

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特許公報(B2)

(11) 特許番号

特許第4334483号  
(P4334483)

(45) 発行日 平成21年9月30日(2009.9.30)

(24) 登録日 平成21年7月3日(2009.7.3)

(51) Int.Cl. F I  
B 6 4 C 19/00 (2006.01) B 6 4 C 19/00

請求項の数 4 (全 9 頁)

<p>(21) 出願番号 特願2005-6092 (P2005-6092)                  (22) 出願日 平成17年1月13日 (2005.1.13)                  (65) 公開番号 特開2006-193034 (P2006-193034A)                  (43) 公開日 平成18年7月27日 (2006.7.27)                  審査請求日 平成18年9月12日 (2006.9.12)</p>	<p>(73) 特許権者 593165487                  学校法人金沢工業大学                  石川県石川郡野々市町扇が丘7番1号                  (74) 代理人 100105924                  弁理士 森下 賢樹                  (72) 発明者 片柳 亮二                  石川県石川郡野々市町扇が丘7番1号 学                  校法人金沢工業大学内                    審査官 杉山 悟史                    (56) 参考文献 特開2002-166379 (JP, A                  )                  特開2002-202820 (JP, A                  )                    最終頁に続く</p>
--	--

(54) 【発明の名称】 飛行操縦ロボット

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項1】

航空機の操縦を実行可能な飛行操縦ロボットであって、  
 前記航空機の操縦用部材や操縦用スイッチ類をそれぞれ操作可能な複数の操作手段と、  
 前記航空機に設けられているセンサ群とは独立に前記航空機の運動状態を検出するセン  
 サ群と、

前記センサ群の検出信号に基づいて前記操作手段を制御する制御手段とを備え、

前記操作手段は、

操舵輪およびスロットルレバーを操作する左右のアームと、

操縦用スイッチ類を操作するマニピュレータと、を備え、

前記航空機の操縦席にパイロットに代わってセットされた状態で前記航空機の操縦を自  
 律的に実行可能であることを特徴とする飛行操縦ロボット。

【請求項2】

前記航空機がパイロットによって操縦されている際に、前記パイロットに対して操縦に  
 関する情報を与える機能を有していることを特徴とする請求項1に記載の飛行操縦ロボッ  
 ト。

【請求項3】

前記航空機から独立した通信手段を更に備え、前記制御手段は、前記通信手段を介して  
 地上側の管制システムと交信を行い、前記管制システムからの指示に従って、本ロボット  
 が前記航空機を操縦することが可能であることを特徴とする請求項1または2に記載の飛

行操縦ロボット。

【請求項 4】

人型ロボットとして構成されていることを特徴とする請求項 1 ~ 3 の何れかに記載の飛行操縦ロボット。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は、航空機の操縦を実行可能な飛行操縦ロボットに関する。

【背景技術】

【0002】

従来から、旅客機を始めとする各種航空機には、オート・パイロットと称される自動操縦装置が備えられている。この種の自動操縦装置は、一般に、離陸後着陸前の所定期間中にパイロットのスイッチ操作により作動され、その作動中、航空機の運動状態を把握した上で航空機の姿勢変化に応じてコンピュータを用いて操舵装置を操作すると共に、航法装置を用いて航空機を所望の方向に進行させる。また、近年では、このような自動操縦装置を更に総合指示計器、航法装置、計器着陸装置および自動推力調整装置（オート・スロットルシステム）等と結合させた自動飛行制御装置（オート・フライト・コントロール・システム）も知られている。

【発明の開示】

【発明が解決しようとする課題】

【0003】

上述のような従来の自動操縦装置あるいは自動飛行制御装置は、航空機側に予め組み込まれており、パイロットの判断のもと作動・停止されるものである。すなわち、従来の自動操縦装置あるいは自動飛行制御装置は、基本的にパイロットが必ず航空機の操縦の少なくとも一部を担うことを前提として設計されたものとなっている。従って、各種センサ群や航法装置といった航空機側の要素に何らかの不具合が生じたり、何らかの理由によってパイロットが航空機を操縦し得なくなったりしたような場合には、自動操縦装置あるいは自動飛行制御装置を完全に機能させることは困難となる。このため、航空機の安全な飛行を確保するためには、何らかの要因によりパイロットが航空機を操縦し得なくなった場合や、航空機自体に不具合を生じてパイロットに航空機の運動状態が提供されなくなった場合であっても、何らかの手段により、航空機の操縦が実行できるようにする必要がある。

【0004】

そこで、本発明は、航空機の操縦を自律的に実行可能であり、航空機の安全な飛行に寄与し得る飛行操縦ロボットの提供を目的とする。

【課題を解決するための手段】

【0005】

本発明による飛行操縦ロボットは、航空機の操縦を実行可能な飛行操縦ロボットであって、航空機の操縦用部材や操縦用スイッチ類をそれぞれ操作可能な複数の操作手段と、航空機に設けられているセンサ群とは独立に航空機の運動状態を検出するセンサ群と、センサ群の検出信号に基づいて操作手段を制御する制御手段とを備え、航空機の操縦席にセットされた状態でパイロットに代わって航空機の操縦を自律的に実行可能であることを特徴とする。

【0006】

この飛行操縦ロボットは、航空機側に予め組み込まれた一般的な自動操縦装置とは全く別個独立に作動するものである。すなわち、この飛行操縦ロボットは、航空機に設けられているセンサ群とは独立に航空機の運動状態を検出可能なセンサ群を備えており、それ自体で姿勢や速度といった航空機の運動状態を把握し得る。更に、この飛行操縦ロボットは、操舵輪、スロットルレバー、ペダルといった操縦用部材や操縦用スイッチ類等を操作し得る複数の操作手段と、センサ群の検出信号に基づいて操作手段を制御する制御手段とを備えている。従って、パイロットが何らかの要因により航空機を操縦し得なくなった場合

10

20

30

40

50

や、航空機自体に不具合を生じてパイロットに航空機の運動状態が提供されなくなった場合等に、この飛行操縦ロボットを航空機の操縦席にセットすれば、パイロットの代わりに、飛行操縦ロボットに航空機の操縦を続行させることができる。この結果、この飛行操縦ロボットによれば、パイロットによる操縦が困難となったような場合であっても、航空機の安全な飛行を確保することが可能となる。

【0007】

また、本発明の飛行操縦ロボットは、航空機がパイロットによって操縦されている際に、パイロットに対して操縦に関する情報を与える機能を有すると好ましい。

【0008】

このような機能をもった飛行操縦ロボットを航空機の適所に搭載しておけば、飛行操縦ロボットが自らのセンサ群を利用して把握した航空機の運動状態等に関する情報をパイロットに与えることが可能となる。これにより、各種センサ群や航法装置といった航空機側の要素に何らかの不具合が生じたような場合であっても、パイロットに航空機の操縦に関する情報を助言的に与えることが可能となるので、航空機の安全な飛行を良好に確保することが可能となる。

【0009】

更に、本発明による飛行操縦ロボットは、航空機から独立した通信手段を更に備えるとしてよく、制御手段は、当該通信手段を用いて地上側の管制システムと交信を行い、管制システムからの指示に従って航空機を操縦可能であると好ましい。

【0010】

このように、地上側の管制システムにより飛行操縦ロボットを支援または遠隔制御し得るようにすることにより、パイロットによる操縦が困難となったような場合に、航空機の安全な飛行を良好に確保することが可能となる。

【0011】

そして、本発明による飛行操縦ロボットは人型ロボットとして構成されると好ましい。

【発明の効果】

【0012】

上述のように、本発明による飛行操縦ロボットは、それ自体が航空機の操縦を自律的に実行可能なものであり、航空機の安全な飛行に寄与し得る。

【発明を実施するための最良の形態】

【0013】

以下、図面を参照しながら、本発明を実施するための最良の形態について詳細に説明する。

【0014】

図1は、本発明による飛行操縦ロボットの制御ブロック図であり、図2は、本発明による飛行操縦ロボットを示す概略構成図である。図1からわかるように、飛行操縦ロボット1は、航空機100に対して適用されるものである。まず、本実施形態の飛行操縦ロボット1の適用対象である航空機100について図1を参照しながら説明すると、航空機100は、操舵輪102a、スロットルレバー102b、方向舵制御用のペダル102c（何れも図2参照）といったパイロットによって操作される操縦用部材102と、例えば脚やフラップの出し入れを実行する場合等にパイロットによって操作される様々なスイッチを含む操縦用スイッチ類104と、主として地上側の管制システム200と交信するための通信装置106とを含む。これらの操縦用部材102、操縦用スイッチ類104および通信装置106は、それぞれ飛行制御コンピュータ110に接続されている。

【0015】

飛行制御コンピュータ110は、CPU、ROM、RAM、記憶装置、入出力インタフェース等を含むものである。そして、この飛行制御コンピュータ110には、適宜図示されない制御ユニット等を介して、昇降舵や方向舵等を作動させるための操舵用アクチュエータ（油圧アクチュエータ）112や、レシプロエンジンやジェットエンジン等の推進装置114が接続されている。また、飛行制御コンピュータ110には、ピッチ、ロール、

10

20

30

40

50

ヨーといった航空機の姿勢や、航空機の種類、速度、加速度といった航空機の運動状態をそれぞれ検出する複数のセンサからなるセンサ群 116 も接続されている。

【0016】

航空機 100 の航行中、飛行制御コンピュータ 110 には、操縦用部材 102 や操縦用スイッチ類 104 を介してパイロットから操縦指令が与えられ、場合によっては地上側の管制システム 200 からも指令信号が与えられる。そして、飛行制御コンピュータ 110 は、パイロット等からの操縦指令を受け取ると、センサ群 116 からの信号に基づいて、要求されている操舵量や推進力等を算出し、操舵用アクチュエータ 112 や推進装置 114 に指令信号を与える。これにより、航空機 100 は、所望の運動状態に制御されることになる。

10

【0017】

一方、本発明による飛行操縦ロボット 1 は、図 2 に示されるように、いわゆる人型ロボットとして構成されており、基本的に、図 2 に示されるように、航空機 100 の操縦席に着座させられた状態で作動する。そして、飛行操縦ロボット 1 は、操作手段として、人間の左手に相当する左アーム 2、人間の右手に相当する右アーム 4、人間の左脚に相当する左レッグ 6 および人間の右脚に相当する右レッグ 8、およびマニピュレータ 10 を有している。

【0018】

左アーム 2 は、左アーム用アクチュエータ 2a (図 1 参照) により駆動され、右アーム 4 は、右アーム用アクチュエータ 4a (図 1 参照) によって駆動される。同様に、左レッグ 6 には、左レッグ用アクチュエータ 6a (図 1 参照) により駆動され、右レッグ 8 は、右レッグ用アクチュエータ 8a (図 1 参照) により駆動される。更に、マニピュレータ 10 も、駆動手段として図示されないアクチュエータを含む。これらの左アーム用アクチュエータ 2a、右アーム用アクチュエータ 4a、左レッグ用アクチュエータ 6a、右レッグ用アクチュエータ 8a およびマニピュレータ 10 は、図 1 に示されるように、それぞれ制御コンピュータ 12 に接続されており、この制御コンピュータ 12 によって制御される。

20

【0019】

制御コンピュータ 12 も、CPU、ROM、RAM、記憶装置、入出力インタフェース等を含むものである。そして、制御コンピュータ 12 には、地上側の管制システム 200 と通信可能な通信装置 14 が接続されている。また、飛行操縦ロボット 1 は、上述の航空機 100 のセンサ群 116 とは独立したセンサ群 16 を有しており、センサ群 16 も制御コンピュータ 12 に接続されている。センサ群 16 には、ピッチ、ロール、ヨーといった航空機の姿勢や、航空機の種類、速度、加速度といった航空機の運動状態をそれぞれ検出する複数のセンサが含まれる。

30

【0020】

また、制御コンピュータ 12 の ROM には、飛行操縦ロボット 1 の各種制御プログラムが格納されており、記憶装置には、航路データ、飛行目的地、代替飛行場といった各種データが格納されている。そして、制御コンピュータ 12 は、制御プログラムに従うと共にセンサ群 16 からの信号あるいは地上側の管制システム 200 からの指令信号に基づいて、アクチュエータ 2a、4a、6a、8a およびマニピュレータ 10 に指令信号を与える。更に、本実施形態の飛行操縦ロボット 1 では、制御コンピュータ 12 の ROM あるいは記憶装置には、航空機 100 の故障診断に用いられる診断プログラムや、パイロットに操縦に関する情報を与える際に用いられるパイロット支援プログラム等が格納されている。

40

【0021】

このように構成される飛行操縦ロボット 1 は、航空機 100 や航空機 100 に予め組み込まれた一般的なオート・パイロットといった自動操縦装置とは全く別個独立に作動するものである。すなわち、飛行操縦ロボット 1 は、航空機 100 に設けられているセンサ群 116 とは独立に航空機 100 の運動状態を検出可能なセンサ群 16 を備えており、それ自体で姿勢や速度といった航空機 100 の運動状態を把握し得る。そして、上述の左および右アーム 2、4、左および右レッグ 6、8 およびマニピュレータ 10 は、それぞれ操縦

50

用部材 102 や操縦用スイッチ類 104 等を操作するように制御コンピュータ 12 によって制御される。従って、何らかの要因によりパイロットが航空機 100 を操縦し得なくなった場合や、航空機 100 自体に不具合を生じてパイロットに航空機 100 の運動状態が提供されなくなった場合等に、飛行操縦ロボット 1 を航空機 100 の操縦席にセットすれば、パイロットの代わりに、飛行操縦ロボット 1 に航空機 100 の操縦を続行させることができる。

#### 【0022】

次に、図 3 を参照しながら、上述の本発明による飛行操縦ロボット 1 の使用手順について説明する。

#### 【0023】

図 3 は、何らかの要因によりパイロットが航空機 100 を操縦し得なくなった場合に、飛行操縦ロボット 1 に航空機 100 を操縦させる手順を例示するフローチャートである。同図に示されるように、パイロットが航空機 100 を操縦し得なくなったと判断された場合、残りの乗員の手によって飛行操縦ロボット 1 が操縦席にセットされる (S10)。この場合、図 2 に示されるように、飛行操縦ロボット 1 は、例えば、左アーム 2 が操縦用部材 102 に含まれる操舵輪 102a を把持すると共に、右アーム 4 が操縦用部材 102 に含まれるスロットルレバー 102b を把持する状態で操縦席に載置される。また、飛行操縦ロボット 1 の左レッグ 6 および右レッグ 8 は、図 2 に示されるように、操縦用部材 102 に含まれる方向舵制御用のペダル 102c 上に載せられる。

#### 【0024】

飛行操縦ロボット 1 が操縦席にセットされると、飛行操縦ロボット 1 の電源スイッチが ON され (電源が投入されていない場合)、飛行操縦ロボット 1 の制御コンピュータ 12 は、それ自身が保有しているセンサ群 16 からの信号に基づいて予め用意されている診断プログラムを用いて航空機 100 の故障診断を実行する (S12)。このように、飛行操縦ロボット 1 に対して、操縦席へのセット時に航空機 100 の故障診断を実行させることにより、適切な操縦を実行する上で必要な航空機 100 の作動状況に関する情報を飛行操縦ロボット 1 に与えることが可能となる。

#### 【0025】

S12 の故障診断を実行すると、飛行操縦ロボット 1 の制御コンピュータ 12 は、予め用意されている制御プログラムの中から、航空機 100 の状態に応じた最適なプログラムを選択し、当該プログラムに従って、左アーム 2、右アーム 4、左レッグ 6、右レッグ 8 およびマニピュレータ 10 を制御することにより、航空機 100 の自律的操縦を実行する (S14)。この際、飛行操縦ロボット 1 の制御コンピュータ 12 は、基本的に、自己が有するセンサ群 16 からの検出信号に基づいて航空機 100 の運動状態を取得し、各アクチュエータ 2a, 4a, 6a, 8a およびマニピュレータ 10 に与えるべき指令信号を生成する。

#### 【0026】

ここで、航空機 100 の操縦が飛行操縦ロボット 1 によって実行される場合にも、操舵輪 102a、スロットルレバー 102b およびペダル 102c の操作に加えて、操縦用スイッチ類 104 を操作することが必要となる。しかしながら、人間の手とは異なり、左アーム 2 および右アーム 4 に操舵輪 102a やスロットルレバー 102b を一旦把持させた後、当該把持状態を解除させ、更に、再度操舵輪 102a 等を把持させることは容易ではなく、左アーム 2 および右アーム 4 に操縦用スイッチ類 104 を操作させることは容易ではない。このため、飛行操縦ロボット 1 には、左右のアーム 2, 4 に加えて、専ら操縦用スイッチ類 104 の操作するためのマニピュレータ 10 が設けられており、操縦用スイッチ類 104 は、マニピュレータ 10 によって操作される。このように、飛行操縦ロボット 1 に専ら操縦用スイッチ類 104 の操作するマニピュレータ 10 を設けることより、左アーム 2 および右アーム 4 の動作パターンを単純化すると共にそれぞれの作動範囲を小さくすることができるので、飛行操縦ロボット 1 の制御を単純化してその動作を確実なものとするのが可能となる。

10

20

30

40

50

## 【 0 0 2 7 】

S 1 4 にて飛行操縦ロボット 1 による航空機 1 0 0 の操縦を開始させると、制御コンピュータ 1 2 は、航空機 1 0 0 が地上側の管制システム 2 0 0 の管制エリア内に位置しているか否か判定する ( S 1 6 )。航空機 1 0 0 が地上側の管制システム 2 0 0 の管制エリア内に位置していないと判断すると ( S 1 6 における N o )、制御コンピュータ 1 2 は、S 1 4 における航空機 1 0 0 の自律制御を続行する。

## 【 0 0 2 8 】

一方、S 1 6 にて航空機 1 0 0 が地上側の管制システム 2 0 0 の管制エリア内に入ったと判断されると ( S 1 6 における Y e s )、飛行操縦ロボットの制御コンピュータ 1 2 は、通信装置 1 4 を介した管制システム 2 0 0 との交信を開始する。そして、制御コンピュータ 1 2 は、自己が有する制御プログラムと管制システム 2 0 0 からの指示とに従いながら、上述の左アーム 2、右アーム 4、左レッグ 6、右レッグ 8 およびマニピュレータ 1 0 を制御する ( S 1 8 )。つまり、本実施形態の飛行操縦ロボット 1 は、航空機 1 0 0 が地上側の管制システム 2 0 0 の管制エリア内に入ると、通信装置 1 4 を用いて地上側の管制システム 2 0 0 と交信を行い、管制システム 2 0 0 による支援下で航空機 1 0 0 を操縦する。このように、地上側の管制システム 2 0 0 によって飛行操縦ロボット 1 を支援し得るようにすることにより、パイロットによる操縦が困難となったような場合に、航空機 1 0 0 の安全な飛行を良好に確保することが可能となる。

## 【 0 0 2 9 】

なお、飛行操縦ロボット 1 は、航空機 1 0 0 が地上側の管制システム 2 0 0 の管制エリア内に入った時点から、管制システム 2 0 0 によって完全に遠隔制御されるものであってもよい。また、航空機 1 0 0 が地上側の管制システム 2 0 0 の管制エリア内に入った後であっても、飛行操縦ロボット 1 に航空機 1 0 0 の自律的操縦をそのまま継続させてよいことはいふまでもない。

## 【 0 0 3 0 】

S 1 8 にて管制システム 2 0 0 による飛行操縦ロボット 1 の支援が開始された後、航空機 1 0 0 が着陸・停止したと判断されるまで ( S 2 0 における N o )、飛行操縦ロボット 1 は、自己が有する制御プログラムと管制システム 2 0 0 からの指示とに従いながら、航空機 1 0 0 を操縦する ( S 1 8 )。そして、航空機 1 0 0 が安全に着陸・停止すると、飛行操縦ロボット 1 による航空機 1 0 0 の操縦が終了する ( S 2 0 における Y e s )。

## 【 0 0 3 1 】

上述のように、飛行操縦ロボット 1 によれば、パイロットによる操縦が困難となったような場合であっても、航空機の安全な飛行を確保することが可能となる。そして、上述の飛行操縦ロボット 1 は、航空機 1 0 0 とは全く別個独立のものであるため、既存の航空機に対して、機体側に何らかの改良を加えることなく適用され得る。更に、将来的には、飛行操縦ロボット 1 に副操縦士の役割を担わせることも可能であろう。そして、上述の飛行操縦ロボット 1 は、次のような態様のもとでも使用され得る。

## 【 0 0 3 2 】

すなわち、飛行操縦ロボット 1 は、航空機 1 0 0 に設けられているセンサ群 1 1 6 とは独立に航空機 1 0 0 の運動状態を検出可能なセンサ群 1 6 を備えており、それ自体で姿勢や速度といった航空機 1 0 0 の運動状態を把握し得る。従って、パイロットが航空機 1 0 0 の操縦を主に担っている際に、飛行操縦ロボット 1 を例えば操縦席の一方といった適所にセットしておくことにより、飛行操縦ロボット 1 が自らのセンサ群 1 6 を利用して把握した航空機 1 0 0 の運動状態に関する情報をパイロットに対して助言的に与えることが可能となる。

## 【 0 0 3 3 】

かかる態様のもとでは、飛行操縦ロボット 1 の制御コンピュータ 1 2 によって上述のパイロット支援プログラムが実行される。そして、この場合、飛行操縦ロボット 1 が取得した航空機 1 0 0 の操縦に関する情報は、通信装置 1 4 および 1 0 6 を介して航空機 1 0 0 の飛行制御コンピュータ 1 1 0 に与えられ、飛行制御コンピュータ 1 1 0 は、飛行操縦口

10

20

30

40

50

ロボット 1 からの航空機 100 の操縦に関する情報を音声や画像を介してパイロットに提示する。これにより、航空機 100 のセンサ群 116 や航法装置といった航空機 100 側の要素に何らかの不具合が生じたような場合であっても、パイロットに航空機 100 の操縦に関する情報を与えることが可能となるので、航空機 100 の安全な飛行を良好に確保することが可能となる。

【図面の簡単な説明】

【0034】

【図1】本発明による飛行操縦ロボットの制御ブロック図である。

【図2】本発明による飛行操縦ロボットを示す概略構成図である。

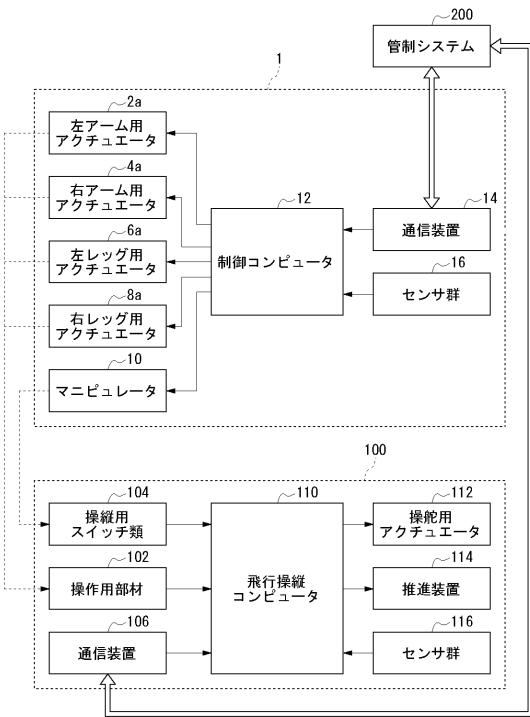
【図3】本発明による飛行操縦ロボットの使用手順の一例を示すフローチャートである。

【符号の説明】

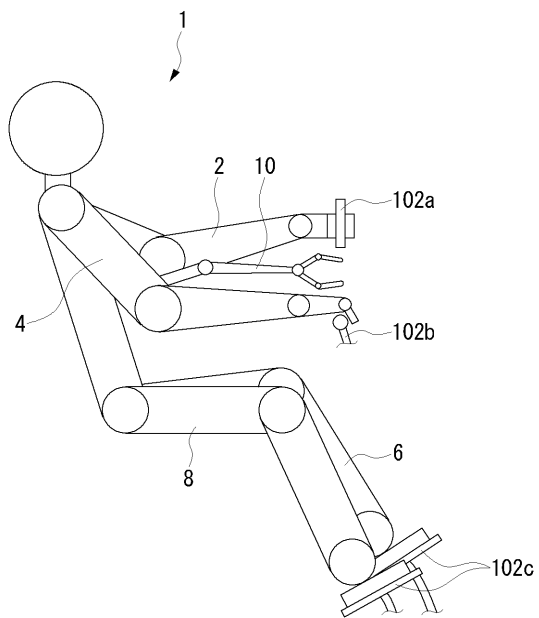
【0035】

- 1 飛行操縦ロボット、2 左アーム、2a 左アーム用アクチュエータ、4 右アーム、4a 右アーム用アクチュエータ、6 左レッグ、6a 左レッグ用アクチュエータ、8 右レッグ、8a 右レッグ用アクチュエータ、10 マニピュレータ、12 制御コンピュータ、14, 106 通信装置、16, 116 センサ群、100 航空機、102 操縦用部材、102a 操舵輪、102b スロットルレバー、102c ペダル、104 操縦用スイッチ類、106 通信装置、110 飛行制御コンピュータ、112 操舵用アクチュエータ、114 推進装置、116 センサ群、200 管制システム。

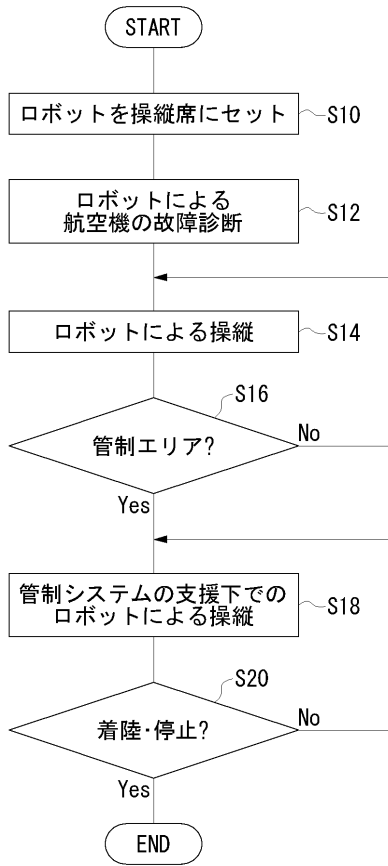
【図1】



【図2】



【図3】



---

フロントページの続き

(58)調査した分野(Int.Cl. , DB名)

B 6 4 C    1 7 / 0 0   -   1 9 / 0 0