コンクリートテスター搭載ドローンの機体設計図。

【図18】コンクリートテスター搭載ドローンの電源供給システムの構成図。

【図19】コンクリートテスター搭載ドローン（試作1号機）の仕様を示した図。

【図20】コンクリートテスター搭載ドローン（試作2号機）の仕様を示した図。

【図21】コンクリートテスター搭載ドローン（試作3号機）の仕様を示した図。

【図22】地上基地局トレーラーの仕様を示した図。

【図23】コンクリートテスター搭載ドローンに関連する特許案件を示した図。

【図24】コンクリートテスター搭載ドローン（試作1号機）の概要図。

【発明を実施するための形態】

【0018】

10

以下に本発明の一実施形態に係るマルチコプタ1を説明する。図1は、マルチコプタ1を斜め上方から見た図である。マルチコプタ1は、外から見える構成部として、本体11と、本体11から半径方向に延伸する複数本のアーム12と、アーム12の先端部付近の上側に配置され図1における鉛直方向の軸周りに回転するプロペラ13と、アーム12の先端部付近の下側に配置され同じアームに配置されているプロペラ13と同じ軸周りに回転するプロペラ14を備える。

【0019】

図1には、マルチコプタ1が備えるアーム12、プロペラ13、プロペラ14の組が4つである例を示しているが、マルチコプタ1が備えるそれらの組の数は4つに限られず、例えば、6組、8組等であってもよい。

20

【0020】

互いに隣接する2本のアーム12の間の角度は一定である。例えば、アーム12が4本の場合、互いに隣接する2本のアーム12の間の角度は90度である。

【0021】

図2は、マルチコプタ1の駆動系の構成を模式的に示した図である。マルチコプタ1が備える駆動系は、複数のアーム12の各々に応じて設けられた複数の装置の集まりである装置群Dと、それらの複数の装置群Dに属さない装置の集まりである装置群Eにより構成される。装置群Dには、プロペラ13を回転駆動するモータ15と、プロペラ14を回転駆動するエンジン16と、エンジン16を動力源として発電する発電装置17が含まれる。装置群Eには、発電装置17により発電された電力を一時的に保持する電力保持装置18と、エンジン16に供給される燃料を収容する燃料タンク19と、モータ15及びエンジン16の動作を制御する制御装置10が含まれる。

30

【0022】

モータ15の回転力は直接、プロペラ13に伝達されてもよいし、ギアや駆動ベルト等の動力伝達系を介してプロペラ13に伝達されてもよい。また、エンジン16の回転力は直接、プロペラ14に伝達されてもよいし、ギアや駆動ベルト等の動力伝達系を介してプロペラ14に伝達されてもよい。

【0023】

複数のアーム12の各々に配置されているプロペラ13の回転方向は、互いに隣接する他のプロペラ13と逆方向である。すなわち、マルチコプタ1を平面視した場合に、或るプロペラ13の回転方向が時計回りであるならば、そのプロペラ13の両隣のプロペラ13の回転方向は反時計回りである。

40

【0024】

また、複数のアーム12の各々に配置されているプロペラ14の回転方向は、互いに隣接する他のプロペラ14と逆方向である。すなわち、マルチコプタ1を平面視した場合に、或るプロペラ14の回転方向が時計回りであるならば、そのプロペラ14の両隣のプロペラ13の回転方向は反時計回りである。

【0025】

上記のように、互いに隣接するプロペラ13又はプロペラ14の回転方向を反対とすることで、各プロペラの軸周りに発生するトルクが打ち消される。

50

## 【 0 0 2 6 】

なお、同じアーム 1 2 に配置されているプロペラ 1 3 とプロペラ 1 4 の回転方向は同一であっても反対であってもよい。ただし、同じアーム 1 2 に配置されているプロペラ 1 3 とプロペラ 1 4 の回転方向が反対であれば、各アーム 1 2 において 2 枚のプロペラの回転により発生するトルクの一部が打ち消されるため、より望ましい。

## 【 0 0 2 7 】

電力保持装置 1 8 は、例えば、キャパシタを備える電子回路、リチウムイオン電池等の繰り返し充放電が可能な二次電池等のいずれであってもよい。

## 【 0 0 2 8 】

制御装置 1 0 は、同じアームに配置されたプロペラ 1 3 とプロペラ 1 4 を回転駆動する対をなすモータ 1 5 とエンジン 1 6 に対し、同一の制御を行う。ここで同一の制御とは、制御装置 1 0 からモータ 1 5 に出力される制御パラメータの値と、制御装置 1 0 から当該モータ 1 5 と対をなすエンジン 1 6 に出力される制御パラメータの値とが、同一又は 1 対 1 の関係を有することを意味する。すなわち、モータ 1 5 に出力される制御パラメータの値とエンジン 1 6 に出力される制御パラメータの値は必ずしも同一でなくてよく、例えば、一方の値が他方の値に所定の乗数を乗じた値である等、それらの 2 つの値が所定の数式で特定される関係や対応表により特定される関係を有していればよい。

## 【 0 0 2 9 】

上述したマルチコプタ 1 は、モータ 1 5 により回転駆動されるプロペラ 1 3 により、従来技術に係るモータ駆動のマルチコプタと同様の高い飛行制御性能を有する。また、上述したマルチコプタ 1 は、エンジン 1 6 により回転駆動されるプロペラ 1 4 により、従来技術に係るモータ駆動のマルチコプタよりも大きな最大積載重量と連続飛行距離を有する。

## 【 0 0 3 0 】

## [ 変形例 ]

上述した実施形態は様々に変形されてよい。以下にそれらの変形の例を示す。

## 【 0 0 3 1 】

( 1 ) 上述した実施形態において、マルチコプタ 1 が備える電力保持装置 1 8、燃料タンク 1 9 の各々の数は 1 つであるものとしている ( 図 2 参照 )。マルチコプタ 1 が備えるこれらの数は 1 つに限られない。例えば、図 3 に示すように、マルチコプタ 1 が複数のアーム 1 2 の各々に応じた電力保持装置 1 8、燃料タンク 1 9 を備えてもよい。すなわち、アーム 1 2 に応じて設けられる装置軍 D に、モータ 1 5、エンジン 1 6、発電装置 1 7 に加え、電力保持装置 1 8、燃料タンク 1 9 が含まれてもよい。この場合、モータ 1 5 は、自装置が回転駆動するプロペラ 1 3 と同じアーム 1 2 に配置された対をなすプロペラ 1 4 を回転駆動するエンジン 1 6 を動力源として発電する発電装置 1 7 により発電された電力により運転する。この変形例においては、モータ 1 5、エンジン 1 6、発電装置 1 7、電力保持装置 1 8、燃料タンク 1 9 の各々が冗長化されているため、それらのいずれかに故障が生じ、プロペラ 1 3 又はプロペラ 1 4 のいずれかの回転が停止した場合であっても、他のプロペラ 1 3 又はプロペラ 1 4 は運転を継続できるため、マルチコプタ 1 は飛行を続行することができる。

## 【 0 0 3 2 】

( 2 ) 上述した実施形態において、モータ 1 5 により回転駆動されるプロペラ 1 3 はアーム 1 2 の上側に配置され、エンジン 1 6 により回転駆動されるプロペラ 1 4 はアーム 1 2 の下側に配置されるものとしている。これらのプロペラの配置は逆であってもよい。すなわち、プロペラ 1 3 がアーム 1 2 の下側に配置され、プロペラ 1 4 がアーム 1 2 の上側に配置されてもよい。

## 【 0 0 3 3 】

( 3 ) 上述した実施形態において、同じアーム 1 2 に配置されているプロペラ 1 3 とプロペラ 1 4 は同じ軸周りに回転する。プロペラ 1 3 とプロペラ 1 4 の回転軸は必ずしも同一でなく、ずれていてもよい。

## 【 0 0 3 4 】

(4) 上述した実施形態においては、プロペラ13とプロペラ14は本体11から半径方向に延伸するアーム12の先端付近に配置されている。プロペラ13とプロペラ14の位置はアーム12の先端付近に限られず、例えば図4に示すように、マルチコプタ1がアーム12を備えず、平面視において本体11の内部領域にプロペラ13及びプロペラ14が配置されてもよい。

【0035】

(5) 上述した実施形態において、制御装置10は対をなすモータ15とエンジン16に対し同一の制御を行うものとしている。これに代えて、制御装置10が対をなすモータ15とエンジン16の各々に対し異なる制御を個別に行ってもよい。

【0036】

(6) 上述した実施形態においては、プロペラ13とプロペラ14は同数であるものとしている。プロペラ13とプロペラ14は同数に限られない。例えば、図5に示すように、マルチコプタ1が、アーム12の先端付近に配置された合計4枚のプロペラ13と、本体11に配置された2枚のプロペラ14を備えてもよい。なお、2枚のプロペラ14はトルクを打ち消すために、反対方向に回転する。この場合、制御装置10はモータ15とエンジン16を個別に制御することになる。なお、マルチコプタ1がプロペラ14を1枚のみ備える場合、マルチコプタ1はプロペラ14の回転により生じるトルクを打ち消すために、テールロータを備えればよい。

【0037】

[補足資料]

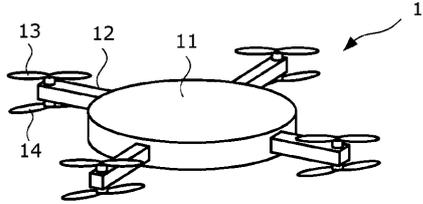
図6乃至図14に、本願発明の一実施例に係るハイブリッド・マルチ運用ドローンの仕様等を示す。また、図15乃至図24に、当該ハイブリッド・マルチ運用ドローンと同時期に本願発明者により開発されたコンクリートテスター搭載ドローンの仕様等を示す。

【符号の説明】

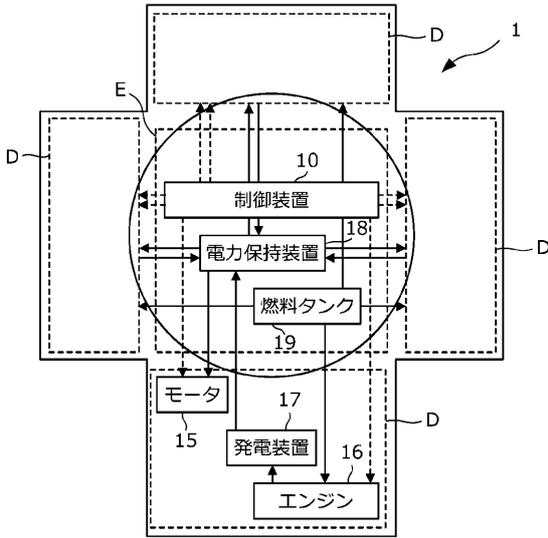
【0038】

1...マルチコプタ、10...制御装置、11...本体、12...アーム、13...プロペラ、14...プロペラ、15...モータ、16...エンジン、17...発電装置、18...電力保持装置、19...燃料タンク。

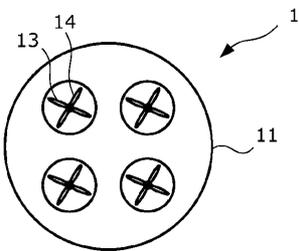
【図1】



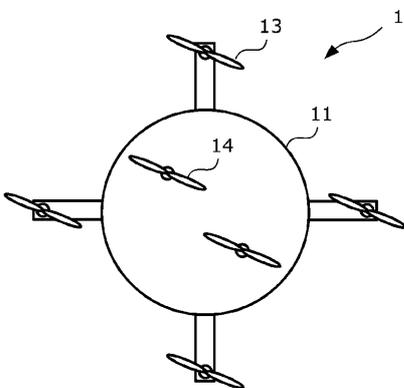
【図2】



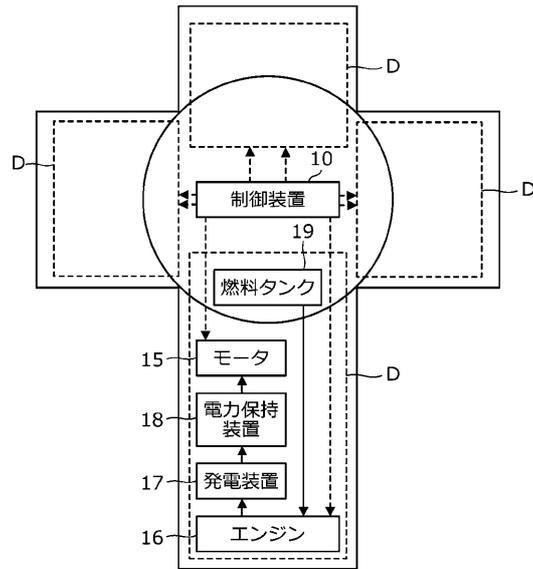
【図4】



【図5】



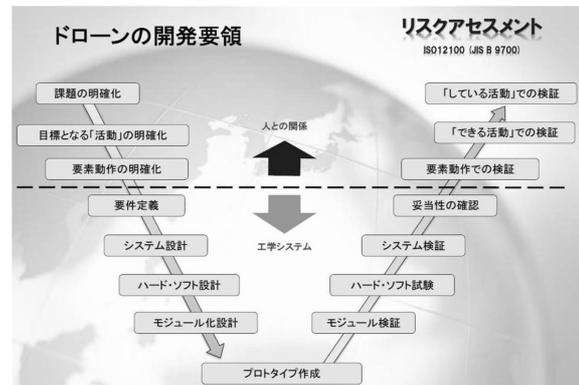
【図3】



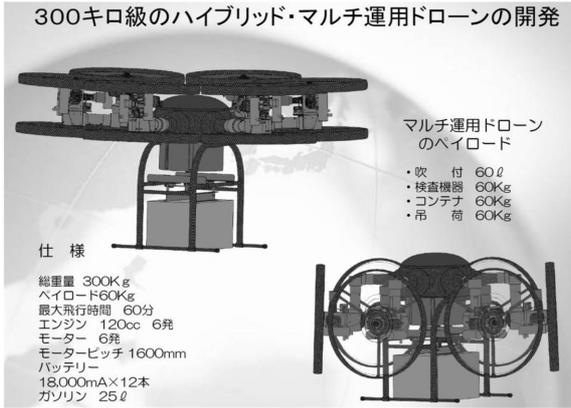
【図6】



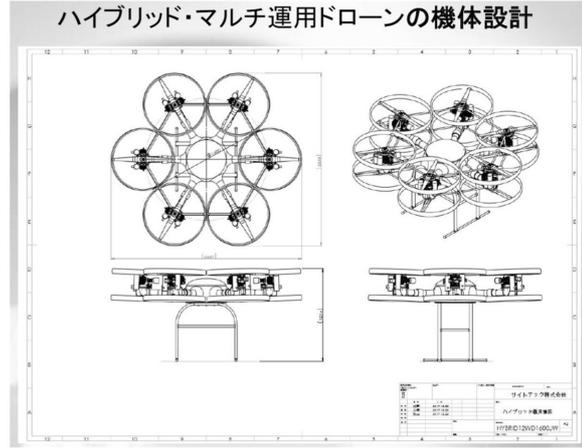
【図7】



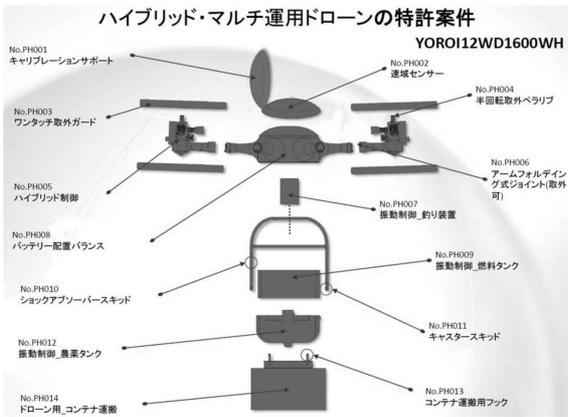
【 図 8 】



【 図 9 】



【 図 1 0 】



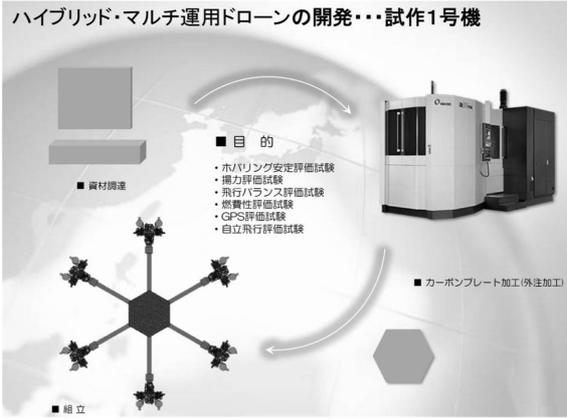
【 図 1 1 】

ドローン・ハイブリッドの開発

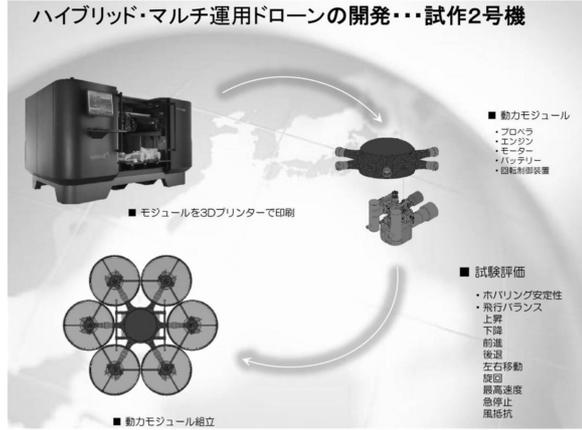
-全質量-  
 最大飛行 300Kg  
 ホバリング200Kg  
 法定内飛行150Kg未満  
 ペイロード60Kg

スペック	数量	単体(g)		合計(kg)	
		質量	揚力	質量	揚力
本体・スキッド	1	30,000	0	30	0
アーム	6	2,000	0	12	0
ガード	12	400	0	5	0
バッテリー1800mA	12	2,000	0	24	0
燃料 1hフライト	21.6	900	0	19	0
荷物	1	60,000	0	60	0
エンジン 3.6ℓ/h	6	6,000	25,000	36	150
モーター (Dualsky9025)	6	410	7,600	2	46
ESC	6	410	0	2	0
ホバリング時の質量と揚力				191	196

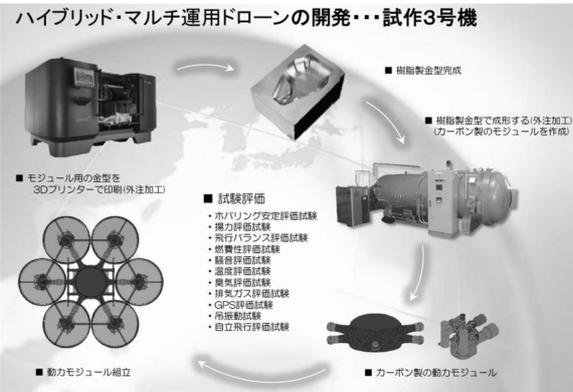
【図 1 2】



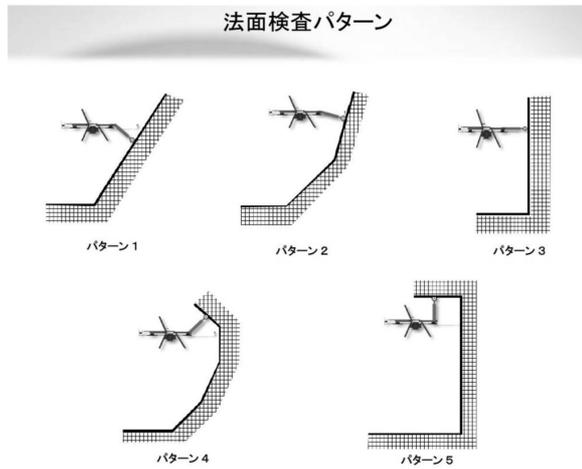
【図 1 3】



【図 1 4】



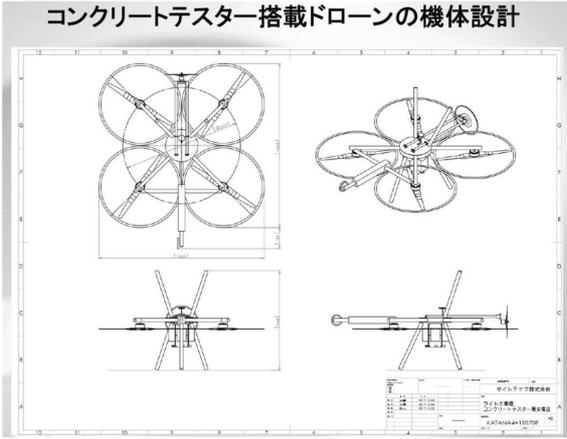
【図 1 6】



【図 1 5】



【図17】



【図18】



【図19】

コンクリートテスター搭載ドローン仕様・・・試作1号機

試作1号機 (ローター4+1、コンバーター2)

スペック	数量	単体(g)		合計(kg)	
		質量	揚力	質量	揚力
本体	1	4,800	0	4.8	0
車輪(SHIMANOカーボン製)	2	500	0	1	0
モーター(7019HD11)	4	350	3.7	1.4	14.8
ESC(FLYCOLOR 120A)	4	90	0	0.4	0
DC-DCコンバーター	4	700	0	2.8	0
FCU(DJIA3)	1	216	0	0.2	0
給電ケーブル	100	20	0	2	0
検査装置(打音ハンマー)	1	1,000	0	1	0
ホバリング時の質量と揚力				13.6	14.8

-全質量-  
最大飛行30Kg  
ホバリング15Kg  
法定内飛行150Kg未満  
ペイロード1Kg

【図21】

コンクリートテスター搭載ドローン仕様・・・試作3号機

試作3号機 (ローター9+1、コンバーターなし)

スペック	数量	単体(g)		合計(kg)	
		質量	揚力	質量	揚力
本体	1	4,800	0	4.8	0
車輪(SHIMANOカーボン製)	2	500	0	1	0
モーター(400V1,000W)	8+1	340	3.7	3.1	29.6
ESC(400V6A)	8+1	130	0	1.2	0
FCU(DJIA3)	1	216	0	0.3	0
給電ケーブル	100	30	0	3	0
検査装置(打音ハンマー)	1	15,000	0	15	0
ホバリング時の質量と揚力				28.4	29.6

-全質量-  
最大飛行60Kg  
ホバリング30Kg  
法定内飛行150Kg未満  
ペイロード15Kg

【図20】

コンクリートテスター搭載ドローン仕様・・・試作2号機

試作2号機 (ローター4+1、コンバーターなし)

スペック	数量	単体(g)		合計(kg)	
		質量	揚力	質量	揚力
本体	1	4,800	0	4.8	0
車輪(SHIMANOカーボン製)	2	500	0	1	0
モーター(400V1,000W)	4+1	340	3.7	1.7	14.8
ESC(400V6A)	4+1	130	0	0.7	0
FCU(DJIA3)	1	216	0	0.3	0
給電ケーブル	100	30	0	3	0
検査装置(打音ハンマー)	1	2,000	0	2	0
ホバリング時の質量と揚力				13.5	14.8

-全質量-  
最大飛行30Kg  
ホバリング15Kg  
法定内飛行150Kg未満  
ペイロード2Kg

【図22】

地上基地局トレーラーの仕様

スペック	数量	単体(kg)	合計(kg)
トレーラー (最大積載350kg)			
有線電源ケーブル	1	3.2	3.2
巻き取り装置	1	20	20
基地局トレーラー (2720×1640×1640)	1	290	290
基地局機器関連	1	50	50
昇圧機	2	25	50

【 図 2 3 】



【 図 2 4 】



---

フロントページの続き

(51)Int.Cl. F I  
B 6 4 U 50/23 (2023.01) B 6 4 U 50/23

(56)参考文献 中国特許出願公開第 1 0 5 7 1 1 8 2 7 ( C N , A )  
米国特許出願公開第 2 0 1 7 / 0 2 6 7 3 6 7 ( U S , A 1 )  
特開 2 0 0 2 - 3 4 7 6 9 8 ( J P , A )  
特開 2 0 1 5 - 1 3 7 0 9 2 ( J P , A )  
中国特許出願公開第 1 0 2 5 1 4 7 1 1 ( C N , A )

(58)調査した分野(Int.Cl. , D B 名)  
B 6 4 C 2 7 / 0 8  
B 6 4 C 3 9 / 0 2  
B 6 4 D 2 7 / 2 4  
B 6 4 U 1 0 / 1 4  
B 6 4 U 5 0 / 1 1  
B 6 4 U 5 0 / 2 3