

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特 許 公 報(B2)

(11) 特許番号

特許第5595978号
(P5595978)

(45) 発行日 平成26年9月24日 (2014. 9. 24)

(24) 登録日 平成26年8月15日 (2014. 8. 15)

(51) Int. Cl.		F I			
B 6 4 C	13/20	(2006. 01)	B 6 4 C	13/20	Z
B 6 4 C	27/605	(2006. 01)	B 6 4 C	27/605	
A 6 3 H	27/133	(2006. 01)	A 6 3 H	27/133	D

請求項の数 3 (全 9 頁)

(21) 出願番号	特願2011-119805 (P2011-119805)	(73) 特許権者	000201814
(22) 出願日	平成23年5月28日 (2011. 5. 28)		双葉電子工業株式会社
(65) 公開番号	特開2012-245906 (P2012-245906A)		千葉県茂原市大芝629
(43) 公開日	平成24年12月13日 (2012. 12. 13)	(72) 発明者	山本 満夫
審査請求日	平成26年1月23日 (2014. 1. 23)		千葉県茂原市大芝629 双葉電子工業株式会社内
		審査官	黒田 暁子

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 遠隔制御機器の駆動制御装置

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項 1】

ヨー軸の角速度をヨー軸角速度信号として出力するヨー軸角速度検出手段と、
メインロータの回転数をメインロータ回転数信号として出力するメインロータ回転数検出手段と、

前記ヨー軸角速度信号と前記メインロータ回転数信号からロール軸とピッチ軸の位相変化を検出し、ロール操作信号とピッチ操作信号に位相変化分の補正をおこなったロール制御信号とピッチ制御信号を生成する位相制御手段と、

前記位相制御手段で生成された前記ロール制御信号と前記ピッチ制御信号からそれぞれロールアクチュエータ駆動信号とピッチアクチュエータ駆動信号を生成してロール制御アクチュエータとピッチ制御アクチュエータに出力するアクチュエータ制御手段を備えたことを特徴とする遠隔制御機器の駆動制御装置。

【請求項 2】

請求項 1 に記載された遠隔制御機器の駆動制御装置において、
前記位相制御手段は、前記ロール操作信号を検出するロール操作信号検出手段と、
前記ピッチ操作信号を検出するピッチ操作信号検出手段と、

前記ヨー軸角速度信号と前記メインロータ回転数信号からロール軸とピッチ軸の位相変化である位相ずれ信号を演算する位相角演算手段と、

前記ロール操作信号と前記ピッチ操作信号と前記位相ずれ信号からロールの操作量とピッチの操作量を演算して前記ロール制御信号と前記ピッチ制御信号として出力する制御量演

10

20

算手段を備えたことを特徴とする遠隔制御機器の駆動制御装置。

【請求項 3】

請求項 1 または 2 に記載された遠隔制御機器の駆動制御装置において、
 ロール軸の角速度を検出してロール軸角速度信号として出力するロール軸角速度検出手段と、
 ピッチ軸の角速度を検出してピッチ軸角速度信号として出力するピッチ軸角速度検出手段を備え、
 前記ロール操作信号検出手段は前記ロール操作信号に前記ロール軸角速度信号を加算し、
 前記ピッチ操作信号検出手段は前記ピッチ操作信号に前記ピッチ軸角速度信号を加算することを特徴とする遠隔制御機器の駆動制御装置。

10

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は、遠隔制御機器の駆動制御装置に関し、特に模型ヘリコプタや空撮、農薬散布ヘリコプタ等の遠隔制御ヘリコプタに好適な駆動制御装置に関する。

【背景技術】

【0002】

模型ヘリコプタなどの遠隔制御ヘリコプタは、基本的に図 5 に示すような構成であり、胴体についたメインロータ 3 1 と尾部にあるテールロータ 3 2 で駆動の制御をおこなう。

メインロータ 3 1 は、回転によって上昇力を発生し、ピッチ角度を調整して、模型ヘリコプタ 3 0 の上昇下降、前後、左右の駆動を制御する。また、テールロータ 3 2 は、メインロータ 3 1 の回転による反動トルクを打ち消す作用と、模型ヘリコプタ 3 0 を水平に回転運動させる制御をおこなう。

20

【0003】

模型ヘリコプタ 3 0 の機体を左右方向に駆動するには、機体を前後に貫く軸（ロール軸）に関して機体を回転させる。また、機体を前後方向に駆動するには、機体を左右に貫く軸（ピッチ軸）に関して機体を回転させる。さらに、機体を水平に回転させる駆動をおこなうには、機体を鉛直に貫く軸（ヨー軸）に関して機体を回転させる。

【0004】

模型ヘリコプタにおけるメインロータの制御系を模式的に表したものを図 6 に示す。メインロータ 4 5 は円形の支持軸 4 6 によって支持されている。支持軸 4 6 の同心円上にスワッシュプレート 4 0 が配置される。このスワッシュプレート 4 0 は 2 層の円盤状で、すべり軸受け構造となっていて、支持軸 4 6 に対して前後左右に自由運動が出来る。上部円盤状部 4 1 は、メインロータ 4 5 のピッチ角制御をおこなうために、上部制御棒 4 3 が 180 度対向して左右のメインロータのピッチ角制御アーム 4 7 に連結されている。また、下部円盤状部 4 2 には、90 度直交した位置に下部制御棒 4 4 a、4 4 b が配置され、それぞれロール制御用アクチュエータ 4 8、ピッチ制御用アクチュエータ 4 9 に接続している。

30

【0005】

制御系からの視点では、模型ヘリコプタの前後方向への移動の制御は、ピッチ制御用アクチュエータ 4 8 によっておこなう。また、模型ヘリコプタの左右方向への移動の制御は、ロール制御用アクチュエータ 4 9 によっておこなう。

40

また、図 6 では模型ヘリコプタの上昇と下降を制御するコレクティブピッチの制御に関しては割愛している。

【0006】

模型ヘリコプタの駆動を物理的な力の働きの視点で考えると、模型ヘリコプタを左右方向へ移動（ロール）する場合は、メインロータが図 7（B）に示す位置 A にあるときに、2 枚のメインロータのピッチ角度を変更する。この 2 枚のメインロータのピッチ角度の差によって、模型ヘリコプタにかかる揚力の変化が発生する。この揚力の変化は、メインロータの回転により発生するコリオリ力の影響により、90 度位相が遅れたときに発生する

50

。つまり、メインロータが位置 B のときに揚力の変化が起こり、模型ヘリコプタは左右方向に駆動制御される。

【 0 0 0 7 】

また、模型ヘリコプタは、ヨー軸の自立安定性を持っていないので、駆動制御を安定化するためにジャイロ装置が欠かせない。ジャイロ装置がない場合、模型ヘリコプタの機首は水平に振れてしまう。

【 0 0 0 8 】

模型ヘリコプタの安定的な駆動制御のために、特許文献 1 ではヨー軸角速度検出センサの検出精度を向上させることで、ヨー制御の精度の向上を図っている。

【先行技術文献】

【特許文献】

【 0 0 0 9 】

【特許文献 1】特開平 1 1 - 2 8 2 5 0 2

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

【 0 0 1 0 】

模型ヘリコプタの制御において、ヨー軸に対して機体を高速で回転させる制御をピルエットという。ヨー軸に関して機体を回転させたりピルエットをおこなったりしたとき、ロール操作やピッチ操作に関わるコリオリ力の発生にずれが発生する。このずれ量は、模型ヘリコプタのヨー軸に対する角速度（ピルエットの角速度）とメインロータの回転数の相対関係となる。

【 0 0 1 1 】

例えば、図 7 (A) を用いて説明すると、メインロータの回転方向 s' と、ピルエットの方向 p' が同一のときにロール操作をおこなうと、実際にロール操作が反映されなければいけないメインロータの位置は、模型ヘリコプタがピルエットによって回転しているので、位置 A であるのに対し、実際にはメインロータが位置 A' のときに操作が反映され、操縦者の意図した動作とは異なるロールとピッチの動作となってしまう。

よって、ヨー軸回転時にロール操作やピッチ操作をおこなった場合、ロール軸とピッチ軸に位相のずれが生じ、模型ヘリコプタの動作が操縦者の意図した動作と異なるものになってしまう。

【 0 0 1 2 】

本発明は、模型ヘリコプタなどの遠隔制御ヘリコプタが、ヨー軸に対して回転動作している場合であっても、ロール操作およびピッチ操作が正確におこなえるように、ロール軸およびピッチ軸の位相のずれを補正してロール、ピッチの制御をおこなうことを特徴とした駆動制御装置に関するものである。

【課題を解決するための手段】

【 0 0 1 3 】

請求項 1 に記載された遠隔制御機器の駆動制御装置は、ヨー軸の角速度をヨー軸角速度信号として出力するヨー軸角速度検出手段と、メインロータの回転数をメインロータ回転数信号として出力するメインロータ回転数検出手段と、前記ヨー軸角速度信号と前記メインロータ回転数信号からロール軸とピッチ軸の位相変化を検出し、ロール操作信号とピッチ操作信号に位相変化分の補正をおこなったロール制御信号とピッチ制御信号を生成する位相制御手段と、前記位相制御手段で生成された前記ロール制御信号と前記ピッチ制御信号からそれぞれロールアクチュエータ駆動信号とピッチアクチュエータ駆動信号を生成してロール制御アクチュエータとピッチ制御アクチュエータに出力するアクチュエータ制御手段を備えたことを特徴とする。

【 0 0 1 4 】

請求項 2 に記載された遠隔制御機器の駆動制御装置は、請求項 1 に記載された遠隔制御機器の駆動制御装置において、前記位相制御手段は、前記ロール操作信号を検出するロール操作信号検出手段と、前記ピッチ操作信号を検出するピッチ操作信号検出手段と、前記

10

20

30

40

50

ヨー軸角速度信号と前記メインロータ回転数信号からロール軸とピッチ軸の位相変化である位相ずれ信号を演算する位相角演算手段と、前記ロール操作信号と前記ピッチ操作信号と前記位相ずれ信号からロールの操作量とピッチの操作量を演算して前記ロール制御信号と前記ピッチ制御信号として出力する制御量演算手段を備えたことを特徴とする。

【0015】

請求項3に記載された遠隔制御機器の駆動制御装置は、請求項1または2に記載された遠隔制御機器の駆動制御装置において、ロール軸の角速度を検出してロール軸角速度信号として出力するロール軸角速度検出手段と、ピッチ軸の角速度を検出してピッチ軸角速度信号として出力するピッチ軸角速度検出手段を備え、前記ロール操作信号検出手段は前記ロール操作信号に前記ロール軸角速度信号を加算し、前記ピッチ操作信号検出手段は前記ピッチ操作信号に前記ピッチ軸角速度信号を加算することを特徴とする。

10

【発明の効果】

【0016】

模型ヘリコプタがヨー軸に対して回転動作をおこなっている時のロール操作、ピッチ操作が正確におこなえる。また、ロール軸角速度やピッチ軸角速度を考慮することで、より精度の高く、安定性のある制御がおこなえる。

【図面の簡単な説明】

【0017】

【図1】第1実施形態の駆動制御装置の構成を示すブロック図である。

【図2】第1実施形態の位相制御手段の構成を示すブロック図である。

20

【図3】第2実施形態の構成を示すブロック図である。

【図4】ロール軸とピッチ軸の位相がずれたときの制御量を模式的に示した図である。

【図5】模型ヘリコプタの機体と制御に係る軸を示した図である。

【図6】模型ヘリコプタのメインロータの制御系を模式的に示した図である。

【図7】ピルエット時のロール軸とピッチ軸の位相のずれを模式的に示した図である。

【発明を実施するための形態】

【0018】

第1実施形態

第1実施形態の駆動制御装置について図1および図2を参照して説明する。図1は、本願発明の駆動制御装置の構成を示すブロック図である。

30

受信機2は図示しない送信機からの電波を受信し、操作信号に復調して、位相制御手段5に出力する。

【0019】

ヨー軸角速度検出手段3は、模型ヘリコプタのヨー軸角速度の検出をおこなって、ヨー軸角速度信号として位相制御手段5に出力するヨー軸の角速度センサである。

また、メインロータ回転数検出手段4は、メインロータの回転数を検出して、メインロータ回転数信号として位相制御手段5に出力するメインロータの回転数計測器である。メインロータ回転数検出手段は、あらかじめ操縦者が設定したメインロータ回転数を検出値とみなして、メインロータ回転数信号として位相制御手段5に出力する構成としてもよい。

【0020】

40

位相制御手段5では、入力されたヨー軸角速度信号とメインロータ回転数信号に基づいてロール軸およびピッチ軸のヨー軸の回転による位相変化の量である位相のずれ量を演算する。位相のずれ量に応じてロール操作信号、ピッチ操作信号の補正をおこなう。そして、補正によって生成したロール制御信号とピッチ制御信号をアクチュエータ制御手段6に出力する。

【0021】

アクチュエータ制御手段6では、受信したロール制御信号から、アクチュエータに対応した駆動信号であるロールアクチュエータ駆動信号を生成して、ロール制御アクチュエータ7に出力する。そして、ロール制御アクチュエータ7を介して図示しないスワッシュプレート7の駆動制御をおこない、模型ヘリコプタのロール操作を制御する。

50

ピッチ制御信号も同様の処理をおこない、ピッチ制御アクチュエータ 8 を介して模型ヘリコプタのピッチ操作を制御する。

【 0 0 2 2 】

位相制御手段 5 の構成を図 2 に示す。位相制御手段 5 は、ロール操作信号検出手段 9、ピッチ操作信号検出手段 10、位相角演算手段 11、制御量演算手段 12 を備えている。

ロール操作信号検出手段 9 は、受信機を介して入力された操作信号からロール操作信号を抽出して制御量演算手段 12 に出力する。また、ピッチ操作信号検出手段 10 は、受信機を介して入力された操作信号からピッチ操作信号を抽出して制御量演算手段 12 に出力する。

【 0 0 2 3 】

位相角演算手段 11 は、ヨー軸角速度検出手段 3 から入力されたヨー軸角速度信号と、メインロータ回転数検出手段 4 から入力されたメインロータ回転数信号からロール軸、ピッチ軸のヨー軸の回転による位相のずれを演算し、位相ずれ信号を生成する。位相ずれ信号は、制御量演算手段 12 に入力され、ロール操作信号とピッチ操作信号を補正する。制御量演算手段 12 は、補正によって生成したロール制御信号とピッチ制御信号をアクチュエータ制御手段 6 に出力する。

【 0 0 2 4 】

具体的なロール、ピッチの操作量の補正について図 4 を参照して説明する。図 4 では円の半径が操作量の大きさを示している。

模型ヘリコプタが、ピルエットを時計回りに角速度 p (deg/sec) でおこなっており、メインロータの回転数が時計回りに s (rpm) とする。このとき、メインロータが 90 度回転する (四分の 1 回転する) のに必要な時間 r (sec) は数 1 で求められる。

【 0 0 2 5 】

【数 1】

$$r = (60/s) \times (1/4)$$

【 0 0 2 6 】

従って、 r (sec) の間にピルエットにより発生するロール軸、ピッチ軸の位相のずれ (deg) は数 2 で求められる。

【 0 0 2 7 】

【数 2】

$$\Phi = p \times r$$

【 0 0 2 8 】

数 1 および数 2 において、ピルエットの方向とメインロータの回転方向を、それぞれ時計方向の回転を正の方向、反時計方向の回転を負の方向とすれば、時計方向の位相のずれが + 極性 (正極性)、反時計方向の位相のずれが - 極性 (負極性) と正規化が出来る。

【 0 0 2 9 】

位相のずれ (deg) を実際のメインロータの制御に反映させる。ロールの操作量を AL 、ピッチの操作量を EL としたとき、位相のずれ (deg) が発生したときのロール、ピッチの操作量である AL' 、 EL' は、以下のベクトル演算の数 3 で求められる。

【 0 0 3 0 】

【数 3】

$$AL' = AL \times \cos \Phi + EL \times \sin \Phi$$

$$EL' = EL \times \cos \Phi - AL \times \sin \Phi$$

【 0 0 3 1 】

数 3 で求めたロールの操作量 AL' とピッチの操作量 EL' をアクチュエータに与える

10

20

30

40

50

ことで、ヨー軸回転時であっても、常にロール軸、ピッチ軸を中心位置とした補正がおこなわれるため、正確なロール、ピッチの操作が可能となる。

【 0 0 3 2 】

図 4 (A) では、ロールの操作量 A_L とピッチの操作量 E_L の大きさを同一としたが、実際には図 4 (B) のようにロールの操作量 A_L とピッチの操作量 E_L の大きさが異なる場合であっても数 3 の関係が成り立つ。

【 0 0 3 3 】

第 2 実施形態

第 2 実施形態の駆動制御装置を図 3 を参照して説明する。

この第 2 実施形態の駆動制御装置 1' において、第 1 実施形態と同様の構成部分は、同一の符号を付して説明を省略し、第 1 実施形態と異なる部分のみについて説明する。

【 0 0 3 4 】

駆動制御装置 1' は、ヨー軸角速度検出手段 3 の他に、ロール軸角速度検出手段 13、ピッチ軸角速度検出手段 14 を備えている。

【 0 0 3 5 】

ロール軸角速度検出手段 13 は、模型ヘリコプタのロール軸角速度の検出をおこなって、ロール軸角速度信号としてロール操作信号検出手段 9' に出力するロール軸の角速度センサである。ロール操作信号検出手段 9' は、ロール操作信号にロール軸角速度信号を加算して、制御量演算手段 12' に出力する。

同様にピッチ軸角速度検出手段 14 は、模型ヘリコプタのピッチ軸角速度の検出をおこなって、ピッチ軸角速度信号としてピッチ操作信号検出手段 10' に出力するピッチ軸の角速度センサである。ピッチ操作信号検出手段 10' は、ピッチ操作信号にピッチ軸角速度信号を加算して、制御量演算手段 12' に出力する。

【 0 0 3 6 】

第 2 実施形態では、ロール操作量とピッチ操作量にロール軸角速度信号とピッチ軸角速度信号を反映させることで、より精度良く位相のずれを補正して駆動制御を安定化することが出来る。

また、ロール軸角速度信号とピッチ軸角速度信号に、ロール軸、ピッチ軸のヨー軸の回転による位相のずれを反映させることで、さらに制御を安定化させることが出来る。

【 符号の説明 】

【 0 0 3 7 】

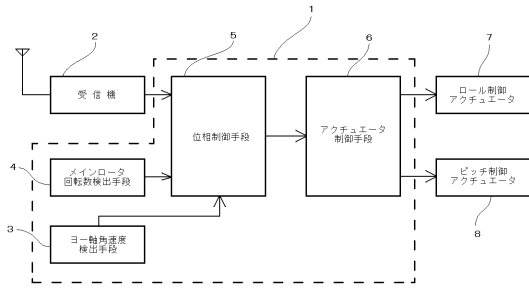
- 1、 1' ... 駆動制御装置
- 3 ... ヨー軸角速度検出手段
- 4 ... メインロータ回転数検出手段
- 5、 5' ... 位相制御手段
- 6、 6' ... アクチュエータ制御手段
- 11 ... 位相角演算手段
- 12、 12' ... 制御量演算手段

10

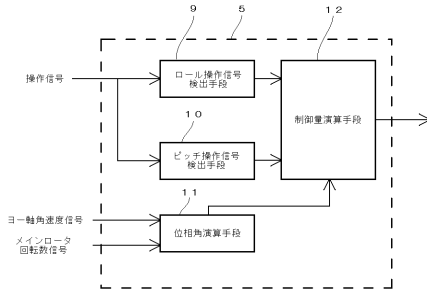
20

30

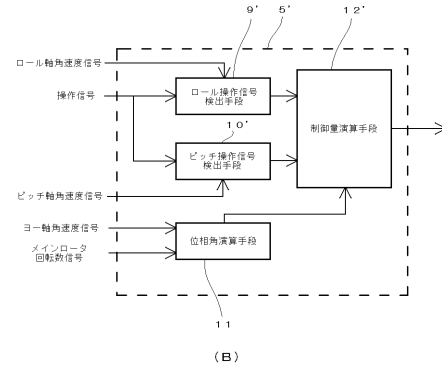
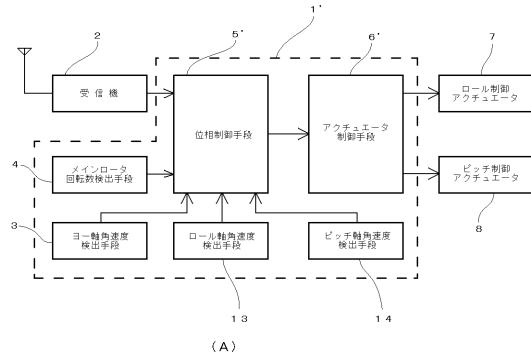
【図1】



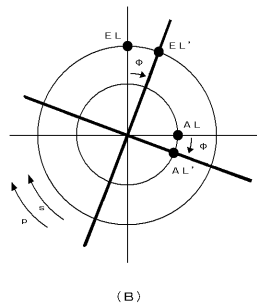
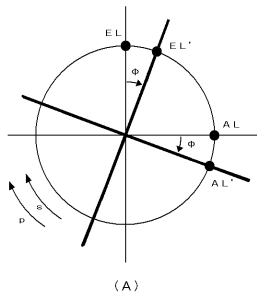
【図2】



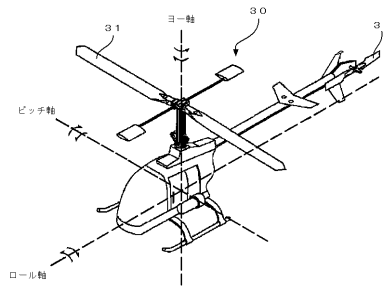
【図3】



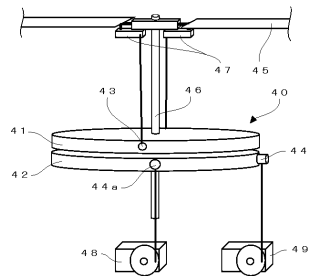
【図4】



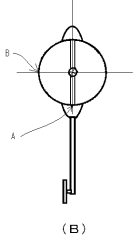
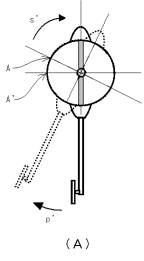
【図5】



【図6】



【 図 7 】



フロントページの続き

(56)参考文献 米国特許出願公開第2003/0106958(US, A1)

特開平11-276722(JP, A)

米国特許第06227482(US, B1)

特開平11-276724(JP, A)

特開2001-209427(JP, A)

特開平06-190152(JP, A)

米国特許第04213584(US, A)

(58)調査した分野(Int.Cl., DB名)

B64C 13/20

A63H 27/133

B64C 27/605