

【公報種別】特許法第 17 条の 2 の規定による補正の掲載  
 【部門区分】第 7 部門第 1 区分  
 【発行日】平成 29 年 9 月 7 日 (2017.9.7)

【公開番号】特開 2016-38965 (P2016-38965A)  
 【公開日】平成 28 年 3 月 22 日 (2016.3.22)  
 【年通号数】公開・登録公報 2016-017  
 【出願番号】特願 2014-160095 (P2014-160095)  
 【国際特許分類】

H 0 5 G 1/66 (2006.01)

A 6 1 B 6/03 (2006.01)

【 F I 】

H 0 5 G 1/66 C

A 6 1 B 6/03 3 2 0 C

A 6 1 B 6/03 3 3 0 A

【手続補正書】  
 【提出日】平成 29 年 7 月 26 日 (2017.7.26)

【手続補正 1】  
 【補正対象書類名】明細書  
 【補正対象項目名】0 0 2 6  
 【補正方法】変更  
 【補正の内容】

【 0 0 2 6 】

上述したように、ターゲット 4 3 4 に衝突する電子線 4 1 2 のエネルギーの内、X 線に変換される割合は約 1 % 程度に過ぎず、残りのほとんどのエネルギーは熱となる。ターゲット 4 3 4 の X 線焦点は電子線 4 1 2 のエネルギーにより加熱される。ターゲット 4 3 4 の X 線焦点が過熱溶解することを防止するため、回転陽極 4 3 2 は回転し、電子線 4 1 2 が衝突する X 線焦点が常に移動する。回転陽極 4 3 2 は回転軸 4 2 4 に固定されており、回転軸 4 2 4 は回転支持部 4 6 2 により回転可能に保持されている。

回転支持部 4 6 2 の一例を図 4 に示す。回転支持部 4 6 2 はモータの回転子として動作し、ステータ鉄心 4 5 4 に巻回されたステータ巻線 4 5 2 により回転磁界が作られ、ステータ巻線 4 5 2 により作られる回転磁界により回転支持部 4 6 2 の回転円筒部 4 7 8 に回転トルクが発生し、回転円筒部 4 7 8 に繋がる回転軸 4 2 4 が回転し、回転軸 4 2 4 に固定螺子 4 8 2 により固定された回転陽極 4 3 2 が回転する。

【手続補正 2】  
 【補正対象書類名】明細書  
 【補正対象項目名】0 0 2 7  
 【補正方法】変更  
 【補正の内容】  
 【 0 0 2 7 】

X 線管容器 4 0 2 に固定部 4 7 2 が固定されることにより、X 線管容器 4 0 2 に固定軸受 4 7 4 が固定されている。固定軸受 4 7 4 は円筒形状を成していて、その内部に回転軸受部 4 7 6 が設けられている。固定軸受 4 7 4 の円筒形状の部分と回転軸受部 4 7 6 とは同心円の配置関係を為し、固定軸受 4 7 4 の内側と回転軸受部 4 7 6 の外側との間に転がり軸受 4 8 4 が設けられている。固定軸受 4 7 4 に対して回転軸受部 4 7 6 が回転可能に支持されている。回転軸受部 4 7 6 は更に回転円筒部 4 7 8 を有している。回転円筒部 4 7 8 は円筒形状を為しモータの回転子として作用するように回転円筒部 4 7 8 はステータ鉄心 4 5 4 に対向するように配置されている。

【手続補正 3】

【補正対象書類名】明細書

【補正対象項目名】0032

【補正方法】変更

【補正の内容】

【0032】

#### 5. モータの駆動動作の説明

操作者により入力されたX線画像の撮影スケジュールやX線強度に関する管電圧や管電流の設定値が制御情報342としてシステム制御装置212からX線制御部600の第1回転速度演算部612に送られる。さらにX線管装置400の温度や蓄積熱量を演算するために、X線照射の経過時間やX線照射停止の経過時間などもシステム制御装置212から第1回転速度演算部612に送られる。これらの情報から第1回転速度演算部612は演算により回転陽極432の蓄積熱量HUを演算し、さらにターゲット434のX線焦点の温度を演算により求める。ターゲット434のX線焦点の温度が所定の温度を超えないように、回転陽極432の回転速度を演算する。回転速度の演算は、例えば蓄積熱量HUや管電圧や管電流の設定値、撮影スケジュール、などをパラメータとした回転速度を予めデータベース622に記憶しておき、このデータベース622を検索することにより、行っても良い。

このようにすることで、演算の負荷を軽減し、しかも正確な制御を実現することができる。

【手続補正4】

【補正対象書類名】明細書

【補正対象項目名】0033

【補正方法】変更

【補正の内容】

【0033】

演算された回転陽極432の回転速度は、回転陽極432を回転させるための回転速度指令としてあるいは演算された回転速度を得るためのトルク指令として、第1回転速度演算部612から出力され、ベクトル制御部640を構成する電流ベクトル演算部642に送られる。電流ベクトル演算部642ではd軸電流I<sub>d</sub>とq軸電流I<sub>q</sub>を演算により求め、これらの演算結果を電圧ベクトル演算部648へ送る。ステータ巻線452やロータとして動作する回転円筒部478は、回転陽極432を回転させるためのモータ604として動作し、回転駆動部350により作られる3相交流電力により動作する。電流ベクトル演算部642も電圧ベクトル演算部648も共にベクトル演算部としてベクトル演算を行う。

【手続補正5】

【補正対象書類名】明細書

【補正対象項目名】0034

【補正方法】変更

【補正の内容】

【0034】

モータ604は、温度が高く回転角度センサなどを使用することが難しい状況であり、センサレスベクトル制御によりモータ604が制御される。モータ604の回転速度を間接的に求めるためにモータ604に供給される例えば電流が電流センサ658により検出され、座標変換部652により回転座標に変換されて、d軸電流I<sub>d</sub>とq軸電流I<sub>q</sub>が求められる。求められたq軸電流I<sub>q</sub>と電流ベクトル演算部642の演算結果であるq軸電流I<sub>q</sub>との偏差を求めるなどの方法により、第2回転速度演算部654によりモータ604の回転速度を求めることができる。なお第2回転速度演算部654では他の方法により、例えばモータ604の入力端の電圧と電流センサ658の検出結果から回転速度を求めても良い。

【手続補正6】

【補正対象書類名】明細書

【補正対象項目名】0035

【補正方法】変更

【補正の内容】

【0035】

モータ604は同期電動機でもよいがこの実施例ではすべり制御で制御しており、すべり周波数演算部644によりすべり周波数を求め、第2回転速度演算部654で求められた回転速度に求められたすべり周波数を加算器656により加算して、加算した周波数を電圧ベクトル演算部648に送る。電圧ベクトル演算部648は、電流ベクトル演算部642の演算結果や加算器656で加算された周波数を基にインバータである回転駆動部350への指令信号を発生し、この指令信号により回転駆動部350が動作してコンバータ324から供給される直流電力を交流電力に変換し、モータ604を駆動する。なお、図5のベクトル制御部640の破線で囲った部分はモータ604を制御するためのベクトル演算を行う構成を示している。

【手続補正7】

【補正対象書類名】明細書

【補正対象項目名】0038

【補正方法】変更

【補正の内容】

【0038】

なお、第2回転速度演算部654での回転速度の演算では、例えばDCモータのようなシンプルなモータ近似モデルでは、次の式に基づいて逆起電力を演算し、逆起電力から回転速度を求めることができる。

$$V_s = R \cdot I_s + L \cdot dI_s / dt + E_s$$

【手続補正8】

【補正対象書類名】明細書

【補正対象項目名】0042

【補正方法】変更

【補正の内容】

【0042】

ステップS102の処理後、ステップS104からステップS124の一連の動作手順は非常に短い時間周期で繰り返し実行される。ステップS104で入力されたそれぞれのスケジュールや設定値に従ってシステム制御装置212からX線制御装置302やガントリ制御装置126、寝台制御装置152へ制御情報が送られる。X線管装置400の動作開始前においては、これから撮影しようとするスケジュールに従って以下で説明するステップS106やステップS108でモータ604の回転速度が演算され、計算された回転速度を目標回転速度としてX線制御部600が動作する。なお、ステップS106やステップS108における目標回転速度の演算は例えば図5の第1回転速度演算部612を使用して説明した如く、設定された諸条件からデータベース622を検索して求めることができる。目標回転速度となるようにベクトル制御部640で回転駆動部350の動作条件が演算され、回転駆動部350からモータ604のステータ巻線452に交流電流が供給され、モータ604が回転動作を開始する。本実施例では、回転駆動部350にコンバータ324から昇圧された直流電力を供給しているので、回転駆動部350からステータ巻線452へ大きな電力を供給することができ、モータ604を短時間に目標回転速度に増加させることができる。

【手続補正9】

【補正対象書類名】明細書

【補正対象項目名】0048

【補正方法】変更

【補正の内容】

## 【 0 0 4 8 】

X線管装置400は温度環境が厳しく劣化し易い。特に回転支持部462の軸受構造が劣化し易く故障し易い。ターゲット434のX線焦点の温度上昇の予測を正確に行い、モータ604の回転速度をできるだけ低く抑えることで、回転支持部462の軸受構造が劣化低減でき、故障を低減できる。さらに寿命を予測するために、ステップS112でモータ604の動作特性の演算を行う。例えば加速特性の低下が見られたり、回転速度の低下が大きくなった場合には、回転支持部462の軸受484の劣化が進んでいたり、さらには故障しているなどの判断が可能となる。図5で説明した如く、角度センサを有してなくても第2回転速度演算部654で回転速度を演算することができ、回転速度の変化と回転駆動部350の出力との関係からモータ604の軸受484の摩擦抵抗の大きさを求めることができる。

## 【 手続補正10 】

【補正対象書類名】明細書

【補正対象項目名】0051

【補正方法】変更

【補正の内容】

## 【 0 0 5 1 】

このステップS122には記載が省略されているが、X線管装置400の動作特性が既に許容範囲から逸脱している場合には、警報が表示され、次のステップS124の後、強制的に動作が終了する。また動作特性が許容範囲から逸脱していないが逸脱が近いと判断された場合には、やはり警報表示がなされ、X線管装置400の寿命が少ないことが知らされる。

## 【 手続補正11 】

【補正対象書類名】明細書

【補正対象項目名】0059

【補正方法】変更

【補正の内容】

## 【 0 0 5 9 】

100...X線CT装置、102...被検者、ガントリ120...ガントリ、122...開口、124...回転盤、126...ガントリ制御装置、130...コリメータ、140...X線検出器、142...データ収集装置、152...寝台制御装置、200...制御卓、212...システム制御装置、214...画像処理部、216...記憶装置、218...入出力装置、222...入力部、224...表示部、320...高電圧発生装置、322...交流電源、324...コンバータ、326...インバータ、334...管電圧、336...管電流、342...制御情報、344...制御情報、346...制御情報、348...画像情報、350...回転駆動部、400...X線管装置、404...外圍器、406...放射窓、408...放射窓、412...電子線、414...X線、416...陰極、418...接続端子、424...回転軸、432...回転陽極、434...ターゲット、452...ステータ巻線、454...ステータ鉄心、462...回転支持部、472...固定部、474...固定軸受、476...回転軸受部、478...回転円筒部、480...切欠き、484...軸受、604...モータ、612...第1回転速度演算部、614...回転速度指令、622...データベース、640...ベクトル制御部、642...電流ベクトル演算部、644...すべり周波数演算部、648...電圧ベクトル演算部、652...座標変換部、654...第2回転速度演算部、656...加算器。

## 【 手続補正12 】

【補正対象書類名】図面

【補正対象項目名】図4

【補正方法】変更

【補正の内容】



【図5】

