

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 公開特許公報(A)

(11) 特許出願公開番号

特開2017-149402

(P2017-149402A)

(43) 公開日 平成29年8月31日(2017.8.31)

(51) Int.Cl.	F I	テーマコード (参考)
B 6 4 D 1/00 (2006.01)	B 6 4 D 1/00	
B 6 4 C 39/02 (2006.01)	B 6 4 C 39/02	
B 6 4 C 27/08 (2006.01)	B 6 4 C 27/08	
B 6 4 F 3/02 (2006.01)	B 6 4 F 3/02	
B 6 4 D 27/24 (2006.01)	B 6 4 D 27/24	

審査請求 未請求 請求項の数 15 O L 外国語出願 (全 22 頁)

(21) 出願番号 特願2016-191800 (P2016-191800)
 (22) 出願日 平成28年9月29日 (2016. 9. 29)
 (31) 優先権主張番号 62/236, 824
 (32) 優先日 平成27年10月2日 (2015. 10. 2)
 (33) 優先権主張国 米国 (US)
 (31) 優先権主張番号 62/311, 773
 (32) 優先日 平成28年3月22日 (2016. 3. 22)
 (33) 優先権主張国 米国 (US)
 (31) 優先権主張番号 15/269, 597
 (32) 優先日 平成28年9月19日 (2016. 9. 19)
 (33) 優先権主張国 米国 (US)

(71) 出願人 513075180
 インサイト インク。
 アメリカ合衆国 ワシントン 98605
 , ビンゲン, イースト コロンビア
 リバー ウェイ 118
 (74) 代理人 110002077
 園田・小林特許業務法人
 (72) 発明者 ヘイズ, アンドリュウ
 アメリカ合衆国 ワシントン 98605
 , ビンゲン, イースト コロンビア
 リバー ウェイ 118
 (72) 発明者 グッドリッチ, ウェイン
 アメリカ合衆国 ワシントン 98605
 , ビンゲン, イースト コロンビア
 リバー ウェイ 118

最終頁に続く

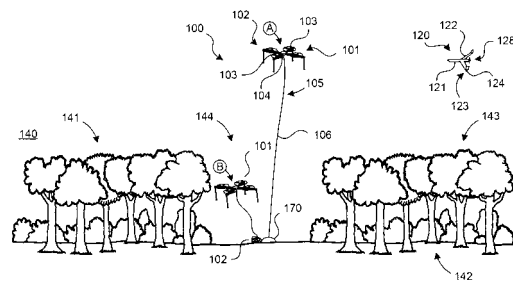
(54) 【発明の名称】 無人航空機のための空中発射及び／又は回収、並びに関連するシステム及び方法

(57) 【要約】 (修正有)

【課題】 無人航空機のための航空機発射及び／又は回収するシステム及び方法を提供する。

【解決手段】 運搬航空機 101 は、被運搬航空機 120 を発射し、捕獲し、又は発射及び捕獲するように構成される。運搬航空機は、垂直に離陸及び着陸できるように構成される。運搬航空機は、第1の捕獲装置 105 は捕獲ライン 106 を含む。被運搬航空機は、第1の捕獲装置と係合する第2の捕獲装置 123 を含む。第2の捕獲装置は翼端フック 124 を含む。翼 122 の1つが捕獲ラインとぶつかったときに、対応する翼端フックが、捕獲ラインと係合し、捕獲された被運搬航空機が捕獲ラインからぶら下がる。その後、運搬航空機は、捕獲ライン及び捕獲された被運搬航空機を、地上への制御された下降へと誘導する。システムはダウンライン装置 170 を含む。ダウンライン装置は、アンカー、及び／又は被運搬航空機の捕獲ラインとの衝撃を和らげる衝撃吸収要素を含み得る。

【選択図】 図1



【特許請求の範囲】**【請求項 1】**

無人航空輸送体（UAV）システムであって、
第 1 のマルチロータ運搬航空機であって、
機体、

前記機体が保持する複数の回転翼であって、ホバリング中に前記運搬航空機を支持するように配置された、複数の回転翼、及び

前記機体が保持し、前記回転翼に動力を与えるために前記回転翼に動作可能に連結されたバッテリーを有する、第 1 のマルチロータ運搬航空機、

前記運搬航空機が保持し、第 2 の被運搬航空機に解放可能に取り付けられるように配置された発射装置であって、前記被運搬航空機が捕獲装置を有する、発射装置、並びに

前記運搬航空機が保持し、前記運搬航空機からぶら下がるように展開可能な捕獲ラインであって、前記被運搬航空機の前記捕獲装置と解放可能に係合するようにサイズ決定された、捕獲ラインを備える、システム。

10

【請求項 2】

前記発射装置が、解放機構、及び前記機体に対して下向きの方において前記被運搬航空機を発射するように配置された下向きに傾斜がつけられたスロットを含む、請求項 1 に記載のシステム。

【請求項 3】

前記発射装置が、前記被運搬航空機と係合するように配置された旋回部分、及び前記機体に対して移動可能であり、前記機体に対して前記被運搬航空機を旋回させるように配置されたプランジャー部分を含む、請求項 1 に記載のシステム。

20

【請求項 4】

前記被運搬航空機を更に備え、前記被運搬航空機が前記運搬航空機に解放可能に取り付けられる、請求項 1 に記載のシステム。

【請求項 5】

前記機体は、中央部分及び前記中央部分から外向きに延在する 4 つのアームを含み、

前記複数の回転翼は、逆向きに回転する回転翼の 4 つのペアを含み、個々のペアは対応する個々のアームが保持し、

前記発射装置は、発射の間に前記被運搬航空機を機首を下げた姿勢に導くように配置された下向きに延在するスロットを含む、請求項 1 に記載のシステム。

30

【請求項 6】

無人航空輸送体（UAV）システムを操作するための方法であって、

搭載型のバッテリーを用いて第 1 のマルチロータ運搬航空機に電力供給する一方で、第 2 の被運搬航空機を空中に運び、前記第 2 の航空機を飛行のために解放するように、前記第 1 の航空機を導くこと、及び

前記第 2 の航空機を捕獲するために前記第 2 の航空機の飛行経路内に捕獲ラインを配置するように、前記第 1 の航空機を導くことを含む、方法。

【請求項 7】

前記第 1 の航空機が保持する前記捕獲ラインと係合するように、前記第 2 の航空機を導くことを更に含む、請求項 6 に記載の方法。

40

【請求項 8】

前記第 2 の航空機が、固定翼の構成を有する、請求項 6 に記載の方法。

【請求項 9】

前記捕獲ラインを配置することは、しっかり固定されていない自由端を有する捕獲ラインを配置することを含む、請求項 6 に記載の方法。

【請求項 10】

前記捕獲ラインを配置することは、前記捕獲ラインの一部が地上に固定された状態で前記捕獲ラインを配置することを含む、請求項 6 に記載の方法。

【請求項 11】

50

前記第 2 の航空機を解放するように前記第 1 の航空機を導いた後で、且つ、前記捕獲ラインを配置するように前記第 1 の航空機を導く前に、着陸するように第 1 の航空機を導くことを更に含む、請求項 6 に記載の方法。

【請求項 1 2】

無人航空輸送体 (UAV) システムであって、
第 1 のマルチロータ運搬航空機であって、
機体、

前記機体が保持する複数の回転翼であって、ホバリング中に前記運搬航空機を支持するように配置された、複数の回転翼、及び

前記機体が保持し、前記回転翼に動力を与えるために前記回転翼に動作可能に連結された動力受信機であって、前記運搬航空機の飛行中に前記運搬航空機の機外から動力を受信するように配置された、動力受信機を有する、第 1 のマルチロータ運搬航空機、

前記運搬航空機が保持し、第 2 の被運搬航空機に解放可能に取り付けられるように配置された発射装置であって、前記被運搬航空機が捕獲装置を有する、発射装置、並びに

前記運搬航空機が保持し、前記運搬航空機からぶら下がるように展開可能な捕獲ラインであって、前記被運搬航空機の前記捕獲装置と解放可能に係合するようにサイズ決定された、捕獲ラインを備える、システム。

【請求項 1 3】

無人航空輸送体 (UAV) システムを操作するための方法であって、

非搭載型の動力源を用いて第 1 のマルチロータ運搬航空機に動力供給する一方で、第 2 の被運搬航空機を空中に運び、前記第 2 の航空機を飛行のために解放するように、前記第 1 の航空機を導くこと、及び

前記第 2 の航空機を捕獲するために前記第 2 の航空機の飛行経路内に捕獲ラインを配置するように、前記第 1 の航空機を導くことを含む、方法。

【請求項 1 4】

無人航空輸送体 (UAV) システムであって、
第 1 のマルチロータ支持航空機であって、
第 1 の機体、及び

前記第 1 の機体が保持する第 1 の複数の回転翼であって、ホバリング中に前記第 1 のマルチロータ支持航空機を支持するように配置された、第 1 の複数の回転翼を有する、第 1 のマルチロータ支持航空機と、

第 2 のマルチロータ支持航空機であって、
第 2 の機体、及び

前記第 2 の機体が保持する第 2 の複数の回転翼であって、ホバリング中に前記第 2 のマルチロータ支持航空機を支持するように配置された、第 2 の複数の回転翼を有する、第 2 のマルチロータ支持航空機と、

前記第 1 のマルチロータ支持航空機と前記第 2 のマルチロータ支持航空機のうちの少なくとも一方が保持し、ターゲット航空機に解放可能に係合するように展開可能な、捕獲装置とを備え、

前記第 1 の支持航空機と前記第 2 の支持航空機が、前記捕獲装置又は動力送信リンクのうちの少なくとも一方を介して互いに動作可能に連結される、システム。

【請求項 1 5】

無人航空輸送体 (UAV) システムを操作するための方法であって、

捕獲装置又は動力送信リンクのうちの少なくとも一方を介して、第 1 のマルチロータ支持航空機と第 2 のマルチロータ支持航空機を連結させること、

前記第 1 の支持航空機と前記第 2 の支持航空機を空中へ導くこと、及び

ターゲット航空機と解放可能に係合するように前記捕獲装置を配置するように、前記第 1 の支持航空機と前記第 2 の支持航空機のうちの少なくとも一方を導くことを含む、方法

。

10

20

30

40

50

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

関連出願の相互参照

本出願は、2015年10月2日に出願された係属中の米国仮特許出願62/236,824号、及び2016年3月22日に出願された係属中の米国仮特許出願62/311,773号に対する優先権を主張する。これらの両出願は、参照されることにより本明細書に組み込まれる。

【0002】

本技術は、広くは、無人航空機のための航空機発射及び/又は回収、並びにそれに関連するシステム及び方法を対象とする。

10

【背景技術】

【0003】

航空機は、発射と回収のために異なる程度のサポート装備を必要とする。従来、航空機は、駐機場、燃料、格納庫、空中と地上の交通管制、整備と保守、並びに乗客、貨物、及び積荷のためのターミナル、を提供する空港に通常配置されている滑走路から離陸し、該滑走路に着陸する。ドローン、無人航空輸送体(UAV)、無人航空機システム(UAS)、及びロボット飛行機を含む、無人航空機は、飛行(離陸又は発射)の安全な開始、並びに航空機の安全な捕獲、回収、及び返還を可能にする機構及び方法のためのユニークな課題及び機会を提供する。例えば、ある既存の無人航空機は、カタパルト(cataapult)を使用して発射され、ぶら下がっている捕獲ラインと係合する翼に取り付けられたフックを使用して捕獲される。

20

【発明の概要】

【0004】

本発明の一実施形態は、機体、機体が保持する複数の回転翼であって、ホバリング中に運搬航空機を支持するように配置された、複数の回転翼、及び機体が保持し、回転翼に動力を与えるために回転翼に動作可能に連結されたバッテリーを有する、第1のマルチロータ(multi-rotor)運搬航空機、運搬航空機が保持し、第2の被運搬航空機に解放可能に取り付けられるように配置された発射装置であって、被運搬航空機が捕獲装置を有する、発射装置、並びに運搬航空機が保持し、運搬航空機からぶら下がるように展開可能な捕獲ラインであって、被運搬航空機の捕獲装置と解放可能に係合するようにサイズ決定された、捕獲ラインを含み得る無人航空輸送体(UAV)システムを含み得る。発射装置は、解放機構、及び機体に対して下向き方向において被運搬航空機を発射するように配置された下向きに傾斜がつけられたスロットを含み得る。発射装置は、被運搬航空機と係合するように配置された旋回部分、及び機体に対して移動可能であり、機体に対して被運搬航空機を旋回させるように配置されたブランジャー部分を含み得る。該システムは、被運搬航空機が運搬航空機に解放可能に取り付けられたところの、被運搬航空機も含み得る。被運搬航空機は、固定翼航空機であってもよい。該システムは、運搬航空機が4つの回転翼の航空機であるシステムであり得る。機体は、中央部分及び中央部分から外向きに延在する4つのアームを含み、複数の回転翼は、逆向きに回転する回転翼の4つのペアを含み、個々のペアは対応する個々のアームが保持し、発射装置は、発射の間に被運搬航空機を機首を下げた姿勢に導くように配置された下向きに延在するスロットを含み得る。これは、本発明の性能及び耐久性を高める。

30

40

【0005】

本発明の別の実施形態は、無人航空輸送体(UAV)システムを操作するための方法を含み、該方法は、搭載型のバッテリーを用いて第1のマルチロータ運搬航空機に電力供給する一方で、第2の被運搬航空機を空中に運び、第2の航空機を飛行のために解放するように、第1の航空機を導くこと、及び第2の航空機を捕獲するために第2の航空機の飛行経路内に捕獲ラインを配置するように、第1の航空機を導くことを含み得る。該方法は、第1の航空機が保持する捕獲ラインと係合するように、第2の航空機を導くことも含み得

50

る。第2の航空機は、固定翼構成を有する。捕獲ラインを配置することは、しっかり固定されていない自由端を有する捕獲ラインを配置することを含み得る。捕獲ラインを配置することは、捕獲ラインの一部が地上に固定された状態で捕獲ラインを配置することを含み得る。これは、システムの性能を高める。該方法は、第2の航空機を解放するように第1の航空機を導いた後で、且つ、捕獲ラインを配置するように第1の航空機を導く前に、着陸するように第1の航空機を導くことを含み得る。これは、本発明の性能及び耐久性を高める。該方法は、着陸するように第1の航空機を導いた後で、且つ、捕獲ラインを配置するように第1の航空機を導く前に、バッテリーを再充電することも含み得る。第2の航空機を運ぶように第1の航空機を導くことは、複数の障害物の間で上昇するように第1の航空機を導くことを含み得る。第2の航空機を運ぶように第1の航空機を導くことは、複数の障害物の間で上昇するように第1の航空機を導くことを含み得る。第2の航空機は、第1の航空機が前方へ飛行している間に、機首を下げた姿勢で解放され得る。

10

【0006】

本発明の別の実施形態は、機体、機体が保持する複数の回転翼であって、ホバリング中に運搬航空機を支持するように配置された、複数の回転翼、及び機体が保持し、回転翼に動力を与えるために回転翼に動作可能に連結された動力受信機であって、運搬航空機の飛行中に運搬航空機の機外から動力を受信するように配置された、動力受信機を有する、第1のマルチロータ運搬航空機、第2の被運搬航空機に解放可能に取り付けられるように配置された発射装置であって、被運搬航空機が捕獲装置を有する、発射装置、並びに運搬航空機が保持し、運搬航空機からぶら下がるように展開可能な捕獲ラインであって、被運搬航空機の捕獲装置と解放可能に係合するようにサイズ決定された、捕獲ラインを含み得る無人航空輸送体(UAV)システムを含み得る。これは、本発明の性能及び耐久性を高める。動力受信機は、今度は、地上ベースの電源に接続可能な電力ケーブルに接続可能なコネクタを含み得る。動力受信機は、無線動力受信機であってもよい。これは、本発明の性能及び耐久性を高める。無線動力受信機は、地上ベースの放射線源から放射線を受信するように配置された少なくとも1つの太陽電池を含み得る。捕獲ラインは、運搬航空機からぶら下がるように展開可能であり、その自由端は空中にあり得る。該システムは、捕獲ラインに連結された重り、及び捕獲ラインを用いて展開可能な重りも含み得る。

20

【0007】

本発明の別の実施形態は、無人航空輸送体(UAV)システムを操作するための方法を含み得る。該方法は、非搭載型の動力源を用いて第1のマルチロータ運搬航空機に動力供給する一方で、第2の被運搬航空機を空中に運び、第2の航空機を飛行のために解放するように、第1の航空機を導くこと、及び第2の航空機を捕獲するために第2の航空機の飛行経路内に捕獲ラインを配置するように、第1の航空機を導くことを含み得る。非搭載型の動力源は、電気ケーブルを用いて第1の航空機に接続された電源を含み得る。非搭載型の動力源は、無線リンクを介して第1の航空機へ動力を送信し得る。非搭載型の動力源は、第1の航空機へ電磁放射線を送信し得る。

30

【0008】

本発明の別の実施形態は、第1の機体、第1の機体が保持する第1の複数の回転翼であって、ホバリング中の第1のマルチロータ支持航空機を支持するように配置された、第1の複数の回転翼を有する、第1のマルチロータ支持航空機、第2の機体、第2の機体が保持する第2の複数の回転翼であって、ホバリング中の第2のマルチロータ支持航空機を支持するように配置された、第2の複数の回転翼を有する、第2のマルチロータ支持航空機、第1のマルチロータ支持航空機と第2のマルチロータ支持航空機のうちの少なくとも1つが保持し、ターゲット航空機と解放可能に係合するように展開可能な捕獲装置を含み得る、無人航空輸送体(UAV)システムであって、第1の支持航空機と第2の支持航空機が、捕獲装置又は動力送信リンクのうちの少なくとも1つを介して互いに対して動作可能に連結される、システムを含み得る。第1の支持航空機と第2の支持航空機のうちの少なくとも一方は、ターゲット航空機に解放可能に取り付けられ、発射する方向へターゲット航空機を支持するように配置された発射装置を含み得る。捕獲装置は、第1の支持航空

40

50

機と第2の支持航空機との間に連結された捕獲ラインを含み得る。第1の支持航空機と第2の支持航空機のうち少なくとも一方は、第1の支持航空機と第2の支持航空機との間で概して垂直方向へ捕獲ラインを運ぶように指示命令するようにプログラムされ得る。第1の支持航空機と第2の支持航空機のうち少なくとも一方は、第1の支持航空機と第2の支持航空機との間で概して水平方向へ捕獲ラインを運ぶように指示命令するようにプログラムされ得る。捕獲装置は、第1の支持航空機と第2の支持航空機との間に連結された捕獲ネットを含み得る。該システムは、捕獲ネットに連結され、第3の機体、及び第3の機体が保持する第3の複数の回転翼であって、ホバリング中に第3のマルチロータ支持航空機を支持するように配置された、第3の複数の回転翼を有する、第3のマルチロータ支持航空機、捕獲ネットに連結され、第4の機体、及び第4の機体が保持する第4の複数の回転翼であって、ホバリング中に第4のマルチロータ支持航空機を支持するように配置された、第4の複数の回転翼を有する、第4のマルチロータ支持航空機も含み得る。第1の支持航空機と第2の支持航空機のうち少なくとも一方は、第1の支持航空機と第2の支持航空機のうち他方に対して、それ自身を自律的に配置するような指示命令がプログラムされ得る。第1の支持航空機は捕獲装置を運び、第2の支持航空機は動力送信リンクを運び得る。動力送信リンクは、第1の航空機と地上ベースの動力源との間に接続された電力ケーブルを含み得る。第1のマルチロータ航空機と第2のマルチロータ航空機は、同一な構成を有し得る。第1のマルチロータ航空機と第2のマルチロータ航空機は、異なる構成を有し得る。

10

20

【0009】

本発明の別の一実施形態は、無人航空輸送体(UAV)システムを操作するための方法を含み得る。該方法は、捕獲装置又は動力送信リンクのうち少なくとも一方を介して、第1のマルチロータ支持航空機と第2のマルチロータ支持航空機を連結させること、第1の支持航空機と第2の支持航空機を空中へ導くこと、及びターゲット航空機と解放可能に係合するように捕獲装置を配置するように、第1の支持航空機と第2の支持航空機のうち少なくとも一方を導くことを含み得る。連結させることは、動力送信リンクを介して連結させることを含み得る。動力送信リンクは、電気ケーブルを含み得る。連結させることは、捕獲装置を介して連結させることを含み得る。該方法は、捕獲装置が捕獲ラインを含むようになっており、第1の支持航空機と第2の支持航空機は、捕獲装置がターゲット航空機と解放可能に係合するように配置されたときに、垂直方向において間隔を空けられる。これは、本発明の性能及び耐久性を高める。捕獲装置は捕獲ラインを含み、第1の支持航空機と第2の支持航空機は、捕獲装置がターゲット航空機と解放可能に係合するように配置されたときに、水平方向において間隔を空けられる。捕獲装置はネットを含み得る。動力送信リンクが、第1の航空機と第2の航空機との間に連結された状態で、第1の支持航空機は捕獲装置を運び、第2の支持航空機は動力送信リンクを運び得る。

30

【0010】

本発明の別の一実施形態は、機体、機体が保持する複数の回転翼であって、ホバリング中に運搬航空機を支持するように配置された、複数の回転翼、及び機体が保持し、回転翼に電力を与えるために回転翼に動作可能に連結されたバッテリーを有する第1のマルチロータ運搬航空機、運搬航空機が保持し、運搬航空機からぶら下がるように展開可能な捕獲ラインであって、第2の航空機の捕獲装置と解放可能に係合するようにサイズ決定された、捕獲ライン、並びに捕獲ラインに取り付けられた浸水可能なアンカーを含み得る。浸水可能なアンカーは、重りを含み得る。浸水可能なアンカーは、海錨を含み得る。該システムは、運搬航空機が保持し、第2の航空機に解放可能に取り付けられるように配置された、発射装備も含み得る。

40

【0011】

本発明の別の一実施形態は、無人航空輸送体(UAV)システムを操作するための方法を含み得る。該方法は、第1のマルチロータ運搬航空機を空中へ導くこと、及び捕獲ラインの動きが浸水可能なアンカーによって少なくとも制限されている間に、第2の航空機を捕獲するために第2の航空機の飛行経路内に捕獲ラインを配置するように、第1の航空機

50

を導くことを含み得る。第1の航空機は、空中にあり且つ捕獲ラインを配置している間に、水上輸送船舶に繋がれ得る。第1の航空機は、第2の航空機が捕獲ラインと係合するように導かれ得る間に、水上輸送船舶に繋がれ得る。該方法は、捕獲ラインと係合するように第2の航空機を導くことも含み得る。該方法は、第2の航空機及び浸水可能なアンカーを、水上輸送船舶へ運ぶように、第1の航空機を導くことも含み得る。

【0012】

上述の技術、特に、カタパルト発射及びぶら下がったライン捕獲を含む技術は、上手くいくことを証明されてきたが、改良されたサイズ、重量、及び費用特性を有するシステムに対する需要が存在する。

【0013】

特に記されていなければ、図面は、例示目的及び/又は明瞭さを目的として、縮尺通りに描かれていない場合もある。

【図面の簡単な説明】

【0014】

【図1】本技術の一実施形態による、第2の航空機を捕獲するように構成された、第1の航空機を含むシステムの部分的な概略図である。

【図2】第2の航空機を運ぶ典型的な第1の航空機の部分的な概略図である。

【図3】本技術の一実施形態による、第1の航空機を展開し、第1の航空機によって運ばれる第2の航空機を発射し、且つ、第1の航空機を着陸させるためのプロセスの部分的な概略図である。

【図4A】本技術の一実施形態による、建物を含む障害物を有する都市環境内で動作する第1の航空機の部分的な概略図である。

【図4B】図4Aで示された第1の航空機が保持するセンシングポッド(sensing pod)及びカメラの拡大図である。

【図5A】本技術の一実施形態による、第2の航空機を捕獲するために、概して垂直な方向において捕獲ラインを配置するように動作する複数の第1の航空機の部分的な概略図である。

【図5B】本技術の一実施形態による、第2の航空機を捕獲するために、概して水平な方向において捕獲ラインを配置するように動作する複数の第1の航空機の部分的な概略図である。

【図6】本技術の一実施形態による、第2の航空機を捕獲するためのネットを支持するように動作する複数の第1の航空機の部分的な概略図である。

【図7】本技術の一実施形態による、単独であるか又は別の1つの航空機と組み合わせられた、地上ベースの動力源から動力を受信する第1の航空機の部分的な概略図である。

【図8】本技術の一実施形態による、第2の航空機を捕獲するために障害物の上方に配置された第1の航空機の部分的な概略図である。

【図9】本技術の別の実施形態による、無線リンクを介して地上ベースの動力源から動力を受信する第1の航空機の部分的な概略図である。

【図10】本技術の実施形態による、第1及び/又は第2の航空機を制御するように構成されたコントローラを示す。

【図11】本技術の一実施形態による、第2の航空機を運ぶための発射装備を有する第1の航空機の部分的な概略図である。

【図12】本技術の別の実施形態による、第2の航空機を運ぶための発射装備を有する第1の航空機の部分的な概略図である。

【図13】本技術の一実施形態による、動作の間に典型的な第2の航空機を運ぶ典型的な第1の航空機を示す。

【図14A】本技術の一実施形態による、海洋環境内で動作するように構成された第1の航空機の部分的な概略図である。

【図14B】本技術の別の実施形態による、海洋環境内で動作するように構成された第1の航空機の部分的な概略図である。

10

20

30

40

50

【図14C】本技術の別の実施形態による、海洋環境内で動作するように構成された第1の航空機の部分的な概略図である。

【図14D】本技術の別の実施形態による、海洋環境内で動作するように構成された第1の航空機の部分的な概略図である。

【発明を実施するための形態】

【0015】

本開示は、航空機、特に、無人航空機を発射し及び/又は回収するためのシステム及び方法を説明する。本開示の特定の実施形態の多くの具体的な詳細が、以下の説明及び図1～図14Dで説明され、これらの実施形態の徹底した理解を提供する。そのような実施形態にしばしば関連するが、本開示の何らかの重要な側面を不必要にあいまいにし得る、よく知られている構造、システム、及び方法は、明瞭さを目的として以下の説明の中では説明されない。更に、以下の開示は本技術の幾つかの実施形態を説明するが、本技術の幾つかの他の実施形態は、本セクションで説明されるものとは異なる構成及び/又は異なる構成要素を有し得る。そのようにして、本技術は、更なる要素を有する他の実施形態を含み、及び/又は以下の図1～図14Dを参照して説明される要素の幾つかを除いた他の実施形態を含み得る。

10

【0016】

以下で説明される本技術の多くの実施形態は、プログラム可能なコンピュータ又はコントローラによって実行されるルーチンを含む、コンピュータ又はコントローラで実行可能な指示命令の形態にあり得る。本技術が以下で示され説明されるものとは異なるコンピュータ/コントローラシステムで実施され得ることを、当業者は理解するだろう。本技術は、以下で説明されるコンピュータで実行可能な指示命令のうちの1以上を実行するように、特にプログラムされ、構成され、又は構築された専用コンピュータ、コントローラ、又はデータプロセッサ内で具現化され得る。したがって、本明細書で概して使用される「コンピュータ」及び「コントローラ」という用語は、任意のデータプロセッサを指し、(手の平サイズのコンピュータ、着用可能コンピュータ、携帯電話、マルチプロセッサシステム、プロセッサベースの又はプログラム可能な家電、ネットワークコンピュータ、ミニコンピュータなどを含む)インターネット家電及び携帯機器を含み得る。これらのコンピュータによって扱われる情報は、CRTディスプレイ又はLCDを含む、任意の適切なディスプレイ媒体で提示され得る。

20

30

【0017】

本技術は、作業又はモジュールが、通信ネットワークを介してリンクされた遠隔処理装置によって実行される、分散環境内でも実施され得る。分散コンピューティング環境では、プログラムモジュール又はサブルーチンが、ローカル及び遠隔のメモリ記憶装置内に配置され得る。以下で説明される本技術のある態様は、ネットワークを介して電氣的に分散されるのみならず、磁氣的に若しくは光学的に可読な又は除去可能なコンピュータディスクを含む、コンピュータ可読媒体で記憶され又は分散され得る。本技術の態様に特に関連するデータ構造及びデータの送信も、本技術の実施形態の範囲内に含まれる。

【0018】

図1は、第1の航空機101と第2の航空機120を含む、システム100の部分的な概略図である。第1の航空機101は、第2の航空機120を発射し、捕獲し、又は発射及び捕獲するように構成され得る。したがって、第1の航空機101は、本明細書で運搬航空機又は支持航空機と呼ばれ、第2の航空機120は、本明細書で被運搬航空機又はターゲット航空機と呼ばれ得る。運搬航空機は、発射の前及び/又は捕獲の後で運搬機能を発揮し、被運搬航空機は、発射の前及び/又は捕獲の後で運搬され得る。特定の実施形態では、システム100が、第2の航空機120の発射及び/又は捕獲のための従来の技術を困難にする障害物141を有する環境140内で動作するように構成され得る。典型的な第1の航空機101、第2の航空機120、及びそれらが動作する環境の更なる詳細が以下で説明される。

40

【0019】

50

図1を続けて参照すると、第1の航空機101は、垂直に離陸及び着陸(VTOL)できるように構成され、制約のある領域内で動作することを可能とするために、浮遊(hover)するように構成され得る。したがって、第1の航空機101は、機体102、及び搭載型の動力源104によって動力供給される複数の回転翼103(例えば、4つの回転翼構成)を含み得る。第1の航空機101は、第1の捕獲装置105、例えば、捕獲動作の間に第2の航空機120と係合するために適切な位置にある第1の航空機101からぶら下がった柔軟な捕獲ライン106を含み得る。

【0020】

特定の実施形態では、第2の航空機120が、固定翼122によって運ばれる胴体121を有する、固定翼構成を有し得る。第2の航空機120は、推進システム128、例えば、搭載型の推進システムによって推進される。推進システム128は、内燃機関、電気モータ、バッテリー、及び/又は他の適切な装置によって動力供給される、1以上の推進型プロペラ(1つが図2で示されている)又は牽引プロペラを含み得る。第2の航空機120は、第1の航空機101によって運ばれる第1の捕獲装置105と係合するように配置された第2の捕獲装置123を含み得る。特定の実施形態では、第2の捕獲装置123が、1以上の翼端フック124を含む。翼122のうちの1つが捕獲ライン106とぶつかったときに、対応する1以上の翼端フック124が、捕獲ライン106と解放可能に係合し、捕獲された第2の航空機120が捕獲ライン106からぶら下がることをもたらす。その後、第1の航空機101は、捕獲ライン106及び捕獲された第2の航空機120を、地上への制御された下降へと誘導する。典型的な捕獲装置及び技術の更なる詳細が、米国特許6,264,140号及び米国特許7,059,564号で説明される。それらの両方は、本出願の出願人に権利が譲渡され、且つ、参照されることによって本明細書に組み込まれている。

10

20

【0021】

図1で示される一実施形態では、システム100が、それに対して捕獲ライン106が取り付けられるところの、ダウンライン装置170を含む。ダウンライン装置170は、アンカー、及び/又は第2の航空機120の捕獲ライン106との衝撃を和らげる衝撃吸収要素を含み得る。

【0022】

動作では、第1の航空機101が上向きに(例えば、垂直に上向きに)、局所的な障害物141の上方の位置へ、且つ、第2の航空機120を捕獲することを容易にするのに十分な高さへ飛行する。図1で示されるように、障害物141は、木々142(例えば、森林又はジャングルの中)を含み、第1の航空機101は、木々142の中の比較的小さい開口又は空間144を通して上昇し得る。第1の航空機101の回転翼103に動力を提供する動力源104は、内燃機関、バッテリー、及び/又は第1の航空機101を空中へ運ぶ別の適切な装置を含み得る。後述されるように、他の実施形態では、第1の航空機101が、地上ベースの動力源から動力を受信し得る。これらの実施形態のうちの何れでも、第1の航空機101は、文字Aによって示される位置へ上昇し、第2の航空機120を捕獲して、その後、一旦第2の航空機120が捕獲されてしまうと、文字Bによって示される位置へ下降する。地上付近で、第1の航空機は、最後の2、3フィートを下降する際に航空機を手動で操作するための作業人員の補助があるにせよないにせよ、第2の航空機120を自律的に又はパイロットの制御の下で地上へ降ろすことができる。

30

40

【0023】

第1の航空機101の典型的な動力源104は、再充電可能なバッテリーを含む。内燃機関などの他の動力源と比較したときに、再充電可能なバッテリーの利点は、バッテリーが、発射動作及び/又は回収動作のための十分に短い期間の電力を未だ提供する一方で、搭載型の燃料源(例えば、ガソリン、航空燃料、及び/又は別の燃料)に対する必要性を除去し得るということである。

【0024】

特定の実施形態では、第1の航空機101が、第2の航空機120を捕獲するのみなら

50

ず、空中位置から第2の航空機120を発射するようにも構成され得る。図2は、そのような構成の一般的な特徴を概略的に示している。図2で示されるように、第1の航空機101は、中央部分107（例えば、胴体）及び複数のアーム108を含み得る。推進システム128は、対応するアーム108によって運ばれる複数のロータ103を含み得る。第1の航空機101は、上昇操作の間に第2の航空機120をしっかりと保持するように配置された発射装備190も含み得る。発射装備190は、（例えば、指示命令を受けて）一旦浮上すると第2の航空機120を解放するように構成され、第1の航空機101が、取り付けられた第2の航空機120なしに着陸することを可能にするように構成される。特定の実施形態では、第2の航空機120が、ボーイング社の子会社であるInsituによって製造されたScanEagle（登録商標）UAVを含み、他の実施形態では、他の輸送体を含み得る。

10

【0025】

動作では、第1の航空機101が、矢印Lで示されるように第2の航空機120を持ち上げ、矢印Rで示されるような適切な発射方向へ向きを回転させ、矢印Tで示されるような適切な発射位置へ移動する。任意選択的に、第1の航空機101は、例えば、第2の航空機120が発射のために向かい風を受けるように、発射位置において再び向きを回転させ得る。第2の航空機120の推進システム128は、第2の航空機120が持ち上げられてしまう前、又は第2の航空機120が浮上した後の何れかにおいて始動され得る。図11、図12を参照して以下で更に詳細に説明されるように、ある発射位置で一度だけ、第1の航空機101は、第2の航空機120を飛行のために解放する。ある実施形態では、第2の航空機120が、十分に高い（且つ、適切な高グライドスロープを有する）高度において解放され、それは下降し、対気速度を得て、その後、水平飛行する。他の実施形態では、第1の航空機101が、発射において十分な前方速度を有し、第2の航空機120が開放される際の、第2の航空機120による何らかの下降を低減させ又は除去する。

20

【0026】

図3は、閉じられた空間350から動作する典型的な第1の航空機101の部分的な概略図である。閉じられた空間350は、そこを通過して第1の航空機101が発射動作のための準備において出て行き、発射動作が完了した後で戻ってくる際の、制限された開口部352を有する建物351を含み得る。戻った後で、同じ又は異なる第1の航空機101が、例えば、搭載型のバッテリー又は他の電源を充電（又は再充電）すること及び捕獲ラインに繋がることによって、捕獲動作のための準備を行い得る。その後、第1の航空機101は、閉じられた空間350から再展開し、捕獲動作を行って再び閉じられた空間350へと戻ることができる。閉じられた空間350は、他者が発射動作及び回収動作を観察する能力を低くすることによって、全体動作の「ステルス」特性を高め得る。他の実施形態では、閉じられた空間350が、動作、整備、燃料補給、再充電、検査、再構成、及び/又は飛行動作の他の適切な要素のための、保護された領域を提供し得る。閉じられた空間350は、一時的な構造、恒久的な構造、制限された開口部を有する自然の保護された空間（例えば、洞窟又はオーバハング）、及び/又は（任意選択的に適切な動作のために整えられ且つ形作られた）森林又はジャングルの林冠の下の自然の空間を含み得る。閉じられた空間350は、軟らかい及び/又は固い材料、例えば、布、金属、コンクリート、木材、適切なファスナ及び接着剤、並びに/又は他の適切な材料を含み得る。

30

40

【0027】

第1の航空機101、第2の航空機120、並びに関連付けられたハードウェア及びシステムは、動作位置へ及び動作位置から移動するための1以上の輸送コンテナ353内に収容され得る。輸送コンテナ353も、閉じられた空間350内に収容され得る。今まで、将来の動作は、成功する滑らかな動作の実行のために必要とされる任意の項目の個別の部品を選択的に採用し調達するオプションなしに、将来の動作の通常タイムライン内の任意の時ににおいて準備されてきた。そのような動作は、第2の航空機120に取り付けられた日光カメラ及赤外線カメラを使用した監視及び感知を含み得る。輸送コンテナ353は、標準的な箱、例えば、モジュラー（例えば、折り畳み可能又は容易に解体可能な）無

50

人航空機のために設計された成形されたコンテナを含み、それは、構成要素の任意の選択された組み合わせを用いて準備され得る。したがって、所与のミッションのために設定される構成要素が標準化され、それは、ミッションがサポートされ実行されるところの効率を高め得る。

【0028】

図4Aは、建物445及び/又は他の典型的な都市構造の形態にある障害物441を含む、都市環境440内で動作する典型的な第1の航空機101の部分的な概略図である。第1の航空機101は、図1~図3を参照して上述されたものと概して類似したやり方で動作し、特定の実施形態では、発射及び/又は捕獲動作の間の飛行(navigation)において助けとなる1以上のセンサ460を含み得る。センサ460は、センシングポッド461内に収容され、その一部分は、図4Bでより詳細に示されている。図4Bで示されるように、センサ460はカメラ462を含み、センシングポッド461は、カメラ462を保護する透明な材料から形成され、カメラ462の環境440に対する適切なアクセスを可能にする。カメラ462は、第1の航空機101によって実行される特定のミッションに応じて、可視波長、赤外線波長、及び/又は他の適切な波長で動作し得る。センシングポッド461は、(図4Aで示される)大規模な視野463を可能にする位置で、第1に航空機101によって保持され得る。カメラ462は、第2の航空機を発射及び捕獲することに関する機能のうちの任意の1つ又は組み合わせを実行するために使用され得る。例えば、カメラ462は、第1の航空機101が、発射及び/又は捕獲動作の間に上昇及び下降する際に、障害物を避けるために使用され得る。回収動作の間に、カメラ462は、捕獲された航空機に損傷を与えることなしに、それを地上に静かに降ろすためにも使用され得る。

10

20

【0029】

図1を参照しながら上述されたように、システム100は、捕獲動作の間に捕獲ライン106を地上に固定するダウンライン装置170を含み得る。少なくとも幾つかの実施形態では、捕獲動作の間に捕獲ラインを地上に固定することが不可能であり又は現実的ではない場合がある。そのような場合では、システムが、捕獲ラインを複数の第1の航空機の間でぶら下げ、地上ベースのアンカーに頼ることなしに、ラインの適切な引張を提供するように構成され得る。例えば、図5Aを参照すると、典型的なシステム500aは、それらの間で第1の捕獲装置505aを運ぶ、2つの第1のすなわち支持航空機501a、501bを含み得る。この実施形態では、第1の捕獲装置505aが、概して垂直な捕獲ライン506a、例えば、水平というよりも垂直である捕獲ラインを含む。2つの第1の航空機501a、501bは、一方が他方の上方に配置され、捕獲ライン506aを概して垂直な方向に配置し得る。第2の航空機120は、例えば、図1を参照して上述されたものと概して類似した構成を有し、捕獲ライン506aと係合するように配置された翼端フック524を含む、対応する第2の捕獲装置523aを含み得る。2つの第1の航空機501a、501bは、協働して飛行し、捕獲ライン506aの適切な引張を提供し、捕獲された後で第2の航空機120を安全に地上へ運び得る。特定の実施形態では、2つの第1の航空機501a、501bの調和された動作は、自律的であり又は部分的に自律的であり、第1の航空機501a、501bは、互いに直接的に通信しながら捕獲及び着陸動作を実行し得る。本実施形態のまた更なる態様では、オペレータによって発行された手動のオーバーライド指示命令(例えば、捕獲の手動制御)が、第1の航空機501a、501bの両方に適用され得る。

30

40

【0030】

図5Bは、図5Aで示されたものと類似した配置を示すが、第1の捕獲装置505bを運ぶ2つの第1のすなわち支持航空機501a、501bは、垂直方向よりもむしろ概して水平方向に配置された捕獲ライン506b(例えば、捕獲ライン506bは、垂直と言うよりも水平である)を含む。この方向付けは、異なる第2の捕獲装置を有する第2の航空機を捕獲するために適切であり得る。例えば、図5Bで示されているように、典型的な第2の航空機520は、今度は、上側フック525及び下側フック526を含む、第2の

50

捕獲装置 5 2 3 b を含み得る。フック 5 2 5、5 2 6 は、通常の飛行の間に収納され、その後、捕獲に先立って展開され得る。特定の実施形態では、捕獲ライン 5 0 6 b に対する第 2 の航空機 5 2 0 の位置に応じて、フック 5 2 5、5 2 6 のうちの一方だけが展開される。他の実施形態では、両方のフック 5 2 5、5 2 6 が展開されて、捕獲動作の間に第 2 の航空機 5 2 0 が捕獲ライン 5 0 6 b の上方を通過するか又は下方を通過するかにかかわらず、捕獲が成功することをより確実に保証し得る。

【0031】

また更なる実施形態では、複数の第 1 の航空機が、ぶら下がった捕獲ライン以外の構成を有する捕獲装置を運搬及び展開し得る。例えば、今度は図 6 を参照すると、2 つの第 1 の航空機 6 0 1 a、6 0 1 b は、それらの間でネット 6 1 0 を含む捕獲装置 6 0 5 を運ぶように構成される。ネット 6 1 0 は、図 5 A、図 5 B を参照して上述された特定の捕獲装置（例えば、翼端フック及び / 又は上側及び下側フック）を有し得ない航空機を捕獲するために使用され得る。本実施形態の一態様では、ネット 6 1 0 を適正に方向付けられた状態で維持するように、ネット 6 1 0 が、下端において又はその近傍に重りを有し得る。別の一実施形態では、（破線で示される）2 つの更なる第 1 の航空機 6 0 1 c、6 0 1 d が使用され、ネット 6 1 0 の下側の角部に対する支持及び位置決めを提供する。特定の実施形態では、ネット 6 1 0 を介して捕獲される（図 6 では示されていない）第 2 の航空機が、そのような捕獲動作に対して具体的に構成され得る。例えば、第 2 の航空機は、第 2 の航空機がネット 6 1 0 と係合する際に遭遇し得る力に耐える、より少ない及び / 又は特に口バスタな突起を有し得る。他の実施形態では、第 2 の航空機及び / 又はネット 6 1 0 を用いて第 2 の航空機を捕獲するために使用される技術が、そのような特定の設計に対する必要性を避けるように構成され得る。例えば、ネット 6 1 0 を運ぶ第 1 の航空機 6 1 0 a、6 1 0 b は、入ってくる第 2 の航空機と同じ方向へネットを飛行させて、第 2 の航空機がネット 6 1 0 と係合する際に、それに与えられる力を低減させ得る。

【0032】

図 1 を参照して上述されたシステムの一実施形態の一態様は、第 1 の航空機の動力源（例えば、バッテリーから電力供給されるモータ、又は内燃機関）が、第 1 の航空機に搭載されて運ばれるというものである。他の実施形態では、地上の動力源から第 1 の航空機へ動力が供給され得る。例えば、今度は図 7 を参照すると、典型的な第 1 の航空機 7 0 1 a は、電力送信リンク 7 3 1 を介して、地上ベースの電力源 7 3 0 から電力を受信し得る。本実施形態の特定の一態様では、電力送信リンク 7 3 1 が、第 1 の航空機 7 0 1 a によって運ばれる電力受信機 7 1 3 に電力を送信する、電力ケーブル 7 3 2 a を含み得る。電力受信機 7 1 3 は、コネクタ 7 1 1、例えば、第 1 の航空機 7 0 1 a の対応する回転翼 7 0 3 を駆動する 1 以上の搭載型の電気モータに接続された、簡易脱着電気コネクタを含み得る。第 1 の航空機 7 0 1 a は、適切に装備された第 2 の航空機 1 2 0 a（図 5 A 参照）を捕獲するための捕獲ライン 7 0 6 を運ぶことができる。

【0033】

図 7 で示される一実施形態の別の一態様では、システムが、例えば、捕獲ライン 7 0 6 との干渉を低減させ又は除去するやり方で、電力送信リンク 7 3 1 を配置するために、2 つの第 1 の航空機 7 0 1 a、7 0 1 b として示される複数の航空機を含み得る。例えば、（実線で示される）1 つの第 1 の航空機 7 0 1 a は、捕獲ライン 7 0 6 及び電力受信機 7 1 3 を運ぶことができ、（点線で示される）別の 1 つの第 1 の航空機 7 0 1 b は、捕獲ライン 7 0 6 から離れるようにオフセットされた位置で、（これもまた点線で示される）対応する電力ケーブル 7 3 2 b を運ぶことができる。したがって、第 1 の航空機のうち的一方は、捕獲動作（及び任意選択的に発射動作）を実行することができ、他方は、サポート機能を提供することができる。サポート機能を実行する第 1 の航空機 7 0 1 b は、捕獲機能を実行する第 1 の航空機 7 0 1 a と同じ構成を有することができ、又は 2 つの航空機は、異なる構成を有することができる。例えば、サポート機能を実行する第 1 の航空機 7 0 1 b は、電力ケーブルを運ぶ機能に関連する荷重が、捕獲機能に関する荷重よりも大きい又は小さいかに応じて、より大きい又はより小さい荷重運搬能力を有し得る。対応する

電力ケーブル 732b は、複数のセグメント、例えば、地上ベースの電源 730 と第 1 の航空機 710b との間の 1 つのセグメント、及び 2 つの第 1 の航空機 710a、701b の間のセグメントを含むことができる。

【0034】

図 7 で示される配置において複数の第 1 の航空機 701 が採用されるか否かにかかわらず、捕獲ライン 706 は、1 以上のアンカー 771 を含むダウンライン装置 770 に取り付けられ得る。アンカー 771 は、種々の機能を実行し得る。例えば、1 つのアンカーは、捕獲動作の間に捕獲ライン 706 にぶつかる第 2 の航空機 120 (図 5A 参照) の衝撃を和らげるための衝撃吸収フィーチャを含む、別の 1 つのアンカーへ捕獲ライン 706 の経路の向きを変更することができる。

10

【0035】

上述されたように、捕獲ライン 706 は、地上ベースのダウンライン装置を介して、又は別の航空機によって引張力をもたらされ得る。図 8 で示される更に別の一実施形態では、典型的な第 1 の航空機 101 が、例えば、捕獲ライン 106 の自由端又はその近傍に取り付けられた、ぶら下がった質量 812 によって引張力をもたらされる、捕獲ライン 106 を運ぶことができる。この配置は、捕獲ライン 106 の引張を提供するための地上 (又は別の第 1 の航空機) へのアクセスを必要とすることなしに、第 1 の航空機 101 が、何らかの近隣の障害物 141 の完全に上方へ配置されている間に、捕獲動作を実行することを可能にする。

20

【0036】

図 9 は、無線リンクを介して地上ベースの動力源 930 から動力を受信するように構成された第 1 の航空機 901 を含む、システム 900 の部分的な概略図である。この実施形態の特定の一態様では、地上ベースの動力源 930 が、放射線源 933、例えば、照明又は他の電磁放射源 934 を含む。第 1 の航空機 901 は、今度は、地上ベースの動力源 930 からエネルギーを受信するように配置された 1 以上の無線受信要素 914 を含む、動力受信機 913 を含み得る。例えば、動力受信機 913 は、放射線 934 を受信し、放射線を電流に変換し、回転翼 103 又は他の推進システム構成要素を駆動するモータに、その電流を提供する、1 以上の太陽電池 915 を含み得る。

【0037】

第 1 の航空機 901 は、ダウンライン装置 970 に連結された捕獲ライン 906 を運ぶように示されている。ダウンライン装置 970 は、捕獲ライン 906 及び (図 9 では示されていない) 捕獲された第 2 の航空機の動きに対処し及び / 又はその動きを制御するための、アンカー 971 (例えば、プーリー) 及び引張装置 972 (例えば、弾力性のあるばね軸受及び / 又は他の衝撃吸収装置) を含み得る。

30

【0038】

図 9 を参照しながら上述されたシステムの実施形態の 1 つの特徴は、地上から第 1 の航空機へエネルギーを送信するための無線システムが、例えば、図 7 を参照しながら上述された電力送信ライン 731 によって課された制限を低減させることによって、第 1 の航空機の飛行動作を簡略化し得る、ということである。逆に、図 7 を参照しながら上述されたタイプの有線の又は直接的な動力送信リンクを使用することは、無線リンク及びそれに関連するエネルギー変換プロセスよりも効率的にエネルギーを提供することができる。

40

【0039】

今度は図 10 を参照すると、上述された実施形態の何れかにおいて、システムが、様々な航空機の動作をモニターし且つ導くための 1 以上のコントローラ 1080 を含む。例えば、第 1 の航空機 101 は、第 1 の搭載型のコントローラ 1083 を含むことができ、第 2 の航空機 120 は、第 2 の搭載型のコントローラ 1084 を含むことができる。これらのコントローラのうちの各々は、推進システム、可動空力翼面、及び / 又は航空機他の構成要素に向けられた信号を介して、それぞれの航空機の動きを指示する。ある実施形態では、第 1 及び第 2 の航空機 101、120 の動作が、完全に自律的であり、各航空機は動作の前に予めプログラムされ得る。他の実施形態では、両方の航空機が、地上ベースの

50

単一のコントローラを介して制御され、また更に特定の一実施形態では、各航空機が個別のコントローラによって制御される。したがって、全体のコントローラ1080は、第1のオペレータ1086aによって操作され、第1の通信リンク1085aを介して第1の航空機101と通信する、第1の非搭載型のコントローラ1081a（例えば、第1の地上局）を含み得る。コントローラ1080は、第2のオペレータ1086bによって操作され、第2の通信リンク1085bを介して第2の航空機120と通信する、第2の非搭載型のコントローラ1081b（例えば、第2の地上局）を更に含み得る。第1及び第2のオペレータ1086a、1086bは、例えば、互いの隣に若しくは互いの近傍に共に配置されることによって、又は電話、二方向ラジオ、若しくは任意の他の適切なより長いレンジの通信装置を介して、口述で互いにコミュニケーションすることができる。非搭載型のコントローラは、第1及び第2の航空機に対する制御指示命令を提供することに加えて、任意の広範囲の様々な診断タスク及び情報タスクを実行することができる。例えば、コントローラは、航空機の発射及び/又は回収のための自動化された又は部分的に自動化されたチェックリスト及びカウントダウン手順を提供することができる。

10

20

30

40

50

【0040】

図11～図13は、本技術の特定の実施形態に従って構成された第1及び第2の航空機を示す。図11から始まって、典型的な第1の航空機101は、第2の航空機120が保持する取り付け装備1127に解放可能に取り付けられた、発射装備1190を含み得る。本実施形態の特定の態様では、取り付け装備1127が、発射装備1190の対応するスロット1192にフィットし、発射装備1190が、解放機構1191を更に含む。解放機構1191は、発射まで取り付け装備1127の動きを抑制し又は妨げることができる。発射の時点では解放機構1191が（図11の点線で示される）解放位置まで移動されることができ、第2の航空機120が下向きにスライドし、スロット1192を介して第1の航空機101から離れることを可能にする。

【0041】

図12で示される一実施形態では、第1の航空機101が、本技術の別の実施形態に従って構成された発射装備1290を含む。発射装備1290は、第2の航空機120が保持する対応する取り付け装備1227と解放可能に係合する、旋回ピン1295を含むことができる。例えば、旋回ピン1295は、図12の平面の中へ又は外へ移動し、取り付け装備1227から係合解除され得る。第1の航空機101は、起動されたときに第2の航空機120のノーズを下向きに強いブランジャー1294を有する位置決め装置1293を更に含み得る。典型的な発射動作の間に、旋回ピン1295及びブランジャー1294は、連続的に作動され、第2の航空機120を解放すると共に第2の航空機120のノーズを下向きに強い、それによって、第2の航空機120は、それ自身で飛行するのに十分な対気速度を得て、第1の航空機101と干渉する可能性を低減させる。例えば、一実施形態では、ピン1295が先ず係合解除され、ピン1295が成功裡に係合解除されたという表示に際して、その後、ブランジャー1294が、第2の航空機120のノーズを下へ押すように動作する。別の実施形態では、ピン1295が開放される前に、ブランジャー1294が、先ず、第2の航空機120を下向き方向へ配置するように作動される。これらの実施形態の何れでも、第2の航空機120は、最初は水平な姿勢で運搬され、例えば、第1の航空機101は発射現場まで水平に飛行する。この配置の1つの利点は、この飛行の間に第2の航空機120と第1の航空機101の両方に対する抵抗を低減させることが期待できるということである。

【0042】

図13は、図2で示された第1の航空機101と第2の航空機120を含む、典型的なシステム1300の更なる詳細を示す。第1の航空機101は、中央部分107及び複数の外向きに延在するアーム108によって形成された機体102を含み得る。各アーム108は、1以上の回転翼103を支持することができる。例えば、図13で示される一実施形態では、4つのアームの各々が、2つの逆方向に回転する回転翼103を支持する。第1の航空機101は、複数の着陸ギア1309、及び第1の航空機101が地上にある

間に、第1の航空機101が第2の航空機120を支持することを可能にするように構成された発射装置190を更に含み得る。この位置で、着陸ギア1309は、第2の航空機120が第2の航空機120のプロペラ1329が動作することを可能にするために十分な地上との隙間を提供する。この特定の実施形態では、着陸ギア1309が、各々が4つのアーム108のうちの一つを支持するように構成された4つの要素を含み得る。着陸ギア要素の1以上(例えば、2つ)は、第1の航空機1301の飛行安定性を高めるための垂直安定板1316として動作する、平坦で垂直に延在する翼面を有するように更に構成され得る。

【0043】

図14A~図14Dは、本技術の更なる実施形態による、海洋又は水ベースの環境内で無人航空輸送体を捕獲するためのシステム及び方法を示す。例示目的で、捕獲動作が図14A~図14Dで示されている。他の実施形態では、同じ又は異なる航空機が、例えば、上述された技術に従って、UAVを発射するために使用され得る。

10

【0044】

図14Aから始まって、典型的なシステム1400aは、第2の航空機120を捕獲及び/又は発射するように構成された第1の航空機101を含み得る。したがって、第1の航空機101は、今度はダウンライン装置1470に連結された捕獲ライン106を運ぶことができる。ダウンライン装置1470は、水上輸送船舶(例えば、ボート、船、はしけ、及び/又は他の適切なプラットフォーム)によって少なくとも部分的に運ばれ、連結装置1474(例えば、シッピング又は他の適切な装置)を用いて捕獲ライン106に連結されたドラッグケーブル1473を含み得る。ドラッグケーブル1473は、ドラッグケーブル1473を巻き取り、且つ、巻き戻すために使用され得る、ドラッグケーブル展開装置1475(例えば、ウインチ)に連結される。ドラッグケーブル1473は、その反対側の端部において、浸水可能なアンカー、例えば、海錨1471、並びに(任意選択的に)ドラッグケーブル1473を捕獲ライン106及び船舶1477に対して安定な方向に維持する更なる質量1476に連結され得る。

20

【0045】

動作の1つのモードでは、第2の航空機120が捕獲ライン106へと飛行し、概して上述したものと類似するやり方で、翼端フック124を捕獲ライン106に係合させる。その後、ドラッグケーブル展開装置1475は、第1の航空機101が捕獲された第2の航空機120を正確に置くために船舶へ下降する前に又は後で、捕獲ライン106、海錨1471、及び質量1476を巻き取るために使用され得る。

30

【0046】

(図14B~図14Dで示される)別の実施形態によるシステム1400bは、ドラッグケーブル1473を介して船舶1477に取り付けられることなしに動作する、第1の航空機101を含む。代わりに、第1の航空機101は、捕獲ライン106、海錨1471、及び任意選択的に更なる質量1476を伴って、船舶1477によって特定の位置まで運ばれ解放され得る。解放された後で、第1の航空機101は、上述されたものと概して類似したやり方で、第2の航空機120を捕獲する。その後、第1の航空機101は、第2の航空機120を船舶1477まで運搬するように飛行する。例えば、図14Cで示されるように、第1の航空機101は、第2の航空機120、海錨1471、及び更なる質量1476を、水面から持ち上げ船舶1477に向かって飛行する。図14Dで示されるように、船舶1477では、第1の航空機101が、第2の航空機120を降ろして船舶1477に固定させ、その後、それ自身が船舶1477上に着陸する。

40

【0047】

図1~図14Dを参照しながら上述された幾つかの実施形態の一態様では、本開示の無人航空輸送体システムが、第2の無人航空機を発射し、回収し、又は発射及び回収する、第1の無人航空機を含み得る。この特徴の1つの利点は、第2の航空機が、非常に制限されたアクセスを有する現場から展開され、非常に制限されたアクセスを有する現場へ戻ることを可能にするということである。したがって、そのようなシステムは、固定翼構成を

50

有する第2の無人航空機が通常アクセスすることができない領域内で、動作することができる。そのような航空機は、通常、マルチロータ無人航空輸送体よりも長い航続時間を有するので、そのような航空機を展開させ、より遠隔のアクセスできない場所から回収する能力は、システムの全体の活動範囲及び航続時間を著しく高めることができる。

【0048】

上述の実施形態の少なくとも幾つかの別の1つの特徴は、第1及び第2の航空機の構成が、航空機によって実行される異なるミッションに対応するやり方で、大幅に異なり得ることである。例えば、第1の航空機は、比較的短い航続時間を有するように構成され、垂直に離陸及び着陸できるように構成され、それによって、限定された空間内で動作し得ることを可能にする。対照的に、第2の航空機は、長い範囲のミッションを実行するように構成され、第1の航空機によって発射及び/又は捕獲されるように更に構成され得る。

10

【0049】

上述の事から、本技術の特定の実施形態が例示目的で本明細書において説明されたが、本開示の技術から逸脱することなしに様々な変形が行われ得ることは理解されるだろう。例えば、上述された第1及び第2の航空機は、図面で明示的に示されたものとは異なる構成を有し得る。概して、第1の航空機はVTOL構成を有し、第2の航空機は異なる(例えば、固定翼の)構成を有し得る。しかし、他の実施形態では、第1及び第2の航空機の何れか又は両方が、他の構成を有し得る。

【0050】

上述されたように、第1の航空機は、発射機能だけを実行し、捕獲機能だけを実行し、又は発射及び捕獲機能の両方を実行し得る。特定の実施形態では、同じ航空機が、発射及び捕獲機能の両方を実行し得る。例えば、図14A~図14Dで示された第1の航空機は、(示されたような)捕獲動作、若しくは発射動作、又はそれらの両方のために構成され得る。他の実施形態では、(例えば、同じ又は異なる構成を有する)異なる航空機が、発射及び捕獲機能を実行し得る。例えば、ある実施形態では、1つの航空機が第2の航空機を発射し、その1つの航空機が再充電され又はさもなければ別の1つの発射のために準備されている一方で、異なる航空機が捕獲機能を実行する。

20

【0051】

上述されたUAV(例えば、第2の航空機120)は、概して、サイズが小さいか中ぐらいである。例えば、典型的な第2の航空機は、40から55ポンドまでの離陸総重量を有する。他の実施形態では、第2の航空機が、他の適切な重量を有し得る。

30

【0052】

上述された実施形態のうちの幾つかは、障害物を有する環境、例えば、森林環境、混雑した都市環境、及び/又は他のそのような環境の文脈で説明された。他の実施形態では、同じ又は類似のシステムが、そのような障害物を有しない環境内で使用され得る。

【0053】

上述の第1の航空機は、4つ又は8つの回転翼を有するマルチロータ航空機として示されている。他の実施形態では、第1の航空機が、他の回転翼構成(例えば、6つの回転翼)を有し得る。これらの実施形態の何れにおいても、第1の航空機に動力提供するために使用される動力源は、バッテリー、内燃機関、タービン、燃料電池、及び/又は他の適切な源を含み得る。

40

【0054】

第1の航空機が地上ベースの源(例えば、電力ケーブル)から動力を受信する特定の実施形態では、電力ケーブルによって提供される機能が、捕獲ラインによって提供される機能と組み合わせられ得る。例えば、同じケーブルが、地上から電力を第1の航空機に送り、第2の航空機を捕獲するためにも使用され得る。そのような実施形態では、ケーブルが、第1の航空機に必要なとされる電流を送るのに十分に厚く、第2の航空機によって運ばれる捕獲装置と係合するのに十分に薄く、第2の捕獲装置との複数の衝撃に耐えるのに十分にロバストである。

50

【 0 0 5 5 】

概して、捕獲ラインは、通常の発射動作の間において空中に運ばれない。他の実施形態では、捕獲ラインが、発射動作の間に第2の航空機と共に持ち上げられ得る。したがって、第2の航空機が発射の直後に不具合を経験したならば、回収ラインが、第2の航空機を回収するために使用され得る。第1の航空機が前方へ飛行している間よりもむしろ、第1の航空機がホバリングしている間に、第2の航空機が第1の航空機から発射され得るならば、そのような配置は適切であり得る。また更なる実施形態では、回収ラインが地上に連結されることなしに、第1の航空機が完全に搭載された回収ラインを運び得る。したがって、回収ラインは、第1の航空機内に収納され、回収のために必要とされるときにだけ展開され得る。

10

【 0 0 5 6 】

(例えば、図5A～図7を参照しながら上述されたように)複数の航空機が発射及び/又は捕獲動作を実行及び/又はサポートするために展開されたときに、航空機のうちの幾つかは、図5Aを参照しながら上述されたマスター/スレーブの配置、又は別の適切な配置において、互いに協働して動作するような指示命令をプログラムされ得る。

【 0 0 5 7 】

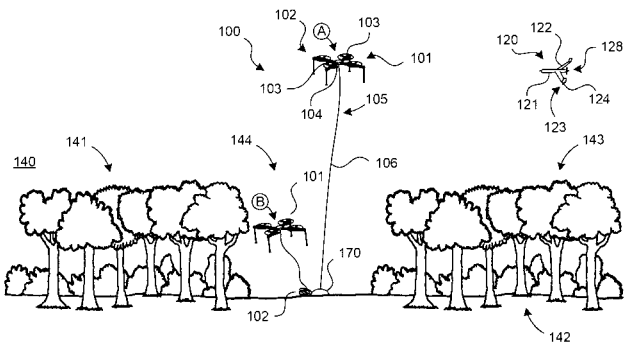
特定の実施形態の文脈で説明された技術の特定の態様は、他の実施形態では組み合わせられ又は除去され得る。例えば、発射及び回収機能は、単一の航空機に統合され得るか又は複数の航空機の間で分散され得る。図4A、図4Bで示された一実施形態の文脈で説明されたセンサは、同様に他の実施形態にも含まれ得る。更に、本技術の特定の実施形態に関連する利点が、それらの実施形態の文脈で説明されたが、他の実施形態でも前記利点は提示され、且つ、本技術の範囲内に含まれるために、全ての実施形態が、そのような利点を提示することは必ずしも必要とされない。したがって、本開示及び関連する技術は、本明細書で明示的に説明されなかった又は示されなかった他の実施形態を包含し得る。

20

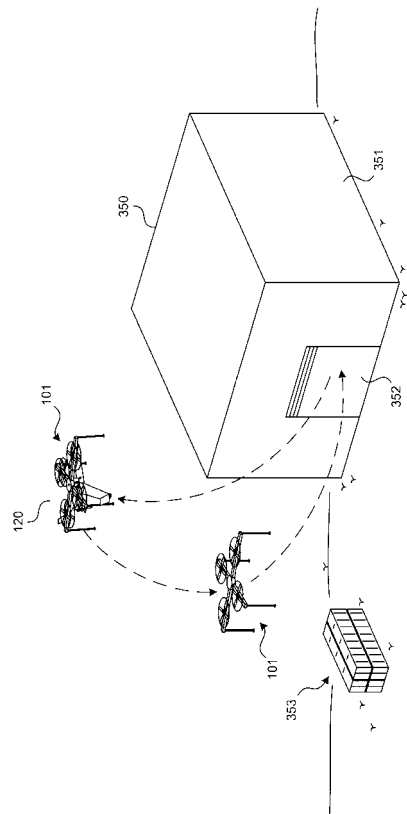
【 0 0 5 8 】

参照することによって本明細書に組み込まれた資料の何れかが本開示と対立する範囲において、本開示は制限される。

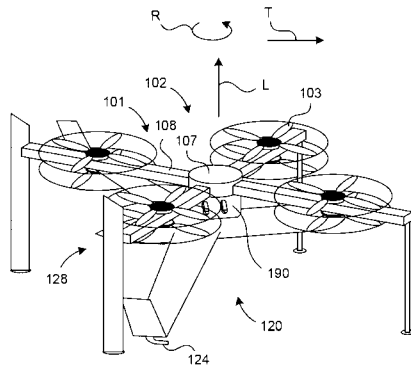
【 図 1 】



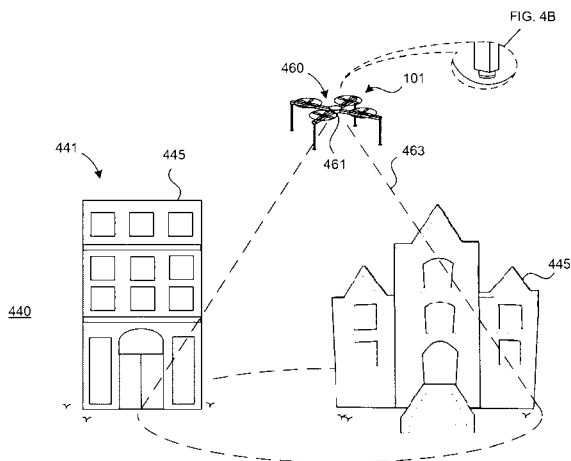
【 図 3 】



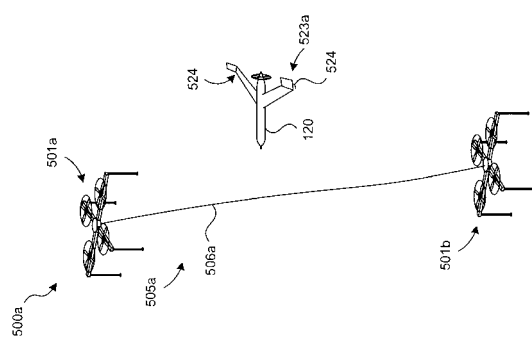
【 図 2 】



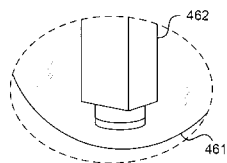
【 図 4 A 】



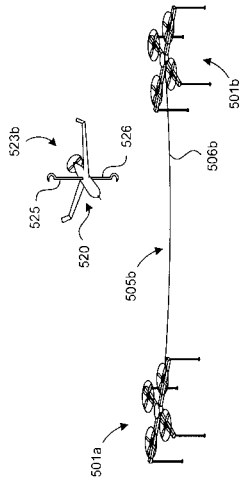
【 図 5 A 】



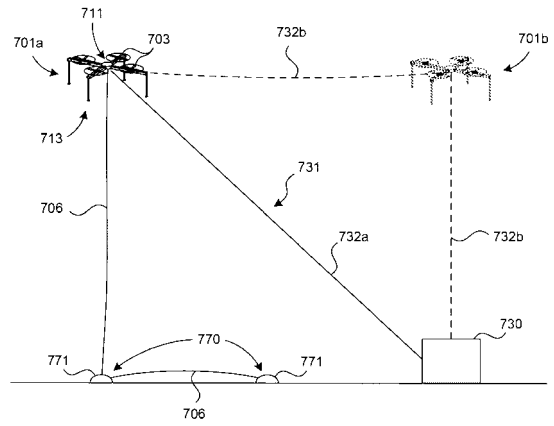
【 図 4 B 】



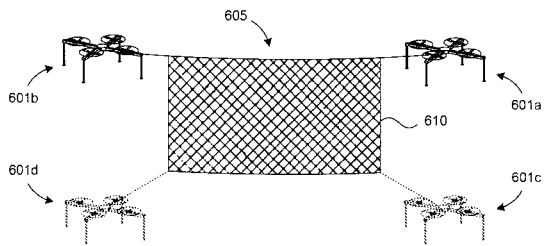
【 図 5 B 】



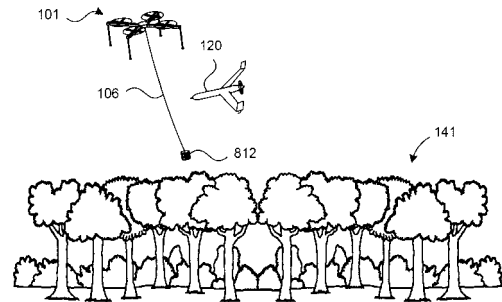
【 図 7 】



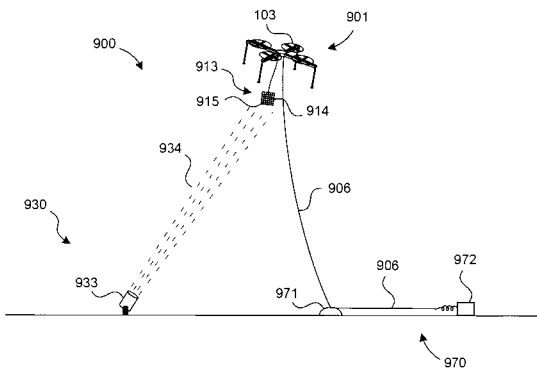
【 図 6 】



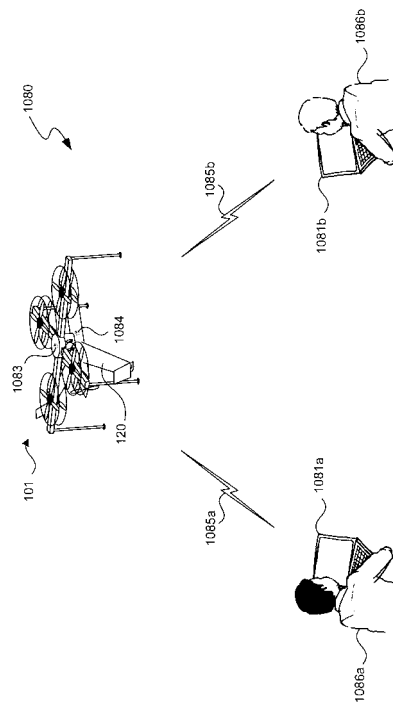
【 図 8 】



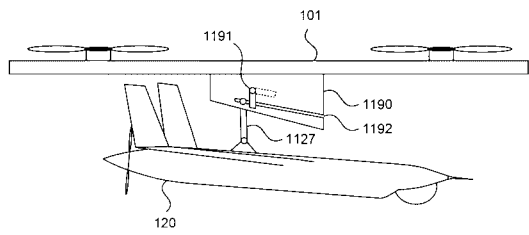
【 図 9 】



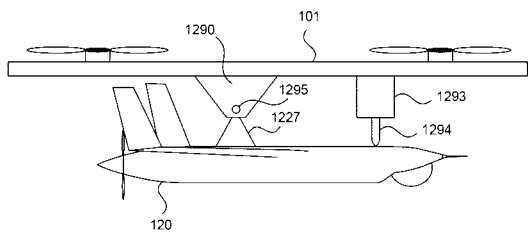
【 図 10 】



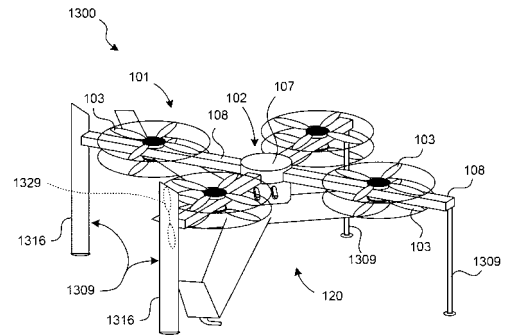
【 図 1 1 】



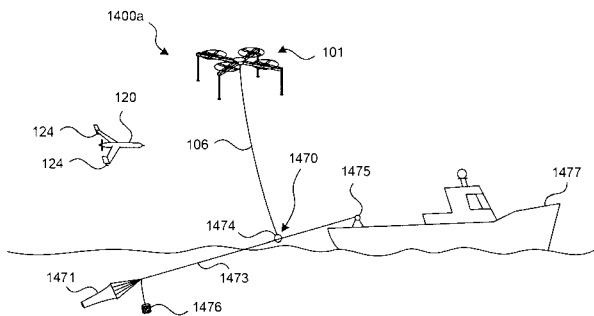
【 図 1 2 】



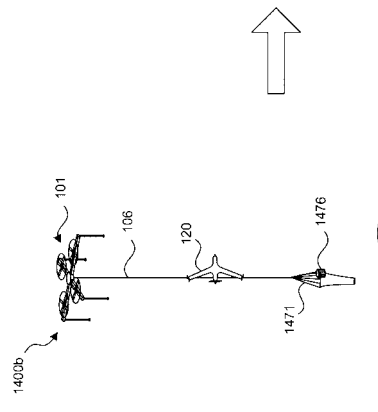
【 図 1 3 】



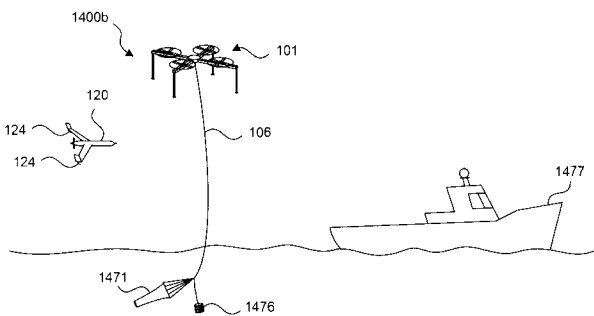
【 図 1 4 A 】



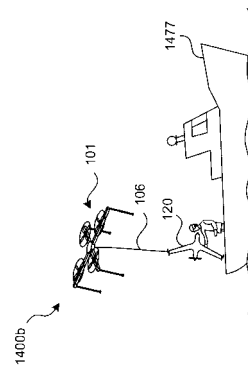
【 図 1 4 C 】



【 図 1 4 B 】



【 図 1 4 D 】



フロントページの続き

- (72)発明者 マッグルー, ジェームズ
アメリカ合衆国 ワシントン 9 8 6 0 5 , ビンゲン, イースト コロンビア リバー ウェ
イ 1 1 8
- (72)発明者 デヴィッドソン, ダーシー
アメリカ合衆国 ワシントン 9 8 6 0 5 , ビンゲン, イースト コロンビア リバー ウェ
イ 1 1 8
- (72)発明者 ガスリー, チャーリー
アメリカ合衆国 ワシントン 9 8 6 0 5 , ビンゲン, イースト コロンビア リバー ウェ
イ 1 1 8
- (72)発明者 クンツ, ピーター
アメリカ合衆国 ワシントン 9 8 6 0 5 , ビンゲン, イースト コロンビア リバー ウェ
イ 1 1 8
- (72)発明者 リースディク, ロルフ
アメリカ合衆国 ワシントン 9 8 6 0 5 , ビンゲン, イースト コロンビア リバー ウェ
イ 1 1 8

【外国語明細書】

2017149402000001.pdf

2017149402000002.pdf

2017149402000003.pdf

2017149402000004.pdf