

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特 許 公 報(B2)

(11) 特許番号
特許第6407096号
(P6407096)

(45) 発行日 平成30年10月17日(2018.10.17)

(24) 登録日 平成30年9月28日(2018.9.28)

(51) Int.Cl.

F I

B 6 4 C 13/00 (2006.01)

B 6 4 C 13/00 B

G 0 6 F 13/00 (2006.01)

B 6 4 C 13/00 A

G 0 6 F 13/00 3 0 1 A

請求項の数 19 外国語出願 (全 28 頁)

(21) 出願番号	特願2015-96358 (P2015-96358)	(73) 特許権者	500520743
(22) 出願日	平成27年5月11日 (2015.5.11)		ザ・ボーイング・カンパニー
(65) 公開番号	特開2016-22942 (P2016-22942A)		The Boeing Company
(43) 公開日	平成28年2月8日 (2016.2.8)		アメリカ合衆国、60606-2016
審査請求日	平成30年5月11日 (2018.5.11)		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	14/332,514	(74) 代理人	100108453
(32) 優先日	平成26年7月16日 (2014.7.16)		弁理士 村山 靖彦
(33) 優先権主張国	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

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 飛行操縦翼面のための入力一致システム

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項 1】

航空機内のデータ・バス・システムと、
前記バス・システムに接続されたアクチュエーター制御モジュールと、
飛行操縦デバイスの位置を制御し、前記アクチュエーター制御モジュールへ誘導される前記データ・バス・システム上のコマンドに基づいて、前記航空機の移動を制御するように構成された、前記アクチュエーター制御モジュール内のアクチュエーター制御モジュールと、
前記データ・バス・システムに接続された飛行操縦モジュールであって、前記飛行操縦デバイスに割り当てられた一群のアクチュエーター制御モジュールに向けられる、前記飛行操縦デバイスを制御する前記コマンドを生成し、前記コマンドを、前記飛行操縦モジュールにより指定されたポイントツーポイント接続マッピングを介して前記飛行操縦デバイスに送信し、前記飛行操縦モジュールにより、前記データ・バス・システム上へ送られた前記コマンドにエラーが存在するかどうか判定し、前記エラーの判定に応答して、代替的なポイントツーポイント接続マッピングを介して、後続のコマンドがエラーのない前記飛行操縦デバイスに到達するように、前記後続のコマンドに対して代替的なポイントツーポイント接続マッピングを指定するように構成された、飛行操縦モジュールと、
を含み、
前記飛行操縦モジュールと前記アクチュエーター制御モジュールとの間の通信が、一群の前記飛行操縦モジュールによって前記データ・バス・システム上へ送られた前記コマン

10

20

ドに存在すると特定された前記エラーに基づいて管理される、装置。

【請求項 2】

前記飛行操縦モジュールは、前記エラーに基づいて、2つの飛行操縦モジュールのポイントツーポイント接続を使用し続けるべきかどうか判定する、請求項1に記載の装置。

【請求項 3】

前記データ・バス・システムを含むように構成された前記ポイントツーポイント接続マッピングをさらに含む、請求項1に記載の装置。

【請求項 4】

前記アクチュエーター制御モジュールは、前記アクチュエーター制御モジュールによって前記コマンドに前記エラーが存在すると特定されたかどうか指示する前記コマンドへの応答を送る、請求項1に記載の装置。

10

【請求項 5】

前記飛行操縦モジュールは、前記データ・バス・システム上へ送られた前記コマンド及び前記アクチュエーター制御モジュールによって送られた前記コマンドへの前記応答のうちの少なくとも1つに基づいて、前記データ・バス・システム上へ送られた前記コマンドに前記エラーが存在するかどうか判定する、請求項4に記載の装置。

【請求項 6】

前記飛行操縦デバイスを動かすアクチュエーターへ信号を送るように構成された前記アクチュエーター制御モジュールをさらに備え、複数のアクチュエーター制御モジュールが前記飛行操縦デバイスに割り当てられる、請求項1に記載の装置。

20

【請求項 7】

前記飛行操縦モジュールの各々が、前記飛行操縦モジュール内の任意の飛行操縦モジュール内の任意のプロセッサユニットと異なるプロセッサユニットを備え、前記アクチュエーター制御モジュールの各アクチュエーター制御モジュールが、前記アクチュエーター制御モジュールの何れかにおけるプロセッサユニットと異なるプロセッサユニットで構成されている、請求項1に記載の装置。

【請求項 8】

任意のプロセッサユニットが、マイクロプロセッサ、デジタル信号プロセッサ、回路システム、集積回路、特定用途向け集積回路(application specific integrated circuit)(ASIC)、プログラマブル論理デバイス、プログラマブル論理アレイ、プログラマブルアレイ論理、フィールドプログラマブル論理アレイ、及びフィールド・プログラマブル・ゲート・アレイのうちの1つから選択される、請求項7に記載の装置。

30

【請求項 9】

航空機内のデータ・バス・システムと、
前記バス・システムに接続されたアクチュエーター制御モジュールと、
飛行操縦デバイスの位置を制御するように構成され、前記アクチュエーター制御モジュールへ誘導される前記データ・バス・システム上のコマンドに基づいて、前記航空機の移動を制御するように構成された前記アクチュエーター制御モジュール内のアクチュエーター制御モジュールと、

前記データ・バス・システムに接続された飛行操縦モジュールと、
を備え、

40

前記飛行操縦デバイスに割り当てられたアクチュエーター制御モジュールに向けられる、前記航空機上の前記飛行操縦デバイスを制御する前記コマンドを生成し、

前記コマンドを、前記飛行操縦モジュールにより指定されたポイントツーポイント接続マッピングを介して前記飛行操縦デバイスに送信し、

前記データ・バス・システム上へ送られた前記コマンドにエラーが存在するかどうか判定し、

前記エラーの判定に応答して、エラーのない前記飛行操縦デバイスに到達する後続のコマンドに対して代替的なポイントツーポイント接続マッピングを指定する、

ように構成され、

50

前記飛行操縦モジュールと前記アクチュエーター制御モジュールとの間の通信が、一群の前記飛行操縦モジュールによって前記データ・バス・システム上へ送られた前記コマンドに存在すると特定された前記エラーに基づいて管理される、

飛行操縦システム。

【請求項 10】

前記アクチュエーター制御モジュールからアクチュエーターへ送られる信号に基づいて前記飛行操縦デバイスを動かす前記アクチュエーター

を含み、複数のアクチュエーター制御モジュールが前記飛行操縦デバイスの各々に割り当てられる、請求項9に記載の飛行操縦システム。

【請求項 11】

前記アクチュエーター制御モジュールは、前記アクチュエーター制御モジュールによって前記コマンドに前記エラーが存在すると特定されたかどうか指示する前記コマンドへの応答を送る、請求項10に記載の飛行操縦システム。

【請求項 12】

前記飛行操縦モジュールは、前記データ・バス・システム上へ送られた前記コマンド及び前記アクチュエーター制御モジュールによって送られた前記コマンドへの前記応答のうちの少なくとも1つに基づいて、前記データ・バス・システム上へ送られた前記コマンドに前記エラーが存在するかどうか判定する、請求項11に記載の飛行操縦システム。

【請求項 13】

前記飛行操縦モジュールの各々が、相互に異なるプロセッサユニットで構成されており、前記アクチュエーター制御モジュールの各々が、ポイントツーポイント接続を用いる前記データバスシステムを含むように構成された前記ポイントツーポイント接続マッピングをさらに含む相互に異なるプロセッサユニットで構成されている、請求項10に記載の飛行操縦システム。

【請求項 14】

航空機上の飛行操縦デバイスを制御するための方法であって、

飛行操縦モジュールが、アクチュエーター制御モジュールへのコマンドを送信するためのポイントツーポイント接続マッピングを決定するステップと、

前記飛行操縦モジュールからデータ・バス・システム上へコマンドを送るステップと、

前記飛行操縦モジュール及び前記アクチュエーター制御モジュールが、データ・バス・システム上へ送られたコマンドにエラーが存在するかどうか判定するステップと、

前記エラーの判定を用いて、前記飛行操縦モジュールが、前記コマンドが、代替的なポイントツーポイント接続マッピングを介して、エラーがない前記アクチュエーター制御モジュールに到達するように、前記飛行操縦モジュールと前記アクチュエーター制御モジュールとの間の前記代替的なポイントツーポイント接続マッピングを決定するステップと、
を含み、

前記飛行操縦モジュールと前記アクチュエーター制御モジュールとの間の通信が、一群の前記飛行操縦モジュールによって前記データ・バス・システム上へ送られた前記コマンドに存在すると特定された前記エラーに基づいて管理される、方法。

【請求項 15】

前記アクチュエーター制御モジュールが、前記飛行操縦モジュール及び前記アクチュエーター制御モジュールによって前記コマンドにエラーが存在すると判定されたかどうかに基づいて、前記航空機上の一群の飛行操縦デバイスの位置決めを制御するステップ

を更に含む、請求項 14に記載の方法。

【請求項 16】

前記エラーに基づいて、特定の飛行操縦モジュールと前記飛行操縦モジュール内の異なる飛行操縦モジュールとの間のポイントツーポイント接続を使用し続けるべきかどうか判定するステップ

を更に含む、請求項 14に記載の方法。

【請求項 17】

複数の飛行操縦モジュールからのエラーの分析に基づいて、前記飛行操縦モジュールと前記アクチュエーター制御モジュールとの間の前記ポイントツーポイント接続を使用し続けるべきかどうか判定するステップ

をさらに含む、請求項 1 6 に記載の方法。

【請求項 1 8】

前記アクチュエーター制御モジュールから前記データ・バス・システム上へコマンドへの応答を送るステップ

を更に含み、前記応答は、前記アクチュエーター制御モジュールによって前記コマンドにエラーが存在すると特定されたかどうか指示するものである、請求項 1 4 に記載の方法。

10

【請求項 1 9】

前記飛行操縦モジュール内の前記飛行操縦モジュールの各々は、相互に異なるプロセッサユニットで構成されており、前記アクチュエーター制御モジュールの各々は、相互に異なるプロセッサユニットで構成されている、請求項 1 4 に記載の方法。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本開示は一般に航空機に関し、詳細には、航空機の動きの制御に関する。より詳細には、本開示は、航空機の動きを制御するように航空機上の飛行操縦翼面の位置を制御するための方法及び装置に関する。

20

【背景技術】

【0002】

航空機のためのフライバイワイヤー (fly-by-wire) (FBW) システムは、航空機の従来の手動飛行操縦装置を電子インターフェースで置き換えるシステムである。コックピット内の飛行操縦装置は、より一般的な航空機の場合のように、ケーブル、連結機構、又は他の機械的システムによって飛行操縦翼面、エンジン、又は他のシステムに接続されるのではない。代わりに、飛行操縦装置の動きは、配線、光ファイバー、エアインターフェース上、又はそれらの何らかの組み合わせによって送信される電子信号に変換される。

【0003】

例えば、フライバイワイヤーシステム内の飛行操縦コンピューターは、これらの信号を使用して、飛行操縦装置の動きへの応答を提供するために飛行操縦翼面ごとのアクチュエーターをどのように動かすべきか特定する。更に、飛行操縦コンピューターは、パイロットからの入力なしでも機能を果たし得る。例えば、飛行操縦コンピューターは、パイロットからの入力を必要とせず、航空機の安定化を自動的に支援し得る。飛行操縦コンピューターは、飛行操縦翼面、エンジン、又は航空機の動きを制御する他のデバイスを制御するコマンドを生成する。

30

【0004】

フライバイワイヤーシステムを備える航空機は、従来の操縦装置を使用する場合よりも重量を軽くすることができる。またフライバイワイヤーシステムにおける電子システムは、機械的システム及び油圧システムと比べて保守がより少なくて済む。

40

【0005】

航空機のためのフライバイワイヤーシステムには冗長性が存在する。フライバイワイヤーシステム内の複数の飛行操縦モジュールが、飛行操縦装置外部の感知デバイスの動きからの信号を受け取ったことに呼応してコマンドを生成するのに使用される。冗長性は、飛行操縦モジュールが常に望み通りに機能するとは限らないことを考慮に入れる。

【0006】

フライバイワイヤーシステム内の種々の構成要素は、種々の通信アーキテクチャを用いて相互に通信し得る。例えば、あるフライバイワイヤーシステムは、各構成要素を相互に直接接続する配線を使用する。この例では、複数の配線を使用して各構成要素間の冗長接続を提供することができる。

50

【 0 0 0 7 】

他の例では、フライバイワイヤーシステムは、コンピューターシステムで使用されるようなデータバスを使用し得る。データバスは、構成要素間の配線の量を低減し得る。データバス上のトラフィックの量によっては、コマンドが、所望されるより遅れて目的の構成要素に到達することもある。この状況はタイミングの問題であり、そうした状況では、アクチュエーター制御モジュールといった構成要素へ送られたコマンドが所望の時間量以内に当該構成要素に到達しないおそれがある。その結果、フライバイワイヤーシステムは、航空機において所望の性能レベルを提供しないことになり得る。

【 0 0 0 8 】

例えば、エンジンを制御する入力が遅延すると、所望の燃料効率より低い燃料効率をもたらされ得る。飛行操縦翼面を制御するための入力が遅延すると、人間・機械操縦品質が劣化することになり、航空機が所望の騒音より大きい騒音を生じ、又は乗客の快適性が低下することになる。

【 発明の概要 】

【 発明が解決しようとする課題 】

【 0 0 0 9 】

したがって、上述の問題のうちの少なくともいくつか、並びに他の起こり得る問題を考慮に入れる方法及び装置があれば望ましいはずである。例えば、各構成要素への到達の遅延を有する入力によって引き起こされ得る問題を低減する方法及び装置があれば望ましいはずである。

【 課題を解決するための手段 】

【 0 0 1 0 】

一例示的实施形態において、装置は、航空機内のデータ・バス・システムと、データ・バス・システムに接続されたアクチュエーター制御モジュールと、データ・バス・システムに接続された飛行操縦モジュールとを含む。アクチュエーター制御モジュール内のアクチュエーター制御モジュールは、当該アクチュエーター制御モジュールへ誘導されるデータ・バス・システム上のコマンドを用いて、航空機上の一群の飛行操縦翼面の位置決めを制御する。飛行操縦モジュールは、航空機上の飛行操縦翼面を制御するコマンドを生成し、データ・バス・システム上へ送る。飛行操縦翼面についてのコマンドは、各飛行操縦翼面に割り当てられた一群のアクチュエーター制御モジュールへ向けて誘導される。アクチュエーター制御モジュール及び飛行操縦モジュールは、飛行操縦モジュールによってデータ・バス・システム上へ送られたコマンドにエラーが存在するかどうか判定する。

【 0 0 1 1 】

別の例示的实施形態において、飛行操縦システムは、航空機内のデータ・バス・システムと、データ・バス・システムに接続されたアクチュエーター制御モジュールと、データ・バス・システムに接続された飛行操縦モジュールとを含む。アクチュエーター制御モジュール内のアクチュエーター制御モジュールは、当該アクチュエーター制御モジュールへ誘導されるデータ・バス・システム上のコマンドを用いて、航空機上の一群の飛行操縦翼面の位置決めを制御する。各飛行操縦モジュールは、航空機上の飛行操縦翼面を制御するコマンドを生成し、データ・バス・システム上へ送る。飛行操縦翼面についてのコマンドは、当該飛行操縦翼面に割り当てられたアクチュエーター制御モジュールへ向けて誘導される。アクチュエーター制御モジュール及び飛行操縦モジュールは、データ・バス・システム上へ送られたコマンドにエラーが存在するかどうか判定し、コマンドにおいて特定されたエラーに基づいて、飛行操縦モジュールとアクチュエーター制御モジュールとの間のポイントツーポイント接続を管理する。

【 0 0 1 2 】

更に別の例示的实施形態では、航空機上の飛行操縦翼面を制御するための方法が提示される。コマンドが飛行操縦モジュールからデータ・バス・システム上へ送られる。飛行操縦モジュール及びアクチュエーター制御モジュールが、データ・バス・システム上へ送られたコマンドにエラーが存在するかどうか判定する。飛行操縦モジュールとアクチュエー

10

20

30

40

50

ター制御モジュールとの間のポイントツーポイント接続が、データ・バス・システム上へ送られたコマンドにエラーが存在するかどうかに基づいて管理される。

【 0 0 1 3 】

各特徴及び機能は、本開示の様々な実施形態において独立に達成することができ、或いは、以下の詳細な説明及び図面を参照すれば更なる詳細が理解され得る更に別の実施形態において組み合わせられてもよい。

【 0 0 1 4 】

各例示的实施形態に特有であると思われる新規の特徴は、添付の特許請求の範囲に記載されている。しかし、各例示的实施形態、並びにそれらの好ましい使用モード、更なる目的、及び特徴は、本開示の例示的实施形態の以下の詳細な説明を、添付の図面と併せて読めば最も良く理解されるであろう。

【図面の簡単な説明】

【 0 0 1 5 】

【図 1】例示的实施形態による航空機の図である。

【図 2】例示的实施形態による飛行操縦環境のブロック図である。

【図 3】例示的实施形態によるメッセージのブロック図である。

【図 4】例示的实施形態による、コマンドの処理において飛行操縦モジュール及びアクチュエーター制御モジュールによって使用される情報のブロック図である。

【図 5 A】例示的实施形態による、飛行操縦環境においてコマンドを処理するためのプロセスの流れ図である。

【図 5 B】例示的实施形態による、飛行操縦環境においてコマンドを処理するためのプロセスの流れ図である。

【図 6】例示的实施形態による飛行操縦環境の構成要素のブロック図である。

【図 7】例示的实施形態による、航空機上の飛行操縦翼面を制御するためのプロセスの流れ図である。

【図 8】例示的实施形態による、飛行操縦装置からの信号を処理するためのプロセスの流れ図である。

【図 9】例示的实施形態による、コマンドを処理するためのプロセスの流れ図である。

【図 1 0】例示的实施形態による、飛行操縦モジュールからメッセージで受け取られるコマンドにエラーが存在するかどうか判定するためのプロセスの流れ図である。

【図 1 1】例示的实施形態による、コマンドを処理するためのプロセスの流れ図である。

【図 1 2 A】例示的实施形態による、飛行操縦システムにエラーが存在するかどうか特定するためのプロセスの流れ図である。

【図 1 2 B】例示的实施形態による、飛行操縦システムにエラーが存在するかどうか特定するためのプロセスの流れ図である。

【図 1 3】例示的实施形態による、航空機の製造及び保守点検方法のブロック図である。

【図 1 4】例示的实施形態が実装され得る航空機のブロック図である。

【発明を実施するための形態】

【 0 0 1 6 】

例示的实施形態は、1又は複数の異なる考慮事項を認め、考慮に入れるものである。例えば、例示的实施形態は、コンピューターで使用されるようなバスの使用が航空機においてより一般的になりつつあることを認め、考慮に入れるものである。例えば、飛行操縦モジュールは、航空機内のデバイスを制御するために、アクチュエーター制御モジュールへコマンドを送り得る。アクチュエーター制御モジュールは、例えば、飛行操縦翼面、エンジン、又は航空機内の何らかの他の適切なデバイスを制御し得る。これらの種類のバスを用いる場合、飛行操縦モジュールから送られるコマンドが処理のためのアクチュエーター制御モジュールによって受け取られるタイミングは、必ずしも期待通り迅速に発生するとは限らない。

【 0 0 1 7 】

例示的实施形態は、バスをパラレルバス又はシリアルバスとし得ることを認め、考慮に

10

20

30

40

50

入れるものである。パラレルバスが使用される場合、ワードといったデータ単位は、バス内の複数のバス上で搬送され得る。トラフィック及び他の条件によっては、1単位のデータがアクチュエーター制御モジュールに到達するのに必要とされる時間は、所望されるより多くの時間を要し得る。

【0018】

その結果、飛行操縦モジュールからのコマンドが、同じ飛行操縦翼面についての別の飛行操縦モジュールからのコマンドより遅れて到着することになり得る。この種の遅延は、アクチュエーター制御モジュールへの入力一致の欠如をもたらす。例示的实施形態は、タイミングの問題が存在する場合、アクチュエーター制御モジュールへの入力において受け取られるコマンドが、航空機において所望の性能を提供しないおそれがあることを認め、考慮に入れるものである。

10

【0019】

例示的实施形態は、複数の飛行操縦モジュールが1つのアクチュエーター制御モジュールへコマンドを送る場合、当該アクチュエーター制御モジュールは、それらの飛行操縦モジュールの各々からのコマンドを異なる時刻に受け取り得ることを認め、考慮に入れるものである。よって、例示的实施形態は、航空機上の飛行操縦翼面を制御するための方法及び装置を提示する。一例示的实施形態において、装置は、データ・バス・システムと、アクチュエーター制御モジュールと、飛行操縦モジュールとを含む。データ・バス・システムは航空機内に位置する。アクチュエーター制御モジュールはデータ・バス・システムに接続されている。アクチュエーター制御モジュール内のアクチュエーター制御モジュールは、当該アクチュエーター制御モジュールへ誘導されるデータ・バス・システム上のコマンドを用いて、航空機上の一群の飛行操縦翼面の位置決めを制御する。飛行操縦モジュールはデータ・バス・システムに接続されている。飛行操縦モジュールは、航空機上の飛行操縦翼面を制御するコマンドを生成し、バスシステム上へ送る。飛行操縦翼面についてのコマンドは、各飛行操縦翼面に割り当てられた一群のアクチュエーター制御モジュールへ向けて誘導される。アクチュエーター制御モジュール及び飛行操縦モジュールは、飛行操縦モジュールによってデータ・バス・システム上へ送られたコマンドにエラーが存在するかどうか判定する。

20

【0020】

「一群の(a group of)」とは、項目に言及して本明細書で使用する場合、1又は複数の項目を意味するものである。例えば、一群のアクチュエーター制御モジュールとは、1又は複数のアクチュエーター制御モジュールである。

30

【0021】

次に、各図を参照すると、特に図1を参照すると、例示的实施形態による航空機の図が描かれている。この説明例において、航空機100は、胴体106に取り付けられた翼102及び翼104を有する。航空機100は、翼102に取り付けられたエンジン108及び翼104に取り付けられたエンジン110を含む。

【0022】

胴体106は尾部112を有する。水平安定板114、水平安定板116、及び垂直安定板118は、胴体106の尾部112に取り付けられている。

40

【0023】

航空機100は、例示的实施形態による飛行操縦システムが実装され得る航空機の例である。飛行操縦システムは、航空機100上の飛行操縦翼面を制御し得る。例えば、飛行操縦システムは、フラップ120、方向舵122、又は航空機100上の何らかの他の飛行操縦翼面の位置を制御し得る。また、飛行操縦システムは、エンジン108及びエンジン110の動作も制御し得る。

【0024】

次に図2を見ると、例示的实施形態による飛行操縦環境のブロック図が描かれている。この図示の例では、飛行操縦環境200は、航空機202を含む。航空機202内の飛行操縦システム204は、航空機202の動きを制御する。飛行操縦システム204は、飛行操縦翼面206の動

50

作を制御する。

【 0 0 2 5 】

この説明例では、飛行操縦システム204は、フライバイワイヤシステムである。図示のように、飛行操縦システム204は、データ・バス・システム208と、アクチュエーター制御モジュール210と、飛行操縦モジュール212とを含む。

【 0 0 2 6 】

データ・バス・システム208は一群のバスである。図示のように、データ・バス・システム208は、データ・バス・システム208に接続されているアクチュエーター制御モジュール210と飛行操縦モジュール212との間の通信を円滑化する。データ・バス・システム208は、任意の適切なアーキテクチャを使用し得る。例えば、データ・バス・システム208は、コンピューターで用いられるアーキテクチャを使用し得る。データ・バス・システム208は、アクチュエーター制御モジュール210及び飛行操縦モジュール212に加えて、ライン交換可能ユニットへの通信も提供し得る。この説明例では、データ・バス・システム208は、情報を並列に送るための媒体を提供する。

【 0 0 2 7 】

この説明例では、アクチュエーター制御モジュール210は、データ・バス・システム208に接続されている。図示のように、アクチュエーター制御モジュール210内のアクチュエーター制御モジュール214は、アクチュエーター制御モジュール214へ誘導されるデータ・バス・システム208上のコマンド216を用いて、一群の飛行操縦翼面206の位置決めを制御する。

【 0 0 2 8 】

言い換えると、アクチュエーター制御モジュール210の各々は、1又は複数の飛行操縦翼面206の位置決めを制御するのに使用され得る。更に、飛行操縦翼面206の各々に複数のアクチュエーター制御モジュール210が割り当てられる。アクチュエーター制御モジュール210のうちの2つ以上を割り当てることによって、飛行操縦翼面206の制御に冗長性が提供される。

【 0 0 2 9 】

例えば、アクチュエーター制御モジュール210がアクチュエーター220へ信号218を送る。アクチュエーター220は、更には、飛行操縦翼面206を所望の位置へ動かす。

【 0 0 3 0 】

この説明例では、飛行操縦モジュール212は、データ・バス・システム208に接続されている。飛行操縦モジュール212の各々は、航空機202上の飛行操縦翼面206を制御するコマンド216を生成し、データ・バス・システム208上へ送る。飛行操縦モジュール212の各々は、すべての飛行操縦翼面206についてのコマンド216を生成し得る。

【 0 0 3 1 】

この説明例では、飛行操縦翼面222についてのコマンド216は、飛行操縦翼面222に割り当てられたアクチュエーター制御モジュール210へ向けて誘導される。言い換えると、コマンド216は、飛行操縦翼面222を所望の位置へ動かすようにアクチュエーター制御モジュール210によって処理される。

【 0 0 3 2 】

アクチュエーター制御モジュール210及び飛行操縦モジュール212は、ポイントツーポイント接続224を用いて、データ・バス・システム208上で通信する。例えば、飛行操縦モジュール212は、アクチュエーター制御モジュール210のうちの1又は複数が使用するためのコマンド216をデータ・バス・システム208上へ送る。

【 0 0 3 3 】

図示のように、アクチュエーター制御モジュール210及び飛行操縦モジュール212は、飛行操縦モジュール212によってデータ・バス・システム208上へ送られたコマンド216にエラー226が存在するかどうか判定する。これらの説明例では、アクチュエーター制御モジュール214は、飛行操縦翼面222のためのアクチュエーター制御モジュール214へ誘導されるコマンド216にエラー226が存在するかどうか判定する。また、アクチュエーター制御モ

10

20

30

40

50

ジュール210のうちの他のものも、アクチュエーター制御モジュール214へ誘導されるコマンド216にエラー226が存在するかどうか判定し得る。

【 0 0 3 4 】

エラー226は種々の形を取り得る。エラー226は、タイミングの問題によって発生し得る。タイミングの問題は、コマンド216が、飛行操縦モジュール212の異なるものからのコマンド216の受け取りと比べて、アクチュエーター制御モジュール214によって遅れて受け取られ、順番を誤って受け取られ、又は全く受け取られない場合に存在し得る。例えば、エラー226は、飛行操縦モジュール212によってデータ・バス・システム208上へ送られたコマンド216が異なる時刻に受け取られ、それらの時刻が望ましくないほど十分に離れている場合に存在し得る。

10

【 0 0 3 5 】

例えば、操縦翼面を動かすためのコマンドが所望されるより遅れて受け取られる場合、その時刻に操縦翼面を動かすと、航空機202の望ましくない動きを生じさせるおそれがある。そのため、当該コマンドは、そのコマンドが受け取られたタイミングのせいでエラー226であるとみなされることになる。

【 0 0 3 6 】

一例では、第1のコマンドが飛行操縦モジュールから受け取られるときに時間枠が開始し、この時間枠は、選択される期間を有し得る。他の飛行操縦モジュールから受け取られる当該飛行操縦翼面を制御する他のコマンドがこの時間枠外である場合、それらのコマンドは、エラー226を有するとみなされ得る。別の説明例では、アクチュエーターの位置についてのコマンドにおいて特定される値に差が存在する場合、アクチュエーターについてのコマンドにおいて特定される動きの量が異なる場合、又は各飛行操縦モジュール212からアクチュエーター制御モジュール214へ送られたコマンド216間の差が閾値より大きい場合に、エラー226が存在し得る。

20

【 0 0 3 7 】

アクチュエーター制御モジュール210によってなされた判定の結果は、応答228において返され得る。例えば、アクチュエーター制御モジュール210は、アクチュエーター制御モジュール210によって、コマンド216にエラー226が存在すると特定されたかどうか指示するコマンド216への応答228を送る。この説明例では、飛行操縦モジュール212は、データ・バス・システム208上へ送られたコマンド216及びアクチュエーター制御モジュール210によって送られたコマンド216への応答228のうちの少なくとも1つに基づいて、データ・バス・システム208上へ送られたコマンド216にエラー226が存在するかどうか判定する。

30

【 0 0 3 8 】

本明細書で使用する場合、「のうちの少なくとも1つ (at least one of)」という句は、項目の列挙と共に使用する場合、列挙される項目のうちの1又は複数の異なる組み合わせが使用されてよく、列挙中の各項目のうちの1つだけが必要とされ得ることを意味する。言い換えると、「のうちの少なくとも1つ」は、項目の任意の組み合わせ及び任意の数の項目が列挙の中から使用され得るが、必ずしも列挙中のすべての項目が必要であるとは限らないことを意味する。項目は、特定の対象物、もの、又はカテゴリとし得る。

【 0 0 3 9 】

40

例えば、それだけに限らないが、「項目A、項目B、及び項目Cのうちの少なくとも1つ」は、項目A、項目Aと項目B、又は項目Bを含み得る。この例は、項目Aと項目Bと項目C、又は項目Bと項目Cも含み得る。当然ながら、これらの項目の任意の組み合わせが存在し得る。他の例では、「のうちの少なくとも1つ」は、例えば、それだけに限らないが、2つの項目Aと1つの項目Bと10の項目C、4つの項目Bと7つの項目C、又は他の適切な組み合わせであってもよい。

【 0 0 4 0 】

この説明例では、飛行操縦モジュール212は、応答228を受け取り、応答228を使用して、エラー226が存在するかどうか判定し得る。更に、飛行操縦モジュール212は、応答228の検査に加えて、又はその代わりに、エラー226が存在するかどうかについてのコマンド2

50

16の検査から独自の判定も行う。

【0041】

図示のように、飛行操縦モジュール212とアクチュエーター制御モジュール210との間の通信は、コマンド216においてエラー226が特定される場合、一群の飛行操縦モジュール212によってデータ・バス・システム208上に送られたコマンド216に存在すると特定されたエラー226に基づいて管理される。特に、ポイントツーポイント接続224の使用は、エラー226の特定に基づいて管理される。エラー226の分析は、ポイントツーポイント接続224内のポイントツーポイント接続230が、所期のエラーより大きいエラーを受け取ることを指示し得る。

【0042】

例えば、飛行操縦モジュール212は、特定されたエラー226に基づいて、飛行操縦モジュール212内の特定の飛行操縦モジュール232とアクチュエーター制御モジュール214との間のポイントツーポイント接続230を使用し続けるべきかどうか判定する。この説明例では、ポイントツーポイント接続230が欠如すると、結果として、特定の飛行操縦モジュール232が、所期のエラーレベルより大きいエラーレベルを有するポイントツーポイント接続230上で特定の飛行操縦モジュール232と通信するアクチュエーター制御モジュール214によって使用されないことにもなり得る。

【0043】

ポイントツーポイント接続224の管理は、群決定234として行われ得る。例えば、群決定234は、飛行操縦モジュール212によって行われ得る。

【0044】

飛行操縦モジュール212は、様々な機構を用いて群決定234を行い得る。一例として、多数決方式が飛行操縦モジュール212によって使用されてもよい。例えば、飛行操縦モジュール212は、各々、コマンド216においてエラー226が特定されるかどうか特定するポイントツーポイント接続224上のアクチュエーター制御モジュール210からの受け取り応答228を評価し得る。この例では、エラー226が特定される場合、飛行操縦モジュール212内の各飛行操縦モジュールは、次いで、ポイントツーポイント接続224内のどのポイントツーポイント接続がエラー226を引き起こしたかに関する個別投票を行い得る。更にこの例では、エラー226の原因についての群決定234は、飛行操縦モジュール212の多数決に基づくものとすることができる。本明細書で使用する場合、多数決とは、投票総数の50%より大、及び何らかの他の適切なパーセンテージのうちの少なくとも1つである。

【0045】

よって、受け取られたコマンドにエラーが存在しない場合、それらのコマンドは一致している。本明細書で使用する場合、受け取られたコマンドの一致とは、コマンドが所望の期間以内に受け取られたものであり、コマンド間に差が存在せず、コマンドに他の種類のエラーが存在しないことを意味する。例えば、飛行操縦モジュールからメッセージで受け取られたコマンド間の一致とは、コマンドが、飛行操縦モジュールからコマンドを受け取るための期間以内にメッセージで受け取られ、受け取られたコマンド間に差が存在せず、飛行操縦モジュールから受け取られたメッセージに他の種類のエラーが存在しないことを意味する。このように、飛行操縦システム204は、航空機202上の飛行操縦翼面206についての入力一致システムであり得る。

【0046】

アクチュエーター制御モジュール210及び飛行操縦モジュール212は、ソフトウェア、ハードウェア、ファームウェア、又はそれらの組み合わせとして実装され得る。ソフトウェアが使用される場合、アクチュエーター制御モジュール210及び飛行操縦モジュール212によって実行される動作は、プロセッサユニットといったハードウェア上で走るように構成されたプログラムコードとして実装され得る。ファームウェアが使用される場合、アクチュエーター制御モジュール210及び飛行操縦モジュール212によって実行される動作は、プログラムコード及びデータとして実装され、プロセッサユニット上で走らせるために永続メモリに記憶され得る。ハードウェアが用いられる場合、ハードウェアは、アクチュエー

10

20

30

40

50

ター制御モジュール210及び飛行操縦モジュール212における動作を実行するように動作する回路を含み得る。

【0047】

説明例では、プロセッサユニットのためのハードウェアは、回路システム、集積回路、特定用途向け集積回路(application specific integrated circuit)(ASIC)、プログラマブル論理デバイス、又はいくつかの動作を実行するように構成された何らかの他の適切な種類のハードウェアの形を取り得る。プログラマブル論理デバイスでは、デバイスは、いくつかの動作を実行するように構成され得る。デバイスは、後で再構成されてもよく、又は、いくつかの動作を実行するように永続的に構成されていてもよい。プロセッサユニットに使用され得るプログラマブル論理デバイスの例には、例えば、プログラマブル論理アレイ、プログラマブルアレイ論理、フィールドプログラマブル論理アレイ、フィールド・プログラマブル・ゲート・アレイ、及び他の適切なハードウェアデバイスが含まれる。加えて、各プロセスは、無機構成要素と統合された有機構成要素として実装されてもよく、完全に、人間を除く有機構成要素で構成されていてもよい。例えば、各プロセスは、有機半導体における回路として実装されてもよい。

【0048】

図示のように、飛行操縦モジュール212の各々は、相互に異なるプロセッサユニットで構成されており、アクチュエーター制御モジュール210の各々は、相互に異なるプロセッサユニットで構成されている。例えば、モジュール内の一方のプロセッサユニットがコンピューターマイクロプロセッサを用いて実装され、モジュール内の他方のプロセッサユニットがデジタル信号プロセッサを用いて実装されてもよい。別の例として、異なるプロセッサアーキテクチャを有する2つのコンピューターマイクロプロセッサが使用されてもよい。

【0049】

図2の飛行操縦環境200の図は、例示的实施形態が実装され得るやり方に対する物理的な、又はアーキテクチャ上の制限を示唆するためのものではない。例示の構成要素に加えて、又はそれらの代わりに他の構成要素が使用されてもよい。構成要素の中には不要なものもあり得る。また、各ブロックは、いくつかの機能構成要素を例示するために提示されている。これらのブロックのうちの1又は複数が、例示的实施形態において実装されるときに組み合わせられ、分割され、又は組み合わせ及び分割によって異なるブロックとされてもよい。

【0050】

例えば、飛行操縦システム204の一部が、フライバイワイヤシステムに加えて従来の操縦装置を使用してもよい。更に、飛行操縦システム204は、飛行操縦翼面206以外の他の種類のデバイスを制御してもよい。例えば、飛行操縦システム204は、航空機202上のエンジンも制御し得る。

【0051】

更に別の例として、アクチュエーター制御モジュール210と飛行操縦モジュール212との間の通信を提供するために、データ・バス・システム208に加えて、又はその代わりにネットワークが使用されてもよい。更に別の例では、群決定234は、アクチュエーター制御モジュール210及び飛行操縦モジュール212を用いて実行されてもよい。更に、いくつかの説明例では、すべての飛行操縦モジュール212ではなく、飛行操縦モジュール212の一部が使用され得る。

【0052】

この説明例では、アクチュエーター制御モジュール210だけが飛行操縦モジュール212へ応答228を送る。別の例として、飛行操縦モジュール212も、アクチュエーター制御モジュール210へ送られたコマンド216にエラー226が存在するかどうかについての判定から応答228を送ってよい。

【0053】

次に図3を参照すると、例示的实施形態によるメッセージのブロック図が描かれている

10

20

30

40

50

。図示のように、メッセージ300は、コマンド302を含む飛行操縦モジュールからアクチュエーター制御モジュールへ送られたメッセージの例である。メッセージ300内のコマンド302は、図2のコマンド216内のコマンドの例である。例えば、コマンド302は、飛行操縦翼面を制御するアクチュエーター306へ送るべき飛行操縦装置からの信号において特定された値304を含み得る。アクチュエーター306は、図2のアクチュエーター220内のアクチュエーターの例である。

【 0 0 5 4 】

この説明例では、メッセージ300は、いくつかの異なるフィールドを含む。図示のように、メッセージ300は、コマンド302、メッセージカウンタ310、飛行操縦モジュール識別子312、アクチュエーター制御モジュール識別子314、及び巡回冗長検査値308を含む。

10

【 0 0 5 5 】

メッセージカウンタ310は、メッセージ300が飛行操縦モジュールによって生成され、送られるときに飛行操縦モジュール識別子312によって識別される飛行操縦モジュールから送られたメッセージの数をカウントする。アクチュエーター制御モジュール識別子314は、メッセージ300が送られる送信先のアクチュエーター制御モジュールを識別する。例えば、アクチュエーター制御モジュール識別子314は、メッセージ300が受け取られることになるメッセージ300の最終宛先であり得る。

【 0 0 5 6 】

図示のように、巡回冗長検査 (cyclic redundancy check) (CRC) 値308は、アクチュエーター制御モジュールによって受け取られるメッセージ300にエラーが存在しないことを保証するのに使用される。巡回冗長検査値308は、メッセージ300が、飛行操縦モジュールとアクチュエーター制御モジュールとの間の接続上で送られる前に設定される。

20

【 0 0 5 7 】

図4を見ると、例示的实施形態による、コマンドの処理において飛行操縦モジュール及びアクチュエーター制御モジュールによって使用される情報のブロック図が描かれている。図示のように、情報400は、飛行操縦環境200においてコマンドを処理するためのいくつかの異なるフィールドを含む。

【 0 0 5 8 】

図示のように、情報400は、一群の飛行操縦モジュールからアクチュエーター制御モジュールへのマッピング402、一群の飛行操縦モジュールのメッセージカウンタ404、及び一群のアクチュエーター制御モジュールからアクチュエーターへのマッピング406を含む。一群の飛行操縦モジュールからアクチュエーター制御モジュールへのマッピング402は、複数の飛行操縦モジュールとアクチュエーター制御モジュールとの間の接続を識別する。マッピングによって識別される接続を用いて送られたコマンドにエラーが存在する場合、マッピングは当該接続を除外するように変更される。この変更は、この説明例では、保守が行われ得るまで存在する。同様に、一群のアクチュエーター制御モジュールからアクチュエーターへのマッピング406は、アクチュエーター制御モジュールと飛行操縦翼面を制御するアクチュエーターとの間の接続を識別する。

30

【 0 0 5 9 】

この説明例では、一群の飛行操縦モジュールのメッセージカウンタ404は、飛行操縦モジュールとアクチュエーター制御モジュールとの間で送られるメッセージにおいて使用される。一群の飛行操縦モジュールのメッセージカウンタ404は、飛行操縦モジュールから送られるメッセージの順序を指示するのに使用される。

40

【 0 0 6 0 】

次に、図5A及び図5Bを見ると、例示的实施形態による、飛行操縦環境においてコマンドを処理するためのプロセスの流れ図が描かれている。図5A及び図5Bに例示するプロセスは、図2の飛行操縦環境200において、飛行操縦モジュール212、アクチュエーター制御モジュール210、データ・バス・システム208、及びアクチュエーター220によって実行され得る。

【 0 0 6 1 】

50

例えば、飛行操縦モジュール502、飛行操縦モジュール504、及び飛行操縦モジュール506は、飛行操縦翼面を制御するための飛行操縦装置からの信号を受け取る図2の飛行操縦モジュール212内の複数の飛行操縦モジュールの例である。データ・バス・システム508は、図2のデータ・バス・システム208の例である。アクチュエーター制御モジュール510、アクチュエーター制御モジュール512、アクチュエーター制御モジュール514、及びアクチュエーター制御モジュール516は、図2のアクチュエーター制御モジュール210の例である。アクチュエーター518は、図2のアクチュエーター220内のアクチュエーターの例である。

【0062】

プロセスでは、まず、飛行操縦モジュール502、飛行操縦モジュール504、及び飛行操縦モジュール506がコマンドを生成し、メッセージでデータ・バス・システム508へ送る（動作520）。説明例では、動作520で送られる各メッセージは、飛行操縦モジュールで受け取られた信号に基づいて飛行操縦モジュールによって生成されたコマンドを含む。また、メッセージは、飛行操縦モジュール識別子及びアクチュエーター制御モジュール識別子も含み得る。例えば、飛行操縦モジュール502は、アクチュエーター制御モジュール510を識別するアクチュエーター制御モジュール識別子を含むメッセージ、及びアクチュエーター制御モジュール512を識別する別のメッセージを送り得る。

【0063】

プロセスは、アクチュエーター制御モジュール510、アクチュエーター制御モジュール512、アクチュエーター制御モジュール514、及びアクチュエーター制御モジュール516において、データ・バス・システム508からメッセージでコマンドを受け取る（動作522）。例えば、アクチュエーター制御モジュール510は、メッセージの宛先としてアクチュエーター制御モジュール510を有するデータ・バス・システム508からのメッセージを受け取り得る。この例では、受け取られるメッセージ内のアクチュエーター制御モジュール識別子はアクチュエーター制御モジュール510を指し示す。更に、この図示の例では、アクチュエーター制御モジュール510においてメッセージで受け取られるコマンドは、一群のアクチュエーター制御モジュールからアクチュエーターへのマッピングにおいてアクチュエーター制御モジュール510に割り当てられたアクチュエーターのアクチュエーター識別子を含む。

【0064】

プロセスは、次に、受け取られたメッセージに基づいてコマンドにエラーが存在するかどうかを確認する（動作524）。例えば、プロセスは、当該コマンドと他のメッセージで受け取られた他のコマンドとの差、メッセージ内の巡回冗長検査値が正しくないこと、メッセージ内のメッセージカウンターが順番を誤っていること、及びコマンドにエラーが存在するかどうか判定するための何らかの他の適切な規則若しくは標準のうちの少なくとも1つに基づいて、動作524でコマンドにエラーが存在するかどうか判定し得る。

【0065】

プロセスは、次いで、アクチュエーター制御モジュール510において信号を生成し、その信号を、アクチュエーター制御モジュール510からアクチュエーター518へ送る（動作526）。プロセスは、一群のアクチュエーター制御モジュールからアクチュエーターへのマッピングにおいてアクチュエーター制御モジュール510に割り当てられたアクチュエーター518のアクチュエーター識別子を含む、アクチュエーター制御モジュール510において受け取られたメッセージ内のコマンドに基づいて、アクチュエーター制御モジュール510において信号を生成する。プロセスは、次に、アクチュエーター518において信号を受け取り、受け取られた信号に基づいて飛行操縦翼面を操作する（動作528）。

【0066】

プロセスは、アクチュエーター制御モジュールが受け取ったメッセージについての応答を生成し、データ・バス・システム508へ送る（動作530）。動作530で生成される応答は、メッセージを送った飛行操縦モジュールを、応答の最終宛先として識別し、アクチュエーター制御モジュールが動作524で特定したエラーがあればそれを含む。プロセスは、次に、応答において識別された最終宛先に基づいて、飛行操縦モジュール502、飛行操縦モ

10

20

30

40

50

ジュール504、及び飛行操縦モジュール506において応答を受け取る（動作532）。

【0067】

プロセスは、応答に含まれるエラーを特定する（動作534）。図示のように、プロセスが応答に含まれるエラーを特定した後で、プロセスは、次に、応答に含まれる特定されたエラーを、データ・バス・システム508を用いて、飛行操縦モジュール502、飛行操縦モジュール504、及び飛行操縦モジュール506に含まれる他の飛行操縦モジュールへ送る（動作536）。プロセスは、次いで、他の飛行操縦モジュールにおいて、データ・バス・システム508から応答に含まれるエラーを受け取る（動作538）。

【0068】

プロセスは、次に、他の飛行操縦モジュールがデータ・バス・システム508から受け取ったエラーを含む応答を生成し、他の飛行操縦モジュールからデータ・バス・システム508へ送る（動作540）。プロセスは、飛行操縦モジュール502、飛行操縦モジュール504、及び飛行操縦モジュール506において、データ・バス・システム508から応答を受け取る（動作542）。

【0069】

プロセスは、次いで、データ・バス・システム508から受け取られた応答内のエラーを特定する（動作544）。プロセスは、次に、データ・バス・システム508を用いて、応答内の特定されたエラーを他の飛行操縦モジュールへ送る（動作546）。プロセスは、飛行操縦モジュール502、飛行操縦モジュール504、及び飛行操縦モジュール506において、データ・バス・システム508から応答を受け取る（動作548）。

【0070】

プロセスは、次いで、ACMから送られた応答内の特定されたエラー及びFCMから送られた応答内の特定されたエラーに基づいて、アクチュエーター制御モジュールとのポイントツーポイント接続を使用し続けるべきかどうか判定する（動作550）。飛行操縦モジュールとアクチュエーター制御モジュールとの間のポイントツーポイント接続においてエラーが特定される場合、そのエラーの特定は、飛行操縦モジュールからアクチュエーター制御モジュールへのマッピングを更新するのに使用され得る。例えば、接続は、航空機の飛行の持続期間にわたってマッピングにおいて除去され得る。

【0071】

次に図6を参照すると、例示的实施形態による飛行操縦環境の構成要素のブロック図が描かれている。図示のように、飛行操縦環境600は、図2の飛行操縦環境200の例である。

【0072】

この説明例では、飛行操縦環境600は、データ・バス・システム602を含む。データ・バス・システム602は、図2のデータ・バス・システム208の例である。データ・バス・システム602は、この説明例では、飛行操縦モジュール606とアクチュエーター制御モジュール608との間の通信に使用される。また、データ・バス・システム602は、この説明例では、各飛行操縦モジュール606と飛行操縦モジュール606内の他の飛行操縦モジュールとの間の通信にも使用される。

【0073】

図示のように、プロセッサユニットA618及びプロセッサユニットB620は、飛行操縦モジュール616内の複数のプロセッサユニットを形成する。この説明例では、プロセッサユニットA618は、コマンドを生成してアクチュエーター制御モジュール608へ送り、プロセッサユニットB620は、モニタリングメッセージを処理する。例えば、モニタリングメッセージは、飛行操縦モジュール616からコマンドを受け取った後でアクチュエーター制御モジュールから送られる応答とし得る。

【0074】

この説明例では、プロセッサユニットC624及びプロセッサユニットD626は、アクチュエーター制御モジュール622内の複数のプロセッサユニットを形成する。図示の例では、プロセッサユニットC624は、飛行操縦モジュール606から受け取られるコマンドを処理し、プロセッサユニットD626は、コマンドにエラーが存在するかどうか確認し、飛行操縦モジ

10

20

30

40

50

ジュール606へ応答を送る。

【 0 0 7 5 】

図示のように、飛行操縦モジュール606は、飛行操縦モジュール616、飛行操縦モジュール628、及び飛行操縦モジュール630を含む。また図示のように、アクチュエーター制御モジュール608は、アクチュエーター制御モジュール622、アクチュエーター制御モジュール632、アクチュエーター制御モジュール634、及びアクチュエーター制御モジュール636を含む。この説明例では、アクチュエーター制御モジュール622は、アクチュエーター638へ信号を送るように割り当てられており、アクチュエーター制御モジュール632は、アクチュエーター640へ信号を送るように割り当てられており、アクチュエーター制御モジュール634は、アクチュエーター642へ信号を送るように割り当てられており、アクチュエーター制御モジュール636は、アクチュエーター644へ信号を送るように割り当てられている。

10

【 0 0 7 6 】

矢印646は、この説明例では、データ・バス・システム602内のポイントツーポイント接続の論理表現である。矢印646は、データ・バス・システム602で使用されるすべての接続を示しているとは限らず、また、データ・バス・システム602内の接続上で送られるコマンド、応答、及び他の種類のメッセージのすべての流れの方向を示しているとも限らない。データ・バス・システム602にはこれらの接続及び他の接続についての他の矢印も含まれ得る。

【 0 0 7 7 】

次に、図7を見ると、例示的实施形態による、航空機上の飛行操縦翼面を制御するためのプロセスの流れ図が描かれている。図7に示すプロセスは、図2の飛行操縦システム204において実行され得る。

20

【 0 0 7 8 】

プロセスは、まず、航空機のコックピット内の一群の飛行操縦装置から信号を受け取る（動作700）。これらの信号は、アナログ信号、デジタル信号、又はそれらの何らかの組み合わせであり得る。これらの信号は、操縦桿、ラダーペダル、スロットル、又は何らかの他の適切な種類の操縦装置といった飛行操縦装置から発生し得る。図示のように、これらの飛行操縦装置は、パイロットによって操作される操縦装置であり得る。他の説明例では、飛行操縦装置は、パイロットからの入力なしで航空機の飛行への自動調整を提供するために、飛行操縦モジュールで必要とされるセンサデータ又は他の情報を送るデバイスであり得る。

30

【 0 0 7 9 】

飛行操縦モジュールは、一群の飛行操縦装置からこれらの信号が受け取られると、コマンドを生成する（動作702）。飛行操縦モジュールは、次いで、コマンドを、飛行操縦モジュールからデータ・バス・システム上へ送る（動作704）。

【 0 0 8 0 】

飛行操縦モジュール及びアクチュエーター制御モジュールは、データ・バス・システム上へ送られたコマンドにエラーが存在するかどうか判定する（動作706）。プロセスは、データ・バス・システム上へ送られたコマンドにエラーが存在するかどうかに基づいて、飛行操縦モジュールとアクチュエーター制御モジュールとの間のポイントツーポイント接続を管理し（動作708）、その後、プロセスは終了する。

40

【 0 0 8 1 】

次に図8を見ると、例示的实施形態による、飛行操縦装置からの信号を処理するためのプロセスの流れ図が描かれている。図8に示すプロセスは、図2の飛行操縦システム204内の飛行操縦モジュール212によって実行され得る。

【 0 0 8 2 】

プロセスは、まず、飛行操縦モジュールとアクチュエーター制御モジュールとの間のポイントツーポイント接続、及び飛行操縦モジュール間のポイントツーポイント接続を作成する（動作800）。この説明例では、ポイントツーポイント接続は、ポイントツーポイントプロトコルを用いたコンピューターのデータ・バス・システムにおけるポイントツーポ

50

イント接続と類似したものである。例えば、飛行操縦モジュールの送信機及び受信機が、ポイントツーポイント接続を用いたデータ・バス・システム上でメッセージを送受信し、ポイントツーポイント接続を作成するのに使用されてもよい。

【0083】

プロセスは、飛行操縦装置外部の感知デバイスから信号を受け取る（動作802）。受け取られる信号は、飛行操縦翼面を制御するためのものである。プロセスは、次に、信号を用いてコマンド及び他の情報を生成する（動作804）。他の情報は、コマンドの巡回冗長検査（CRC）値、識別子、及び他の適切な情報のうちの少なくとも1つから選択され得る。例えば、識別子は、飛行操縦モジュールによるメッセージでアクチュエーター制御モジュールへ送られたコマンドの順番を指示する飛行操縦モジュールのメッセージカウンターであってよい。この説明例では、飛行操縦モジュールのメッセージカウンターは、飛行操縦モジュールによるメッセージでアクチュエーター制御モジュールへコマンドが送られるたびに増分される。

10

【0084】

プロセスは、ポイントツーポイント接続上でアクチュエーター制御モジュールへコマンド及び他の情報を送る（動作806）。例えば、飛行操縦モジュールは、飛行操縦モジュールがポイントツーポイント接続を有する相手のアクチュエーター制御モジュールの各々へ、メッセージでコマンド及び他の情報を送り得る。

【0085】

プロセスは、次いで、ポイントツーポイント接続上でアクチュエーター制御モジュールから送られた応答メッセージを受け取り（動作808）、その後プロセスは終了する。アクチュエーター制御モジュールから受け取られる応答は、当該アクチュエーター制御モジュールが飛行操縦モジュールによって送られたコマンドを受け取ったかどうか、及び当該アクチュエーター制御モジュールが、受け取ったメッセージ内のコマンドにエラーが存在すると判定したかどうかを指示する。動作802～動作808は、飛行操縦装置から受け取られる追加の信号を処理するために何回でも繰り返されてよい。

20

【0086】

次に図9を見ると、例示的实施形態による、コマンドを処理するためのプロセスの流れ図が描かれている。図9に示すプロセスは、図2の飛行操縦システム204内のアクチュエーター制御モジュール214によって実行され得る。例えば、図9に示すプロセスは、アクチュエーター制御モジュール214内のプロセッサユニットによって実行され得る。

30

【0087】

プロセスは、まず、飛行操縦モジュールとのポイントツーポイント接続上で飛行操縦モジュールからメッセージでコマンドを受け取る（動作900）。受け取られるコマンドは、図8の動作808で飛行操縦モジュールによって送られるコマンドの一部分であり得る。例えば、ポイントツーポイント接続のうちの1つに問題が生じた可能性があるとする。

【0088】

プロセスは、コマンドにエラーが存在するかどうか判定する（動作902）。例えば、プロセスは、当該の受け取ったコマンドと他の受け取ったコマンドとの差に基づいて、受け取ったコマンドにエラーが存在するかどうか判定してもよい。

40

【0089】

プロセスは、次に、コマンドにエラーが存在するかどうか指示するコマンドについての応答を生成する（動作904）。プロセスは、次いで、飛行操縦モジュールへポイントツーポイント接続上で応答を送り（動作906）、その後プロセスは終了する。応答は、図8の動作808で飛行操縦モジュールによって受け取られる。動作900～動作906は、飛行操縦モジュールから受け取られる追加のコマンドを処理するために何回でも繰り返されてよい。

【0090】

次に図10を見ると、例示的实施形態による、飛行操縦モジュールからメッセージで受け取られるコマンドにエラーが存在するかどうか判定するためのプロセスの流れ図が描かれている。図10に示すプロセスは、図2の飛行操縦システム204内のアクチュエーター制御モ

50

ジュール214によって実行され得る。このプロセスの各動作は、図9の動作900～動作904を実行するための動作の例である。

【0091】

プロセスは、まず、メッセージでコマンドを受け取るべき受信元の飛行操縦モジュールを識別する（動作1000）。例えば、メッセージでコマンドを受け取るべき受信元の飛行操縦モジュールは、一群の飛行操縦モジュールからアクチュエーター制御モジュールへのマッピングに基づくものであってもよい。

【0092】

プロセスは、飛行操縦モジュールとのポイントツーポイント接続上で飛行操縦モジュールのうちの少なくとも1つからメッセージでコマンドを受け取る（動作1002）。プロセスは、受け取ったメッセージを一群のメッセージへ追加する（動作1004）。 10

【0093】

プロセスは、次に、一群のメッセージが、コマンドを受け取るべき受信元であると識別されたすべての飛行操縦モジュールからのメッセージを含むかどうか判定する（動作1006）。図示のように、一群のメッセージが、コマンドを受け取るべき受信元であると識別されたすべての飛行操縦モジュールからのメッセージを含まない場合、プロセスは、次に、飛行操縦モジュールからメッセージでコマンドを受け取るための期間が経過したかどうか判定する（動作1008）。 20

【0094】

図示のように、飛行操縦モジュールからメッセージでコマンドを受け取るための期間が経過していない場合、プロセスは、処理すべき追加のコマンドが存在するかどうか判定する（動作1009）。図示のように、処理のための追加のコマンドが存在する場合、プロセスは、動作1002へ進む。そうでない場合、プロセスは動作1008へ進む。

【0095】

更に、一群のメッセージが、動作1006でコマンドを受け取るべき受信元であると識別されたすべての飛行操縦モジュールからのメッセージを含む場合、又は動作1008で飛行操縦モジュールからメッセージでコマンドを受け取るための期間が経過した場合、プロセスは、次いで、コマンドにエラーが存在するかどうか判定するために一群のメッセージ内のコマンド及び他の情報を特定する（動作1010）。他の情報は、巡回冗長検査値、メッセージカウンタ、及びコマンドにエラーが存在するかどうか判定する際に使用するための他の適切な種類の情報を含み得る。 30

【0096】

プロセスは、次いで、特定されたコマンド内の未処理のコマンドを選択する（動作1012）。プロセスは、コマンドにエラーが存在するかどうか判定する（動作1014）。エラーが存在するのは、コマンドについての他の情報内の巡回冗長検査値が誤っている場合、コマンドについての他の情報内のカウンタが順番を誤っている場合、及び他の適切な理由がある場合のうちの少なくとも1つである。

【0097】

例えば、プロセスは、一群のメッセージの巡回冗長検査値を計算し、計算した巡回冗長検査値を、特定された巡回冗長検査値と比較することにより、コマンドにエラーが存在するかどうか判定してもよい。別の例として、プロセスは、特定されたメッセージカウンタを、飛行操縦モジュールのメッセージカウンタと比較してもよい。 40

【0098】

別の例として、メッセージは、パリティビット、マンチェスタ符号化、又は他の適切な符号化方式のうちの少なくとも1つから選択される符号化方式を用いて符号化されてもよい。この例では、メッセージが選択された符号化方式を用いて復号される場合、符号化方式の復号プロセスは、メッセージの送信において発生した可能性のあるエラーを特定する。

【0099】

図示のように、コマンドにエラーが存在しない場合、プロセスは、飛行操縦モジュール 50

から受け取ったコマンドにエラーが存在しないことを指示する、コマンドを送った飛行操縦モジュールのための応答を生成する（動作1016）。コマンドにエラーが存在する場合、プロセスは、飛行操縦モジュールから受け取ったコマンドに存在するエラーを含む、コマンドを送った飛行操縦モジュールのための応答を生成する（動作1018）。

【0100】

プロセスは、次に、特定されたコマンドに未処理のコマンドが存在するかどうか判定する（動作1020）。特定されたコマンドに未処理のコマンドが存在する場合、プロセスは動作1012へ戻る。特定されたコマンドが処理されると、プロセスは終了する。

【0101】

次に図11を見ると、例示的实施形態による、コマンドを処理するためのプロセスの流れ図が描かれている。図11に示すプロセスは、図2の飛行操縦システム204内のアクチュエーター制御モジュール214によって実行され得る。例えば、図11に示すプロセスは、アクチュエーター制御モジュール214内のプロセッサユニットによって実行され得る。

10

【0102】

プロセスは、まず、飛行操縦モジュールとのポイントツーポイント接続上で飛行操縦モジュールからメッセージでコマンドを受け取る（動作1100）。プロセスは、受け取ったコマンド内の未処理のコマンドを選択する（動作1102）。またプロセスは、コマンド内のアクチュエーター及びコマンド内のアクチュエーターへ送るべき値の特定も行う（動作1104）。

【0103】

20

プロセスは、次に、アクチュエーターへ信号を送るためのアクチュエーター制御モジュールが割り当てられているかどうか判定する（動作1106）。例えば、プロセスは、一群のアクチュエーター制御モジュールからアクチュエーターへのマッピングに基づいて、アクチュエーターへ信号を送るためのアクチュエーター制御モジュールが割り当てられているかどうか判定してもよい。コマンドで特定されたアクチュエーターへ信号を送るためのアクチュエーター制御モジュールが割り当てられていない場合、プロセスは、動作1112へ進む。

【0104】

図示のように、アクチュエーターへ信号を送るためのアクチュエーター制御モジュールが割り当てられている場合、プロセスは、次に、コマンドにエラーが存在するかどうか判定する（動作1108）。例えば、動作1108を実行するプロセッサユニットは、図9の動作902を実行したアクチュエーター制御モジュール内の別のプロセッサユニットからの判定を使用してもよい。

30

【0105】

やはり図示されるように、プロセスが、コマンドにエラーが存在しないと判定し、コマンドで特定されたアクチュエーターへ信号を送るためのアクチュエーター制御モジュールが割り当てられている場合、プロセスは、次に、受け取ったコマンドで特定された値に基づいて信号を生成し、アクチュエーターへ送る（動作1110）。プロセスは、次いで、受け取ったコマンドに次の未処理のコマンドがあるかどうか判定する（動作1112）。図示のように、すべての受け取ったコマンドが処理されていない場合、プロセスは動作1102へ進む。すべての受け取ったコマンドが処理された場合、プロセスは終了する。動作1100～動作1112は、飛行操縦モジュールから受け取られる追加のコマンドを処理するために何回でも繰り返されてよい。

40

【0106】

次に、図12A及び図12Bを見ると、例示的实施形態による、飛行操縦システムにエラーが存在するかどうか特定するためのプロセスの流れ図が描かれている。図12A及び図12Bに示すプロセスは、図2の飛行操縦システム204内の飛行操縦モジュール212によって実行され得る。例えば、図12A及び図12Bに示すプロセスは、飛行操縦モジュール212内のプロセッサユニットによって実行され得る。この例では、飛行操縦モジュール212内のプロセッサユニットは、図12A及び図12Bの動作を並列に実行し得る。図12A及び図12Bの動作は、飛行

50

操縦翼面についての飛行操縦装置からの信号を処理する複数の飛行操縦モジュールのうちの飛行操縦モジュールの観点から記述されている。

【0107】

プロセスは、まず、飛行操縦モジュールがアクチュエーター制御モジュールとの間で有するポイントツーポイント接続上でアクチュエーター制御モジュールから応答を受け取る（動作1200）。各応答は、当該アクチュエーター制御モジュールが飛行操縦モジュールによって送られたメッセージでコマンドを受け取ったかどうか、及び当該アクチュエーター制御モジュールが、飛行操縦モジュールから受け取ったコマンドにエラーが存在すると判定したかどうかを指示する。

【0108】

プロセスは、次に、アクチュエーター制御モジュールから受け取った応答に基づいて、アクチュエーター制御モジュールとのポイントツーポイント接続についてエラーが存在するかどうかの判定を行う（動作1202）。アクチュエーター制御モジュールとのポイントツーポイント接続にエラーが存在するかどうかの判定には、ポイントツーポイント接続のすべての構成要素が関与する。これらの構成要素は、飛行操縦モジュールの送信機、データ・バス・システム、アクチュエーター制御モジュールの受信機、アクチュエーター制御モジュールの送信機、及びポイントツーポイント接続の他の適切な種類の構成要素のうちの少なくとも1つを含む。エラーが存在するのは、ポイントツーポイント接続上でアクチュエーター制御モジュールから応答が受け取られない場合、応答が、アクチュエーター制御モジュールが受け取ったコマンドにエラーが存在するという判定を含む場合、及びポイントツーポイント接続が不良であることを指示する別の種類のエラーが受け取られる場合のうちの少なくとも1つの場合である。

【0109】

プロセスは、アクチュエーター制御モジュールとのポイントツーポイント接続にエラーが存在するかどうかの判定を含むメッセージを生成する（動作1204）。プロセスは、生成されたメッセージを、飛行操縦モジュール間のポイントツーポイント接続を用いて、飛行操縦システム内の他の飛行操縦モジュールへ送る（動作1206）。当該飛行操縦モジュール及び他の飛行操縦モジュールは、飛行操縦翼面についての飛行操縦装置からの信号を処理する複数の飛行操縦モジュールである。

【0110】

プロセスは、次に、他の飛行操縦モジュールが行った、他の飛行操縦モジュールとアクチュエーター制御モジュールとの間のポイントツーポイント接続にエラーが存在するかどうかの判定を含む、他の飛行操縦モジュールによって生成されたメッセージを受け取る（動作1208）。プロセスは、当該飛行操縦モジュールが他の飛行操縦モジュールから受け取ったメッセージの各々への応答を送る（動作1210）。

【0111】

プロセスは、次いで、他の飛行操縦モジュールとのポイントツーポイント接続にエラーが存在するかどうかの判定を行う（動作1212）。別の飛行操縦モジュールとのポイントツーポイント接続にエラーが存在するかどうかの判定には、ポイントツーポイント接続上でメッセージを送受信するのに使用されるすべての構成要素が関与する。これらの構成要素は、飛行操縦モジュールの送信機、データ・バス・システム、飛行操縦モジュールの受信機、他の飛行操縦モジュールの送信機、他の飛行操縦モジュールの受信機、及びポイントツーポイント接続の他の適切な種類の構成要素のうちの少なくとも1つを含む。別の飛行操縦モジュールとのポイントツーポイント接続にエラーが存在するのは、応答メッセージがポイントツーポイント接続上で他の飛行操縦モジュールから受け取られない場合、及びポイントツーポイント接続が不良であることを指示する別の種類のエラーが受け取られる場合のうちの少なくとも1つの場合である。

【0112】

プロセスは、他の飛行操縦モジュールとのポイントツーポイント接続にエラーが存在するかどうかの判定を含むメッセージを生成し、送る（動作1214）。プロセスは、次に、他

10

20

30

40

50

の飛行操縦モジュールによって行われた、飛行操縦モジュール間のポイントツーポイント接続にエラーが存在するかどうかの判定を含む、他の飛行操縦モジュールから送られたメッセージを受け取る（動作1216）。

【0113】

プロセスは、アクチュエーター制御モジュールとのポイントツーポイント接続にエラーが存在するかどうかの判定、及び飛行操縦モジュールによって行われた、飛行操縦モジュール間のポイントツーポイント接続にエラーが存在するかどうかの判定に基づいて、飛行操縦モジュールとアクチュエーター制御モジュールとの間のポイントツーポイント接続にエラーが存在するかどうかの後続の判定を行う（動作1218）。プロセスは、飛行操縦モジュールとアクチュエーター制御モジュールとの間のポイントツーポイント接続にエラーが存在するかどうかの後続の判定を含むメッセージを生成し、他の飛行操縦モジュールへ送る（動作1220）。

10

【0114】

プロセスは、次いで、飛行操縦モジュールとアクチュエーター制御モジュールとの間のポイントツーポイント接続にエラーが存在するかどうかの後続の判定に基づいて、飛行操縦モジュールとアクチュエーター制御モジュールとの間のポイントツーポイント接続のエラーを特定し（動作1222）、その後プロセスは終了する。飛行操縦モジュールとアクチュエーター制御モジュールとの間のポイントツーポイント接続でエラーが特定される場合、そのエラーは、飛行操縦モジュールからアクチュエーター制御モジュールへのマッピングを更新するのに使用され得る。例えば、そのポイントツーポイント接続は、航空機の飛行の持続期間にわたってマッピングにおいて除去され得る。

20

【0115】

種々の図示の実施形態における流れ図及びブロック図は、例示的实施形態における装置及び方法のいくつかの可能な実装形態のアーキテクチャ、機能性、及び動作を例示するものである。これに関して、流れ図又はブロック図内の各ブロックは、モジュール、セグメント、機能、及び動作若しくはステップの部分のうちの少なくとも1つを表し得る。例えば、ブロックのうちの1又は複数が、プログラムコードとして、ハードウェアとして、又はプログラムコードとハードウェアの組み合わせとして実装されてもよい。ハードウェアとして実装される場合、そのハードウェアは、例えば、流れ図又はブロック図における1又は複数の動作を実行するように製造され、又は構成された集積回路の形を取り得る。プログラムコードとハードウェアの組み合わせとして実装される場合、その実装形態は、ファームウェアの形を取り得る。

30

【0116】

例示的实施形態のいくつかの代替の実装形態では、各ブロックに書かれた1又は複数の機能は、各図に書かれているのと異なる順序で行われ得る。例えば、場合によっては、連続して示される2つのブロックが実質的に同時に実行されてもよく、或いは、各ブロックは、場合によっては、関与する機能に応じて、逆の順序で実行され得る。また、流れ図又はブロック図内の例示のブロック以外の他のブロックが追加されてもよい。

【0117】

本開示の例示的实施形態は、図13に示す航空機の製造及び保守点検方法1300並びに図14に示す航空機1400の文脈で記述され得る。まず図13を見ると、例示的实施形態による、航空機の製造及び保守点検方法のブロック図が描かれている。生産前の段階において、航空機の製造及び保守点検方法1300は、図14の航空機1400の仕様及び設計1302、並びに材料調達1304を含む。

40

【0118】

生産段階においては、図14の航空機1400の構成要素及び部分組立品の製造1306並びにシステム統合1308が行われる。その後、図14の航空機1400は、就航1312するために、認証及び搬送1310の過程を経る。顧客による就航中1312に、図14の航空機1400は、定期的な整備及び保守点検1314を予定に組み込まれ、定期的な整備及び保守点検1314は、変更、再構成、改修、及び他の保守又は点検を含み得る。

50

【 0 1 1 9 】

航空機の製造及び保守点検方法1300の各プロセスは、システムインテグレーター、第三者、運用者、又はそれらの何らかの組み合わせによって実施され、又は実行され得る。これらの例では、運用者は顧客であってもよい。この説明では、システムインテグレーターは、それだけに限らないが、任意の数の航空機製造者及び主要システム下請け業者を含み得る。第三者は、それだけに限らないが、任意の数のベンダー、下請け業者、及び供給業者を含み得る。運用者は、航空会社、リース会社、軍隊、サービス機関などを含み得る。

【 0 1 2 0 】

次に図14を参照すると、例示的实施形態が実装され得る航空機のブロック図が描かれている。この例では、航空機1400は、図13の航空機の製造及び保守点検方法1300によって生産され、複数のシステム1404及び内部1406を備える機体1402を含み得る。システム1404の例には、推進システム1408、電気システム1410、油圧システム1412、及び環境システム1414のうちの1又は複数が含まれる。任意の数の他のシステムが含まれていてよい。航空宇宙産業の例が示されているが、異なる例示的实施形態が自動車産業といった他の産業にも適用されてもよい。

【 0 1 2 1 】

本発明において具現化される装置及び方法は、図13の航空機の製造及び保守点検方法1300の各段階のうちの少なくとも1つにおいて用いられ得る。1又は複数の装置実施形態、方法実施形態、又はそれらの組み合わせが、図13の構成要素及び部分組立品の製造1306やシステム統合1308といった各生産段階において利用され得る。1又は複数の装置実施形態、方法実施形態、又はそれらの組み合わせが、航空機1400が図13の就航中1312にある間、整備及び保守点検1314中、又はその両方において利用され得る。いくつかの異なる例示的实施形態の使用は、航空機1400の組み立てを大幅にはかどらせ、航空機1400の費用を低減し、又は航空機1400の組み立て促進と航空機1400の費用低減の両方を実現し得る。

【 0 1 2 2 】

よって、例示的实施形態は、飛行操縦翼面についてのコマンドを管理するための方法及び装置を提示する。1又は複数の例示的实施形態は、航空機のためのフライバイワイヤーシステムを使用し得る。例示的实施形態に従って実装される飛行操縦システムは、飛行操縦システムにおいて処理されるコマンドに関する入力データ一致を提供し得る。

【 0 1 2 3 】

種々の例示的实施形態の記述は、例示と説明を目的として提示されており、網羅的であることも、各実施形態を開示の形に限定することも意図するものではない。当業者には多くの改変及び変形が明らかになるであろう。更に、異なる例示的实施形態は、他の望ましい実施形態と比べて異なる利益を提供し得る。選択された1又は複数の実施形態は、各実施形態の原理、実際の応用を最も良く説明し、当業者が、企図される特定の用途に適する様々な改変を伴う様々な実施形態について本開示を理解することを可能にするために選定され、記述されている。

注記：以下の各項で本開示の更なる態様を説明する。

A1．航空機（202）上の飛行操縦翼面（206）を制御するための方法であって、

飛行操縦モジュール（212）からデータ・バス・システム（208）上へコマンド（216）を送るステップ（704）と、

飛行操縦モジュール（212）及びアクチュエーター制御モジュール（210）が、データ・バス・システム（208）上へ送られたコマンド（216）にエラー（226）が存在するかどうか判定するステップ（706）と、

データ・バス・システム（208）上へ送られたコマンド（216）にエラー（226）が存在するかどうかに基づいて、飛行操縦モジュール（212）とアクチュエーター制御モジュール（210）との間のポイントツーポイント接続（224）を管理するステップ（708）とを含む方法。

A2．アクチュエーター制御モジュール（210）が、飛行操縦モジュール（212）及びアクチュエーター制御モジュール（210）によってコマンド（216）にエラー（226）が存在する

と判定されたかどうかに基づいて、航空機（202）上の一群の飛行操縦翼面（206）の位置決めを制御するステップ

を更に含む、項A1に記載の方法。

A3．特定されたエラー（226）に基づいて、特定の飛行操縦モジュール（232）とアクチュエーター制御モジュール（210）内のアクチュエーター制御モジュール（214）との間のポイントツーポイント接続（230）を使用し続けるべきかどうか判定するステップ

を更に含む、項A1に記載の方法。

A4．特定されたエラー（226）に基づいて、特定の飛行操縦モジュール（232）と対応するアクチュエーター制御モジュール（214）との間のポイントツーポイント接続（230）を使用し続けるべきかどうか判定するステップは、

複数の飛行操縦モジュール（212）からのエラー（226）の分析に基づいて、特定の飛行操縦モジュール（232）とアクチュエーター制御モジュール（210）内のアクチュエーター制御モジュール（214）との間のポイントツーポイント接続（230）を使用し続けるべきかどうか判定するステップ

を含む、項A3に記載の方法。

A5．アクチュエーター制御モジュール（210）からデータ・バス・システム（208）上へコマンド（216）への応答（228）を送るステップ

を更に含み、応答（228）は、アクチュエーター制御モジュール（210）によってコマンド（216）にエラー（226）が存在すると特定されたかどうか指示するものである、項A1に記載の方法。

A6．飛行操縦モジュール（212）内の飛行操縦モジュール（212）の各々は、相互に異なるプロセッサユニットで構成されており、アクチュエーター制御モジュール（210）の各々は、相互に異なるプロセッサユニットで構成されている、項A1に記載の方法。

【符号の説明】

【 0 1 2 4 】

100 航空機

102 翼

104 翼

106 胴体

108 エンジン

110 エンジン

112 尾部

114 水平安定板

116 水平安定板

118 垂直安定板

120 フラップ

122 方向舵

200 飛行操縦環境

202 航空機

204 飛行操縦システム

206 飛行操縦翼面

208 データ・バス・システム

210 アクチュエーター制御モジュール

212 飛行操縦モジュール

214 アクチュエーター制御モジュール

216 コマンド

218 信号

220 アクチュエーター

222 飛行操縦翼面

224 ポイントツーポイント接続

10

20

30

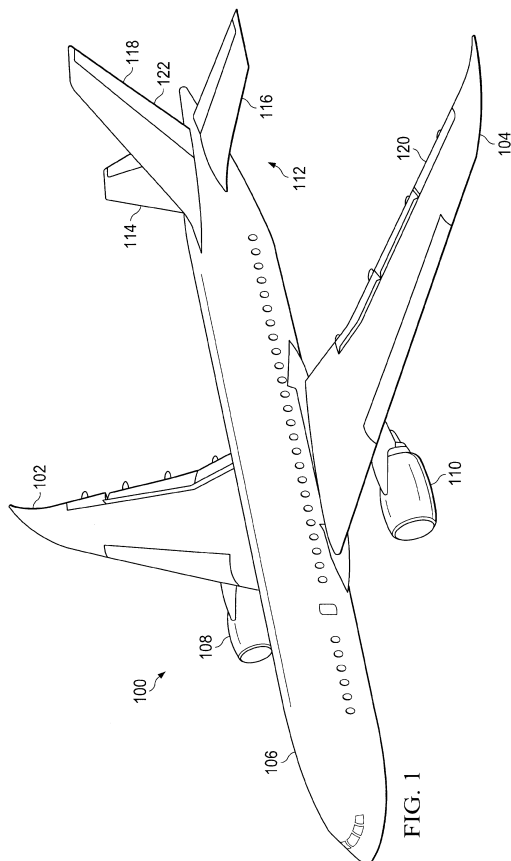
40

50

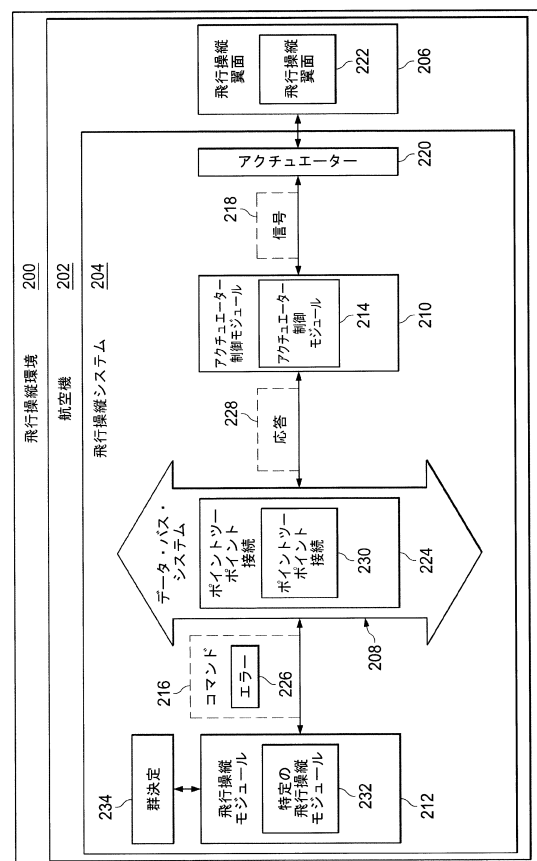
226	エラー	
228	応答	
230	ポイントツーポイント接続	
232	特定の飛行操縦モジュール	
234	群決定	
300	メッセージ	
302	コマンド	
304	値	
306	アクチュエーター	
308	巡回冗長検査値	10
310	メッセージカウンタ	
312	飛行操縦モジュール識別子	
314	アクチュエーター制御モジュール識別子	
400	情報	
402	飛行操縦モジュールからアクチュエーター制御モジュールへのマッピング	
404	飛行操縦モジュールのメッセージカウンタ	
406	アクチュエーター制御モジュールからアクチュエーターへのマッピング	
502	飛行操縦モジュール	
504	飛行操縦モジュール	
506	飛行操縦モジュール	20
508	データ・バス・システム	
510	アクチュエーター制御モジュール	
512	アクチュエーター制御モジュール	
514	アクチュエーター制御モジュール	
516	アクチュエーター制御モジュール	
518	アクチュエーター	
600	飛行操縦環境	
602	データ・バス・システム	
606	飛行操縦モジュール	
608	アクチュエーター制御モジュール	30
616	飛行操縦モジュール	
618	プロセッサユニットA	
620	プロセッサユニットB	
622	アクチュエーター制御モジュール	
624	プロセッサユニットC	
626	プロセッサユニットD	
628	飛行操縦モジュール	
630	飛行操縦モジュール	
632	アクチュエーター制御モジュール	
634	アクチュエーター制御モジュール	40
636	アクチュエーター制御モジュール	
638	アクチュエーター	
640	アクチュエーター	
642	アクチュエーター	
644	アクチュエーター	
646	矢印	
1300	航空機の製造及び保守点検方法	
1302	仕様及び設計	
1304	材料調達	
1306	構成要素及び部分組立品の製造	50

- 1308 システム統合
- 1310 認証及び搬送
- 1312 就航中、就航
- 1314 整備及び保守点検
- 1400 航空機
- 1402 機体
- 1404 システム
- 1406 内部
- 1408 推進システム
- 1410 電気システム
- 1412 油圧システム
- 1414 環境システム

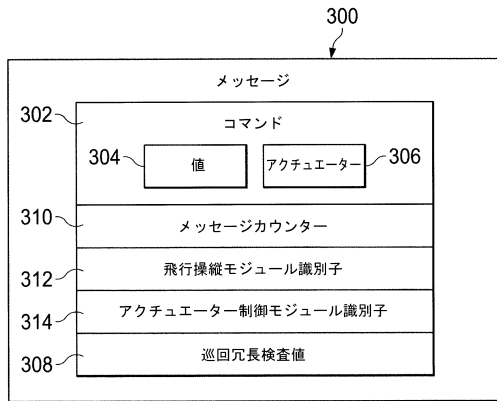
【図 1】



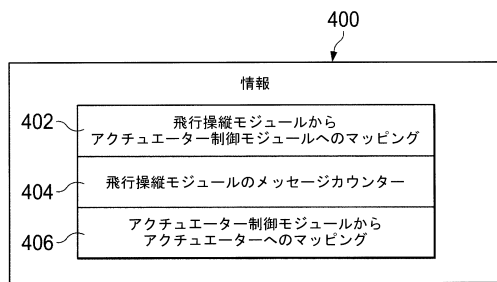
【図 2】



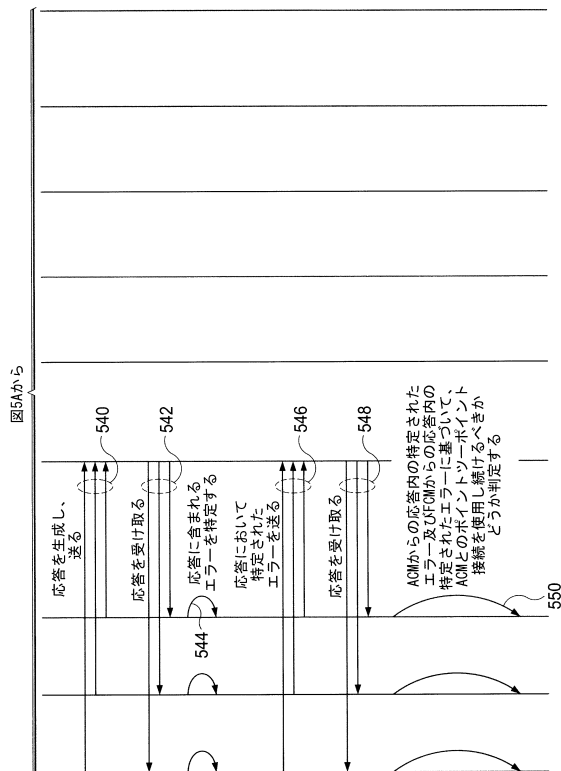
【図 3】



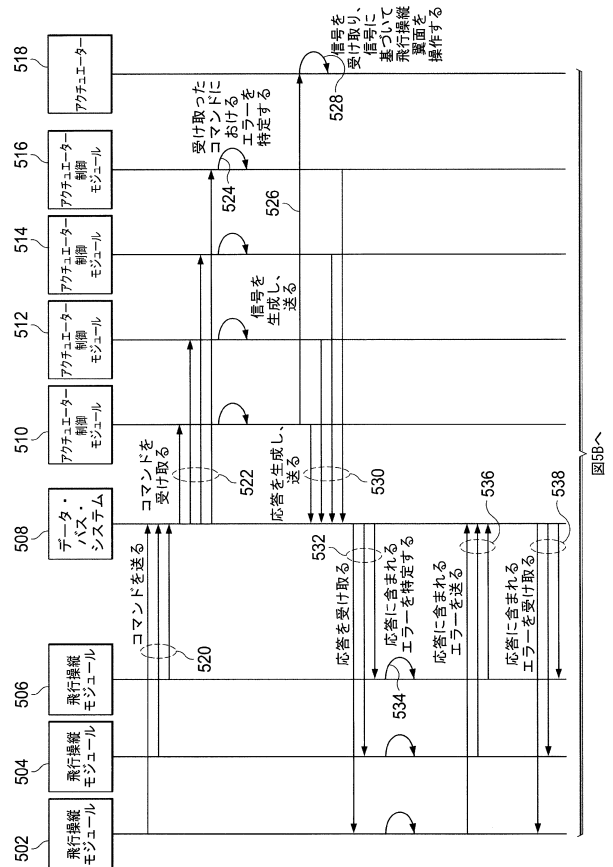
【図 4】



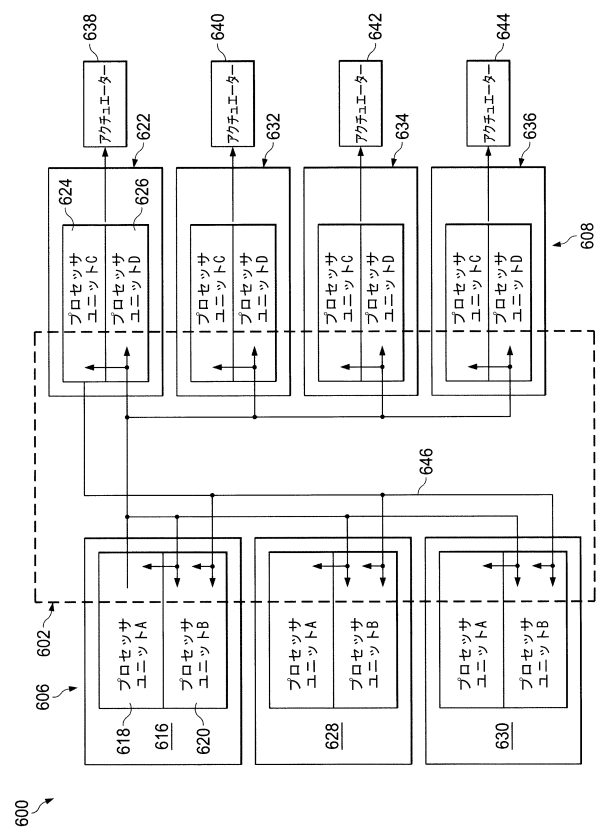
【図 5 B】



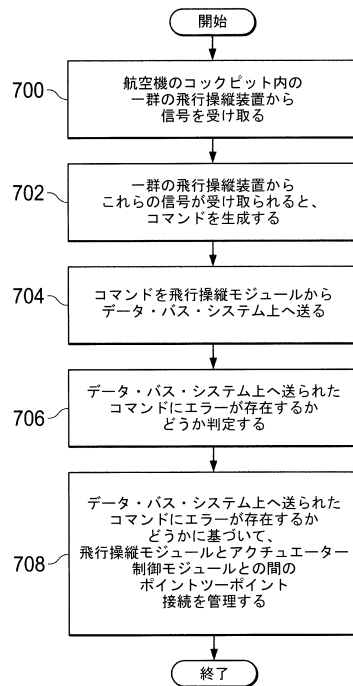
【図 5 A】



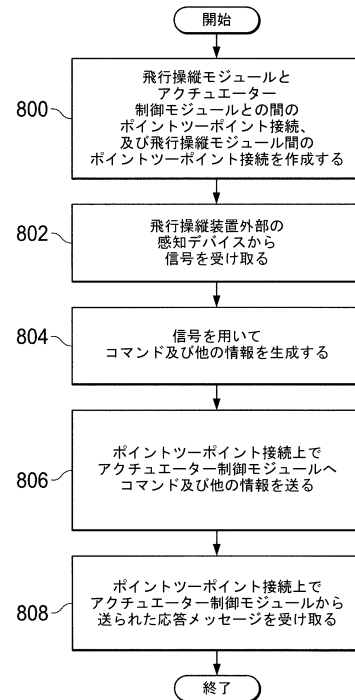
【図 6】



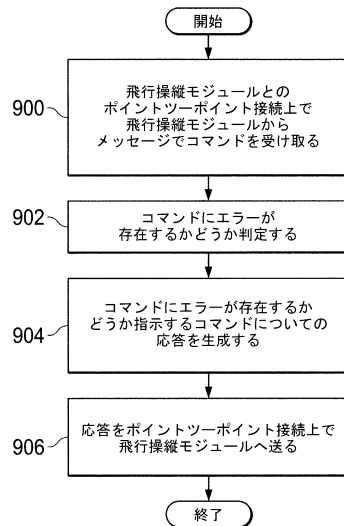
【図 7】



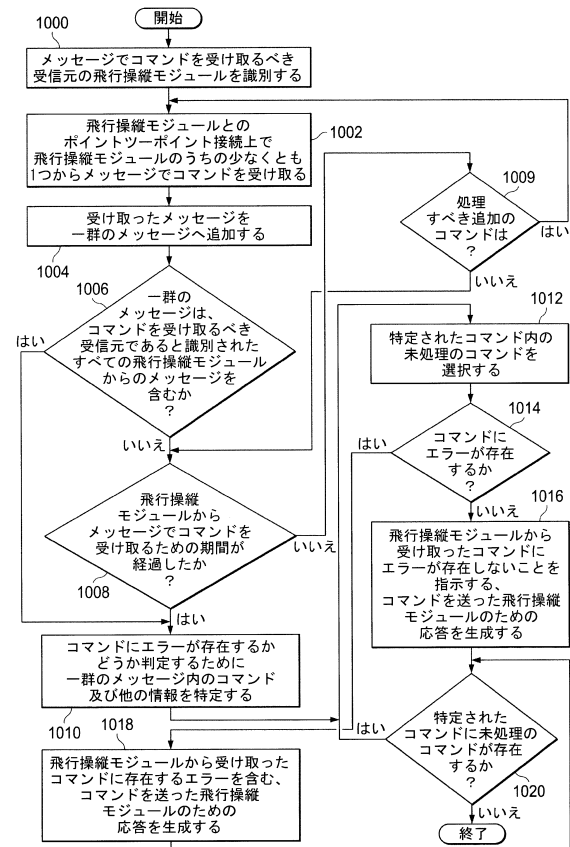
【図 8】



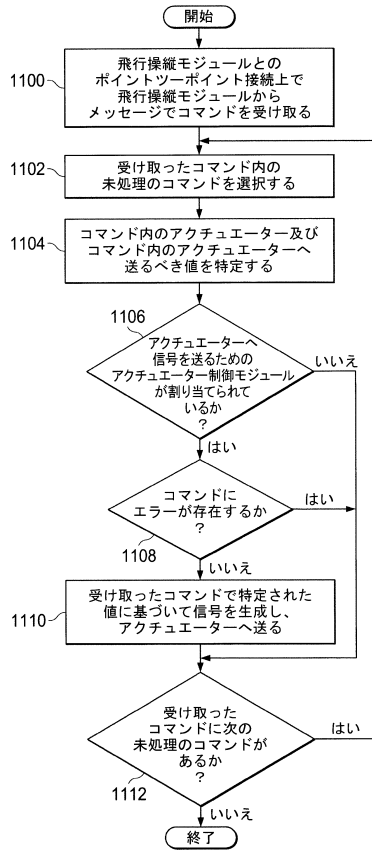
【図 9】



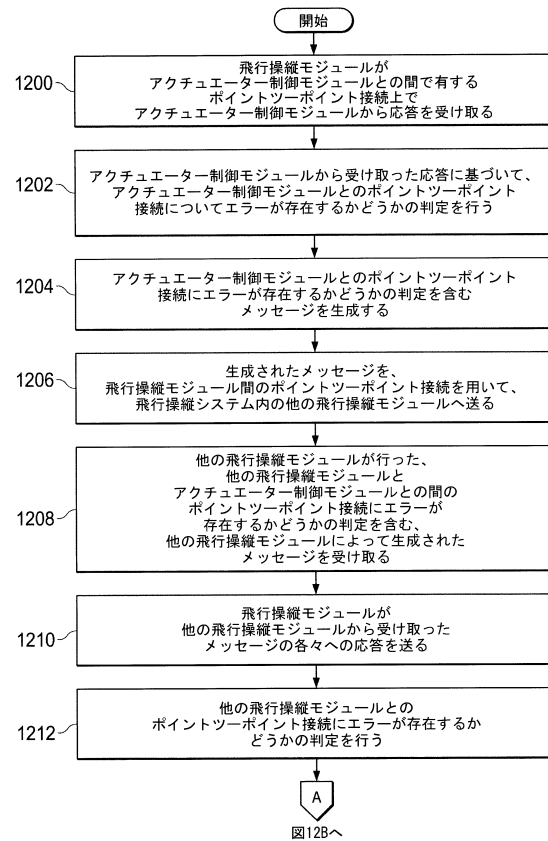
【図 10】



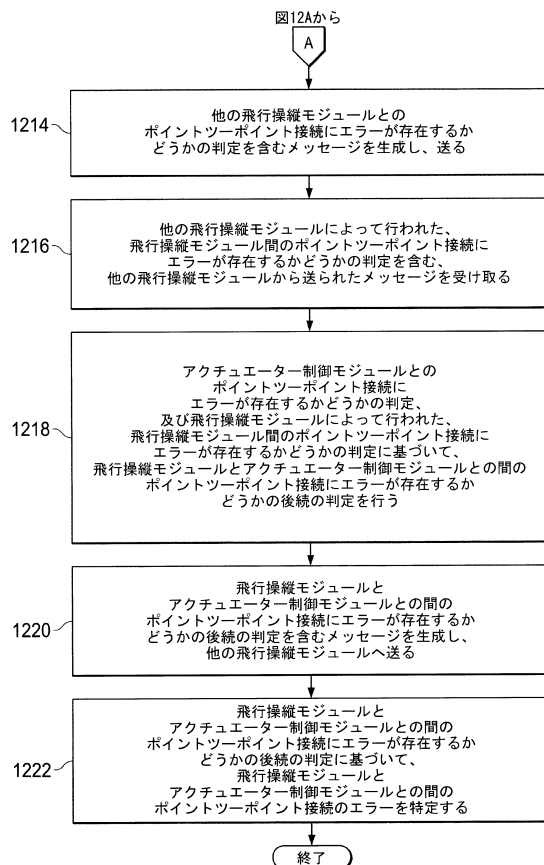
【図 1 1】



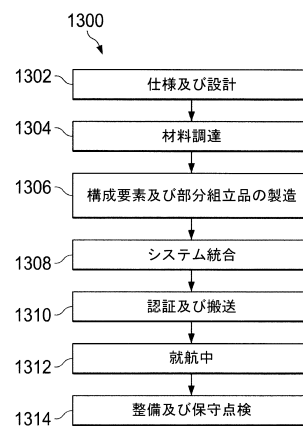
【図 1 2 A】



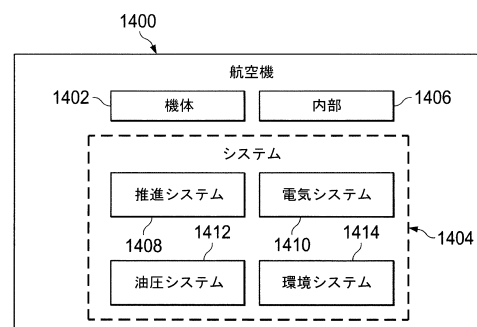
【図 1 2 B】



【図 1 3】



【図 1 4】



フロントページの続き

(72)発明者 イン・チン・イエ

アメリカ合衆国・イリノイ・６０６０６－２０１６・シカゴ・ノース・リヴァーサイド・プラザ・
１００

審査官 伊藤 秀行

(56)参考文献 国際公開第２００７／０１８６５２（ＷＯ，Ａ１）

国際公開第２００８／１２２８２０（ＷＯ，Ａ２）

米国特許第０５５１５２８２（ＵＳ，Ａ）

米国特許第０５４９３４９７（ＵＳ，Ａ）

(58)調査した分野(Int.Cl.，ＤＢ名)

B 6 4 C 1 3 / 0 0

G 0 6 F 1 3 / 0 0