

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特 許 公 報(B2)

(11) 特許番号

特許第5988391号
(P5988391)

(45) 発行日 平成28年9月7日(2016.9.7)

(24) 登録日 平成28年8月19日(2016.8.19)

(51) Int. Cl.		F I	
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 C	13/18	(2006.01)	B 6 4 C 13/18 D
H O 2 J	50/00	(2016.01)	B 6 4 C 13/18 B
			H O 2 J 50/00

請求項の数 8 (全 14 頁)

(21) 出願番号	特願2013-543164 (P2013-543164)
(86) (22) 出願日	平成23年9月23日 (2011.9.23)
(65) 公表番号	特表2014-500827 (P2014-500827A)
(43) 公表日	平成26年1月16日 (2014.1.16)
(86) 国際出願番号	PCT/US2011/053133
(87) 国際公開番号	W02012/078232
(87) 国際公開日	平成24年6月14日 (2012.6.14)
審査請求日	平成26年9月19日 (2014.9.19)
(31) 優先権主張番号	12/964,500
(32) 優先日	平成22年12月9日 (2010.12.9)
(33) 優先権主張国	米国 (US)

前置審査

(73) 特許権者	500520743 ザ・ボーイング・カンパニー The Boeing Company アメリカ合衆国、60606-2016 イリノイ州、シカゴ、ノース・リバーサイド・プラザ、100
(74) 代理人	110002077 園田・小林特許業務法人
(72) 発明者	ティロットソン、ブライアン ジェー。 アメリカ合衆国 ワシントン 98042 、ケント、146番 アヴェニュー サウスイースト 24231

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 無人ビークル及びシステム

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項 1】

無人ビークル(206)であって、
前記無人ビークル(206)を、ビーム源(202)から放出されるエネルギービーム(204)に対して誘導するように構成されたナビゲーションシステム(248)と、
前記ビーム(204)からエネルギーを受け取るように構成された電力受給器(208)と、

受け取ったエネルギーを貯蔵して前記無人ビークル(206)に選択的に給電するために利用するように構成されたエネルギー貯蔵システム(244)と、

前記無人ビークル(206)を高精度に位置決めすることができるように構成された位置制御システム(250)と
を備え、

前記位置制御システム(250)は、更に、前記電力受給器(208)の電力出力を測定するように構成されており、前記位置制御システム(250)は、更に、各電力出力測定値に関連する時刻を測定するように構成されており、

前記位置制御システム(250)は、慣性測定ユニット(270)と、前記無人ビークル(206)の相対位置を測定するように構成された少なくとも1つのセンサ(272)とを備え、前記少なくとも1つのセンサ(272)は、オブジェクト特徴点及び光ビーコンのうちの少なくとも1つを検出するように構成されたカメラ(264)を備える、無人ビークル(206)。

10

20

【請求項 2】

前記無人ビークル(206)が、無人飛行体「UAV」であり、前記無人ビークル(206)が前記無人ビークル(206)を推進するように構成されたビークル推進システム(240)を更に備え、前記ビークル推進システム(240)は、少なくとも1つのモータ(252)と、少なくとも1つの位置決め装置(254)とを備えている、請求項1に記載の無人ビークル(206)。

【請求項 3】

前記電力受給器(208)は、光起電力アレイ及びレクテナのうちの少なくとも1つを含んでいる、請求項1または2に記載の無人ビークル(206)。

【請求項 4】

前記ナビゲーションシステム(248)は、更に、
前記エネルギー貯蔵システム(244)に貯蔵されるエネルギーの量を測定し、
貯蔵エネルギーが所定の閾値を下回ると、前記無人ビークル(206)を前記エネルギービームに案内する
ように構成されており、前記ナビゲーションシステム(248)は、更に、全地球測位システム「GPS」座標、視覚キュー、及び無線信号のうちの少なくとも1つを利用して、前記無人ビークル(206)を誘導するように構成されている、請求項1から3のいずれか一項に記載の無人ビークル(206)。

【請求項 5】

エネルギービーム(204)を放出するよう構成されたビーム源(202)と、
請求項1から4のいずれか一項に記載の無人ビークル(206)とを備え、
前記電力受給器(208)が前記ビーム源(202)により放出された前記エネルギービーム(204)からエネルギーを受け取るように構成されているビークルシステム。

【請求項 6】

ビークルシステムであって、
エネルギービーム(204)を放出するよう構成されたビーム源(202)、及び
無人ビークル(206)を備えており、
前記無人ビークル(206)は、ナビゲーションシステム(248)と、電力受給器(208)と、エネルギー貯蔵システム(244)とを備え、前記ナビゲーションシステム(248)は前記無人ビークル(206)をビーム(204)に対して位置決めするように構成されており、前記電力受給器(208)はビーム(204)からエネルギーを受け取るように構成されており、前記エネルギー貯蔵システム(244)は、受け取ったエネルギーを貯蔵して前記無人ビークル(206)に給電するために利用するように構成されており、

前記ビーム源(202)は、前記無人ビークル(206)を前記ビーム(204)の略中心に位置させるように構成された位置基準システム(222)を備え、前記位置基準システム(222)は、ローカル基準信号、及び前記無人ビークル(206)に連結されたカメラから観測できる一連のオブジェクト特徴点のうちの少なくとも一方を含む、
ビークルシステム。

【請求項 7】

前記ビーム源(202)は、前記無人ビークル(206)を支援してビーム(204)の位置を特定し易くするように構成された位置特定システム(220)を含んでおり、前記位置特定システムは全地球測位システム「GPS」を使用する、請求項6に記載のビークルシステム。

【請求項 8】

前記ビーム源(202)は、接近作動システム(224)を含み、前記接近作動システム(224)は、前記無人ビークル(206)から放出される音を認識するように構成された音響センサ、前記無人ビークル(206)の出現を認識するように構成された視覚センサ、及び位置データを前記無人ビークル(206)から受信するように構成された無線機のうちの少なくとも1つを含む、請求項6または7に記載のビークルシステム。

10

20

30

40

50

【発明の詳細な説明】

【背景技術】

【0001】

本開示の分野は、概して無人ビークルに関するものであり、特に被給電無人空中ビークルに関するものである。無人ビークルは、運転エネルギーを必要とし、定期的に燃料を補給し、修理し、保守して運転を継続する。無人ビークルの可用性を高めるために、搬入/搬出、燃料補給、メンテナンス、及び修理に要する時間を最小限に抑えることが望ましい。ビーム給電システムによって、ビークルが基地に戻って燃料補給する、または充電する必要を無くすことができる。更に、無人空中ビークル(UAV)の場合、ビーム給電システムによって、着陸/離陸回数を減らすこともできる。したがって、ビーム給電システムによって、UAVのメンテナンス及び修理の頻度を減らすことができる。

10

【0002】

しかしながら、公知のビーム給電システムの使用は限定されている。少なくとも幾つかの公知のビーム給電システムは、無人ビークルが移動している状態でビームを無人ビークルに誘導し、従ってビームを移動させて、ビークルの移動に追従させる。ビームステアリングには普通、光学システムまたは機械的に操作するマイクロ波システムの正確で複雑な可動構成部品群が必要であり、フェーズドアレイマイクロ波システムの複雑で高価な電子機器が必要である。このようなステアリングシステムによって、コスト、重量、脆弱性、及び複雑さがビーム給電システムに加わる。

【0003】

少なくとも幾つかの他の公知のビーム給電システムは、固定ビーム源と、一連のワイヤまたはレールに接続されて、確実にビームの内部に位置し続けるように動きを拘束されたビークルとを含む。しかしながら、ビークルは、ビームから離れる方向に移動することができないので、このようなシステムの使用は限定される。他の公知のシステムは、固定ビーム源を用いて、ワイヤまたはレールで物理的に繋がれることのないビークルを照射する。しかしながら、このようなシステムでは、ビークルは、推進構造、すなわち所定の光学的及び空気力学的構造を有し、これにより、ビークルがビームの中心に確実に位置し続ける。この場合も同じように、このようなシステムは、ビークルがビームの外側を移動することができない、またはビームの外側で運転することができないので限定される。

20

【発明の概要】

【0004】

1つの実施形態では、無人ビークルが提供される。前記無人ビークルは、前記無人ビークルをビーム源から放出されるエネルギービームに対して誘導するように構成されたナビゲーションシステムと、エネルギーを前記ビームから受け取るように構成された電力受給器と、受け取ったエネルギーを貯蔵して前記無人ビークルに選択的に給電するために利用するように構成されたエネルギー貯蔵システムとを含む。

30

【0005】

別の実施形態では、ビークルシステムが提供される。前記ビークルシステムは、エネルギービームを放出するように構成されたビーム源と、無人ビークルとを備え、該無人ビークルは、ナビゲーションシステムと、電力受給器と、エネルギー貯蔵システムとを備え、前記ナビゲーションシステムは、前記無人ビークルを前記ビームに対して位置決めするように構成され、前記電力受給器は、エネルギーを前記ビームから受け取るように構成され、前記エネルギー貯蔵システムは、前記受け取ったエネルギーを貯蔵して前記無人ビークルに給電するために利用するように構成された。

40

【図面の簡単な説明】

【0006】

【図1】図1は、例示的な公知のビーム給電システムの模式図である。

【図2】図2は、例示的なビーム給電システムの模式図である。

【図3】図3は、図2に示すビーム給電システムに使用することができる例示的なビーム源の模式図である。

50

【図4】図4は、図2に示すビーム給電システムに使用することができる例示的な無人ビークルの模式図である。

【図5】図5は、図2に示すビーム給電システムのような例示的なビーム給電システムの例示的な用法を示す図である。

【発明を実施するための形態】

【0007】

本明細書において記載されるシステムは、公知のビーム給電システムの不具合のうちの少なくとも幾つかを解決する。更に詳細には、本明細書において記載されるシステムは、公知のビーム給電システムに関連するコスト、重量、複雑さ、及びメンテナンスに対する要求を軽減するビーム給電システムを提供する。更に、本明細書において記載されるシステムはまた、複数の異なるプラットフォーム、および複数の異なる環境に取り付け、操作することができるビーム源を提供する。

10

【0008】

図1は、例示的な公知のビーム給電システム100の模式図である。例示的な実施形態では、ビーム給電システム100は、ビーム源102と、ビーム104と、無人ビークル106と、ステアリングミラー108と、制御システム110とを含む。制御システム110は、位置センサ112と、コントローラ114と、オペレータ制御インターフェース116とを含む。使用状態では、制御システム110は、ステアリングミラー108を操作して、ビーム源102から放出されるビーム104の相対的方向を変化させる。位置センサ112は、無人ビークル106の位置を検出することができ、ステアリングミラー108を操作して、ビーム104を無人ビークル106に向かって放出することができる。ステアリングミラー108はビーム104を回転させて、無人ビークル106を或る角度範囲で追跡するだけでなく、ビーム104の焦点距離を調整して、無人ビークル106とビーム源102との間の離間距離が変化するとき、正しい強度を無人ビークル106上で保持することができる。特に、ビーム給電システム100は、正しく動作するために極めて高性能の電子部品及び機械部品を必要とする。

20

【0009】

図2は、例示的なビーム給電システム200の模式図である。例示的な実施形態では、ビーム給電システム200は、ビーム源202と、ビーム204と、無人ビークル206とを含む。例示的な実施形態では、無人ビークル206は無人飛行体(UAV)である。別の実施形態では、無人ビークル206は、垂直離着陸(VTOL)UAVである。別の構成として、無人ビークル206は、本明細書に記載の通りに機能することができる任意の種類の人ビークルとすることができ、種類の人ビークルとして、これらには限定されないが、飛行船、固定翼UAV、地上ビークル、または水上ビークル(図示せず)を挙げることができる。

30

【0010】

例示的な実施形態では、ビーム源202はビーム204を放出する。ビーム204はエネルギービームである。例示的な実施形態では、ビーム源202は所定の位置に固定されて、ビーム源202及びビーム204が無人ビークル206に追従しない、または無人ビークル206に合わせて移動しない。更に、例示的な実施形態では、ビーム源202は固定焦点距離を有する。別の実施形態では、ビーム204の方向は調整可能であり、および/またはビーム源202は、ビーム204を有限距離にまで延長できる、または有限距離に収束させることができるレンズまたは凹ミラーのような少なくとも1つの光学素子を含むことができる。

40

【0011】

例示的な実施形態では、ビーム源202はエネルギー源から受け取るエネルギーを比較的狭幅の電磁波ビームに変換し、この電磁波ビームは、無人ビークル206による接近に適する一定方向に放出される。1つの実施形態では、ビーム源202は、電気エネルギー源に接続される。別の実施形態では、任意の適切な電源を用いてビーム源202に給電することができる。

50

【 0 0 1 2 】

例示的な実施形態では、ビーム源 2 0 2 を上方に向けて、ビーム 2 0 4 を略垂直方向に放出する。別の構成として、ビーム源 2 0 2 は選択的に調整可能であることにより、ビーム 2 0 4 を、ビーム給電システム 2 0 0 が本明細書に記載される通りに機能することができるように任意の方向に放出することができる。更に、例示的な実施形態では、ビーム源 2 0 2 は、静止地上プラットフォームに取り付けられる。別の実施形態では、ビーム源 2 0 2 は、構造物または移動ビークルに接続される。

【 0 0 1 3 】

異なる態様では、異なる種類の電磁エネルギーをビーム源 2 0 2 から放出させて、無人ビークル 2 0 6 に給電する。各態様では、放出される電磁エネルギーの種類は、以下に更に詳細に説明するように、無人ビークル 2 0 6 が受け取り、貯蔵するように構成された電磁エネルギーの種類に一致する。したがって、例示的な実施形態では、無人ビークル 2 0 6 は、ビーム源 2 0 2 から放出される電磁エネルギーを受け取る電力受給器 2 0 8 を含む。例えば、1つの実施形態では、電力受給器 2 0 8 は光起電力型受光素子である。

10

【 0 0 1 4 】

1つの実施形態では、ビーム源 2 0 2 は、無人ビークル 2 0 6 に搭載される電力受給器 2 0 8 の光起電力素子のバンドギャップに略一致するように調整されるレーザ光源または別の単色光源を用いる。光源は、電力への光起電力変換効率を容易に最大化するように選択することができる。別の構成として、光源は、ビーム輝度を最適化するように選択することができるので、ビームが狭幅及び強度を保持する範囲を容易に最大化することができる。

20

【 0 0 1 5 】

例示的な実施形態では、ビーム源 2 0 2 は、単色光源を用いて送信される。この技術分野の当業者であれば、他の実施形態では、他の種類のビーム源を用いることができることを理解できるであろう。例えば、1つの別の実施形態では、広帯域スペクトルの可視光ビーム（ハロゲンランプまたはサーチライトのような）を用いる。他の実施形態では、マイクロ波ビームを用いて、エンドツーエンドの電力変換効率を最大にする、またはビーム給電システム 2 0 0 の可観測性を低くすることができる。

【 0 0 1 6 】

ビーム源 2 0 2 は、ビーム 2 0 4 を収束させて高強度部分を、ビーム源 2 0 2 から一定の有限距離の位置に形成する。1つの別の実施形態では、ビーム源 2 0 2 は、複数の個別ビーム源を含み、これらのビーム源を配置し、向きを設定することにより、これらのビーム源の個々のビームを交差させて、高強度部分を、ビーム源 2 0 2 から一定の有限距離の位置に形成する。更に、1つの実施形態では、ビーム源 2 0 2 は高強度部分を、ビーム 2 0 4 の断面が、電力受給器 2 0 8 のレイアウトに略一致する位置に形成する。例えば、無人ビークル 2 0 6 内の電力受給器 2 0 8 が、矩形の光起電力アレイである場合、ビーム源 2 0 2 は、略矩形の形状を持つビーム 2 0 4 を、ビーム源の高強度部分の近傍に投射することができる。別の構成として、電力受給器 2 0 8 が円形アレイを有する場合、ビーム源は、略円形の形状を持つビーム 2 0 4 を、ビーム源の高強度部分の近傍に投射するように構成することができる。例示的な実施形態では、以下に更に詳細に説明するように、無人ビークル 2 0 6 は、電力受給器 2 0 8 を、ビーム源 2 0 2 の高強度部分に位置合わせするように構成された。

30

40

【 0 0 1 7 】

図 3 は、図 2 に示すビーム給電システム 2 0 0 に使用することができる例示的なビーム源 2 0 2 の模式図である。例示的な実施形態では、ビーム源 2 0 2 は、位置特定システム 2 2 0 と、位置基準システム 2 2 2 と、接近作動システム 2 2 4 とを含む。

【 0 0 1 8 】

例示的な実施形態では、位置特定システム 2 2 0 によって、無人ビークル 2 0 6 は、無人ビークル 2 0 6 がビーム源 2 0 2 から或る距離に位置するときにビーム 2 0 4 の位置を特定し易くなる。1つの別の実施形態では、位置特定システム 2 2 0 は、ビーム源 2 0 2

50

の位置の特定を可能にする全地球測位システム（GPS）と、ビーム源202の位置を無人ビークル206に送信する無線機とを含む。別の構成として、位置特定システム220は、任意の他の位置特定システムを含むことができ、他の位置特定システムによってビーム給電システム200は、本明細書において記載される通りに機能することができる。

【0019】

例示的な実施形態では、ビーム源202は、更に、位置基準システム222を含み、位置基準システム222によって無人ビークル206は、一旦、無人ビークル206がビーム源202の所定の近傍内に位置すると、無人ビークル自体がビーム204の中心に位置し易くなる。1つの例示的な実施形態では、位置基準システム222は、差分GPS（DGPS）のようなローカル基準信号を送信する。別の構成として、位置基準システム222は、無人ビークル206に搭載されるカメラで観測することができる一連のオブジェクト特徴点（図示せず）を含むことができる。

10

【0020】

ビーム源202は、更に、無人ビークル206がビーム源202の所定の近傍内に位置するときに接近作動システム224を作動させる接近作動システム224を含む。したがって、接近作動システム224は、無人ビークル206がビーム204から所定距離内に位置しているかどうかを判断することができる。接近作動システム224を用いて、ビーム源202は、ビーム源202に対する無人ビークル206の位置によって異なるように、選択的に作動状態になることができる。別の構成として、非作動状態になるのではなく、ビーム源202は、無人ビークル206が所定の近傍の外部にあるときに電力低減動作モードに切り替わることができる。1つの実施形態では、接近作動システム224は、無人ビークル206から放出される音を認識する音響センサを含む。別の構成として、接近作動システム224は、無人ビークル206の出現を認識する視覚センサ及び/又は位置データを無人ビークル206から受信する無線機を含むことができる。

20

【0021】

図4は、図2に示すビーム給電システム200に用いることができる例示的な無人ビークル206の模式図である。例示的な実施形態では、無人ビークル206は、垂直離着陸（VTOL）無人飛行体（UAV）である。しかしながら、別の実施形態では、無人ビークル206は、異なる種類のUAV、地上ビークル、または水上ビークルとすることができる。無人ビークル206がUAVである少なくとも幾つかの実施形態の場合、無人ビークル206は、ビーム204内でホバリング状態に飛行することができる。1つの実施形態では、無人ビークル206は固定翼UAVであり、この固定翼UAVは、十分高い推力重量比を有するので、無人ビークル206は垂直方向に上昇し、無人ビークルのプロペラの推力による「吊り」で高度をほぼ維持することにより、ビーム204に対して略一定の位置に留まることができる。

30

【0022】

例示的な実施形態では、無人ビークル206は、ビークル推進システム240と、制御システム242と、電力供給器208と、エネルギー貯蔵システム244と、1つ以上の積載システム246と、ナビゲーションシステム248と、位置制御システム250とを含み、これらの構成要素の各々は、以下に更に詳細に説明される。本明細書において記載される多くの実施形態では、相互作用が無人ビークル206とビーム204との間で行なわれるが、この技術分野の当業者であれば、本明細書において記載される無人ビークル206は、更に、ビーム源を利用することができない場合に飛び立ち、動作することができることを理解できるであろう。

40

【0023】

ビークル推進システム240を用いて、無人ビークル206の相対位置を変更する、または保持する。例示的な実施形態では、ビークル推進システム240は、少なくとも1つの位置決め装置254に接続される少なくとも1つのモータ252を含む。例示的な実施形態では、位置決め装置254はプロペラである。別の構成として、位置決め装置254は、無人ビークル206の位置を変更することができる任意の装置とすることができる。任

50

意の装置として、これらには限定されないが、ホイール、トレッド機構、翼、及び/又はビークル推進システム240及び無人ビークル206を本明細書に記載の通りに機能させることができる任意の装置を挙げることができる。

【0024】

制御システム242は、ビークル推進システム240の動作を制御する。無人ビークル206の相対位置を変更する、または保持するために、制御システム242は、モータ252と通信して、位置決め装置254を動作させる。例示的な実施形態では、制御システム242は、電力管理/供給(PMAD)システム256を含み、PMADシステム256は、電力をビークル推進システム240、電力受給器208、エネルギー貯蔵システム244、積載システム246、ナビゲーションシステム248、及び/又は位置制御システム250に割り当て、給電して、無人ビークル206を運行する。PMADシステム256は、更に、電力受給器208から無人ビークル206の他の構成要素群に出力される電圧及び/又は電流を一定に維持し、これにより、他の構成要素群を電圧変動または電力サージから保護する。制御システム242は、更に、命令群258をナビゲーションシステム248及び/又は位置制御システム250から受信することができ、受信すると、ビークル推進システム240に指示して、これらの命令に従って動作させることができる。

10

【0025】

電力受給器208は、エネルギーをビーム204から受けて、無人ビークル206に給電するために使用されるエネルギー形態に変換する。例えば、例示的な実施形態では、電力受給器208は、ビーム204からのエネルギーを電力に変換する。1つの態様では、ビーム源202は、レーザー光源または他の可視光源であり、電力受給器208は、レーザー光源または他の可視光源からの電力を受光して電力生成する光起電力アレイである。別の態様では、ビーム源202はマイクロ波を放出し、電力受給器208はレクテナ素子である。別の実施形態は、これらには限定されないが、量子ドット太陽電池を含む任意の適切な電力受給器208、または無人ビークル206の内部の熱エンジンに給電する熱エネルギー受給器を含むことができる。例えば、1つの実施形態では、熱エネルギー受給器は、エネルギーを熱として熱エネルギー貯蔵システムに貯蔵することができる。したがって、異なる実施形態では、電力受給器208は、所望の形態のエネルギーをビーム源202から受け取り、ビーム204からのエネルギーを、無人ビークル206に給電することにより、無人ビークル206を本明細書に記載の通りに機能させることができる所望の形態のエネルギーに変換することができる。

20

30

【0026】

例示的な実施形態では、無人ビークル206はエネルギー貯蔵システム244を含む。エネルギー貯蔵システム244は、エネルギーを供給して、無人ビークル206がビーム204の外部を移動することを可能にする。したがって、エネルギー貯蔵システム244によって無人ビークル206は、発射地点または配備地点からビーム204に向かって、またはビーム204から離れるように移動することができる。例示的な実施形態では、エネルギー貯蔵システム244は、電力受給器208に接続されており、無人ビークル206がビーム204内に位置しているときに、電力受給器208が受け取ったエネルギーを利用して充電可能である。更に、無人ビークル206がビーム204内に位置している間に、エネルギー貯蔵システム244を用いて電力急増に対する要求(すなわち、ビーム204が普通に供給する電力よりも大きい電力に対する瞬時的な要求)を満たすことができる、または無人ビークル206の運行をビーム204が中断している間に継続することができる。他の実施形態では、無人ビークル206は、エネルギー貯蔵システム244に貯蔵されるエネルギーを利用して、ビーム204から離れるように移動し、任務を実行し、無人ビークル自体を、貯蔵エネルギーが無くなる前にビーム204に戻るよう誘導する。

40

【0027】

例示的な実施形態では、電力受給器208は、エネルギーを、エネルギー推進システム240、制御システム242、積載システム246、ナビゲーションシステム248、及

50

び位置制御システム250の他に、エネルギー貯蔵システム244に供給することができる。1つの実施形態では、エネルギー貯蔵システム244は、1つ以上の化学バッテリーを含む。別の実施形態では、エネルギー貯蔵システムは、これらには限定されないが、充電式燃料電池、フライホイール、及び/又は蓄熱装置を含むことができる。

【0028】

例示的な実施形態では、無人ビークル206は、1つ以上の積載システム246を含み、これらの積載システム246によって無人ビークル206は、所望の任務を実行することができる。無人ビークル206は、積載システム246を所望の目的地に運ぶように、積載システム246の動作を、電力を供給し、熱制御を行ない、および/またはプラットフォームを安定させることによりサポートするように設計される。積載システム246は、カメラ、小型レーダ、通信中継装置、センサ、及び所望の任務を実行する他の同様の構成要素群を含むことができる。

10

【0029】

例示的な実施形態では、無人ビークル206はナビゲーションシステム248を含む。ナビゲーションシステム248は、無人ビークルを環境内で誘導する。1つの実施形態では、ナビゲーションシステム248は、無人ビークル206を発射地点からビーム204に誘導するように構成された。ナビゲーションシステム248は、更に、無人ビークル206をビーム204から目標エリアに誘導し、次に、ビーム204に戻る方向に誘導するように構成することができる。したがって、例示的な実施形態では、ナビゲーションシステム248は、無人ビークル206を、発射地点、ビーム204、及び目標エリアのうち

20

【0030】

例示的な実施形態では、ナビゲーションシステム248は、エネルギー貯蔵システム244に貯蔵されるエネルギーの量を定期的に測定し、利用可能エネルギーが低下して所定の閾値を下回ると、無人ビークル206をビーム204に自動的に戻す。例示的な実施形態では、ナビゲーションシステム248は、更に、ナビゲーションコンピュータ260を含む。ユーザは、ナビゲーションコンピュータ260を、ビーム204のGPS座標を用いて構成することができる、または、更に詳細には、ビーム204の高強度部分を用いて構成することができる。したがって、ナビゲーションシステム248は、ナビゲーションコンピュータ260を用いて、無人ビークル206をビーム204に、GPS信号を基準

30

【0031】

例示的な実施形態では、ナビゲーションシステム248は、更に、リモートコントロールシステム262を含み、このリモートコントロールシステム262によってユーザは、無人ビークル206をビーム204に、離れた場所から誘導することができる。例示的な実施形態では、無人ビークル206はまた、カメラ264及び対応する画像処理システム266により検出される視覚キューを使用して誘導される。このような視覚キューは、ビーム源202に隣接する閃光灯、オブジェクト特徴点、または他のナビゲーション支援形状を含むことができる。別の実施形態では、ナビゲーションシステム248によって無人ビークル206を、ビーム源202から放出される無線信号を利用して誘導することが

40

【0032】

例示的な実施形態では、無人ビークル206は位置制御システム250を含む。位置制御システム250によって、ナビゲーションシステム248を用いる場合に可能とはならない虞のある無人ビークル206の正確な移動が可能になる。例えば、1つの態様では、ビーム204が非常に細い場合、GPSしか利用しないナビゲーションシステム248は、無人ビークル206をビーム204の中心に保持するために十分に正確ではない虞がある。更に詳細には、ビーム204が非常に細い、および/または電力受給器208が非常に小規模である場合、極めて微小な位置誤差によって、電力受給器208は、公称の電力量に満たない量の電力しかビーム204から受け取ることができなくなる。GPSを使用

50

する場合とは異なり、位置制御システム250によって、ビーム204に対する無人ビークル206の微細な位置決めが可能になる。位置制御システム250によって更に、ビーム204内の位置を安定させるために微細な調整が可能になるので、無人ビークル206はビーム204内でホバリング状態に飛行することができ、最大利用可能電力をビーム204から受け取るのが容易になる。

【0033】

例示的な実施形態では、位置制御システム250は、電力供給器208の電力出力を測定する。ビーム204に対する無人ビークル206の平均位置を僅かに変位させながら、位置制御システム250は、電力出力、及び各測定が行なわれた位置を測定する。位置制御システム250は、このデータを、ビーム204の強度プロファイルのモデルに関連付けて、「最大」ビーム強度の位置を推定する。位置制御システム250は、更に、無人ビークル206を推定位置の近傍に位置決めして、電力供給器208が受け取る電力が最大になるのを容易にするように構成された。

10

【0034】

更に、ビーム源202が移動ビークルに取り付けられる実施形態では、位置制御システム250は、各電力出力測定値を時刻だけでなく位置に関連付けて、ビーム源202が移動している速度を計算することができるように構成することができる。この構成により、無人ビークル206は、ビーム源202が移動している船、小型トラック、または他のビークルに取り付けられる場合でも、ビーム204の略中心に留まることができる。これにより、無人ビークル206は多種多様な状況で運行することができる。例えば、無人ビークル206は、一団となって移動するビークルを継続的に空中で中継する、または空中で監視することができる。

20

【0035】

例示的な実施形態では、位置制御システム250は慣性測定ユニット(IMU)270を含む。IMU270により、無人ビークル206は、突風または電力変動のような破壊的な事象にも拘わらず、所定の位置及び高度に留まることができる。例示的な実施形態では、位置制御システム250は、更に、ビーム源202の1つ以上の既知の特徴点に対する無人ビークル206の位置を測定する1つ以上のセンサ272を含む。1つの実施形態では、センサ272は、自然に発生する特徴点、または塗装マークのような強調オブジェクトの特徴点を検出するカメラ264を含む。カメラ264は、更に、既知の周波数で閃光発光する赤外線発光ダイオード点滅装置のような光ビーコンを検出することができる。例示的な実施形態では、カメラ264は、無人ビークル206の位置を、位置制御システム250の一部として測定する他に、任務操作を積載システム246の一部として実施し、ナビゲーションを、ナビゲーションシステム248の一部として支援する。別の構成として、個別のカメラを各システム(図示せず)に対応して利用することができる。

30

【0036】

図5は、図2に示すビーム給電システム200のような例示的なビーム給電システムの例示的な用法を示している。例示的な実施形態では、無人ビークル206は、発射/メンテナンスエリア302から飛び立つ。ナビゲーションシステム248を利用して、無人ビークル206は、無人ビークル充電エリア304のビーム204に誘導される。位置制御システム250により、無人ビークル206が確実に、ビーム204の内部の略中心に位置するようになる。無人ビークル206が十分に充電されると、ナビゲーションシステム248は、無人ビークルを注目エリア306に誘導する。積載システム246を利用する無人ビークル206は、任務を注目エリア306で実行する。任務が完了する、または無人ビークル206の残留電力が低下して所定の閾値を下回ると、無人ビークル206は、無人ビークル充電エリア304に戻る。一旦、無人ビークル206が十分な電力をビーム204から受け取ると、無人ビークルは、発射/メンテナンスエリア302、注目エリア306、または別の目標エリアに必要な応じて移動することができる。この技術分野の当業者であれば、記載のビーム給電システム200により、無人ビークル206を、発射/メンテナンスエリア302、無人ビークル充電エリア304、及び注目エリア306のう

40

50

ちの1つのエリアから別の所望エリアに種々の順番で誘導することができることが理解できるであろう。

【0037】

公知の無人ビークル及び無人ビークルシステムと比較して、本明細書において記載される無人ビークル及び無人ビークルシステムによって、無人ビークルは、無人ビークルが無人ビークルをビーム源に対して誘導するナビゲーションシステムを含むので、多種多様な任務を行なうことができる。更に、本明細書において記載されるビーム源は、ビーム源が、放出ビームの方向を操作する複雑な電気機械システムを必要としないので、公知のビーム源よりも安価に、かつ容易に製造することができる。

【0038】

本明細書において記載されるシステムによって容易に、ビーム給電システムのコスト、重量、脆弱性、複雑さ、及びメンテナンスに対する要求を軽減することができるだけでなく、無人ビークルの任務遂行可能性を高め、任務遂行期間を延ばすことができる。本明細書において記載されるシステムによって更に、ビームステアリング及び制御システムの必要性を排除することができ、無人ビークルをビームの外側で運行することができる。更に、本明細書において記載される実施形態によって、無人ビークルを移動させて広範な有用な任務を実行することができる。本明細書において記載される実施形態によって更に、ビーム源を、多くの異なるプラットフォームに取り付け、多くの異なるプラットフォームにおいて動作させることができ、多くの異なる環境において取り付け、動作させることができる。

【0039】

本明細書において記載されるシステムは、1つ以上のコンピュータまたは計算装置を用いて実現する、または実行することができる。コンピュータまたは計算装置は、1つ以上のプロセッサまたは処理ユニット、システムメモリ、及び或る形態のコンピュータ可読媒体を含むことができる。例示的なコンピュータ可読媒体として、フラッシュメモリドライブ、デジタル多用途ディスク(DVD)、コンパクトディスク(CD)、フロッピーディスク、及びテープカセットを挙げることができる。一例として、かつ非限定的であるが、コンピュータ可読媒体は、コンピュータ記憶媒体及び通信媒体を含む。コンピュータ記憶媒体は、コンピュータ可読命令、データ構造、プログラムモジュール、または他のデータのような情報を格納する。通信媒体は通常、コンピュータ可読命令、データ構造、プログラムモジュール、または他のデータを、搬送波または他の伝送機構で伝送される信号のような変調データ信号により具体化し、任意の情報配信媒体を含む。上に挙げた要素のうちの任意の要素の組み合わせが更に、コンピュータ可読媒体の範囲に含まれる。

【0040】

この記載の説明では、種々の例を用いて、最良の形態を含む種々の実施形態を開示することにより、この技術分野の当業者であれば誰でも、これらの実施形態を実施することができ、例えば任意のデバイスまたはシステムを作製し、使用し、組み込まれる任意の方法を実行することができる。特許可能な範囲は、請求項により規定され、この技術分野の当業者が想到することができる他の例を含むことができる。このような他の例は、これらの請求項の範囲に、これらの例が、これらの請求項の文言と異なる構造的要素を有する場合に、またはこれらの例が、これらの請求項の文言とは殆ど異なる等価な構造的要素を有する場合に包含されるべきである。

また、本願は以下に記載する態様を含む。

(態様1)

無人ビークルであって、
前記無人ビークルを、ビーム源から放出されるエネルギービームに対して誘導するように構成されたナビゲーションシステムと、
前記ビームからエネルギーを受け取るように構成された電力受給器と、
受け取ったエネルギーを貯蔵して前記無人ビークルに選択的に給電するために利用するように構成されたエネルギー貯蔵システムと

10

20

30

40

50

を備える無人ビークル。

(態様 2)

無人飛行体「UAV」である、態様 1 に記載の無人ビークル。

(態様 3)

前記無人ビークルを推進するように構成されたビークル推進システムを更に備え、前記ビークル推進システムは、少なくとも 1 つのモータと、少なくとも 1 つの位置決め装置とを備えている、態様 1 に記載の無人ビークル。

(態様 4)

制御システムと、

ビークル推進システムと

を更に備えており、前記制御システムは、前記ビークル推進システムを用いて前記無人ビークルの位置を制御するように構成されている、態様 1 に記載の無人ビークル。

(態様 5)

前記制御システムは、前記無人ビークルに電力を選択的に割り当てるために使用される電力管理 / 供給システムを備えている、態様 4 に記載の無人ビークル。

(態様 6)

前記電力受給器は、光起電力アレイ及びレクテナのうちの少なくとも 1 つを含んでいる、態様 1 に記載の無人ビークル。

(態様 7)

前記ナビゲーションシステムは、更に、

前記エネルギー貯蔵システムに貯蔵されるエネルギーの量を測定し、

貯蔵エネルギーが所定の閾値を下回ると、前記無人ビークルを前記エネルギービームに案内する

ように構成されており、前記ナビゲーションシステムは、更に、全地球測位システム「GPS」座標、視覚キュー、及び無線信号のうちの少なくとも 1 つを利用して、前記無人ビークルを誘導するように構成されている、態様 1 に記載の無人ビークル。

(態様 8)

前記無人ビークルを高精度に位置決めすることができるように構成された位置制御システムを更に備えており、前記位置制御システムは、更に、前記電力受給器の電力出力を測定するように構成されている、態様 1 に記載の無人ビークル。

(態様 9)

前記位置制御システムは、更に、各電力出力測定値に関連する時刻を測定するように構成されている、態様 8 に記載の無人ビークル。

(態様 10)

前記位置制御システムは、慣性測定ユニットと、前記無人ビークルの相対位置を測定するように構成された少なくとも 1 つのセンサとを含み、前記少なくとも 1 つのセンサは、オブジェクト特徴点及び光ビーコンのうちの少なくとも 1 つを検出するように構成されたカメラを含んでいる、態様 8 に記載の無人ビークル。

(態様 11)

ビークルシステムであって、

エネルギービームを放出するように構成されたビーム源、並びに

ナビゲーションシステムと、電力受給器と、エネルギー貯蔵システムとを備える無人ビークルであって、前記ナビゲーションシステムは前記無人ビークルをビームに対して位置決めするように構成されており、前記電力受給器はビームからエネルギーを受け取るように構成されており、前記エネルギー貯蔵システムは、受け取ったエネルギーを貯蔵して前記無人ビークルに給電するために利用するように構成されている、無人ビークルを備えたビークルシステム。

(態様 12)

前記ビーム源は、前記無人ビークルを支援してビームの位置を特定し易くするように構成された位置特定システムを含んでおり、前記位置特定システムは全地球測位システム「

10

20

30

40

50

GPS」を含む、態様 1 1 に記載のシステム。

(態様 1 3)

前記ビーム源は、前記無人ビークルを前記ビームの略中心に位置させるように構成された位置基準システムを備えている、態様 1 1 に記載のシステム。

(態様 1 4)

前記位置基準システムは、ローカル基準信号、及び前記無人ビークルに接続されたカメラから観測できる一連のオブジェクト特徴点のうちの少なくとも一方を含む、態様 1 1 に記載のシステム。

(態様 1 5)

前記ビーム源は、接近作動システムを含み、前記無人ビークルが前記ビーム源から所定の距離内に位置するとき作動状態になり、前記接近作動システムは、前記無人ビークルから放出される音を認識するように構成された音響センサ、前記無人ビークルの出現を認識するように構成された視覚センサ、及び位置データを前記無人ビークルから受信するように構成された無線機のうちの少なくとも1つを含む、態様 1 1 に記載のシステム。

10

【 図 1 】

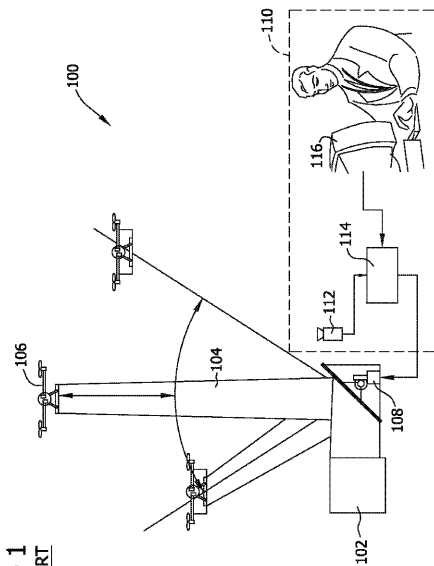
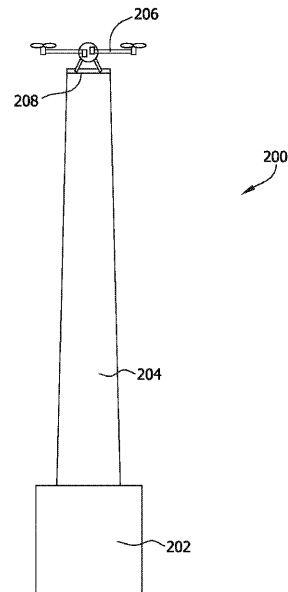


Figure 1
PRIOR ART

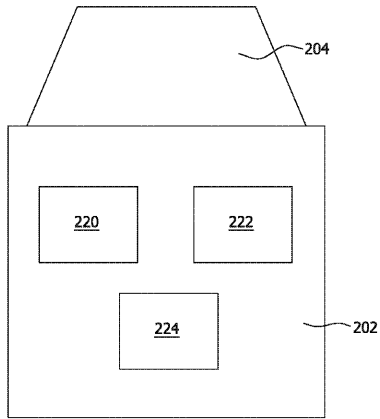
【 図 2 】

Figure 2



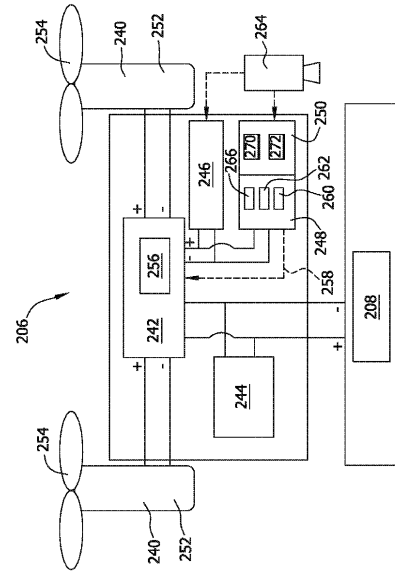
【 図 3 】

Figure 3



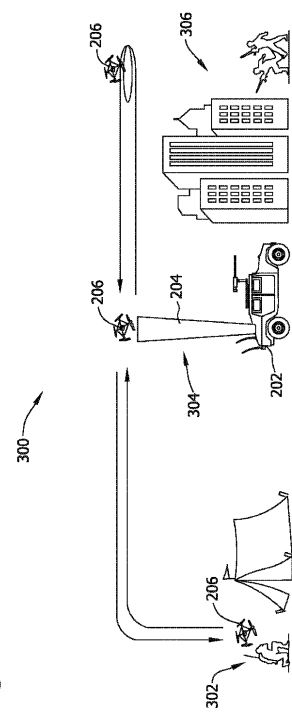
【 図 4 】

Figure 4



【 図 5 】

Figure 5



フロントページの続き

(72)発明者 ロス, タマイラ イー.

アメリカ合衆国 ワシントン 98109, シアトル, ファースト アヴェニュー ノース
2930

(72)発明者 ヴィアン, ジョン エル.

アメリカ合衆国 ワシントン 98056, レントン, ノース 36番 ストリート 130
1

審査官 志水 裕司

(56)参考文献 特開2007-022382(JP,A)

米国特許出願公開第2005/0103943(US,A1)

特開平11-345399(JP,A)

特開2010-081707(JP,A)

特開2010-075568(JP,A)

(58)調査した分野(Int.Cl., DB名)

B64C 1/00 - 99/00

B64D 1/00 - 47/08

H02J 50/00 - 50/90