

(19)日本国特許庁(JP)

(12)特許公報(B2)

(11)特許番号

特許第7010705号

(P7010705)

(45)発行日 令和4年1月26日(2022.1.26)

(24)登録日 令和4年1月17日(2022.1.17)

(51)国際特許分類

F I

B 6 4 D 39/00 (2006.01)

B 6 4 D 39/00

B 6 4 D 47/02 (2006.01)

B 6 4 D 47/02

請求項の数 11 外国語出願 (全32頁)

(21)出願番号	特願2018-1775(P2018-1775)	(73)特許権者	500520743
(22)出願日	平成30年1月10日(2018.1.10)		ザ・ボーイング・カンパニー
(65)公開番号	特開2018-177195(P2018-177195 A)		The Boeing Company
(43)公開日	平成30年11月15日(2018.11.15)		アメリカ合衆国、60606-2016
審査請求日	令和2年12月11日(2020.12.11)		イリノイ州、シカゴ、ノース・リバーサ イド・プラザ、100
(31)優先権主張番号	15/476,156	(74)代理人	100108453
(32)優先日	平成29年3月31日(2017.3.31)		弁理士 村山 靖彦
(33)優先権主張国・地域又は機関	米国(US)	(74)代理人	100133400
			弁理士 阿部 達彦
		(74)代理人	100163522
			弁理士 黒田 晋平
		(74)代理人	100154922
			弁理士 崔 允辰
		(72)発明者	ケヴィン・ジュリアン・チャン
			最終頁に続く

(54)【発明の名称】 航空機の燃料補給のためのシステムおよび方法

(57)【特許請求の範囲】

【請求項1】

受け側航空機(112)へと燃料を供給するためのホース(122)のためのホース検出システム(358)を備えている燃料補給システム(120)とともに使用するための表示システム(134)であって、前記表示システム(134)が、
未準備光源(238)と、待機光源(240)と、複数の燃料補給光源(242)とを含む複数の光源(236)であって、各光源が可視光および赤外光を同時に発するように構成され、各光源が暗設定および明設定にて動作することができる、複数の光源(236)と、
前記複数の光源(236)に通信可能に接続された制御システム(370)であって、前記制御システム(370)が前記ホース検出システム(358)から燃料補給データ(360)を受信するように構成され、前記ホース検出システム(358)のセンサーは、前記燃料補給データ(360)を提供するために前記ホース(122)の状態を検出するように構成され、前記燃料補給データ(360)は、前記燃料補給システム(120)に対する前記受け側航空機(112)の位置を表す位置データ(364)と、前記燃料補給システム(120)において前記受け側航空機(112)との結合の準備ができていないか、あるいは前記受け側航空機(112)との結合の準備ができていないかを表す準備状態データ(366)と、前記燃料補給システム(120)が燃料を供給しているか、あるいは燃料を供給していないかを示す給油状態データ(368)とを含む、制御システム(370)と
 を備え、
 前記制御システム(370)は、

前記燃料補給システム（１２０）において前記受け側航空機（１１２）との結合の準備ができていないことを表す前記燃料補給データ（３６０）に応じて、前記未準備光源（２３８）を前記明設定にて動作させ、且つ前記待機光源（２４０）及び前記複数の燃料補給光源（２４２）を前記暗設定にて動作させ、

前記受け側航空機（１１２）の位置が燃料補給範囲（１３２）の外であること及び前記燃料補給システム（１２０）において前記受け側航空機（１１２）との結合の準備ができていないことを表す前記燃料補給データ（３６０）に応じて、前記待機光源（２４０）を前記明設定にて動作させ、且つ前記未準備光源（２３８）及び前記複数の燃料補給光源（２４２）を前記暗設定にて動作させ、

前記受け側航空機（１１２）の位置が燃料補給範囲（１３２）内にあること及び前記燃料補給システム（１２０）が前記受け側航空機（１１２）に燃料を供給していることを表す前記燃料補給データ（３６０）に応じて、前記複数の燃料補給光源（２４２）のうちの少なくとも１つの燃料補給光源を前記明設定にて動作させ、且つ前記複数の燃料補給光源（２４２）のうちの残りの燃料補給光源、前記未準備光源（２３８）及び前記待機光源（２４０）を前記暗設定にて動作させる

ように構成されている、
表示システム（１３４）。

【請求項２】

前記制御システム（３７０）は、前記位置データ（３６４）に基づいて前記複数の燃料補給光源（２４２）の中から前記少なくとも１つの燃料補給光源（２４２）を選択するようにさらに構成されている、請求項１に記載の表示システム（１３４）。

【請求項３】

前記燃料補給範囲（１３２）は、複数の部分範囲（６３２Ａ～６３２Ｃ、７３２Ａ～７３２Ｅ）を含み、各燃料補給光源（２４２）は、前記複数の部分範囲（６３２Ａ～６３２Ｃ、７３２Ａ～７３２Ｅ）のうちの該当の１つに対応し、

前記少なくとも１つの燃料補給光源（２４２）を選択するために、前記制御システム（３７０）は、

前記位置データ（３６４）が、前記受け側航空機（１１２）が前記複数の部分範囲（６３２Ａ～６３２Ｃ、７３２Ａ～７３２Ｅ）のうちの１つの部分範囲（６３２Ａ～６３２Ｃ、７３２Ａ～７３２Ｅ）にある旨を示していると決定し、

前記決定した１つの部分範囲（６３２Ａ～６３２Ｃ、７３２Ａ～７３２Ｅ）に対応する前記燃料補給光源を、前記明設定にて動作させる前記少なくとも１つの燃料補給光源（２４２）として選択する

ように構成されている、請求項２に記載の表示システム（１３４）。

【請求項４】

前記複数の燃料補給光源（２４２）は、前記燃料補給範囲（１３２）における前記対応する部分範囲（６３２Ａ～６３２Ｃ、７３２Ａ～７３２Ｅ）の順番と同じ順番で前記燃料補給システム（１２０）のハウジング（１２４）上に配置されている、請求項３に記載の表示システム（１３４）。

【請求項５】

各燃料補給光源（２４２）において、前記明設定の前記燃料補給光源によって発せられる前記可視光の強度は、前記暗設定の前記燃料補給光源によって発せられる前記可視光の強度の少なくとも２倍大きい、請求項１から４のいずれか一項に記載の表示システム（１３４）。

【請求項６】

少なくとも１つの待機光源（２４０）は、第１の波長範囲内の前記可視光を発するように動作することができ、

少なくとも１つの未準備光源（２３８）は、第２の波長範囲内の前記可視光を発するように動作することができ、

前記複数の燃料補給光源（２４２）の各々は、第３の波長範囲内の前記可視光を発するように動作することができ、

前記第１の波長範囲、前記第２の波長範囲、および前記第３の波長範囲は、互いに異なり、

10

20

30

40

50

前記第1の波長範囲は、琥珀色の光をもたらし、前記第2の波長範囲は、赤色の光をもたらし、前記第3の波長範囲は、緑色の光をもたらし、請求項1から5のいずれか一項に記載の表示システム（134）。

【請求項7】

前記待機光源（240）が複数の待機光源（240）を含むか、あるいは前記未準備光源（238）が複数の未準備光源（238）を含むか、の少なくとも一方である、請求項6に記載の表示システム（134）。

【請求項8】

請求項1から7のいずれか一項に記載の表示システム（134）と、

ポッド（126）であって、前記ホース（122）は、前記ポッド（126）から延び、前記ポッド（126）に対して移動可能であり、前記ホース（122）は、受け側航空機（112）へと燃料を供給するように構成されている、ポッド（126）と、

（i）前記ホース（122）の状態を検出し、（ii）前記検出した状態に基づいて前記燃料補給データ（360）を生成する、ホース検出システム（358）と

を備える、燃料補給システム（120）。

【請求項9】

前記状態は、

前記ホース（122）によって前記受け側航空機（112）へと供給される前記燃料の圧力、前記ポッド（126）に対する前記ホース（122）の位置、

前記受け側航空機（112）の位置の変化に応答した前記ホース（122）の位置の変化、および、

前記ホース（122）が前記受け側航空機（112）に結合しているとき、前記ホース（122）への張力で構成されるグループからの少なくとも1つを含む、請求項8に記載の燃料補給システム（120）。

【請求項10】

前記ホース検出システム（358）は、前記ポッド（126）に対する前記ホース（122）の位置に基づいて前記位置データ（364）を決定するように構成されている、請求項9に記載の燃料補給システム（120）。

【請求項11】

前記複数の燃料補給光源（242）は、前記ポッド（126）上の直線状のパターン、または前記ポッド（126）の弧状の輪郭に対応する弧状の輪郭にて配置されている、請求項8から10のいずれか一項に記載の燃料補給システム（120）。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本開示は、広くには、航空機の燃料補給のためのシステムおよび方法に関し、より詳細には、空中給油の作業中に受け側航空機へと表示をもたらしするための燃料補給システムおよび方法に関する。

【背景技術】

【0002】

空中給油の作業中に、空中給油機は、飛行しながら受け側航空機へと燃料を供給する。空中給油の1つの手法が、プローブ・アンド・ドローク方式の燃料補給として知られている。プローブ・アンド・ドローク方式のシステムにおいて、空中給油機は、空中給油機の後方かつ下方へとたなびく可撓ホースを延ばす。受け側航空機は、プローブを有し、受け側航空機は、プローブを操作して、空中給油機のホースの自由端のドロークに係合させる。プローブがドロークおよびホースに結合した後に、空中給油機は、受け側航空機が空中給油機の燃料補給範囲に留まる限りにおいて、受け側航空機へと燃料を供給する。

【0003】

空中給油の作業中に、受け側航空機が、一般的に、受け側航空機のプローブを空中給油機のホースおよびドロークに係合させるための空中給油機に対する移動を担当する。ひとた

10

20

30

40

50

び結合が行われると、受け側航空機は、空中給油機からの安全な離間距離にて燃料を受け取ることができるように、空中給油機の燃料補給範囲の内側の位置を維持しようと試みる。受け側航空機がこれらのタスクを遂行するうえで助けとなるように、空中給油機は、空中給油の作業中に、受け側航空機に対して位置および／または作業についてのフィードバックを提供することができる。

【 0 0 0 4 】

1つの手法において、空中給油機は、受け側航空機に対して位置および／または作業についてのフィードバックの視覚的表示を提供するための表示システムを備える。表示システムは、典型的には、可視光スペクトルにおける表示を提供するために、赤色の光を発する単一の未準備光源、琥珀色の光を発する単一の待機光源、および緑色の光を発する単一の燃料補給光源で構成される。受け側航空機が空中給油機に結合する前に、表示システムは、未準備光源を作動させることで、空中給油機において受け側航空機との結合の準備ができていないことを知らせ、あるいは表示システムは、待機光源を作動させることで、空中給油機において受け側航空機との結合の準備ができたことを知らせる。

10

【 発明の概要 】

【 発明が解決しようとする課題 】

【 0 0 0 5 】

受け側航空機が空中給油機に結合した後に、表示システムは、燃料補給光源を作動させることで、受け側航空機が燃料補給範囲にあり、空中給油機から燃料を受け取っていることを知らせる。表示システムは、待機光源を点滅させることで、受け側航空機が空中給油機からの最小距離を超えたことを知らせることができ、あるいは待機光源を間断なく作動させることで、受け側航空機が空中給油機からの最大距離を超えたことを知らせる（すなわち、受け側航空機が燃料補給範囲の外に位置していることを知らせる）ことができる。どちらの状況においても、空中給油機は、受け側航空機が燃料補給範囲に戻るまで、受け側航空機への燃料の供給を直ちに停止する。また、どちらの状況においても、表示システムのランプは、受け側航空機に対して、燃料補給範囲の境界に近付いており、燃料供給の即座の遮断を回避するために位置を調整すべきであるという事前の警告をもたらすことがない。

20

【 0 0 0 6 】

受け側航空機にさらなる位置のフィードバックを提供するために、空中給油機は、ホース上の種々の位置にマーキングを備えることができる。例えば、ホースは、燃料補給範囲の境界を示すマーキングを備えることができる。したがって、受け側航空機のパイロットは、ホースを延ばしている空中給油機のハウジングに対するマーキングの位置を観察することによって、燃料補給範囲に対する受け側航空機的位置を判断することができる。1つの欠点は、パイロットが、位置および作業の両方についてのフィードバック表示を受け取るために、ホースのマーキングおよび表示システムのランプの両方に集中しなければならない可能性にある。ランプとマーキングとが異なる場所にあるため、パイロットは、燃料補給の作業中に、視線を空中給油機上の異なる場所の間で繰り返し移動させることになり得る。これが、いくつかの場合に、パイロットにとって困難をもたらす可能性がある。

30

【 0 0 0 7 】

さらに、表示システムが発する可視光信号およびホース上のマーキングは、例えば夜間の作業時および／または悪天候時などの低照度の状況下での作業時に、パイロットにとって観察が困難になり得る。低照度の状況に対処するために、空中給油機は、未準備光源、待機光源、および燃料補給光源のすぐ隣に配置された別個の一式の赤外線ランプを備えることができる。低照度の状況において、受け側航空機は、暗視画像化システム（例えば、暗視ゴーグル）を使用して、赤外線ランプのうちの1つがいつ作動するかを観察することができる。しかしながら、他の赤外線ランプは作動しないため、パイロットは、作動した赤外線ランプの相対位置を判断して、伝達されている指示を確認しようとするために、空中給油機上の他の基準点を特定しなければならない。低照度の状況において、そのようにすることは、作動したランプの相対位置を判断するために使用することができる基準点を正

40

50

確に特定することがパイロットにとって困難であることが多いため、難題となり得る。

【課題を解決するための手段】

【0008】

一例において、燃料補給システムと共に使用される表示システムが説明される。燃料補給システムは、受け側航空機へと燃料を供給するためのホースを備える。表示システムは、未準備光源と、待機光源と、複数の燃料補給光源とを含む複数の光源を備える。各光源は、可視光および赤外光を同時に発するように構成される。各光源は、暗設定および明設定で動作可能である。さらに、表示システムは、複数の光源に通信可能に接続された制御システムを備える。制御システムは、燃料補給システムから燃料補給データを受信するように構成される。燃料補給データは、燃料補給システムに対する受け側航空機の位置を示す位置データと、燃料補給システムにおいて受け側航空機との結合の準備ができているか、あるいは受け側航空機との結合の準備ができていないかを示す準備状態データと、燃料補給システムが燃料を供給しているか、あるいは燃料を供給していないかを示す給油状態データとを含むことができる。

10

【0009】

制御システムは、(i) 燃料補給システムにおいて受け側航空機との結合の準備ができていないことを、燃料補給データが示している場合に、未準備光源を明設定で作動させ、待機光源および複数の燃料補給光源を暗設定で作動させ、(ii) 受け側航空機の位置が燃料補給範囲の外であること、および燃料補給システムにおいて受け側航空機との結合の準備ができていることを、燃料補給データが示している場合に、待機光源を明設定で作動させ、未準備光源および複数の燃料補給光源を暗設定で作動させ、(iii) 受け側航空機の位置が燃料補給範囲内にあること、および燃料補給システムが受け側航空機へと燃料を供給していることを、燃料補給データが示している場合に、複数の燃料補給光源のうちの少なくとも1つの燃料補給光源を明設定で作動させ、複数の燃料補給光源のうちの残りの燃料補給光源、待機光源、および未準備光源を暗設定で作動させるように構成される。

20

【0010】

別の例においては、燃料補給システムが、ポッドと、ポッドから延び、ポッドに対して移動可能であるホースとを備える。ホースは、受け側航空機へと燃料を供給するように構成される。さらに、燃料補給システムは、(a) ホースの状態を検出し、(b) 検出された状態に基づいて燃料補給データを生成するように構成されたホース検出システムを備える。燃料補給データは、燃料補給システムに対する受け側航空機の位置を示す位置データと、燃料補給システムにおいて受け側航空機との結合の準備ができているか、あるいは受け側航空機との結合の準備ができていないかを示す準備状態データと、燃料補給システムが燃料を供給しているか、あるいは燃料を供給していないかを示す給油状態データとを含むことができる。さらに、燃料補給システムは、未準備光源と、待機光源と、複数の燃料補給光源とを含む複数の光源を有する表示システムを備える。各光源は、可視光および赤外光を同時に発するように構成される。各光源は、暗設定および明設定で動作可能である。

30

【0011】

さらに、燃料補給システムは、複数の光源およびホース検出システムに通信可能に接続された制御システムを含む。制御システムは、(i) 燃料補給システムにおいて受け側航空機との結合の準備ができていないことを、燃料補給データが示している場合に、未準備光源を明設定で作動させ、待機光源および複数の燃料補給光源を暗設定で作動させ、(ii) 受け側航空機の位置が燃料補給範囲の外であること、および燃料補給システムにおいて受け側航空機との結合の準備ができていることを、燃料補給データが示している場合に、待機光源を明設定で作動させ、未準備光源および複数の燃料補給光源を暗設定で作動させ、(iii) 受け側航空機の位置が燃料補給範囲内にあること、および燃料補給システムが受け側航空機へと燃料を供給していることを、燃料補給データが示している場合に、複数の燃料補給光源のうちの少なくとも1つの燃料補給光源を明設定で作動させ、複数の燃料補給光源のうちの残りの燃料補給光源、待機光源、および未準備光源を暗設定で作動させるように構成される。

40

50

【 0 0 1 2 】

別の例においては、燃料補給システムの表示システムを使用して給油作業の際に受け側航空機へと表示を提供するための方法が説明される。表示システムは、空中給油機のハウジング上に複数の光源を備える。複数の光源は、未準備光源、待機光源、および複数の燃料補給光源を含む。各光源は、可視光および赤外光を同時に発するように構成される。各光源は、明設定および暗設定で動作可能である。

【 0 0 1 3 】

本方法は、燃料補給システムに対する受け側航空機の位置を示す位置データと、燃料補給システムにおいて受け側航空機との結合の準備ができていないか、あるいは受け側航空機との結合の準備ができていないかを示す準備状態データと、燃料補給システムが燃料を供給しているか、あるいは燃料を供給していないかを示す給油状態データとを含む燃料補給データを決定するステップを含む。本方法は、(i) 燃料補給システムにおいて受け側航空機との結合の準備ができていないことを、燃料補給データが示している場合に、未準備光源を明設定で作動させ、待機光源および複数の燃料補給光源を暗設定で作動させるステップ、(ii) 受け側航空機の位置が燃料補給範囲の外であること、および燃料補給システムにおいて受け側航空機との結合の準備ができていないことを、燃料補給データが示している場合に、待機光源を明設定で作動させ、未準備光源および複数の燃料補給光源を暗設定で作動させるステップ、および(iii) 受け側航空機の位置が燃料補給範囲内にあること、および燃料補給システムが受け側航空機へと燃料を供給していることを、燃料補給データが示している場合に、複数の燃料補給光源のうちの少なくとも1つの燃料補給光源を明設定で作動させ、複数の燃料補給光源のうちの残りの燃料補給光源、待機光源、および未準備光源を暗設定で作動させるステップを含む。

【 0 0 1 4 】

上述した特徴、機能、および利点を、種々の実施形態において別個独立に達成することができ、あるいは以下の説明および図面を参照してさらなる詳細を見て取ることができる。さらに別の実施形態において、組み合わせることができる。

【 0 0 1 5 】

例示される実施形態に特有であると考えられる新規な特徴が、添付の特許請求の範囲に記載される。しかしながら、例示される実施形態、ならびにそれらの好ましい使用の態様、さらなる目的および説明は、本開示の例示の実施形態の以下の詳細な説明を参照し、添付の図面と併せて検討することによって、最もよく理解されるであろう。

【図面の簡単な説明】

【 0 0 1 6 】

【図 1】典型的な実施形態による空中給油機および受け側航空機の側面図を示している。

【図 2】典型的な実施形態による表示システムを示している。

【図 3】典型的な実施形態による空中給油機および受け側航空機の単純化したブロック図を示している。

【図 4】典型的な実施形態による空中給油機の後面図を示している。

【図 5 A】典型的な実施形態による表示システムのための光源の配置を示している。

【図 5 B】典型的な実施形態による表示システムのための光源の別の配置を示している。

【図 5 C】典型的な実施形態による表示システムのための光源の別の配置を示している。

【図 5 D】典型的な実施形態による表示システムのための光源の別の配置を示している。

【図 6 A】典型的な実施形態による燃料補給作業の一段階を示している。

【図 6 B】典型的な実施形態による燃料補給作業の別の段階を示している。

【図 6 C】典型的な実施形態による燃料補給作業の別の段階を示している。

【図 6 D】典型的な実施形態による燃料補給作業の別の段階を示している。

【図 6 E】典型的な実施形態による燃料補給作業の別の段階を示している。

【図 7 A】受け側航空機が燃料補給範囲内の位置にあるときの典型的な実施形態による表示システムの状態を示している。

【図 7 B】受け側航空機が燃料補給範囲内の別の位置にあるときの典型的な実施形態によ

10

20

30

40

50

る表示システムの別の状態を示している。

【図 7 C】受け側航空機が燃料補給範囲内の別の位置にあるときの典型的な実施形態による表示システムの別の状態を示している。

【図 7 D】受け側航空機が燃料補給範囲内の別の位置にあるときの典型的な実施形態による表示システムの別の状態を示している。

【図 7 E】受け側航空機が燃料補給範囲内の別の位置にあるときの典型的な実施形態による表示システムの別の状態を示している。

【図 8】典型的な実施形態による燃料補給作業の最中に受け側航空機へと表示を提供するための典型的なプロセスのフロー図を示している。

【図 9】図8に示したプロセスにおいて使用することができる燃料補給作業の最中に受け側航空機へと表示を提供するための典型的なプロセスのフロー図を示している。

10

【図 10】図8または図9に示したプロセスにおいて使用することができる燃料補給作業の最中に受け側航空機へと表示を提供するための典型的なプロセスのフロー図を示している。

【図 11】図10に示したプロセスにおいて使用することができる燃料補給作業の最中に受け側航空機へと表示を提供するための典型的なプロセスのフロー図を示している。

【図 12】図8～図11に示したプロセスにおいて使用することができる燃料補給作業の最中に受け側航空機へと表示を提供するための典型的なプロセスのフロー図を示している。

【図 13】図8～図12に示したプロセスにおいて使用することができる燃料補給作業の最中に受け側航空機へと表示を提供するための典型的なプロセスのフロー図を示している。

【図 14】典型的な実施形態による燃料補給作業の最中に受け側航空機へと表示を提供するための典型的なプロセスのフロー図を示している。

20

【発明を実施するための形態】

【0017】

次に、開示される実施形態を、添付の図面を参照して以下でさらに十分に説明するが、添付の図面には、開示される実施形態のすべてではなく、一部が示されているにすぎない。実際に、いくつかの異なる実施形態が説明され得るが、それらを本明細書に記載の実施形態に限定されると解釈すべきではない。むしろ、これらの実施形態は、本開示を綿密かつ完全なものとし、本開示の技術的範囲を当業者に十分に伝えるために説明される。

【0018】

本明細書に記載される典型的なシステムおよび方法は、既存の空中給油システムの少なくともいくつかの欠点に有益に対処することができる。本明細書に記載される例において、燃料補給システムは、複数の光源を有する表示システムを備える。各光源は、可視光および赤外光を同時に発するように構成される。さらに、各光源は、明設定および暗設定で動作可能である。空中給油の作業の際に、燃料補給システムは、燃料補給の作業に関する1つ以上の状態を決定し、決定された状態に基づいて、表示システムは、光源のうちの少なくとも1つを明設定にて選択的に作動させつつ、残りの光源を暗設定にて作動させることで、受け側航空機に位置および作業のフィードバックを伝えることができる。

30

【0019】

光源は、未準備光源、待機光源、および/または複数の燃料補給光源を含むことができる。表示システムは、燃料補給システムにおいて受け側航空機との結合の準備ができていないことを示すために、未準備光源を明設定で作動させることができる。表示システムは、燃料補給システムにおいて受け側航空機との結合の準備ができていないことを示すために、待機光源を明設定で作動させることができる。表示システムは、燃料補給システムが受け側航空機へと燃料を供給していることを示すために、燃料補給光源のうちの少なくとも1つを明設定で作動させることができる。

40

【0020】

さらに、燃料補給光源の各々は、燃料補給範囲内の異なる位置および/または位置の部分範囲に対応することができる。したがって、燃料補給光源は、受け側航空機の特定の位置に対応する燃料補給光源を選択的に作動させることによって、燃料補給範囲内の受け側航空機の特定の位置または位置範囲を示すことができる。これは、受け側航空機のパイロッ

50

トが、受け側航空機が燃料補給範囲の境界に近付いていることを予期し、それに応じて燃料補給範囲の外への移動を回避するように調整を行うことを、可能にすることができる。さらに、光源が、作動についての表示（例えば、準備完了、未準備、燃料供給中、など）および位置についての表示（例えば、燃料補給範囲内の受け側航空機の位置）の両方をもたらすため、受け側航空機のパイロットは、視線をホースと光源との間で繰り返し移動させる必要なく、より容易に表示を確認することができる。

【0021】

光源は、作動時に可視および赤外の波長範囲において同時に光を発するので、受け側航空機のパイロットは、昼光および低照度の条件下で表示を受け取ることができる。したがって、1組の光源が、オバート（overt）モード（すなわち、昼光条件用）とコバート（covert）モード（すなわち、低照度条件用）の両方において、燃料補給の作業を容易にすることができる。これは、表示システムに動作上の多用途性をもたらし、燃料補給作業の中断を低減または回避するのにも役立つ。例えば、暗視画像化システム（例えば、暗視ゴーグル（NVG））が動作過渡状態を有する状況において、受け側航空機のパイロットは、燃料補給作業を中断することなく、暗視画像化システムを取り除き、可視光スペクトルにおける表示を視認することができる。

【0022】

さらに、表示システムは、各光源を明設定または暗設定のいずれかで選択的に作動させることによって各表示を受け側航空機へもたらし、暗設定で作動する光源が、どの光源が表示のために明設定で作動しているのかを確認するための基準点をもたらす。したがって、明設定で作動している光源を、受け側航空機のパイロットが容易に識別することができる。これは、すべての光源が発する赤外光が同じ色の光（すなわち、例えば緑色などの単色）に見えるようになる暗視画像化システムを受け側航空機のパイロットが使用している場合に、とくに有益となり得る。これらの利点および他の利点は、以下でさらに詳細に説明される。

【0023】

図1が、典型的な実施形態による空中給油の作業中の空中給油機110および受け側航空機112の一部分の側面図を示している。図1に示されるように、空中給油機110は、長手方向116に延びる胴体114と、長手方向116に対して横方向に胴体114から延びる航空機翼部118とを備える。

【0024】

さらに、空中給油機110は、飛行中の受け側航空機112に燃料を補給するように動作することができる燃料補給システム120を備える。燃料補給システム120は、ハウジング124から延びる可撓ホース122を備え、可撓ホース122は、ハウジング124に対して移動可能である。図1において、ハウジング124は、航空機翼部118に結合したポッド126である。図1は、翼部118上の単一のポッド126を示しているが、空中給油機110は、さらなる例または他の例において、翼部118および/または空中給油機110の胴体114の反対側の別の翼部上に1つ以上のポッド126を備えることができる。各翼部118にポッド126を設けることにより、空中給油機110は、同時に複数の受け側航空機112に燃料を補給することができる。これに加え、あるいはこれに代えて、図4を参照して以下で説明されるように、ホース122を延ばすハウジング124を、他の例では、胴体114の下部によってもたらしうることが可能である。

【0025】

ホース122は、受け側航空機112に燃料を供給するように構成される。例えば、ホース122は、(i) 空中給油機110内の燃料タンクから燃料を受け取るためのハウジング124内の第1の端部122Aと、(ii) 空中給油機110の下方かつ後方にたなびき、受け側航空機112のプロープ128と結合する第2の端部122Bとを有することができる。ホース122の第2の端部122Bは、飛行中にホース122を安定させ、プロープ128のホース122への結合を助けるようにプロープ128を整列させるためのドロッグ130を備えることができる。例えば、ドロッグ130は、ホース122の安定およびホース122のプロープ128との結合を助ける

10

20

30

40

50

ための円錐形を有することができる。

【 0 0 2 6 】

図1において、受け側航空機112は、空中給油機110の胴体114の後部の下方かつ後方の位置にある。これは、例えば空中給油機110の制御面およびエンジンによって引き起こされる気流における潜在的に危険な乱流および外乱を軽減または回避することができる。さらに、図1において、受け側航空機112は、燃料補給システム120の燃料補給範囲132内に示されている。燃料補給範囲132は、燃料補給システム120からの最小距離を表す第1の境界位置132Aと、燃料補給システム120からの最大距離を表す第2の境界位置132Bとの間の、燃料補給システム120が受け側航空機112へと燃料を供給することができる位置の範囲であってよい。燃料補給システム120は、受け側航空機112が燃料補給範囲132の外にあるとき、受け側航空機112へと燃料を供給しなくてもよい。一例において、燃料補給範囲132は、第1の境界位置132Aと第2の境界位置132Bとの間の約20フィート（ft）（6.1メートル（m））の距離に及ぶ。

10

【 0 0 2 7 】

さらに、燃料補給システム120は、空中給油の作業に関する表示を受け側航空機112へと提供するための表示システム134を備える。例えば、表示システム134は、受け側航空機112に対して、燃料補給システム120について受け側航空機112との結合の準備ができているか、あるいは受け側航空機112との結合の準備ができていないかを知らせ、受け側航空機112が燃料補給範囲132に位置しているか、あるいは燃料補給範囲132の外に位置しているかを知らせ、第1の境界位置132Aおよび第2の境界位置132Bに対する燃料補給範囲132内の受け側航空機112の位置を知らせ、さらには／あるいは燃料補給システム120が受け側航空機112へと燃料を供給しているか否かを知らせるように構成される。

20

【 0 0 2 8 】

図2は、典型的な実施形態によるポッド126のハウジング124上の表示システム134を示している。図2に示されるように、表示システム134は、未準備光源238、待機光源240、および複数の燃料補給光源242を含む複数の光源236を有する。一例において、未準備光源238は、燃料補給システム120について受け側航空機112との結合の準備ができていないことを示すことができ、待機光源240は、受け側航空機112が燃料補給範囲132の外に位置し、燃料補給システム120は受け側航空機112と結合する準備ができていないことを示すことができ、燃料補給光源242は、燃料補給システム120が燃料を供給しており、受け側航空機112の位置が燃料補給範囲132内にあることを示すことができる。

30

【 0 0 2 9 】

図2に示されるように、燃料補給光源242は、少なくとも第1の燃料補給光源242Aと、第2の燃料補給光源242Bと、第3の燃料補給光源242Cとを含む。各燃料補給光源242A～242Cは、燃料補給範囲132内の異なる位置または位置範囲に対応することができる。複数の燃料補給光源242A～242Cを用意することによって、表示システム134は、受け側航空機112のパイロットが、受け側航空機112が燃料補給範囲132の第1の境界位置132Aおよび／または第2の境界位置132Bに近付いているかどうかを判断できるように、燃料補給範囲132における受け側航空機112の相対位置を知らせることができる。

【 0 0 3 0 】

各光源236は、作動時に可視光および赤外光を同時に発するように構成される。例えば、各光源236は、可視光スペクトル（すなわち、約380nm～約700nmの波長）および赤外光スペクトル（すなわち、約700nm～約1mmの波長）において電磁放射線を同時に生成する発光ダイオード（LED）を含むことができる。この種の光源は、「赤外線デュアル発光体」または「赤外線デュアルLED」と呼ばれることもある。

40

【 0 0 3 1 】

可視光と赤外光とを同時に発することによって、各光源236は、昼光、低照度、および視界不良の状況において受け側航空機112が容易に受け取って判断することができる知らせをもたらすことができる。さらに、例えば、光源236が可視光および赤外光を同時に発するがゆえに、知らせを受け取るために受け側航空機112が暗視画像化システムを使用して

50

いるか否かを、空中給油機110に知らせる必要がない。したがって、受け側航空機112の暗視画像化システムに問題が生じた場合に、受け側航空機112のパイロットは、暗視画像化システムを取り除き、空中給油の作業を中断することなく可視スペクトルにて知らせを受け取り続けることができる。

【0032】

一例において、待機光源240は、第1の波長範囲の可視光を発するように動作可能であり、未準備光源238は、第2の波長範囲の可視光を発するように動作可能であり、燃料補給光源242の各々は、第3の波長範囲の可視光を発するように動作可能であり、第1の波長範囲、第2の波長範囲、および第3の波長範囲は、互いに異なる。異なる波長範囲で光源236を作動させることにより、光源236によって発せられる可視光を、互いに視覚的に区別することができる。例えば、一実施例において、第1の波長範囲は、琥珀色の光（例えば、約570nm～約620nm）をもたらし、第2の波長範囲は、赤色の光（例えば、約620nm～約700nm）をもたらし、第3の波長範囲は、緑色の光（例えば、約495nm～約570nm）をもたらす。各光源238、240、および242は、第1、第2、または第3の波長範囲の可視光と同時に、赤外の波長範囲の赤外光も発することができる。特定の実施形態において、少なくとも1つの光源238、240、および/または242は、可視光だけを発することができ、あるいは赤外光だけを発することができる。

10

【0033】

各光源236は、暗設定および明設定で動作可能である。一例においては、各光源236について、明設定の光源236によって発せられる可視光および/または赤外光の強度は、暗設定の光源236によって発せられる可視光および/または赤外光の強度よりも、少なくとも2倍大きい。別の例においては、各光源236について、明設定の光源236によって発せられる可視光および/または赤外光の強度は、暗設定の光源236によって発せられる可視光および/または赤外光の強度よりも、約1.5倍～約10.0倍大きい。より一般的には、明設定の各光源236によって発せられる光の強度は、受け側航空機112（または、受け側航空機112のパイロット）が明設定で作動している光源236を暗設定で作動している光源236から視覚的に区別できるように、暗設定の光源236によって発せられる光の強度から相違する。

20

【0034】

図3が、典型的な実施形態による空中給油機110および受け側航空機112のさらなる構成要素を含む簡略化したブロック図を示している。図3に示されるように、燃料補給システム120は、受け側航空機112へと供給される燃料を貯蔵する燃料タンク344を備える。燃料タンク344は、（例えば、図1に示されるように）受け側航空機112のプロープ128に結合することができるホース122に接続される。プロープ128は、受け側航空機112の燃料タンク346に接続される。このようにして、空中給油の作業において、プロープ128がドローク130に挿入され、ホース122に結合すると、ホース122およびプロープ128は、空中給油機110の燃料タンク344から受け側航空機112の燃料タンク346へと燃料を流すための流路をもたらすことができる。

30

【0035】

空中給油機110から受け側航空機112への燃料の流れを制御するために、燃料補給システム120は、流路に沿って1つ以上の弁348を備えることができる。例えば、図3においては、ホース122が弁348を備えるが、さらなる例または別の例では、弁348をホース122から分離させることができる。一実施例において、弁348は、燃料の流れを開始および停止させようとして動作でき、さらには/あるいはホース122を通る燃料の流れの圧力を上昇および低下させるように動作することができる。

40

【0036】

やはり図3に示されるように、燃料補給システム120は、ホースアクチュエータ352を備える。ホースアクチュエータ352は、ホース122をハウジング124に対して移動させて、ホース122をハウジング124から延ばし、さらには/あるいはホース122をハウジング124へと引き込むことができる。一例として、ホースアクチュエータ352は、ホース122が

50

巻き付けられるリール354と、ホース122を出し入れするためにリール354を回転させるように動作することができるモータ356とを備えることができる。リール354を、ポッド126のハウジング124内に取り付けることができ、さらには／あるいは後述されるように、空中給油機110の胴体114内のハウジング124内に取り付けることができる。より一般的には、ホースアクチュエータ352は、ハウジング124から延びるホース122の量を制御することによって、ハウジング124に対するホース122の位置を制御するように構成される。

【0037】

さらに、燃料補給システム120は、ホース検出システム358を備える。ホース検出システム358は、(i) ホース122の状態を検出し、(ii) 検出された状態に基づいて燃料補給データ360を生成するように構成される。状態を検出するために、ホース検出システム358は、1つ以上のセンサ362を備える。一例において、センサ362によって検出される状態は、(i) 受け側航空機112のプロープ128が空中給油機110のホース122に結合しているか否か、(ii) ホース122が空中給油機110から受け側航空機112へと燃料を供給しているか否か、(iii) ホース122によって受け側航空機112へと供給される燃料の圧力、(iv) ハウジング124に対するホース122の位置、(v) 受け側航空機112の位置の変化に応じたホース122の位置の変化、および／または(vi) ホース122が受け側航空機112のプロープ128に結合しているときのホース122の張力を含むことができる。

【0038】

ホース検出システム358によって生成される燃料補給データ360は、例えば、燃料補給システム120に対する受け側航空機112の位置を表す位置データ364を含むことができる。例えば、センサ362が、プロープ128がホース122に結合していることを検出すると、ホース122の位置が、受け側航空機112の位置を表す。したがって、ホース検出システム358は、センサ362によって検出されたハウジング124に対するホース122の位置に基づいて、位置データ364を決定することができる。

【0039】

さらに、ホース検出システム358によって生成される燃料補給データ360は、燃料補給システム120において受け側航空機112との結合の準備ができていないか、あるいは受け側航空機112との結合の準備ができていないかを表す準備状態データ366を含むことができる。一例において、準備状態データ366は、センサ362が(i) 燃料補給システム120の1つ以上の構成要素について故障状態および／または機械的不具合が発生していることを検出し、さらには／あるいは(ii) (例えば、ホース122がハウジング124から最初に延ばされるときに) ホース122が燃料補給範囲132内の位置にないことを検出する場合に、燃料補給システム120において受け側航空機112との結合の準備ができていない旨を表すことができる。一方で、準備状態データ366は、センサ362がホース122が燃料補給範囲132内の位置にあることを検出し、かつセンサ362が燃料補給システム120の構成要素の故障状態または機械的不具合を検出しない場合に、燃料補給システム120において受け側航空機112との結合の準備ができていない旨を表すことができる。典型的な実施例において、センサ362は、しきい値を上回り、しきい値を下回り、さらには／あるいは所定のしきい値の範囲の外にあるホース122内の燃料の圧力および／またはホース122への張力を検出することによって、故障状態および／または機械的不具合を検出することができる。

【0040】

別の例において、準備状態データ366は、ホース検出システム358へとユーザ入力をもたらす空中給油機110の作業者に応答して燃料補給システム120において受け側航空機112との結合の準備ができていないことを表すことができる。他の例も可能である。

【0041】

さらに、ホース検出システム358によって生成される燃料補給データ360は、燃料補給システム120が燃料を供給しているか、あるいは燃料を供給していないかを示す給油状態データ368を含むことができる。例えば、センサ362が、弁348の状態、ホース122内の燃料の圧力、および／またはホース122がプロープ128に結合しているか否かを検出して、

10

20

30

40

50

給油状態データ368を生成することができる。

【0042】

図3に示されるように、ホース検出システム358は、ホースアクチュエータ352に通信可能に接続される。一例においては、受け側航空機112のプロープ128が空中給油機110のホース122に結合したとき、ホースアクチュエータ352を、受け側航空機112の動きに応答してホース122の位置を調整するように構成することができる。例えば、受け側航空機112が燃料補給システム120に結合している間、センサ362がホース122への張力を検出することができ、ホースアクチュエータ352が、これに応答して、張力を所定の張力値の範囲内に維持するようにホース122を動かすことができる。

【0043】

また、図3に示されるように、燃料補給システム120のホース検出システム358は、さらに表示システム134にも通信可能に接続される。表示システム134は、複数の光源236に通信可能に接続された制御システム370を備える。一般に、制御システム370は、燃料補給システム120の動作を制御するように構成された演算装置である。したがって、制御システム370を、ハードウェア、ソフトウェア、および/またはファームウェアを使用して実現することができる。例えば、制御システム370は、1つ以上のプロセッサと、機械語命令または他の実行可能命令を記憶する非一時的なコンピュータ可読媒体（例えば、揮発性および/または不揮発性メモリ）とを備えることができる。これらの命令は、1つ以上のプロセッサによって実行されたとき、本明細書に記載の種々の動作を燃料補給システム120に実行させる。したがって、制御システム370は、データ（燃料補給データ360を含む）を受信し、データをメモリに格納することもできる。

【0044】

より詳しくは、制御システム370は、燃料補給システム120から燃料補給データ360を受信し、受信した燃料補給データ360に応答して、（例えば、制御信号を光源236へと送信することによって）光源236のうちの少なくとも1つを明設定で作動させ、残りの光源236を暗設定で作動させる。例えば、制御システム370を、燃料補給データ360が燃料補給システム120において受け側航空機112との結合の準備ができていないことを示している場合に、未準備光源238を明設定で作動させ、待機光源240および複数の燃料補給光源242を暗設定で作動させるように構成することができる。さらに、例えば、制御システム370を、受け側航空機112の位置が燃料補給範囲132の外にあること、および燃料補給システム120において受け側航空機112との結合の準備ができていないことを、燃料補給データ360が示している場合に、待機光源240を明設定で作動させ、未準備光源238および複数の燃料補給光源242を暗設定で作動させるように構成することができる。

【0045】

これに加え、あるいはこれに代えて、制御システム370を、受け側航空機112の位置が燃料補給範囲132内にあること、および燃料補給システム120が受け側航空機112へと燃料を供給していることを、燃料補給データ360が示している場合に、複数の燃料補給光源242のうちの少なくとも1つの燃料補給光源242A、242B、または242Cを明設定で作動させ、複数の燃料補給光源242のうちの残りの燃料補給光源、待機光源240、および未準備光源238を暗設定で作動させるように構成することができる。光源236のいずれかを作動させるために、制御システム370は、光源236へと信号を送信して、光源236をオンにすることができる。

【0046】

一実施例においては、制御システム370を、位置データ364に基づいて複数の燃料補給光源242の中から少なくとも1つの燃料補給光源242A、242B、242Cを選択するように構成することができる。例えば、燃料補給範囲132は、複数の部分範囲を含むことができ、各燃料補給光源242は、複数の部分範囲のうちの該当の1つに対応することができる。この例においては、少なくとも1つの燃料補給光源242A、242B、242Cを選択するために、制御システム370を、（i）受け側航空機112が複数の部分範囲のうちの1つの部分範囲に位置していることを位置データ364が示していると決定し、（ii）決定された1つの部分

10

20

30

40

50

範囲に対応する燃料補給光源242A、242B、242Cを、明設定で作動させる少なくとも1つの燃料補給光源242A、242B、242Cとして選択するように、構成することができる。したがって、明設定で作動する燃料補給光源242に基づいて、受け側航空機112は、第1の境界位置132Aおよび第2の境界位置132Bに対する燃料補給範囲132内の自身の位置を決定することができる。

【0047】

上述のように、図1および図2において、ホース122は、航空機の翼部118に結合したポッド126の形態のハウジング124から延びる。さらなる例または他の例において、ホース122を延ばすハウジング124は、胴体114の下部および/または翼部118に結合した1つ以上のポッド126を含むことができる。図4が、一例による空中給油機110の後面図を示している。図4に示されるように、空中給油機110は、各翼部118にポッド126を備える。さらに、空中給油機110は、各ポッド126および胴体114から延びるホース122を備える。したがって、図4において、燃料補給システム120のハウジング124は、ポッド126および/または胴体114を含む。複数のホース122を備えることによって、空中給油機110を、複数の受け側航空機112に同時に燃料を補給するように構成することができる。

【0048】

一代案の例において、空中給油機110は、胴体114から延びるフライングブーム式燃料補給システムと、1つ以上のポッド126から延びる1つ以上のホース・アンド・ドロークシステムとを備えることができる。この代案の例において、ポッド126は、空中給油機110のフライングブーム式システムまたはホース・アンド・ドローク式システムのうちの一方のみに適合可能であってよい異なる種類の受け側航空機112に燃料を補給するための汎用性を、空中給油機110にもたらすことができる。

【0049】

図5A～図5Dは、典型的な実施形態による複数の光源236のさまざまな配置を示している。図5Aにおいて、光源236は、ポッド126のハウジング124上に水平方向の直線状のパターンにて配置されている。図5Bにおいて、光源236は、ポッド126のハウジング124上に鉛直方向の直線状のパターンにて配置されている。図5Cにおいて、光源236は、ポッド126のハウジング124の弧状の輪郭に対応する弧状の輪郭にて配置されている。図5Dにおいて、光源236は、ハウジング124の両側に弧状の輪郭にて配置されている。他の典型的な配置も可能である。

【0050】

図2～図5Cに示した表示システム134は、5つの光源236を備えているが、表示システム134は、他の例では、より多数の光源236またはより少数の光源236を備えることができる。例えば、追加の例または代案の例においては、待機光源240が、複数の待機光源240を含むことができ、かつ/または未準備光源238が、複数の未準備光源238を含むことができる。さらに、追加の例または代案の例においては、燃料補給光源242が、N個の燃料補給光源242を含むことができ、ここでNは、2以上の整数値である（例えば、N=2, 3, 4, 5, 6, 7, など）。燃料補給光源242の数が多なるにつれて、表示システム134は、受け側航空機112により高い精度で位置のフィードバックを提供することができる。

【0051】

図6A～図6Eが、典型的な実施形態による空中給油の作業の種々の段階を示している。空中給油の作業は、空中給油機110が、受け側航空機112との結合に向けて燃料補給システム120を準備することによって始まる。例えば、図6Aにおいて、空中給油機110は、ハウジング124からホース122およびドローク130を延ばすことによって燃料補給システム120を準備する。空気力学的な力ゆえに、ホース122およびドローク130は、空中給油機110の後ろへと胴体114の下方かつ後方にたなびく。

【0052】

ホース122を最初に延ばし、さらには/あるいは他のやり方で燃料補給システム120を準備しているときに、ホース検出システム358は、ホース122の状態を検出し、検出した状態に基づいて燃料補給データ360を生成し、燃料補給データ360を制御システム370へと

10

20

30

40

50

伝える。図6Aにおいて、燃料補給データ360は、燃料補給システム120において受け側航空機112との結合の準備ができていないことを示す。したがって、図6Aに示されるとおり、燃料補給データ360が燃料補給システム120において受け側航空機112との結合の準備ができていないことを示しているとき、制御システム370は、未準備光源238を明設定で作動させ、待機光源240および燃料補給光源242を暗設定で作動させる。受け側航空機112は、光源238, 240, 242によってもたらされる知らせを受け取り、したがって空中給油機110との結合を試みない。

【0053】

図6Bにおいて、ホースアクチュエータ352は、燃料補給システム120を受け側航空機112へと結合させることができる位置へとホース122およびドローク130を延ばし終え、受け側航空機112は、未だ燃料補給範囲132の外に位置し、受け側航空機112は、燃料補給システム120に結合していない。ホース検出システム358は、これらの状態を検出し、検出された状態に基づいて燃料補給データ360を生成し、燃料補給データ360を制御システム370へと伝える。

【0054】

図6Bにおいて、今や燃料補給データ360は、受け側航空機112が燃料補給範囲132の外に位置し、燃料補給システム120において受け側航空機112との結合の準備ができていないことを示す。したがって、図6Bに示されるように、受け側航空機112の位置が燃料補給範囲132の外にあること、および燃料補給システム120において受け側航空機112との結合の準備ができていないことを、燃料補給データ360が示しているとき、制御システム370は、待機光源240を明設定で作動させ、未準備光源238および複数の燃料補給光源242を暗設定で作動させる。

【0055】

光源238, 240, 242からのこの知らせに回答して、受け側航空機112は、プローブ128がドローク130へと進入してホース122と結合するような位置へと移動する。ホース122との結合後に、受け側航空機112は、受け側航空機112が燃料補給範囲132に入るまで、燃料補給システム120に対して前方へとホース122およびドローク130を押し続けることができる。受け側航空機112が前方へと移動するとき、ホースアクチュエータ352は、受け側航空機112の移動に応じてホース122を引き込み、ホース122のたるみを取り除くことができる。さらに、受け側航空機112がホース122を最初の接触後に所定の距離だけ前方に移動させた後に、燃料補給システム120は、受け側航空機112への燃料の供給を開始する。一例において、この所定の距離は、約5フィート～約10フィートであってよい。

【0056】

図6Cにおいては、受け側航空機112が燃料補給システム120に結合し、ホース122を所定の距離だけ前方に移動させることで、受け側航空機112が燃料補給範囲132内に位置している。したがって、図6Cにおいては、燃料補給システム120が受け側航空機112へと燃料を供給している。ホース検出システム358は、これらの状態を検出し、検出された状態に基づいて燃料補給データ360を生成し、燃料補給データ360を制御システム370へと伝える。図6Cに示されるように、受け側航空機112が燃料補給範囲132内に位置していること、および燃料補給システム120が受け側航空機112へと燃料を供給していることを、燃料補給データ360が示しているとき、制御システム370は、燃料補給光源のうちの1つの燃料補給光源242Aを明設定で作動させ、未準備光源238、待機光源240、および残りの燃料補給光源242B、242Cを暗設定で作動させる。

【0057】

制御システム370は、燃料補給データ360の位置データ364に少なくとも部分的に基づいて、複数の燃料補給光源242の中から少なくとも1つの燃料補給光源242Aを選択する。例えば、図6A～図6Eにおいて、燃料補給範囲132は、複数の部分範囲632A、632B、632Cを含み、各燃料補給光源242A、242B、242Cは、複数の部分範囲632A、632B、632Cのうちの該当の1つに対応する。例えば、図6A～図6Eにおいては、第1の燃料補給光源242Aが、第1の部分範囲632Aに対応し、第2の燃料補給光源242Bが、第2の部分範囲632

10

20

30

40

50

Bに対応し、第3の燃料補給光源242Cが、第3の部分範囲632Cに対応する。この例において、複数の燃料補給光源242A、242B、242Cは、燃料補給範囲132におけるそれぞれの部分範囲632A、632B、632Cの順番と同じ順番で、燃料補給システム120のハウジング124上に配置されている。

【0058】

少なくとも1つの燃料補給光源242を選択するために、制御システム370は、受け側航空機112が複数の部分範囲632A、632B、632Cのうちの1つの部分範囲に位置していることを位置データ364が示していると判断し、この判断した1つの部分範囲に対応する燃料補給光源242を、明設定で作動させる少なくとも1つの燃料補給光源242として選択することができる。図6Cにおいては、受け側航空機112が第1の部分範囲632Aにあり、したがって制御システム370は、第1の燃料補給光源242Aを、明設定で作動させる少なくとも1つの燃料補給光源242として選択する。

10

【0059】

図6Dにおいては、燃料補給システム120が受け側航空機112への燃料の供給を続けている一方で、受け側航空機112が、第1の部分範囲632Aから第2の部分範囲632Bへと移動している。したがって、図6Dにおいて、制御システム370は、第2の燃料補給光源242Bを、明設定で作動させる少なくとも1つの燃料補給光源242として選択する。図6Eにおいては、燃料補給システム120が受け側航空機112への燃料の供給を続けている一方で、受け側航空機112が、第2の部分範囲632Bから第3の部分範囲632Cへと移動している。したがって、図6Eにおいて、制御システム370は、第3の燃料補給光源242Cを、明設定で作動させる少なくとも1つの燃料補給光源242として選択する。

20

【0060】

一実施例において、受け側航空機112が、受け側航空機112が第1の部分範囲632Aまたは第3の部分範囲632Cに位置している旨の知らせを受け取るとき、受け側航空機112は、これにตอบสนองして、第2の部分範囲632B内の位置へと移動することができる。このようにして、受け側航空機112は、受け側航空機が燃料補給範囲132の外へと外れることによって燃料が遮断される恐れを、低減または排除することができる。

【0061】

図6A～図6Eは、燃料補給範囲132が3つの部分範囲632A、632B、632Cを含み、表示システム134が3つの対応する燃料補給光源242A、242B、242Cを含む例を示しているが、さらなる例または代案の例において、燃料補給範囲132は、4つ以上の部分範囲632A、632B、632Cを含むことができ、表示システムは、4つ以上の燃料補給光源242を含むことができる。さらに、第1の部分範囲632A、第2の部分範囲632B、および第3の部分範囲632Cの各々は、同じサイズであるが、別の例において、部分範囲632A、632B、632Cは、異なるサイズを有することができる。例えば、1つの代案の例において、第1の部分範囲632Aおよび第3の部分範囲632Bは、第2の部分範囲632Bよりも小さいサイズを有することができる。したがって、第2の部分範囲632Bは、燃料補給範囲132内の目標位置範囲をもたらす受け側航空機112の比較的広い範囲の位置に対応することができる。一方で、第1の部分範囲632Aおよび第3の部分範囲632Cは、燃料補給範囲132の境界から離れるように受け側航空機112に対して位置の調整を警告する比較的小さい範囲の位置に対応することができる。

30

40

【0062】

上述したように、制御システム370を、受け側航空機112の位置が燃料補給範囲132内にあること、および燃料補給システム120が受け側航空機112へと燃料を供給していることを、燃料補給データ360が示している場合に、複数の燃料補給光源242のうちの少なくとも1つの燃料補給光源242A、242B、または242Cを明設定で作動させ、複数の燃料補給光源242のうちの残りの燃料補給光源、待機光源240、および未準備光源238を暗設定で作動させるように構成することができる。図6A～図6Eに示した例では、受け側航空機112の位置が燃料補給範囲132内にあること、および燃料補給システム120が受け側航空機112へと燃料を供給していることを、燃料補給データ360が示している場合に、制御システ

50

ム370は、燃料補給範囲132における受け側航空機112の相対位置に基づいて、単一の燃料補給光源242を明設定で作動させる。しかしながら、表示システム134は、さらなる例または代案の例においては、2つ以上の燃料補給光源242を明設定で作動させることができる。

【0063】

一例として、図7A～図7Eは、5つの燃料補給光源242A～242Eを有する表示システム134を示し、5つの燃料補給光源242A～242Eの各々は、燃料補給システム120が受け側航空機112へと燃料を供給しているときに、燃料補給範囲132の種々の部分範囲732A～732Eにおける受け側航空機112の位置に基づいて明設定または暗設定で作動する。

【0064】

図7Aに示されるように、受け側航空機112が第1の部分範囲732Aにあるとき、制御システム370は、第1の燃料補給光源242Aを明設定で作動させ、残りの燃料補給光源242B～242Eを暗設定で作動させる。図7Bに示されるように、受け側航空機112が第2の部分範囲732Bにあるとき、制御システム370は、第1の燃料補給光源242Aおよび第2の燃料補給光源242Bを明設定で作動させ、残りの燃料補給光源242C～242Eを暗設定で作動させる。図7Cに示されるように、受け側航空機112が第3の部分範囲732Cにあるとき、制御システム370は、第1の燃料補給光源242A、第2の燃料補給光源242B、および第3の燃料補給光源242Cを明設定で作動させ、残りの燃料補給光源242Dおよび242Eを暗設定で作動させる。図7Dに示されるように、受け側航空機112が第4の部分範囲732Dにあるとき、制御システム370は、第1の燃料補給光源242A、第2の燃料補給光源242B、第3の燃料補給光源242C、および第4の燃料補給光源242Dを明設定で作動させ、残りの燃料補給光源242Eを暗設定で作動させる。図7Eに示されるように、受け側航空機112が第5の部分範囲732Eにあるとき、制御システム370は、第1の燃料補給光源242A、第2の燃料補給光源242B、第3の燃料補給光源242C、第4の燃料補給光源242D、および第5の燃料補給光源242Eを明設定で作動させる。

【0065】

ここで図1～図8を参照すると、典型的な実施形態による燃料補給システム120の表示システム134を使用して燃料補給の作業中に受け側航空機112へと表示を提供するプロセス800のフローチャートが示されている。上述したように、表示システム134は、空中給油機110のハウジング124上に複数の光源236を備える。複数の光源236は、未準備光源238、待機光源240、および複数の燃料補給光源242を含む。各光源236は、可視光および赤外光を同時に発するように構成される。各光源236は、明設定および暗設定で動作可能である。

【0066】

図8に示されるように、ブロック810において、プロセス800は、燃料補給データ360を決定することによって開始する。燃料補給データ360は、燃料補給システム120に対する受け側航空機112の位置を示す位置データ364と、燃料補給システム120において受け側航空機112との結合の準備ができていないか、あるいは受け側航空機112との結合の準備ができていないかを示す準備状態データ366と、燃料補給システム120が燃料を供給しているか、あるいは燃料を供給していないかを示す給油状態データ368とを含むことができる。

【0067】

ブロック812において、燃料補給データ360が燃料補給システム120において受け側航空機112との結合の準備ができていないことを示している場合に、プロセス800は、未準備光源238を明設定で作動させ、待機光源240および複数の燃料補給光源242を暗設定で作動させることを含むことができる。

【0068】

ブロック814において、受け側航空機112の位置が燃料補給範囲132の外にあること、および燃料補給システム120において受け側航空機112との結合の準備ができていないことを、燃料補給データ360が示している場合に、プロセス800は、待機光源240を明設定で作

10

20

30

40

50

動させ、未準備光源238および複数の燃料補給光源242を暗設定で作動させることを含むことができる。

【0069】

ブロック816において、受け側航空機112の位置が燃料補給範囲132内にあること、および燃料補給システム120が受け側航空機112へと燃料を供給していることを、燃料補給データ360が示している場合に、プロセス800は、複数の燃料補給光源242のうちの少なくとも1つの燃料補給光源242を明設定で作動させ、複数の燃料補給光源242のうちの残りの燃料補給光源を暗設定で作動させることを含むことができる。ブロック817において、受け側航空機112の位置が燃料補給範囲132内にあること、および燃料補給システム120が受け側航空機112へと燃料を供給していることを、燃料補給データ360が示している場合に、プロセス800は、待機光源240および未準備光源238を暗設定で動作させることをさらに含むことができる。

10

【0070】

図9～図13は、図8に示したプロセス800に関連して実行することができる追加の動作または代替の動作を示している。図9に示されるように、プロセス800は、ブロック818において、燃料補給システム120のハウジング124に対するホース122の位置を決定することによって位置データ364を決定することをさらに含むことができる。図10に示されるように、プロセス800は、ブロック820において、位置データ364に基づいて、複数の燃料補給光源242の中から少なくとも1つの燃料補給光源242を選択することも含むことができる。

20

【0071】

一例において、燃料補給範囲132は、複数の部分範囲632A～632Cを含み、各燃料補給光源242は、複数の部分範囲632A～632Cのうちの該当の1つに対応する。この例の一実施例においては、図11に示されるように、ブロック820において少なくとも1つの燃料補給光源242を選択することが、ブロック822において受け側航空機112が複数の部分範囲632A～632Cのうちの1つの部分範囲632A～632Cに位置していることを位置データ364が示していると判断し、ブロック824においてこの判断した1つの部分範囲632A～632Cに対応する燃料補給光源242を明設定で作動させる少なくとも1つの燃料補給光源242として選択することを、含むことができる。

【0072】

図12に示されるように、プロセス800は、ブロック826において、燃料補給システム120から受け側航空機112へと供給されている燃料の圧力、燃料補給システム120のハウジング124に対する燃料補給システム120のホース122の位置、受け側航空機112の位置の変化に応答したホース122の位置の変化、およびホース122の張力で構成されるグループからの少なくとも1つの状態を決定することによって、準備状態データ366を決定することを含むことができる。ブロック828において、プロセス800は、燃料補給システム120において受け側航空機112との結合の準備ができていないかを判断するために、少なくとも1つの状態を少なくとも1つのしきい値と比較することを、さらに含むことができる。

30

【0073】

図13に示されるように、プロセス800は、ブロック830において空中給油機110の翼部118に結合したポッド126から燃料補給システム120のホース122を延ばすことと、ブロック832においてホース122を使用して燃料補給システム120から受け側航空機112へと燃料を供給することを含む。

40

【0074】

ここで図1～図7Eおよび図14を参照すると、典型的な実施形態による燃料補給システム120の表示システム134を使用して給油作業の最中に受け側航空機112へと表示を提供するプロセス1400のフロー図が示されている。表示システム134は、空中給油機110のハウジング124上に複数の光源236を備える。複数の光源236は、複数の燃料補給光源242を含む。各光源236は、可視光および赤外光を同時に発するように構成される。各光源236

50

は、明設定および暗設定で動作可能である。各燃料補給光源242は、燃料補給システム120の燃料補給範囲132内の1つ以上の位置に対応する。

【0075】

図14に示されるように、ブロック1410において、プロセス1400は、燃料補給システム120に対する受け側航空機112の位置を示す位置データ364を含む燃料補給データ360を決定することを含む。ブロック1412において、プロセス1400は、燃料補給データ360に基づいて、複数の燃料補給光源242のうちの少なくとも1つの燃料補給光源242を選択することを含む。ブロック1414において、プロセス1400は、少なくとも1つの燃料補給光源242を明設定で作動させ、複数の燃料補給光源242のうちの残りの燃料補給光源を暗設定で作動させることで、燃料補給範囲132における受け側航空機112の位置を示すことを含む。

10

【0076】

図8～図14に示したブロックはいずれも、プロセスにおける特定の論理機能または工程を実施するためにプロセッサによって実行することができる1つ以上の命令を含むモジュール、セグメント、またはプログラムコードの一部を表すことができる。プログラムコードを、例えば、ディスクまたはハードドライブを含む記憶装置など、任意の種類のコンピュータ可読媒体またはデータ記憶装置に格納することができる。さらに、プログラムコードを、機械可読形式でコンピュータ可読記憶媒体上に符号化することができ、あるいは他の非一時的な媒体または製造物上に符号化することができる。コンピュータ可読媒体は、例えばレジスタメモリ、プロセッサキャッシュ、およびランダムアクセスメモリ（RAM）などのデータを短時間にわたって記憶するコンピュータ可読媒体など、非一時的なコンピュータ可読媒体またはメモリを含むことができる。また、コンピュータ可読媒体は、例えば読み出し専用メモリ（ROM）、光学ディスクまたは磁気ディスク、コンパクトディスク読み出し専用メモリ（CD-ROM）など、補助または永続的な長期記憶装置などの非一時的な媒体を含むことができる。コンピュータ可読媒体は、任意の他の揮発性または不揮発性のストレージシステムであってもよい。コンピュータ可読媒体を、例えば、有形のコンピュータ可読記憶媒体と考えることができる。

20

【0077】

いくつかの例においては、本明細書に記載した装置および/またはシステムの構成要素を、機能の実行を可能にするように（ハードウェアおよび/またはソフトウェアによって）実際に設定および構成されるように、機能を実行するように構成することができる。したがって、典型的な構成は、システムに機能を実行させる命令を実行する1つ以上のプロセッサを含む。同様に、装置および/またはシステムの構成要素を、特定のやり方で動作させられたときなどに、機能の実行に合わせて配置または調整され、機能の実行が可能であり、あるいは機能の実行に適するように構成することができる。

30

【0078】

上述した図8～図14において、ブロックは、動作および/または動作の一部を表すことができ、種々のブロックを接続する線は、動作または動作の一部のいかなる特定の順序または依存性も意味しない。破線によって表されたブロックは、選択的な動作および/または動作の一部を示す。種々のブロックを接続する破線が存在する場合、そのような破線は、動作または動作の一部の選択的な依存関係を表す。開示された種々の動作の間の依存関係が、必ずしもすべて表されているわけではないことを、理解できるであろう。図8～図14および本明細書に記載の方法の動作を説明する付随の開示を、必ずしも動作の実行の順序を決定するものと解釈すべきではない。むしろ、1つの例示的な順序が示されているが、動作の順序は、適宜に変更されてもよいと理解されるべきである。したがって、特定の動作を、異なる順序で実行でき、あるいは同時に実行することができる。さらに、当業者であれば、必ずしも説明したすべての動作を実行する必要はないことを、理解できるであろう。

40

【0079】

さらに、本開示は、以下の条項による実施形態を含む。

50

【 0 0 8 0 】

条項1．受け側航空機へと燃料を供給するためのホースを備えている燃料補給システムにおいて使用するための表示システムであって、表示システムが、未準備光源と、待機光源と、複数の燃料補給光源とを含む複数の光源であって、各光源は、可視光および赤外光を同時に発するように構成され、各光源は、暗設定および明設定で動作することができる、複数の光源と、複数の光源に通信可能に接続された制御システムであって、制御システムは、燃料補給システムから燃料補給データを受信するように構成され、燃料補給データは、燃料補給システムに対する受け側航空機の位置を表す位置データと、燃料補給システムにおいて受け側航空機との結合の準備ができていないか、あるいは受け側航空機との結合の準備ができていないかを表す準備状態データと、燃料補給システムが燃料を供給しているか、あるいは燃料を供給していないかを示す給油状態データとを含む、制御システムと、を備え、制御システムは、燃料補給システムにおいて受け側航空機との結合の準備ができていないことを、燃料補給データが示している場合に、未準備光源を明設定で作動させ、待機光源および複数の燃料補給光源を暗設定で作動させ、受け側航空機の位置が燃料補給範囲の外にあること、および燃料補給システムにおいて受け側航空機との結合の準備ができていないことを、燃料補給データが示している場合に、待機光源を明設定で作動させ、未準備光源および複数の燃料補給光源を暗設定で作動させ、受け側航空機の位置が燃料補給範囲内にあること、および燃料補給システムが受け側航空機へと燃料を供給していることを、燃料補給データが示している場合に、複数の燃料補給光源のうちの少なくとも1つの燃料補給光源を明設定で作動させ、複数の燃料補給光源のうちの残りの燃料補給光源、待機光源、および未準備光源を暗設定で動作させるように構成されている、表示システム。

10

20

【 0 0 8 1 】

条項2．制御システムは、位置データに基づいて複数の燃料補給光源の中から少なくとも1つの燃料補給光源を選択するようにさらに構成されている、条項1に記載の表示システム。

【 0 0 8 2 】

条項3．燃料補給範囲は、複数の部分範囲を含み、各燃料補給光源は、複数の部分範囲のうちの該当の1つに対応し、少なくとも1つの燃料補給光源を選択するために、制御システムは、位置データが、受け側航空機が複数の部分範囲のうちの1つの部分範囲にある旨を示していると決定し、決定した1つの部分範囲に対応する燃料補給光源を、明設定にて動作させる少なくとも1つの燃料補給光源として選択するように構成されている、条項2に記載の表示システム。

30

【 0 0 8 3 】

条項4．複数の燃料補給光源は、燃料補給範囲における対応する部分範囲の順番と同じ順番で燃料補給システムのハウジング上に配置されている、条項3に記載の表示システム。

【 0 0 8 4 】

条項5．各光源において、明設定のランプによって発せられる可視光の強度は、暗設定のランプによって発せられる可視光の強度の少なくとも2倍大きい、条項1から4のいずれかに記載の表示システム。

【 0 0 8 5 】

条項6．少なくとも1つの待機光源は、第1の波長範囲の可視光を発するように動作可能であり、少なくとも1つの未準備光源は、第2の波長範囲の可視光を発するように動作可能であり、複数の燃料補給光源の各々は、第3の波長範囲の可視光を発するように動作可能であり、第1の波長範囲、第2の波長範囲、および第3の波長範囲は、互いに異なる、条項1から5のいずれかに記載の表示システム。

40

【 0 0 8 6 】

条項7．第1の波長範囲は、琥珀色の光をもたらし、第2の波長範囲は、赤色の光をもたらし、第3の波長範囲は、緑色の光をもたらし、条項6に記載の表示システム。

【 0 0 8 7 】

条項8．待機光源が複数の待機光源を含むか、あるいは未準備光源が複数の未準備光源を含むか、の少なくとも一方である、条項1から7のいずれかに記載の表示システム。

50

【 0 0 8 8 】

条項9．ポッドと、ポッドから延び、ポッドに対して移動可能であるホースであって、ホースが受け側航空機へと燃料を供給するように構成された、ホースと（a）ホースの状態を検出し、（b）該検出した状態に基づいて、燃料補給データを生成し、燃料補給データが、燃料補給システムに対する受け側航空機の位置を表す位置データと、燃料補給システムにおいて受け側航空機との結合の準備ができていないか、あるいは受け側航空機との結合の準備ができていないかを表す準備状態データと、燃料補給システムが燃料を供給しているか、あるいは燃料を供給していないかを示す給油状態データとを含む、ホース検出システムと、未準備光源と、待機光源と、複数の燃料補給光源とを含む複数の光源を備える表示システムであって、各光源は、可視光および赤外光を同時に発するように構成され、各光源は、暗設定および明設定で動作することができる、表示システムと、複数の光源およびホース検出システムに通信可能に接続された制御システムとを備え、制御システムは、（i）燃料補給システムにおいて受け側航空機との結合の準備ができていないことを、燃料補給データが示している場合に、未準備光源を明設定で作動させ、待機光源および複数の燃料補給光源を暗設定で作動させ、（ii）受け側航空機の位置が燃料補給範囲の外にあること、および燃料補給システムにおいて受け側航空機との結合の準備ができていないことを、燃料補給データが示している場合に、待機光源を明設定で作動させ、未準備光源および複数の燃料補給光源を暗設定で作動させ、（iii）受け側航空機の位置が燃料補給範囲内にあること、および燃料補給システムが受け側航空機へと燃料を供給していることを、燃料補給データが示している場合に、複数の燃料補給光源のうちの少なくとも1つの燃料補給光源を明設定で作動させ、複数の燃料補給光源のうちの残りの燃料補給光源、待機光源、および未準備光源を暗設定で動作させるように構成されている、燃料補給システム。

10

20

【 0 0 8 9 】

条項10．ポッドは、航空機の翼部に結合するように構成されている、条項9に記載の燃料補給システム。

【 0 0 9 0 】

条項11．状態は、ホースによって受け側航空機へと供給される燃料の圧力、ポッドに対するホースの位置、受け側航空機の位置の変化に応答したホースの位置の変化、およびホースが受け側航空機に結合しているときのホースへの張力で構成されるグループからの少なくとも1つを含む、条項9または10に記載の燃料補給システム。

30

【 0 0 9 1 】

条項12．ホース検出システムは、ポッドに対するホースの位置に基づいて位置データを決定するように構成されている、条項9から11のいずれかに記載の燃料補給システム。

【 0 0 9 2 】

条項13．複数の光源は、ポッド上に直線状のパターンにて配置されている、条項9から12のいずれかに記載の燃料補給システム。

【 0 0 9 3 】

条項14．複数の光源は、ポッドの弧状の輪郭に対応する弧状の輪郭にて配置されている、条項9から12のいずれかに記載の燃料補給システム。

【 0 0 9 4 】

条項15．燃料補給システムの表示システムを使用して、燃料補給の作業の際に受け側航空機へと表示を提供するための方法であって、表示システムは空中給油機のハウジング上の複数の光源を備え、該複数の光源は、未準備光源、待機光源、および複数の燃料補給光源を含み、各光源は可視光および赤外光を同時に発するように構成され、各光源は明設定および暗設定で動作することができる、方法であって、方法が、燃料補給システムに対する受け側航空機の位置を表す位置データと、燃料補給システムにおいて受け側航空機との結合の準備ができていないか、あるいは受け側航空機との結合の準備ができていないかを表す準備状態データと、燃料補給システムが燃料を供給しているか、あるいは燃料を供給していないかを示す給油状態データとを含む燃料補給データを決定するステップと、燃料補給システムにおいて受け側航空機との結合の準備ができていないことを、燃料補給データが

40

50

示している場合に、未準備光源を明設定で作動させ、待機光源および複数の燃料補給光源を暗設定で作動させるステップと、受け側航空機の位置が燃料補給範囲の外にあること、および燃料補給システムにおいて受け側航空機との結合の準備ができていることを、燃料補給データが示している場合に、待機光源を明設定で作動させ、未準備光源および複数の燃料補給光源を暗設定で作動させるステップと、受け側航空機の位置が燃料補給範囲内にあること、および燃料補給システムが受け側航空機へと燃料を供給していることを、燃料補給データが示している場合に、複数の燃料補給光源のうちの少なくとも1つの燃料補給光源を明設定で作動させ、複数の燃料補給光源のうちの残りの燃料補給光源、待機光源、および未準備光源を暗設定で動作させるステップと、を含む方法。

【0095】

10

条項16．燃料補給システムのハウジングに対するホースの位置を決定することによって位置データを決定するステップをさらに含む、条項15に記載の方法。

【0096】

条項17．位置データに基づいて複数の燃料補給光源の中から少なくとも1つの燃料補給光源を選択するステップをさらに含む、条項15または16に記載の方法。

【0097】

条項18．燃料補給範囲は、複数の部分範囲を含み、各燃料補給光源は、複数の部分範囲のうちの該当の1つに対応し、少なくとも1つの燃料補給光源を選択するステップは、位置データが、受け側航空機が複数の部分範囲のうちの1つの部分範囲にある旨を示していると決定するステップと、決定した1つの部分範囲に対応する燃料補給光源を、明設定にて作動させる少なくとも1つの燃料補給光源として選択するステップとを含む、条項17に記載の方法。

20

【0098】

条項19．燃料補給システムから受け側航空機へと供給されている燃料の圧力、燃料補給システムのハウジングに対する燃料補給システムのホースの位置、受け側航空機の位置の変化にตอบสนองしたホースの位置の変化、およびホースへの張力で構成されるグループからの少なくとも1つの状態を判断することによって、準備状態データを決定するステップと、燃料補給システムにおいて受け側航空機との結合の準備ができているか、あるいは受け側航空機との結合の準備ができていないかを決定するために、少なくとも1つの状態を少なくとも1つのしきい値と比較するステップと、をさらに含む、条項15から18のいずれかに記載の方法。

30

【0099】

条項20．空中給油機の翼部に結合したポッドから燃料補給システムのホースを延ばすステップと、該ホースを使用して燃料補給システムから受け側航空機へと燃料を供給するステップと、をさらに含む、条項15から19のいずれかに記載の方法。

【0100】

条項21．受け側航空機へと燃料を供給するためのホースを備えている燃料補給システムにおいて使用するための表示システムであって、表示システムが、複数の燃料補給光源であって、各燃料補給光源が可視光および赤外光を同時に発するように構成され、各燃料補給光源が暗設定および明設定にて動作することができる、複数の燃料補給光源と、複数の燃料補給光源に通信可能に接続された制御システムであって、制御システムが燃料補給システムから燃料補給データを受信するように構成され、燃料補給データは、燃料補給システムに対する受け側航空機の位置を表す位置データと、燃料補給システムが燃料を供給しているか、あるいは燃料を供給していないかを示す給油状態データとを含む、制御システムとを備え制御システムは、受け側航空機の位置が燃料補給範囲内にあること、および燃料補給システムが受け側航空機へと燃料を供給していることを、燃料補給データが示している場合に、複数の燃料補給光源のうちの少なくとも1つの燃料補給光源を明設定で動作させ、複数の燃料補給光源のうちの残りの燃料補給光源を暗設定で動作させるように構成されている、表示システム。

40

【0101】

50

条項22．制御システムは、位置データに基づいて複数の燃料補給光源の中から少なくとも1つの燃料補給光源を選択するようにさらに構成されている、条項21に記載の表示システム。

【0102】

条項23．燃料補給範囲は、複数の部分範囲を含み、各燃料補給光源は、複数の部分範囲のうちの該当の1つに対応し、少なくとも1つの燃料補給光源を選択するために、制御システムは、(i)位置データが、受け側航空機が複数の部分範囲のうちの1つの部分範囲にある旨を示していると決定し、(ii)決定した1つの部分範囲に対応する燃料補給光源を、明設定にて動作させる少なくとも1つの燃料補給光源として選択するように構成されている、条項22に記載の表示システム。

10

【0103】

条項24．複数の燃料補給光源は、燃料補給範囲における対応する部分範囲の順番と同じ順番で燃料補給システムのハウジング上に配置されている、条項23に記載の表示システム。

【0104】

条項25．各燃料補給光源において、明設定のランプによって発せられる可視光の強度は、暗設定のランプによって発せられる可視光の強度の少なくとも2倍大きい、条項21から24のいずれかに記載の表示システム。

【0105】

条項26．未準備光源および待機光源をさらに備え、未準備光源および待機光源の各々は、可視光および赤外光を同時に発するように構成され、未準備光源および待機光源の各々は、明設定および暗設定で動作可能であり、燃料補給データは、燃料補給システムにおいて受け側航空機との結合の準備ができていないか、あるいは受け側航空機との結合の準備ができていないかを表す準備状態データをさらに含み、制御システムは、(i)燃料補給システムにおいて受け側航空機との結合の準備ができていないことを、燃料補給データが示している場合に、未準備光源を明設定で作動させ、待機光源および複数の燃料補給光源を暗設定で作動させ、(ii)受け側航空機の位置が燃料補給範囲の外にあること、および燃料補給システムにおいて受け側航空機との結合の準備ができていないことを、燃料補給データが示している場合に、待機光源を明設定で作動させ、未準備光源および複数の燃料補給光源を暗設定で作動させるように構成されている、条項21から25のいずれかに記載の表示システム。

20

30

【0106】

条項27．少なくとも1つの待機光源は、第1の波長範囲の可視光を発するように動作可能であり、少なくとも1つの未準備光源は、第2の波長範囲の可視光を発するように動作可能であり、複数の燃料補給光源の各々は、第3の波長範囲の可視光を発するように動作可能であり、第1の波長範囲、第2の波長範囲、および第3の波長範囲は、互いに異なる、条項26に記載の表示システム。

【0107】

条項28．第1の波長範囲は、琥珀色の光をもたらし、第2の波長範囲は、赤色の光をもたらし、第3の波長範囲は、緑色の光をもたらし、条項27に記載の表示システム。

【0108】

条項29．待機光源が複数の待機光源を含むか、あるいは未準備光源が複数の未準備光源を含むか、の少なくとも一方である、条項26から28のいずれかに記載の表示システム。

40

【0109】

条項30．条項21から29のいずれか一項に記載の表示システムと、ハウジングとハウジングから延び、ハウジングに対して移動可能であるホースであって、ホースは、受け側航空機へと燃料を供給するように構成されている、ホースと、(i)ホースの状態を検出し、(ii)検出した状態に基づいて燃料補給データを生成する、ホース検出システムを備える、燃料補給システム。

【0110】

条項31．ハウジングは、航空機の翼部に結合するように構成されたポッドを備える、条項

50

30に記載の燃料補給システム。

【0111】

条項32．状態は、ホースによって受け側航空機へと供給される燃料の圧力、ハウジングに対するホースの位置、受け側航空機の位置の変化に応答したホースの位置の変化、およびホースが受け側航空機に結合しているときのホースへの張力で構成されるグループからの少なくとも1つを含む、条項30または31に記載の燃料補給システム。

【0112】

条項33．ホース検出システムは、ハウジングに対するホースの位置に基づいて位置データを決定するように構成されている、条項30から32のいずれかに記載の燃料補給システム。

【0113】

条項34．複数の燃料補給光源は、ハウジング上に直線状のパターンにて配置されている、条項30から33のいずれかに記載の燃料補給システム。

【0114】

条項35．複数の光源は、ハウジングの弧状の輪郭に対応する弧状の輪郭にて配置されている、条項30から33のいずれかに記載の燃料補給システム。

【0115】

条項36．燃料補給システムの表示システムを使用して、燃料補給の作業の際に受け側航空機へと表示を提供するための方法であって、表示システムが空中給油機のハウジング上の複数の燃料補給光源を備え、各燃料補給光源は可視光および赤外光を同時に発するように構成され、各燃料補給光源は明設定および暗設定で動作することができ、各燃料補給光源は燃料補給システムの燃料補給範囲内の1つ以上の位置に対応している、方法であって、方法が、燃料補給システムに対する受け側航空機の位置を表す位置データを含む燃料補給データを決定するステップと、燃料補給データに基づいて複数の燃料補給光源のうちの少なくとも1つの燃料補給光源を選択するステップと、少なくとも1つの燃料補給光源を明設定で作動させる一方で、複数の燃料補給光源のうちの残りの燃料補給光源を暗設定で作動させることにより、燃料補給範囲における受け側航空機の位置を示すステップと、を含む方法。

【0116】

条項37．燃料補給データを決定するステップは、燃料補給システムにおいて受け側航空機との結合の準備ができていないか、あるいは受け側航空機との結合の準備ができていないかを表す準備状態データを決定するステップをさらに含み、方法は、燃料補給システムにおいて受け側航空機との結合の準備ができていないことを、燃料補給データが示している場合に、未準備光源を明設定で作動させ、待機光源および複数の燃料補給光源を暗設定で作動させるステップと、受け側航空機の位置が燃料補給範囲の外にあること、および燃料補給システムにおいて受け側航空機との結合の準備ができていないことを、燃料補給データが示している場合に、待機光源を明設定で作動させ、未準備光源および複数の燃料補給光源を暗設定で作動させるステップと、をさらに含む、条項36に記載の方法。

【0117】

条項38．燃料補給システムから受け側航空機へと供給されている燃料の圧力、燃料補給システムのハウジングに対する燃料補給システムのホースの位置、受け側航空機の位置の変化に応答したホースの位置の変化、およびホースへの張力で構成されるグループからの少なくとも1つの状態を判断することによって、準備状態データを決定するステップと、燃料補給システムにおいて受け側航空機との結合の準備ができていないかを決定するために、少なくとも1つの状態を少なくとも1つのしきい値と比較するステップと、をさらに含む、条項37に記載の方法。

【0118】

条項39．燃料補給データを決定するステップは、燃料補給システムが燃料を供給しているか、あるいは燃料を供給していないかを示す給油状態データを決定するステップをさらに含み、複数の燃料補給光源のうちの少なくとも1つの燃料補給光源を明設定で作動させ、複数の燃料補給光源のうちの残りの燃料補給光源を暗設定で作動させるステップは、受け

10

20

30

40

50

側航空機の位置が燃料補給範囲内にいること、および燃料補給システムが受け側航空機へと燃料を供給していることを、燃料補給データが示していることに応答して行われる、条項36から38のいずれかに記載の方法。

【0119】

条項40．燃料補給システムのハウジングに対するホースの位置を決定することによって位置データを決定するステップをさらに含む、条項36から39のいずれかに記載の方法。

【0120】

条項41．燃料補給範囲は、複数の部分範囲を含み、各燃料補給光源は、複数の部分範囲のうちの該当の1つに対応し、少なくとも1つの燃料補給光源を選択するステップは、位置データが、受け側航空機が複数の部分範囲のうちの1つの部分範囲にある旨を示していると決定するステップと、決定した1つの部分範囲に対応する燃料補給光源を、明設定にて作動させる少なくとも1つの燃料補給光源として選択するステップとを含む、条項36から40のいずれかに記載の方法。

10

【0121】

条項42．空中給油機の翼部に結合したポッドから燃料補給システムのホースを延ばすステップと、該ホースを使用して燃料補給システムから受け側航空機へと燃料を供給するステップと、をさらに含む、条項36から41のいずれかに記載の方法。

【0122】

条項43．条項21から29のいずれかに記載の表示システムと、ホースと、(i)ホースの状態を検出し、(ii)該検出された状態に基づいて燃料補給データを生成する、ホース検出システムと、を備えるポッド。

20

【0123】

種々の好都合な構成の説明は、例示および説明の目的で提示され、すべてを述べ尽くそうとするものでも、開示された形式の実施形態への限定を意図するものでもない。多数の変更および変種が、当業者にとって明らかであろう。さらに、種々の好都合な実施形態は、他の好都合な実施形態と比較して異なる利点を説明することができる。選択された1つ以上の実施形態は、実施形態の原理および実際の応用を解説するとともに、種々の実施形態の開示を想定される個々の用途に適した種々の変更と併せて当業者にとって理解可能にするために、選択および説明されている。

【符号の説明】

30

【0124】

110 空中給油機

112 受け側航空機

114 胴体

116 長手方向

118 翼部

120 燃料補給システム

122 ホース

122A 第1の端部

122B 第2の端部

40

124 ハウジング

126 ポッド

128 プローブ

130 ドローグ

132 燃料補給範囲

132A 第1の境界位置

132B 第2の境界位置

134 表示システム

236 光源

238 未準備光源

50

240	待機光源	
242	燃料補給光源	
242A	燃料補給光源	
242B	燃料補給光源	
242C	燃料補給光源	
242D	燃料補給光源	
242E	燃料補給光源	
344	燃料タンク	
346	燃料タンク	
348	弁	10
352	ホースアクチュエータ	
354	リール	
356	モータ	
358	ホース検出システム	
360	燃料補給データ	
362	センサ	
364	位置データ	
366	準備状態データ	
368	給油状態データ	
370	制御システム	20
632A	部分範囲	
632B	部分範囲	
632C	部分範囲	
732A	部分範囲	
732B	部分範囲	
732C	部分範囲	
732D	部分範囲	
732E	部分範囲	
		30
		40
		50

【 図面 】

【 図 1 】

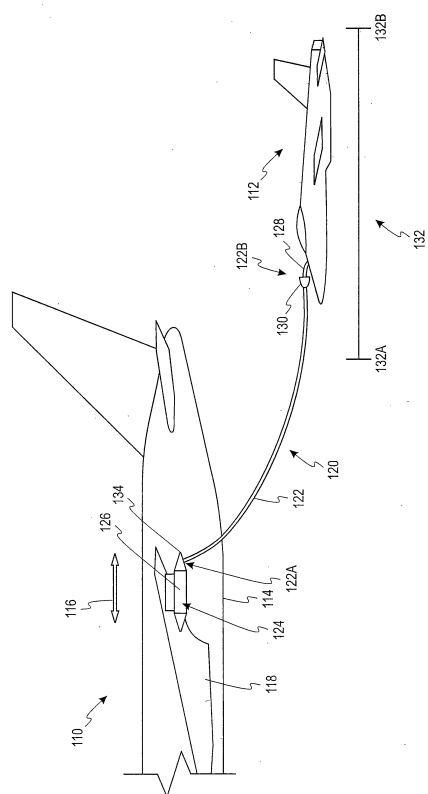


Fig. 1

【圖 2】

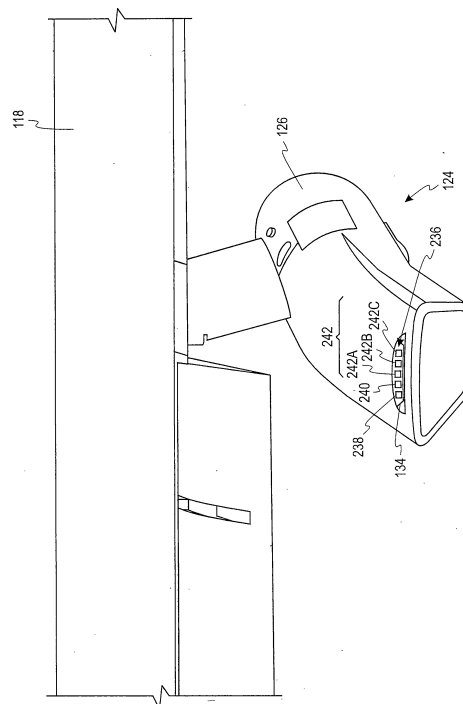
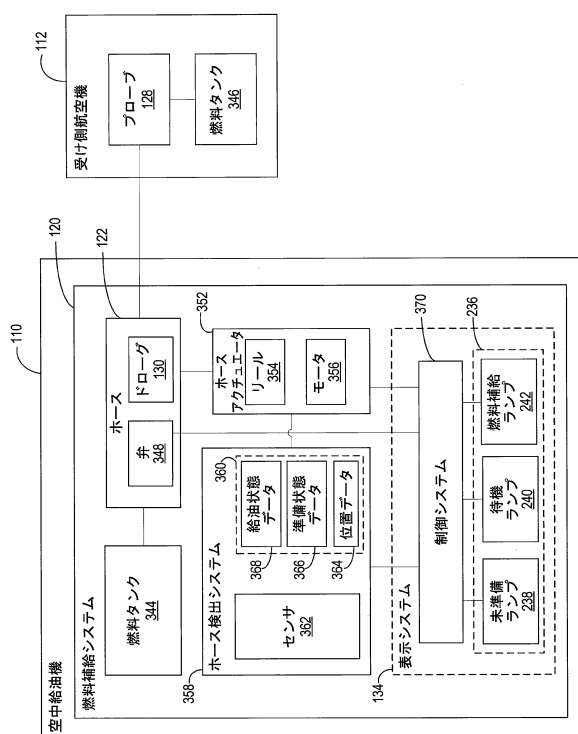


Fig. 2

【 図 3 】



【圖 4】

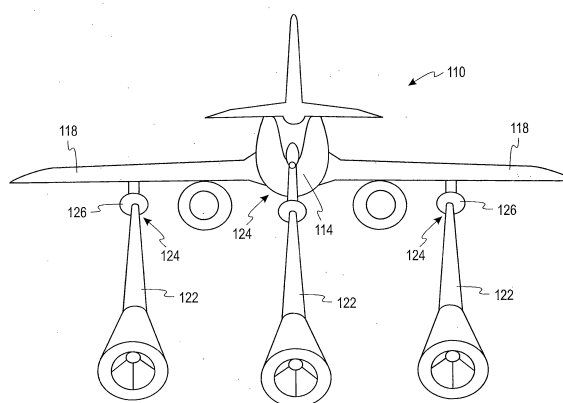


Fig. 4

10

20

30

40

50

【図 5 A】

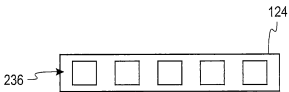


Fig. 5A

【図 5 B】

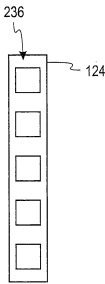


Fig. 5B

10

【図 5 C】

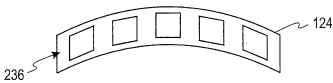


Fig. 5C

【図 5 D】

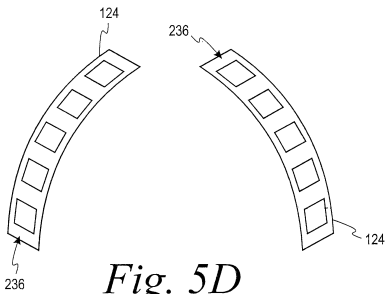


Fig. 5D

20

30

40

50

【図 6 A】

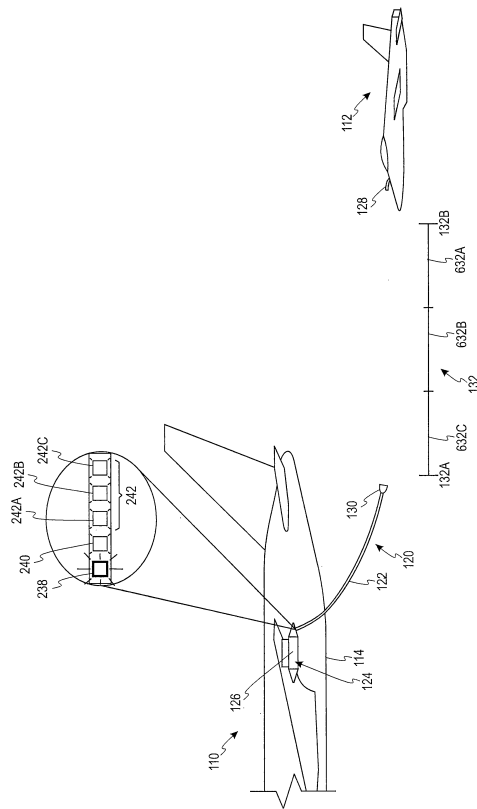


Fig. 6A

【図 6 B】

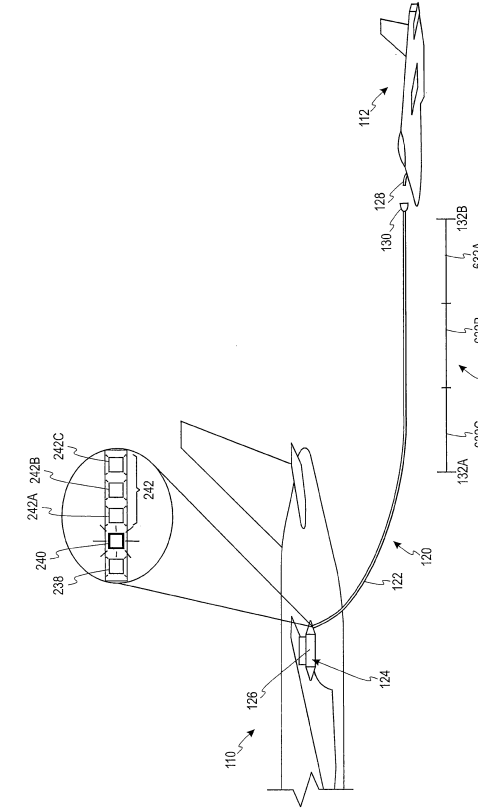


Fig. 6B

【図 6 C】

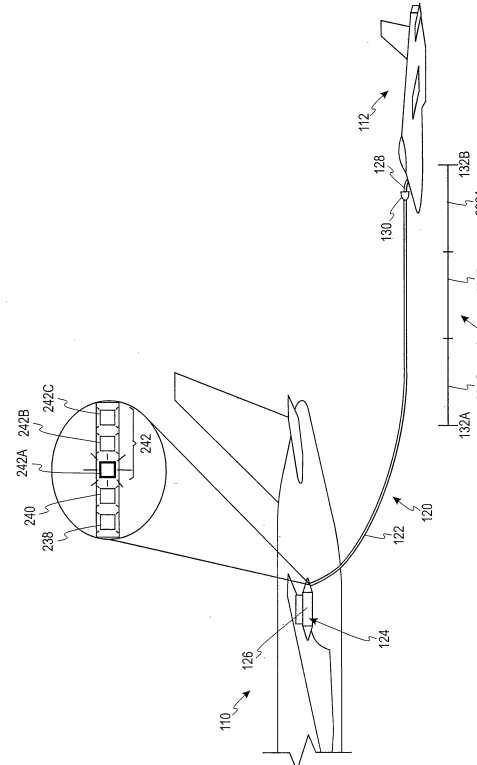


Fig. 6C

【図 6 D】

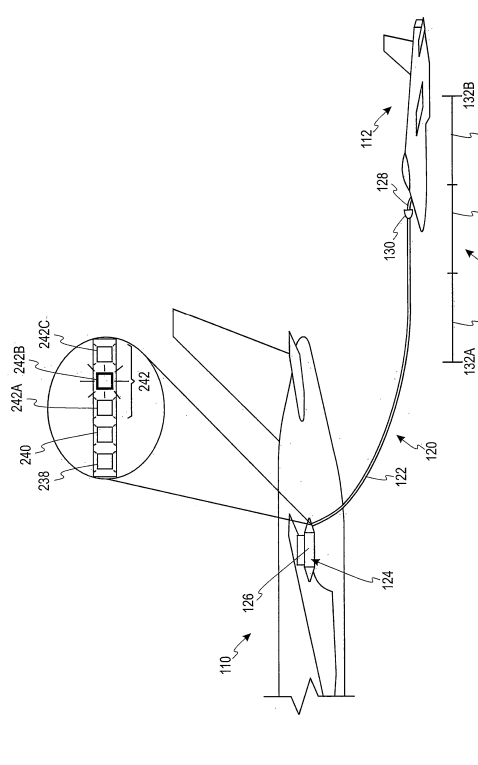


Fig. 6D

10

20

30

40

50

【 図 6 E 】

【圖 7 A】

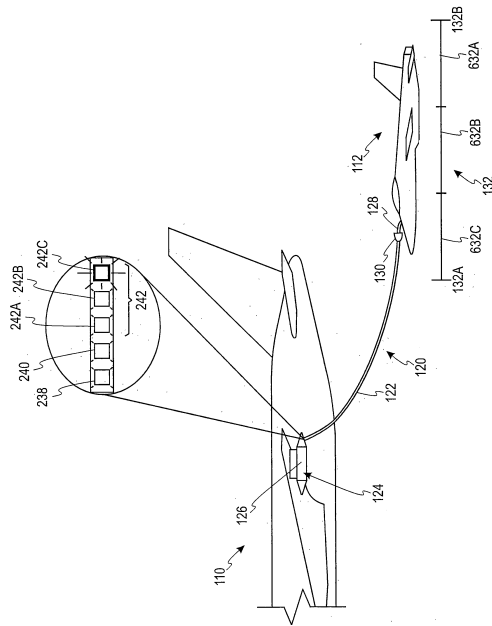


Fig. 6E

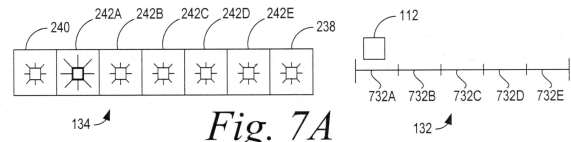


Fig. 7A

10

20

【 図 7 B 】

【 図 7 C 】

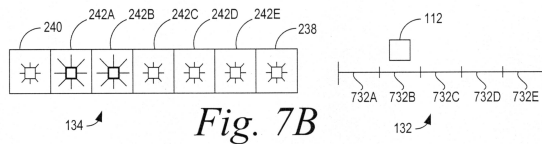


Fig. 7B

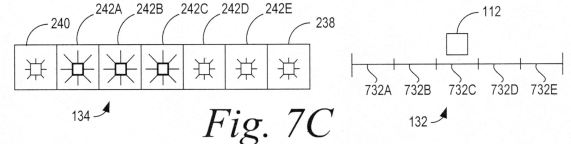


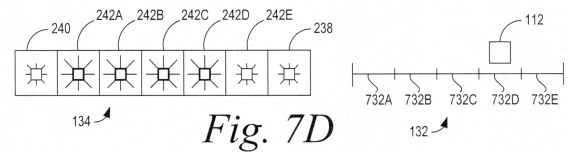
Fig. 7C

30

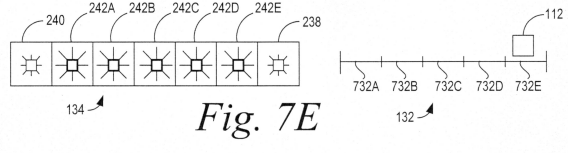
40

50

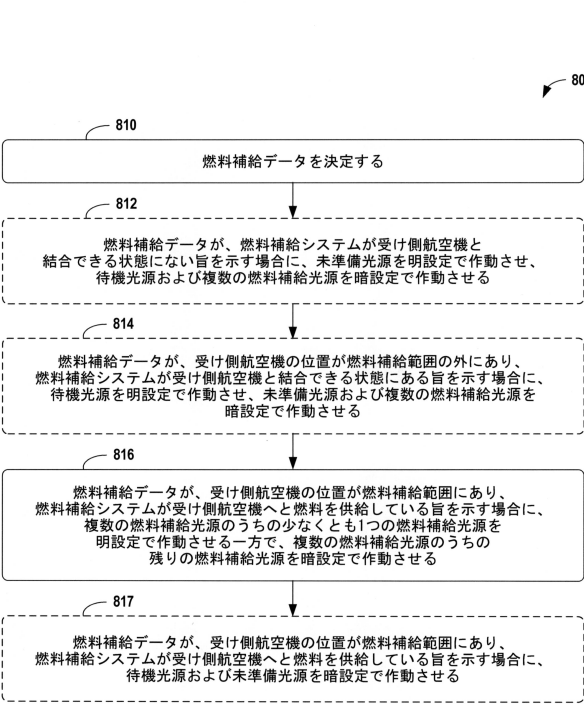
【図 7 D】



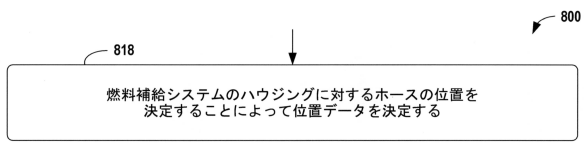
【図 7 E】



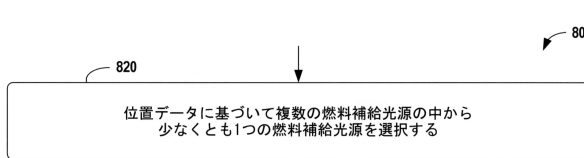
【図 8】



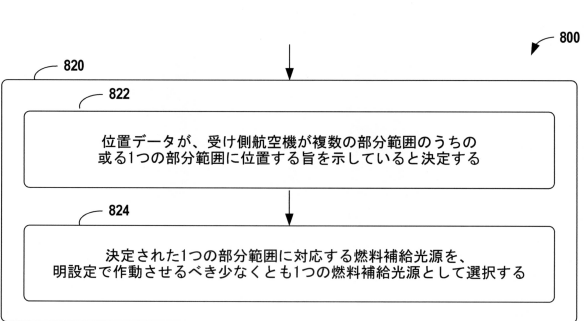
【図 9】



【図 1 0】



【図 1 1】



10

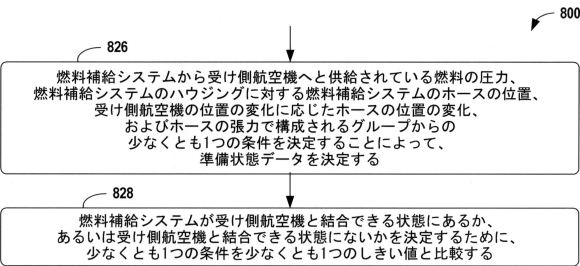
20

30

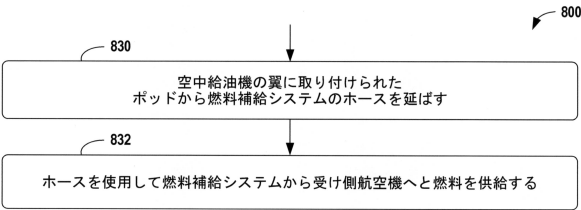
40

50

【図 1 2】

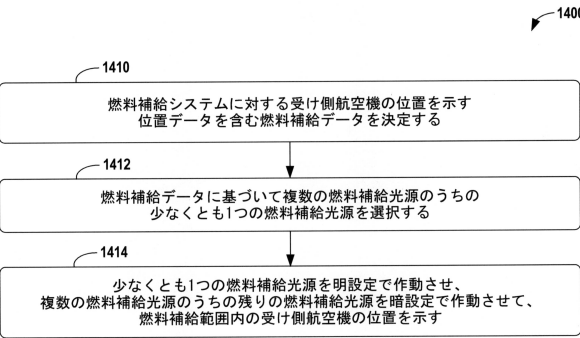


【図 1 3】



10

【図 1 4】



20

30

40

50

フロントページの続き

アメリカ合衆国・イリノイ・６０６０６－１５９６・シカゴ・ノース・リヴァーサイド・プラザ・
１００

(72)発明者 ティモシー・ジェイ・ウォルシュ

アメリカ合衆国・イリノイ・６０６０６－１５９６・シカゴ・ノース・リヴァーサイド・プラザ・
１００

審査官 長谷井 雅昭

(56)参考文献 米国特許出願公開第２００９／００１５４３６（ＵＳ，Ａ１）

米国特許出願公開第２０１４／０３５８３３５（ＵＳ，Ａ１）

米国特許出願公開第２０１０／００７２３２０（ＵＳ，Ａ１）

米国特許出願公開第２０１４／０３４６２７９（ＵＳ，Ａ１）

米国特許第０４１５８８８５（ＵＳ，Ａ）

(58)調査した分野 (Int.Cl.，ＤＢ名)

B 6 4 D 3 9 / 0 0

B 6 4 D 4 7 / 0 2