

(19)日本国特許庁(JP)

(12)公開特許公報(A)

(11)公開番号
特開2024-1518
(P2024-1518A)

(43)公開日 令和6年1月10日(2024.1.10)

(51)国際特許分類	F I	テーマコード (参考)
G 0 3 G 21/00 (2006.01)	G 0 3 G 21/00 3 8 4	2 H 0 2 8
G 0 3 G 15/23 (2006.01)	G 0 3 G 15/23	2 H 2 7 0
H 0 2 P 21/22 (2016.01)	H 0 2 P 21/22	3 F 0 4 9
B 6 5 H 5/06 (2006.01)	B 6 5 H 5/06 J	5 H 5 0 5

審査請求 未請求 請求項の数 4 O L (全19頁)

(21)出願番号 特願2022-100215(P2022-100215)	(71)出願人 000001007
(22)出願日 令和4年6月22日(2022.6.22)	キヤノン株式会社
	東京都大田区下丸子3丁目30番2号
	(74)代理人 100126240
	弁理士 阿部 琢磨
	(74)代理人 100223941
	弁理士 高橋 佳子
	(74)代理人 100159695
	弁理士 中辻 七朗
	(74)代理人 100172476
	弁理士 富田 一史
	(74)代理人 100126974
	弁理士 大朋 靖尚
	(72)発明者 大橋 洋平
	東京都大田区下丸子3丁目30番2号キ
	最終頁に続く

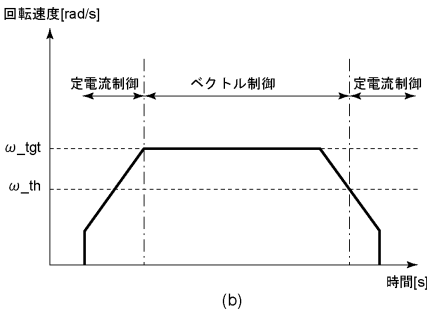
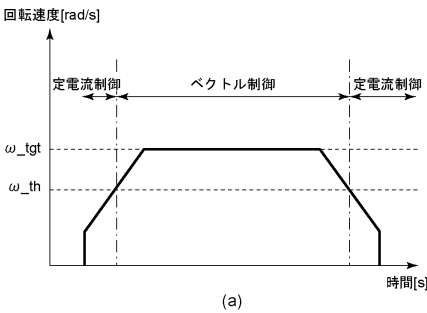
(54)【発明の名称】 画像形成装置

(57)【要約】

【課題】 バックラッシュに起因して、第2の方向に回転しているモータが加速している期間に、モータの回転軸に設けられたギアと第2の負荷の回転軸に設けられたギアとが噛み合う。即ち、モータが加速している期間に、負荷トルクが増大する。その結果、高精度なベクトル制御を行うことができず、モータの制御が不安定になってしまう可能性がある。

【解決手段】 前回のモータ509の回転方向と、CPU151aから出力された情報が示す回転方向と、が異なる方向である場合、回転速度 ω_{ref} が ω_{tgt} に到達すると、制御方式が定電流制御からベクトル制御に切り替わる。この結果、モータの制御が不安定になることを抑制することができる。

【選択図】 図7



【特許請求の範囲】**【請求項 1】**

シートに画像を形成する画像形成部と、

前記画像形成部によって第 1 面に画像が形成されたシートを、所定の方向に回転して第 1 の搬送路に搬送し、その後、前記所定の方向とは逆方向に回転することにより前記シートの表裏を反転させて当該シートを第 2 の搬送路に搬送する第 1 の搬送ローラと、

前記第 2 の搬送路に搬送されてきた前記シートを前記画像形成部へ搬送する第 2 の搬送ローラと、

前記第 1 の搬送ローラを駆動するモータと、

前記モータの駆動力を前記第 1 の搬送ローラに伝達するギア列と、

10

前記モータの巻線に流れる駆動電流を検出する検出手段と、

前記検出手段によって検出された駆動電流に基づいて前記モータの回転子の回転位相を決定する位相決定手段と、

前記位相決定手段によって決定された回転位相を基準とする回転座標系において表される電流成分であって前記回転子にトルクを発生させる電流成分であるトルク電流成分に基づいて前記モータの巻線に流れる駆動電流を制御するベクトル制御を行う第 1 制御モードと、予め決められた大きさの電流に基づいて前記巻線に流れる駆動電流を制御する第 2 制御モードと、を備える制御手段と、

を有し、

前記制御手段は、前記搬送ローラを前記所定の方向に回転させる場合は前記回転子を第 1 の方向に回転させ、前記搬送ローラを前記所定の方向とは逆方向に回転させる場合は前記回転子を前記第 1 の方向とは逆方向である第 2 の方向に回転させ、

20

前記制御手段は、前記第 2 の制御モードにより前記駆動電流の制御を開始し、その後、前記回転子の回転速度に対応する値が所定速度に到達すると、前記駆動電流を制御する制御モードを前記第 2 の制御モードから前記第 1 の制御モードに切り替え、

前記搬送ローラは、前記第 1 の制御モードにより前記所定速度で駆動されている前記モータにより回転している状態において前記シートを搬送することを特徴とする画像形成装置。

【請求項 2】

前記制御手段は、前記第 1 の制御モードにより前記駆動電流の制御している状態において、前記回転子の回転速度に対応する値が前記所定速度よりも小さい第 2 の所定速度より小さくなると、前記制御モードを前記第 1 の制御モードから前記第 2 の制御モードに切り替えることを特徴とする請求項 1 に記載の画像形成装置。

30

【請求項 3】

前記第 1 の制御モードは、前記位相決定手段によって決定された回転位相と前記回転子の目標位相を表す指令位相との偏差が小さくなるように前記トルク電流成分に基づいて前記駆動電流を制御する制御モードであることを特徴とする請求項 1 に記載の画像形成装置。

【請求項 4】

前記画像形成装置は、前記回転子の回転速度を決定する速度決定手段を有し、

40

前記第 1 の制御モードは、前記速度決定手段によって決定された回転速度と前記回転子の目標速度を表す指令速度との偏差が小さくなるように前記トルク電流成分に基づいて前記駆動電流を制御する制御モードであることを特徴とする請求項 1 に記載の画像形成装置。

【発明の詳細な説明】**【技術分野】****【0001】**

本発明は、画像形成装置におけるモータの制御に関する。

【背景技術】**【0002】**

50

従来、モータを制御する方法として、モータの回転子の回転位相を基準とした回転座標系における電流値を制御することによってモータを制御するベクトル制御と称される制御方法が知られている。具体的には、回転子の指令位相と回転位相との偏差が小さくなるように回転座標系における電流値を制御する位相フィードバック制御を行うことによってモータを制御する制御方法が知られている。なお、回転子の指令速度と回転速度との偏差が小さくなるように回転座標系における電流値を制御する速度フィードバック制御を行うことによってモータを制御する制御方法も知られている。

【 0 0 0 3 】

ベクトル制御において、モータの巻線に流れる駆動電流は、回転子が回転するためのトルクを発生させる電流成分である q 軸成分（トルク電流成分）と、モータの巻線を貫く磁束の強度に影響する電流成分である d 軸成分（励磁電流成分）とにより表される。回転子にかかる負荷トルクの変化に応じてトルク電流成分の値が制御されることによって、回転に必要なトルクが効率的に発生する。この結果、余剰トルクに起因したモータ音の増大や消費電力の増大が抑制される。

【 0 0 0 4 】

ベクトル制御では、回転子の回転位相を決定する構成が必要となる。特許文献 1 では、回転子が回転することによってモータの各相の巻線に発生する誘起電圧に基づいて回転子の回転位相を決定する構成が述べられている。

【 0 0 0 5 】

巻線に発生する誘起電圧の大きさは、回転子の回転速度が小さいほど小さくなる。巻線に発生する誘起電圧の大きさが回転子の回転位相が決定されるために十分な大きさでない場合は、回転位相が精度良く決定されない可能性がある。即ち、回転子の回転速度が小さいほど、回転子の回転位相を決定する精度が悪くなってしまう可能性がある。

【 0 0 0 6 】

そこで、特許文献 2 では、回転子の指令速度が所定の回転速度よりも小さい場合は、モータの巻線に予め決められた電流を供給することによってモータを制御する定電流制御が用いられる構成が述べられている。なお、定電流制御においては、位相フィードバック制御と速度フィードバック制御とのいずれも行われぬ。更に、回転子の指令速度が所定の回転速度以上の場合は、ベクトル制御が用いられる構成が述べられている。即ち、特許文献 2 では、モータが加速している期間に、モータを制御する制御方式が定電流制御からベクトル制御に切り替えられる。

【 0 0 0 7 】

また、従来、画像形成装置において、第 1 面に画像が形成された記録媒体の第 2 面に画像が形成される際に、搬送ローラを逆方向に回転させて記録媒体を両面パスへ搬送することが知られている（特許文献 3）。具体的には、第 1 の方向に回転して搬送ローラを駆動しているモータを停止させ、第 1 の方向とは逆方向である第 2 の方向にモータを回転させることにより、搬送ローラを逆方向に回転させる。

【 先行技術文献 】

【 特許文献 】

【 0 0 0 8 】

【 特許文献 1 】 特表 2 0 1 2 - 5 0 9 0 5 6 号公報

【 特許文献 2 】 特開 2 0 0 5 - 3 9 9 5 5 号公報

【 特許文献 3 】 特開 2 0 2 0 - 2 0 1 4 1 1 号公報

【 発明の概要 】

【 発明が解決しようとする課題 】

【 0 0 0 9 】

第 1 の方向に回転しているモータを停止させた際には、モータの回転軸に設けられたギアと第 2 の負荷の回転軸に設けられたギアとの間に隙間（バックラッシュ）が生じている。この状態においてモータの第 2 の方向への回転を開始させると、バックラッシュに起因して、第 2 の方向に回転しているモータが加速している期間に、モータの回転軸に設けら

10

20

30

40

50

れたギアと第 2 の負荷の回転軸に設けられたギアとが噛み合う。即ち、モータが加速している期間に、モータの回転軸に設けられたギアと第 2 の負荷の回転軸に設けられたギアとが噛み合うことに起因してモータにかかる負荷トルクが増大する。

【 0 0 1 0 】

負荷トルクが増大すると、モータの回転子の回転速度は減少する。例えば、前記特許文献 2 において、モータの制御方式が定電流制御からベクトル制御に切り替わった直後にモータの回転子の回転速度が減少すると、モータの回転子の回転位相を高精度に決定することができなくなってしまう可能性がある。その結果、高精度なベクトル制御を行うことができず、モータの制御が不安定になってしまう可能性がある。

【 0 0 1 1 】

上記課題に鑑み、本発明は、モータの制御が不安定になることを抑制することを目的とする。

【課題を解決するための手段】

【 0 0 1 2 】

上記課題を解決するために、本発明にかかる画像形成装置は、
シートに画像を形成する画像形成部と、
前記画像形成部によって第 1 面に画像が形成されたシートを、所定の方向に回転して第 1 の搬送路に搬送し、その後、前記所定の方向とは逆方向に回転することにより前記シートの表裏を反転させて当該シートを第 2 の搬送路に搬送する第 1 の搬送ローラと、
前記第 2 の搬送路に搬送されてきた前記シートを前記画像形成部へ搬送する第 2 の搬送ローラと、
前記第 1 の搬送ローラを駆動するモータと、
前記モータの駆動力を前記第 1 の搬送ローラに伝達するギア列と、
前記モータの巻線に流れる駆動電流を検出する検出手段と、
前記検出手段によって検出された駆動電流に基づいて前記モータの回転子の回転位相を決定する位相決定手段と、
前記位相決定手段によって決定された回転位相を基準とする回転座標系において表される電流成分であって前記回転子にトルクを発生させる電流成分であるトルク電流成分に基づいて前記モータの巻線に流れる駆動電流を制御するベクトル制御を行う第 1 制御モードと、予め決められた大きさの電流に基づいて前記巻線に流れる駆動電流を制御する第 2 制御モードと、を備える制御手段と、

を有し、

前記制御手段は、前記搬送ローラを前記所定の方向に回転させる場合は前記回転子を第 1 の方向に回転させ、前記搬送ローラを前記所定の方向とは逆方向に回転させる場合は前記回転子を前記第 1 の方向とは逆方向である第 2 の方向に回転させ、

前記制御手段は、前記第 2 の制御モードにより前記駆動電流の制御を開始し、その後、前記回転子の回転速度に対応する値が所定速度に到達すると、前記駆動電流を制御する制御モードを前記第 2 の制御モードから前記第 1 の制御モードに切り替え、

前記搬送ローラは、前記第 1 の制御モードにより前記所定速度で駆動されている前記モータにより回転している状態において前記シートを搬送することを特徴とする。

【発明の効果】

【 0 0 1 3 】

本発明によれば、モータの制御が不安定になることを抑制することができる。

【図面の簡単な説明】

【 0 0 1 4 】

【図 1】第 1 実施形態に係る画像形成装置を説明する断面図である。

【図 2】前記画像形成装置の制御構成を示すブロック図である。

【図 3】A 相及び B 相から成る 2 相のモータと、d 軸及び q 軸によって表される回転座標系との関係を示す図である。

【図 4】第 1 実施形態に係るモータ制御装置の構成を示すブロック図である。

10

20

30

40

50

【図 5】指令生成器 500 の構成を示すブロック図である。

【図 6】マイクロステップ駆動方式を行う方法の例を示す図である。

【図 7】ベクトル制御と定電流制御とを切り替えるタイミングを説明する図である。

【図 8】速度フィードバック制御を行うモータ制御装置の構成を示すブロック図である。

【発明を実施するための形態】

【0015】

以下に図面を参照して、本発明の好適な実施の形態を説明する。ただし、この実施の形態に記載されている構成部品の形状及びそれらの相対配置などは、この発明が適用される装置の構成や各種条件により適宜変更されるべきものであり、この発明の範囲が以下の実施の形態に限定される趣旨のものではない。なお、以下の説明においては、モータ制御装置が画像形成装置に設けられる場合について説明するが、モータ制御装置が設けられるのは画像形成装置に限定されるわけではない。例えば、記録媒体や原稿等のシートを搬送するシート搬送装置等にも用いられる。

10

【0016】

〔第 1 実施形態〕

〔画像形成装置〕

図 1 は、本実施形態で用いられるシート搬送装置を有するモノクロの電子写真方式の複写機（以下、画像形成装置と称する）100 の構成を示す断面図である。なお、画像形成装置は複写機に限定されず、例えば、ファクシミリ装置、印刷機、プリンタ等であっても良い。また、記録方式は、電子写真方式に限らず、例えば、インクジェット等であっても良い。更に、画像形成装置の形式はモノクロ及びカラーのいずれの形式であっても良い。

20

【0017】

以下に、図 1 を用いて、画像形成装置 100 の構成および機能について説明する。図 1 に示すように、画像形成装置 100 は、原稿読取装置 200 及び画像印刷装置 301 を有する。

【0018】

< 原稿読取装置 >

原稿読取装置 200 には、原稿を読取位置に給送する原稿給送装置 201 が設けられている。原稿給送装置 201 の原稿積載部 2 に積載された原稿 P は、ピックアップローラ 3 によって 1 枚ずつ給送され、その後、給紙ローラ 4 によって搬送される。給紙ローラ 4 と対向する位置には、給紙ローラ 4 に圧接する分離ローラ 5 が設けられている。分離ローラ 5 は、該分離ローラ 5 に所定のトルク以上の負荷トルクがかかると回転する構成となっており、2 枚重なった状態で給送された原稿を分離する機能を有する。

30

【0019】

ピックアップローラ 3 と給紙ローラ 4 は揺動アーム 12 によって連結されている。揺動アーム 12 は、給紙ローラ 4 の回転軸を中心にして回動できるように給紙ローラ 4 の回転軸によって支持されている。

【0020】

原稿 P は、給紙ローラ 4 等によって搬送されて、排紙ローラ 11 によって排紙トレイ 10 へ排紙される。なお、図 1 に示すように、原稿積載部 2 には、原稿積載部 2 に原稿が積載されているか否かを検知する原稿セットセンサ S S 1 が設けられている。また、原稿が通過する搬送路には、原稿の先端を検知する（原稿の有無を検知する）シートセンサ S S 2 が設けられている。

40

【0021】

原稿読取装置 201 には、搬送される原稿の第 1 面の画像を読み取る原稿読取部 16 が設けられている。原稿読取部 16 に読み取られた画像情報は、画像印刷装置 301 へ出力される。

【0022】

また、原稿読取装置 200 には、搬送される原稿の第 2 面の画像を読み取る原稿読取部 17 が設けられている。原稿読取部 17 に読み取られた画像情報は、原稿読取部 16 にお

50

いて説明した方法と同様にして画像印刷装置 3 0 1 へ出力される。

【 0 0 2 3 】

前述の如くして、原稿の読取が行われる。即ち、原稿給送装置 2 0 1 及び読取装置 2 0 2 は、原稿読取装置として機能する。

【 0 0 2 4 】

また、原稿の読取モードとして、第 1 読取モードと第 2 読取モードがある。第 1 読取モードは、上述した方法で搬送される原稿の画像を読み取るモードである。第 2 読取モードは、読取装置 2 0 2 の原稿ガラス 2 1 4 上に載置された原稿の画像を、一定速度で移動する原稿読取部 1 6 によって読み取るモードである。通常、シート状の原稿の画像は第 1 読取モードで読み取られ、本や冊子等の綴じられた原稿の画像は第 2 読取モードで読み取ら

10

【 0 0 2 5 】

画像印刷装置 3 0 1 の内部には、シート収納トレイ 3 0 2、3 0 4 が設けられている。シート収納トレイ 3 0 2、3 0 4 には、それぞれ異なる種類の記録媒体を収納することができる。例えば、シート収納トレイ 3 0 2 には A 4 サイズの普通紙が収納され、シート収納トレイ 3 0 4 には A 4 サイズの厚紙が収納される。なお、記録媒体とは、画像形成装置によって画像が形成されるものであって、例えば、用紙、樹脂シート、布、OHPシート、ラベル等は記録媒体に含まれる。

【 0 0 2 6 】

シート収納トレイ 3 0 2 に収納された記録媒体は、給紙ローラ 3 0 3 によって給送されて、搬送ローラ 3 0 6 によってレジストレーションローラ 3 0 8 へ送り出される。また、シート収納トレイ 3 0 4 に収納された記録媒体は、給紙ローラ 3 0 5 によって給送されて、搬送ローラ 3 0 7 及び 3 0 6 によってレジストレーションローラ 3 0 8 へ送り出される。

20

【 0 0 2 7 】

原稿読取装置 2 0 0 から出力された画像信号は、半導体レーザ及びポリゴンミラーを含む光走査装置 3 1 1 に入力される。また、感光体としての感光ドラム 3 0 9 は、帯電器 3 1 0 によって外周面が帯電される。感光ドラム 3 0 9 の外周面が帯電された後、原稿読取装置 2 0 0 から光走査装置 3 1 1 に入力された画像信号に応じたレーザ光が、光走査装置 3 1 1 からポリゴンミラー及びミラー 3 1 2、3 1 3 を経由し、感光ドラム 3 0 9 の外周面に照射される。この結果、感光ドラム 3 0 9 の外周面に静電潜像が形成される。

30

【 0 0 2 8 】

画像形成部としての現像器 3 1 4 は、現像剤担持体としての現像ローラ 3 5 0 を有する。感光ドラム 3 0 9 の外周面に形成された静電潜像は現像ローラ 3 5 0 が担持している現像剤（トナー）によって現像され、感光ドラム 3 0 9 の外周面にトナー像が形成される。感光ドラム 3 0 9 に形成されたトナー像は、感光ドラム 3 0 9 と対向する位置（転写位置）に設けられた転写部としての転写帯電器 3 1 5 によって記録媒体に転写される。この転写タイミングに合わせて、レジストレーションローラ 3 0 8 は記録媒体を転写位置へ送り込む。

【 0 0 2 9 】

前述の如くして、トナー像が転写された記録媒体は、搬送ベルト 3 1 7 によって画像形成部としての定着器 3 1 8 へ送り込まれ、定着器 3 1 8 によって加熱加圧されて、トナー像が記録媒体に定着される。このようにして、画像形成装置 1 0 0 によって記録媒体に画像が形成される。

40

【 0 0 3 0 】

片面印刷モードで画像形成が行われる場合は、定着器 3 1 8 を通過した記録媒体は、排紙ローラ 3 1 9、3 2 4 によって、不図示の排紙トレイへ排紙される。また、両面印刷モードで画像形成が行われる場合は、定着器 3 1 8 によって記録媒体の第 1 面に定着処理が行われた後に、記録媒体は、排紙ローラ 3 1 9、搬送ローラ 3 2 0、及び反転ローラ 3 2 1 によって、反転パス 3 2 5 へと搬送される。その後、記録媒体は、反転ローラ 3 2 1 に

50

よって表裏が反転されて両面パス 3 2 6 へと搬送される。両面パス 3 2 6 に搬送された記録媒体は搬送ローラ 3 2 3 等によって再度レジストレーションローラ 3 0 8 へと搬送され、前述した方法で記録媒体の第 2 面に画像が形成される。その後、記録媒体は、排紙ローラ 3 1 9、3 2 4 によって不図示の排紙トレイへ排紙される。

【 0 0 3 1 】

また、第 1 面に画像形成された記録媒体がフェースダウンで画像形成装置 1 0 0 の外部へ排紙される場合は、定着器 3 1 8 を通過した記録媒体は、排紙ローラ 3 1 9 を通って搬送ローラ 3 2 0 へ向かう方向へ搬送される。その後、記録媒体の後端が搬送ローラ 3 2 0 のニップ部を通過する直前に搬送ローラ 3 2 0 の回転が反転することによって、記録媒体の第 1 面が下向きになった状態で、記録媒体が排紙ローラ 3 2 4 を経由して、画像形成装置 1 0 0 の外部へ排出される。

10

【 0 0 3 2 】

以上が画像形成装置 1 0 0 の構成および機能についての説明である。

【 0 0 3 3 】

図 2 は、画像形成装置 1 0 0 の制御構成の例を示すブロック図である。システムコントローラ 1 5 1 は、図 2 に示すように、CPU 1 5 1 a、ROM 1 5 1 b、RAM 1 5 1 c を備えている。また、システムコントローラ 1 5 1 は、画像処理部 1 1 2、操作部 1 5 2、アナログ・デジタル (A/D) 変換器 1 5 3、高圧制御部 1 5 5、モータ制御装置 1 5 7、センサ類 1 5 9、AC ドライバ 1 6 0 と接続されている。システムコントローラ 1 5 1 は、接続された各ユニットとの間でデータやコマンドの送受信をすることが可能である

20

【 0 0 3 4 】

CPU 1 5 1 a は、ROM 1 5 1 b に格納された各種プログラムを読み出して実行することによって、予め定められた画像形成シーケンスに関連する各種シーケンスを実行する。

【 0 0 3 5 】

RAM 1 5 1 c は記憶デバイスである。RAM 1 5 1 c には、例えば、高圧制御部 1 5 5 に対する設定値、モータ制御装置 1 5 7 に対する指令値及び操作部 1 5 2 から受信される情報等の各種データが記憶される。

【 0 0 3 6 】

システムコントローラ 1 5 1 は、画像処理部 1 1 2 における画像処理に必要となる、画像形成装置 1 0 0 の内部に設けられた各種装置の設定値データを画像処理部 1 1 2 に送信する。更に、システムコントローラ 1 5 1 は、センサ類 1 5 9 からの信号を受信して、受信した信号に基づいて高圧制御部 1 5 5 の設定値を設定する。

30

【 0 0 3 7 】

高圧制御部 1 5 5 は、システムコントローラ 1 5 1 によって設定された設定値に応じて、高圧ユニット 1 5 6 (帯電器 3 1 0、現像器 3 1 4、転写帯電器 3 1 5 等)に必要な電圧を供給する。なお、センサ類 1 5 9 には、搬送ローラによって搬送される記録媒体を検知するセンサ等が含まれる。

【 0 0 3 8 】

モータ制御装置 1 5 7 は、CPU 1 5 1 a から出力された指令に応じて、反転ローラ 3 2 1 を駆動するモータ 5 0 9 を制御する。モータ 5 0 9 の駆動力は不図示のギア列を介して反転ローラ 3 2 1 に伝達される。なお、図 2 においては、画像形成装置のモータとしてモータ 5 0 9 のみが記載されているが、実際には、画像形成装置には複数個のモータが設けられている。また、1 個のモータ制御装置が複数個のモータを制御する構成であっても良い。更に、図 2 においては、モータ制御装置が 1 個しか設けられていないが、実際には、複数個のモータ制御装置が画像形成装置に設けられている。

40

【 0 0 3 9 】

A/D 変換器 1 5 3 は、定着ヒータ 1 6 1 の温度を検出するためのサーミスタ 1 5 4 が検出した検出信号を受信し、検出信号をアナログ信号からデジタル信号に変換してシステ

50

ムコントローラ 151 に送信する。システムコントローラ 151 は、A/D 変換器 153 から受信したデジタル信号に基づいて AC ドライバ 160 の制御を行う。AC ドライバ 160 は、定着ヒータ 161 の温度が定着処理を行うために必要な温度となるように定着ヒータ 161 を制御する。なお、定着ヒータ 161 は、定着処理に用いられるヒータであり、定着器 318 に含まれる。

【0040】

システムコントローラ 151 は、使用する記録媒体の種類（以下、紙種と称する）等の設定をユーザが行うための操作画面を、操作部 152 に設けられた表示部に表示するように、操作部 152 を制御する。システムコントローラ 151 は、ユーザが設定した情報を操作部 152 から受信し、ユーザが設定した情報に基づいて画像形成装置 100 の動作シーケンスを制御する。また、システムコントローラ 151 は、画像形成装置の状態を示す情報を操作部 152 に送信する。なお、画像形成装置の状態を示す情報とは、例えば、画像形成枚数、画像形成動作の進行状況、原稿読取装置 201 及び画像印刷装置 301 におけるシートのジャムや重送等に関する情報である。操作部 152 は、システムコントローラ 151 から受信した情報を表示部に表示する。

10

【0041】

前述の如くして、システムコントローラ 151 は画像形成装置 100 の動作シーケンスを制御する。

【0042】

[モータ制御装置]

20

次に、本実施形態におけるモータ制御装置について説明する。本実施形態におけるモータ制御装置は、第 1 制御モードとしてのベクトル制御と第 2 制御モードとしての定電流制御とのいずれの制御方法でもモータを制御することができる。なお、以下の説明においては、電気角としての回転位相、指令位相 θ_{ref} 及び電流の位相等に基づいて以下の制御が行われるが、例えば、電気角が機械角に変換され、当該機械角に基づいて以下の制御が行われてもよい。

【0043】

< ベクトル制御 >

まず、図 3 及び図 4 を用いて、本実施形態におけるモータ制御装置 157 がベクトル制御を行う方法について説明する。なお、以下の説明におけるモータには、モータの回転子の回転位相を検出するためのロータリエンコーダなどのセンサは設けられていない。

30

【0044】

図 3 は、A 相（第 1 相）と B 相（第 2 相）との 2 相から成るステッピングモータ（以下、モータと称する）509 と、d 軸及び q 軸によって表される回転座標系との関係を示す図である。図 3 では、静止座標系において、A 相の巻線に対応した軸である θ 軸と、B 相の巻線に対応した軸である $\theta + 90^\circ$ 軸とが定義されている。また、図 3 では、回転子 402 に用いられている永久磁石の磁極によって作られる磁束の方向に沿って d 軸が定義され、d 軸から反時計回りに 90 度進んだ方向（d 軸に直交する方向）に沿って q 軸が定義されている。 θ 軸と d 軸との成す角度は θ_d と定義され、回転子 402 の回転位相は角度 θ_r によって表される。ベクトル制御では、回転子 402 の回転位相 θ_r を基準とした回転座標系が用いられる。具体的には、ベクトル制御では、巻線に流れる駆動電流に対応する電流ベクトルの、回転座標系における電流成分であって、回転子にトルクを発生させる q 軸成分（トルク電流成分）と巻線を貫く磁束の強度に影響する d 軸成分（励磁電流成分）とが用いられる。

40

【0045】

ベクトル制御とは、回転子の目標位相を表す指令位相と実際の回転位相との偏差が小さくなるようにトルク電流成分の値と励磁電流成分の値とを制御する位相フィードバック制御を行うことによってモータを制御する制御方法である。また、回転子の目標速度を表す指令速度と実際の回転速度との偏差が小さくなるようにトルク電流成分の値と励磁電流成分の値とを制御する速度フィードバック制御を行うことによってモータを制御する方法も

50

ある。

【 0 0 4 6 】

図 4 は、モータ 5 0 9 を制御するモータ制御装置 1 5 7 の構成の例を示すブロック図である。なお、モータ制御装置 1 5 7 は、少なくとも 1 つの A S I C で構成されており、以下に説明する各機能を実行する。

【 0 0 4 7 】

図 4 に示すように、モータ制御装置 1 5 7 は、定電流制御を行う定電流制御器 5 1 7、ベクトル制御を行うベクトル制御器 5 1 8 を有する。

【 0 0 4 8 】

モータ制御装置 1 5 7 は、ベクトル制御を行う回路として、位相制御器 5 0 2、電流制御器 5 0 3、座標逆変換器 5 0 5、座標変換器 5 1 1、モータの巻線に駆動電流を供給する P W M インバータ 5 0 6 等を有する。座標変換器 5 1 1 は、モータ 5 0 9 の A 相及び B 相の巻線に流れる駆動電流に対応する電流ベクトルを、 α 軸及び β 軸で表される静止座標系から q 軸及び d 軸で表される回転座標系に座標変換する。この結果、巻線に流れる駆動電流は、回転座標系における電流値である q 軸成分の電流値 (q 軸電流) と d 軸成分の電流値 (d 軸電流) とによって表される。なお、 q 軸電流は、モータ 5 0 9 の回転子 4 0 2 にトルクを発生させるトルク電流に相当する。また、 d 軸電流は、モータ 5 0 9 の巻線を貫く磁束の強度に影響する励磁電流に相当する。モータ制御装置 1 5 7 は、 q 軸電流及び d 軸電流をそれぞれ独立に制御することができる。この結果、モータ制御装置 1 5 7 は、回転子 4 0 2 にかかる負荷トルクに応じて q 軸電流を制御することによって、回転子 4 0 2 が回転するために必要なトルクを効率的に発生させることができる。即ち、ベクトル制御においては、図 3 に示す電流ベクトルの大きさは、回転子 4 0 2 にかかる負荷トルクに応じて変化する。

【 0 0 4 9 】

モータ制御装置 1 5 7 は、モータ 5 0 9 の回転子 4 0 2 の回転位相 θ を後述する方法により決定し、その結果に基づいてベクトル制御を行う。C P U 1 5 1 a は、モータ 5 0 9 の動作シーケンスに基づいて、指令生成器 5 0 0 にモータを駆動する指令として駆動パルスを出力する。なお、モータの動作シーケンス (モータの駆動パターン) は、例えば、R O M 1 5 1 b に格納されており、C P U 1 5 1 a は、R O M 1 5 1 b に格納された動作シーケンスに基づいて駆動パルスを出力する。

【 0 0 5 0 】

指令生成器 5 0 0 は、C P U 1 5 1 a から出力される駆動パルスに基づいて、回転子 4 0 2 の目標位相を表す指令位相 θ_{ref} を生成して出力する。なお、指令生成器 5 0 0 の構成については後述する。

【 0 0 5 1 】

減算器 1 0 1 は、モータ 5 0 9 の回転子 4 0 2 の回転位相 θ と指令位相 θ_{ref} との偏差を演算して出力する。

【 0 0 5 2 】

位相制御器 5 0 2 は、偏差 e を周期 T (例えば、 $200 \mu s$) で取得する。位相制御器 5 0 2 は、比例制御 (P)、積分制御 (I)、微分制御 (D) に基づいて、減算器 1 0 1 から取得する偏差 e が小さくなるように、 q 軸電流指令値 i_{q_ref} 及び d 軸電流指令値 i_{d_ref} を生成して出力する。具体的には、位相制御器 5 0 2 は、 P 制御、 I 制御、 D 制御に基づいて減算器 1 0 1 から取得する偏差 e が 0 になるように、 q 軸電流指令値 i_{q_ref} 及び d 軸電流指令値 i_{d_ref} を生成して出力する。なお、 P 制御とは、制御する対象の値を指令値と推定値との偏差に比例する値に基づいて制御する制御方法である。また、 I 制御とは、制御する対象の値を指令値と推定値との偏差の時間積分に比例する値に基づいて制御する制御方法である。また、 D 制御とは、制御する対象の値を指令値と推定値との偏差の時間変化に比例する値に基づいて制御する制御方法である。本実施形態における位相制御器 5 0 2 は、P I D 制御に基づいて q 軸電流指令値 i_{q_ref} 及び d 軸電流指令値 i_{d_ref} を生成するが、これに限定されるものではない。例

10

20

30

40

50

例えば、位相制御器 502 は、PI 制御に基づいて q 軸電流指令値 i_{q_ref} 及び d 軸電流指令値 i_{d_ref} を生成しても良い。なお、本実施形態においては、巻線を貫く磁束の強度に影響する d 軸電流指令値 i_{d_ref} は 0 に設定されるが、これに限定されるものではない。

【0053】

モータ 509 の A 相の巻線に流れる駆動電流は、電流検出器 507 によって検出され、その後、A/D 変換器 510 によってアナログ値からデジタル値へと変換される。また、モータ 509 の B 相の巻線に流れる駆動電流は、電流検出器 508 によって検出され、その後、A/D 変換器 510 によってアナログ値からデジタル値へと変換される。なお、電流検出器 507、508 が電流を検出する周期は、例えば、位相制御器 502 が偏差

10

【0054】

A/D 変換器 510 によってアナログ値からデジタル値へと変換された駆動電流の電流値は、静止座標系における電流値 i 及び i として、図 3 に示す電流ベクトルの位相 e を用いて次式によって表される。なお、電流ベクトルの位相 e は、軸と電流ベクトルとの成す角度と定義される。また、 I は電流ベクトルの大きさを示す。

【0055】

$$i = I * \cos e \quad (1)$$

$$i = I * \sin e \quad (2)$$

これらの電流値 i 及び i は、座標変換器 511 及び誘起電圧決定器 512 に入力される。

20

【0056】

座標変換器 511 は、静止座標系における電流値 i 及び i を、次式によって、回転座標系における q 軸電流の電流値 i_q 及び d 軸電流の電流値 i_d に変換する。

【0057】

$$i_d = \cos * i + \sin * i \quad (3)$$

$$i_q = -\sin * i + \cos * i \quad (4)$$

座標変換器 511 は、変換された電流値 i_q を減算器 102 に出力する。また、座標変換器 511 は、変換された電流値 i_d を減算器 103 に出力する。

【0058】

減算器 102 は、q 軸電流指令値 i_{q_ref} と電流値 i_q との偏差を演算し、該偏差を電流制御器 503 に出力する。

30

【0059】

また、減算器 103 は、d 軸電流指令値 i_{d_ref} と電流値 i_d との偏差を演算し、該偏差を電流制御器 503 に出力する。

【0060】

電流制御器 503 は、PID 制御に基づいて、入力される偏差がそれぞれ小さくなるように駆動電圧 V_q 及び V_d を生成する。具体的には、電流制御器 503 は、入力される偏差がそれぞれ 0 になるように駆動電圧 V_q 及び V_d を生成して座標逆変換器 505 に出力する。なお、本実施形態における電流制御器 503 は、PID 制御に基づいて駆動電圧 V_q 及び V_d を生成しているが、これに限定されるものではない。例えば、電流制御器 503 は、PI 制御に基づいて駆動電圧 V_q 及び V_d を生成しても良い。

40

【0061】

座標逆変換器 505 は、電流制御器 503 から出力された回転座標系における駆動電圧 V_q 及び V_d を、次式によって、静止座標系における駆動電圧 V 及び V に逆変換する。

【0062】

$$V = \cos * V_d - \sin * V_q \quad (5)$$

$$V = \sin * V_d + \cos * V_q \quad (6)$$

座標逆変換器 505 は、逆変換された駆動電圧 V 及び V を誘起電圧決定器 512 及

50

びPWMインバータ506に出力する。

【0063】

PWMインバータ506は、フルブリッジ回路を有する。フルブリッジ回路は座標逆変換器505から入力された駆動電圧 V 及び V に基づくPWM(パルス幅変調)信号によって駆動される。その結果、PWMインバータ506は、駆動電圧 V 及び V に応じた駆動電流 i 及び i を生成し、駆動電流 i 及び i をモータ509の各相の巻線に供給することによって、モータ509を駆動させる。なお、本実施形態においては、PWMインバータはフルブリッジ回路を有しているが、PWMインバータはハーフブリッジ回路等であっても良い。

【0064】

次に、回転位相を決定する構成について説明する。回転子402の回転位相の決定には、回転子402の回転によってモータ509のA相及びB相の巻線に誘起される誘起電圧 E 及び E の値が用いられる。誘起電圧の値は誘起電圧決定器512によって決定(算出)される。具体的には、誘起電圧 E 及び E は、A/D変換器510から誘起電圧決定器512に入力された電流値 i 及び i と、座標逆変換器505から誘起電圧決定器512に入力された駆動電圧 V 及び V とから、次式によって決定される。

【0065】

$$E = V - R * i - L * di / dt \quad (7)$$

$$E = V - R * i - L * di / dt \quad (8)$$

ここで、 R は巻線レジスタンス、 L は巻線インダクタンスである。巻線レジスタンス R 及び巻線インダクタンス L の値は使用されているモータ509に固有の値であり、ROM151b又はモータ制御装置157に設けられたメモリ(不図示)等に予め格納されている。

【0066】

誘起電圧決定器512によって決定された誘起電圧 E 及び E は位相決定器513に出力される。

【0067】

位相決定器513は、誘起電圧決定器512から出力された誘起電圧 E と誘起電圧 E との比に基づいて、次式によってモータ509の回転子402の回転位相を決定する。

【0068】

$$\theta = \tan^{-1}(-E / E) \quad (9)$$

なお、本実施形態においては、位相決定器513は、式(9)に基づく演算を行うことによって回転位相を決定したが、この限りではない。例えば、位相決定器513は、ROM151b等に記憶されている、誘起電圧 E 及び誘起電圧 E と誘起電圧 E 及び誘起電圧 E とに対応する回転位相との関係を示すテーブルを参照することによって回転位相を決定してもよい。

【0069】

前述の如くして得られた回転子402の回転位相は、減算器101、座標逆変換器505、座標変換器511に入力される。

【0070】

モータ制御装置157は、ベクトル制御を行う場合は、上述の制御を繰り返し行う。

【0071】

以上のように、本実施形態におけるモータ制御装置157は、指令位相 θ_{ref} と回転位相 θ との偏差が小さくなるように回転座標系における電流値を制御する位相フィードバック制御を用いたベクトル制御を行う。ベクトル制御を行うことによって、モータが脱調状態となることや、余剰トルクに起因してモータ音が増大すること及び消費電力が増大することを抑制することができる。

【0072】

<定電流制御>

10

20

30

40

50

次に、本実施形態における定電流制御について説明する。

【 0 0 7 3 】

定電流制御においては、予め決められた電流がモータの巻線に供給されることによって、巻線に流れる駆動電流が制御される。具体的には、定電流制御では、回転子にかかる負荷トルクの変動が起こったとしてもモータが脱調しないように、回転子の回転に必要と想定されるトルクに所定のマージンが加算されたトルクに対応する大きさ（振幅）を持った駆動電流が巻線に供給される。これは、定電流制御では、決定（推定）された回転位相や回転速度に基づいて駆動電流の大きさが制御される構成は用いられない（フィードバック制御が行われない）ので、回転子にかかる負荷トルクに応じて駆動電流を調整できないからである。なお、電流の大きさが大きいほど回転子に与えるトルクは大きくなる。また、

10

【 0 0 7 4 】

以下の説明では、定電流制御中は、予め決められた所定の大きさの電流がモータの巻線に供給されることによってモータが制御されるが、例えば、定電流制御中は、モータの加速中及び減速中のそれぞれに応じて予め決められた大きさの電流がモータの巻線に供給されることによってモータが制御されてもよい。

【 0 0 7 5 】

図 4 において、指令生成器 5 0 0 は、CPU 1 5 1 a から出力された駆動パルスに基づいて、定電流制御器 5 1 7 に指令位相 θ_{ref} を出力する。定電流制御器 5 1 7 は、指令生成器 5 0 0 から出力された指令位相 θ_{ref} に対応した、静止座標系における電流の指令値 $i_{u,ref}$ 及び $i_{v,ref}$ を生成して出力する。なお、本実施形態においては、静止座標系における電流の指令値 $i_{u,ref}$ 及び $i_{v,ref}$ に対応する電流ベクトルの大きさは常に一定である。

20

【 0 0 7 6 】

モータ 5 0 9 の A 相及び B 相の巻線に流れる駆動電流は、電流検出器 5 0 7、5 0 8 によって検出される。検出された駆動電流は、前述したように、A / D 変換器 5 1 0 によってアナログ値からデジタル値へと変換される。

【 0 0 7 7 】

減算器 1 0 2 には、A / D 変換器 5 1 0 から出力された電流値 i_u と定電流制御器 5 1 7 から出力された電流指令値 $i_{u,ref}$ とが入力される。減算器 1 0 2 は、電流指令値 $i_{u,ref}$ と電流値 i_u との偏差を演算し、該偏差を電流制御器 5 0 3 に出力する。

30

【 0 0 7 8 】

また、減算器 1 0 3 には、A / D 変換器 5 1 0 から出力された電流値 i_v と定電流制御器 5 1 7 から出力された電流指令値 $i_{v,ref}$ とが入力される。減算器 1 0 3 は、電流指令値 $i_{v,ref}$ と電流値 i_v との偏差を演算し、該偏差を電流制御器 5 0 3 に出力する。

【 0 0 7 9 】

電流制御器 5 0 3 は、入力される偏差が小さくなるように、PID 制御に基づいて駆動電圧 V_u 及び V_v を出力する。具体的には、電流制御器 5 0 3 は、入力される偏差が 0 に近づくように駆動電圧 V_u 及び V_v を出力する。

40

【 0 0 8 0 】

PWM インバータ 5 0 6 は前述した方法で、入力された駆動電圧 V_u 及び V_v に基づいて、モータ 5 0 9 の各相の巻線に駆動電流を供給してモータ 5 0 9 を駆動させる。

【 0 0 8 1 】

このように、本実施形態における定電流制御では、位相フィードバック制御と速度フィードバック制御とのいずれも行われない。即ち、本実施形態における定電流制御では、巻線に供給する駆動電流が回転子の回転状況に応じて調整されない。したがって、定電流制御では、モータが脱調状態にならないように、回転子を回転させるために必要な電流に所定のマージンが加算された電流が巻線に供給される。

【 0 0 8 2 】

50

< 指令生成器 >

図 5 は、本実施形態における指令生成器 500 の構成を示すブロック図である。図 5 に示すように、指令生成器 500 は、CPU 151a から出力された駆動パルスに基づいて指令速度の代わりとなる回転速度 ω_{ref} を生成する速度生成器 500a 及び当該駆動パルスに基づいて指令位相 θ_{ref} を生成する指令値生成器 500b を有する。

【0083】

速度生成器 500a は、連続する駆動パルスの立ち下がりエッジの時間間隔に基づいて回転速度 ω_{ref} を生成して後述する制御切替器 515 に出力する。回転速度 ω_{ref} は、駆動パルスの周期に対応する周期で変化する。

【0084】

指令値生成器 500b は、CPU 151a から出力される駆動パルスに基づいて、以下の式 (10) のようにして指令位相 θ_{ref} を生成して出力する。

【0085】

$$\theta_{ref} = \theta_{ini} + \text{step} * n \quad (10)$$

なお、 θ_{ini} はモータの駆動が開始されるとき回転子の位相 (初期位相) である。また、 step は、駆動パルス 1 個当たりの θ_{ref} の増加量 (変化量) である。また、 n は指令値生成器 500b に入力されるパルスの個数である。

【0086】

{ マイクロステップ駆動方式 }

本実施形態では、定電流制御において、マイクロステップ駆動方式が用いられる。なお、定電流制御において用いられる駆動方式は、マイクロステップ駆動方式に限定されるわけではなく、例えば、フルステップ駆動方式等の駆動方式であってもよい。

【0087】

図 6 は、マイクロステップ駆動方式を行う方法の例を示す図である。図 6 には、CPU 151a から出力される駆動パルス、指令値生成器 500b によって生成される指令位相 θ_{ref} 、A 相及び B 相の巻線に流れる電流が示されている。

【0088】

以下に、図 5 及び図 6 を用いて、本実施形態におけるマイクロステップ駆動を行う方法について説明する。なお、図 6 に示す駆動パルス及び指令位相は、回転子が一定速度で回転している状態を示す。

【0089】

マイクロステップ駆動方式における指令位相 θ_{ref} の進み量は、フルステップ駆動方式における指令位相 θ_{ref} の進み量である 90° が $1/N$ (N は正の整数) に分割された量 ($90^\circ / N$) である。この結果、電流波形は図 6 に示すように正弦波状に滑らかに変化し、その結果、回転子の回転位相 θ をより細かく制御することができる。

【0090】

マイクロステップ駆動が行われる場合、指令値生成器 500b は、CPU 151a から出力された駆動パルスに基づいて、以下の式 (11) のようにして指令位相 θ_{ref} を生成して出力する。

【0091】

$$\theta_{ref} = 45^\circ + 90 / N^\circ * n \quad (11)$$

このように、指令値生成器 500b は、駆動パルスが 1 個入力されると、指令位相 θ_{ref} に $90 / N^\circ$ を加算することによって指令位相 θ_{ref} を更新する。即ち、CPU 151a から出力される駆動パルスの個数は、指令位相に対応する。なお、CPU 151a から出力される駆動パルスの周期 (周波数) は、モータ 509 の回転子の目標速度 (指令速度) に対応する。

【0092】

< ベクトル制御と定電流制御との切り替え >

次に、本実施形態におけるベクトル制御と定電流制御との切り替えについて説明する。本実施形態では、以下の構成が適用されることによって、モータの制御が不安定になるこ

10

20

30

40

50

とを抑制する。

【0093】

図4に示すように、本実施形態におけるモータ制御装置157は、定電流制御とベクトル制御とを切り替える構成を有する。具体的には、モータ制御装置157は、制御切替器515、切替スイッチ516a、516b、516cを有する。なお、定電流制御が行われている期間中、誘起電圧決定器512、位相決定器513及び座標変換器519は稼働していてもよい。ベクトル制御が行われている期間中、定電流制御を行う回路は稼働していてもよい。

【0094】

制御切替器515は、定電流制御が行われる場合は切替信号を‘L’にし、ベクトル制御10が行われる場合は切替信号を‘H’にする。切替信号は、図4に示すように、切替スイッチ516a、516b、516cに入力される。なお、制御切替器515は、例えば、CPU151aが回転速度 ω_{ref} を出力する周期Tと同じ周期で切替信号を出力する。

【0095】

本実施形態では、CPU151aは、モータ509を回転させる際、モータ509を第1の方向に回転させるか、第1の方向とは逆方向である第2の方向に回転させるか、を示す情報をモータ制御装置157に出力する。制御切替器515は、当該情報をメモリ515aに格納する。

【0096】

制御切替器515は、メモリ515aに格納されている前回のモータ509の回転方向20と、CPU151aから出力された回転方向に関する情報と、に基づいて、ベクトル制御と定電流制御とを切り替えるタイミング(切替タイミング)を決定する。なお、制御切替器515は、当該タイミングを決定すると、CPU151aから出力された回転方向に関する情報をメモリ515aに上書きする。

【0097】

図7は、ベクトル制御と定電流制御とを切り替えるタイミングを説明する図である。図7(a)は、制御切替器515は、メモリ515aに格納されている前回のモータ509の回転方向と、CPU151aから出力された情報が示す回転方向と、が同じ方向である場合における切替タイミングを示す図である。図7(b)は、制御切替器515は、メモリ515aに格納されている前回のモータ509の回転方向と、CPU151aから出力30された情報が示す回転方向と、が異なる方向である場合における切替タイミングを示す図である。

【0098】

図7(a)の場合、モータ509の回転軸に設けられたギアと反転ローラ321の回転軸に設けられたギアとのバックラッシュに起因した負荷トルクの増大は、モータ509の加速中に生じない。したがって、本実施形態では、メモリ515aに格納されている前回のモータ509の回転方向と、CPU151aから出力された情報が示す回転方向と、が同じ方向である場合、制御切替器515は、以下のように制御方法の切り替えを行う。

【0099】

具体的には、制御切替器515は、回転速度 ω_{ref} が閾値 t_h 以上($\omega_{ref} \geq t_h$)である場合は、切替信号 = ‘H’ を出力する。一方、制御切替器515は、回転速度 ω_{ref} が閾値 t_h 未満($\omega_{ref} < t_h$)である場合は、切替信号 = ‘L’ を出力する。なお、本実施形態における閾値 t_h は、回転位相 が精度よく決定される回転速度のうち最も小さい回転速度 ω_{min} よりも大きい値に設定される。即ち、ベクトル制御においては回転位相 が精度よく決定される。また、定電流制御においても、モータの回転子の回転速度が ω_{min} 以上であれば回転位相 が精度よく決定される。

【0100】

図7(b)の場合、モータ509の回転軸に設けられたギアと反転ローラ321の回転軸に設けられたギアとのバックラッシュに起因してモータ509の加速中に負荷トルクの90

増大が生じる。したがって、本実施形態では、メモリ 515a に格納されている前回のモータ 509 の回転方向と、CPU 151a から出力された情報が示す回転方向と、が異なる方向である場合、制御切替器 515 は、以下のように制御方法の切り替えを行う。

【0101】

具体的には、制御切替器 515 は、定電流制御が実行されている状態において、回転速度 ref が回転速度 tgt に到達すると、切替信号を 'L' から 'H' に切り替える。回転速度 tgt は、反転ローラ 321 が記録媒体を搬送するときのモータ 509 の回転速度に対応する。つまり、モータ 509 は回転速度が所定速度としての tgt である状態で反転ローラ 321 を駆動する。

【0102】

一方、制御切替器 515 は、ベクトル制御が実行されている状態において、回転速度 ref が閾値 th より小さくなると、切替信号を 'H' から 'L' に切り替える。

【0103】

以上のように、本実施形態では、前回のモータ 509 の回転方向と、CPU 151a から出力された情報が示す回転方向と、が異なる方向である場合、回転速度 ref が tgt に到達すると、制御方式が定電流制御からベクトル制御に切り替わる。この結果、モータの制御が不安定になることを抑制することができる。

【0104】

また、本実施形態では、前回のモータ 509 の回転方向と、CPU 151a から出力された情報が示す回転方向と、が同じ方向である場合、回転速度 ref が th 以上になると、制御方式が定電流制御からベクトル制御に切り替わる。この結果、CPU 151a から出力された情報が示す回転方向と、が異なる方向である場合に比べて可能な限りベクトル制御を実行する期間を長くすることができる。即ち、モータの駆動における消費電力を抑制することができる。

【0105】

また、本実施形態では、ベクトル制御が実行されている状態において、回転速度 ref が閾値 th より小さくなると、制御方式がベクトル制御から定電流制御に切り替わる。この結果、可能な限りベクトル制御を実行する期間を長くすることができる。即ち、モータの駆動における消費電力を抑制することができる。

【0106】

なお、本実施形態では、前回のモータ 509 の回転方向と、CPU 151a から出力された情報が示す回転方向と、が異なる方向である場合、回転速度 ref が tgt に到達すると、制御方式が定電流制御からベクトル制御に切り替わったがこの限りではない。例えば、前回のモータ 509 の回転方向と、CPU 151a から出力された情報が示す回転方向と、が異なる方向である場合、モータ 509 が起動してから所定時間後に制御方式が定電流制御からベクトル制御に切り替わっても良い。所定時間は、モータ 509 が起動してからバックラッシュに起因する負荷トルクの増大が生じるまでの時間よりも長い時間であり、予め実験等によって決められた時間である。

【0107】

搬送ローラ 307 等、一方向にしか回転させない負荷を駆動するモータに関しては、回転速度 ref が th 以上になると、制御方式が定電流制御からベクトル制御に切り替わる構成が適用されても良い。

【0108】

本実施形態では、反転ローラ 321 を駆動するモータの制御方法を切り替える構成について説明したが、本実施形態における制御方法を切り替える構成は反転ローラ 321 にも適用されるわけではない。例えば、搬送ローラ 320 等にも適用される。

【0109】

なお、本実施形態におけるベクトル制御では、位相フィードバック制御を行うことによってモータ 509 を制御しているが、これに限定されるものではない。例えば、回転子 402 の回転速度をフィードバックしてモータ 509 を制御する構成であっても良い。具

10

20

30

40

50

体的には、図 8 に示すように、CPU 151a が回転子の目標速度を表す指令速度 ω_{ref} を出力する。また、モータ制御装置内部に設けられた速度決定器 514 が位相決定器 513 から出力された回転位相の時間変化に基づいて回転速度を決定する。速度の決定には、以下の式 (12) が用いられる。

【0110】

$$\omega = d\theta / dt \quad (12)$$

速度制御器 600 は回転速度と指令速度 ω_{ref} との偏差が小さくなるように、q 軸電流指令値 $i_q^* \omega_{ref}$ を生成して出力する構成とする。このような速度フィードバック制御を行うことによって、モータ 509 を制御する構成であっても良い。このような構成においては回転速度をフィードバックしているため、回転子の回転速度が所定の速度になるように制御することができる。

10

【0111】

なお、本実施形態におけるモータ制御装置は、ベクトル制御を行う回路と定電流制御を行う回路とにおいて、一部共有している部分（電流制御器 503、504、PWM インバータ 506 等）があるが、この限りではない。例えば、ベクトル制御を行う回路と定電流制御を行う回路とがそれぞれ独立に設けられている構成であっても良い。

【0112】

また、回転速度 ω_{ref} は、例えば、駆動電流 i 又は i^* 、駆動電圧 V 又は V^* 、誘起電圧 E 又は E^* 等、回転子 402 の回転周期と相関のある周期的な信号の大きさが 0 になる周期に基づいて決定されても良い。

20

【0113】

また、本実施形態においては、負荷を駆動するモータとしてステッピングモータが用いられているが、DC モータやブラシレス DC モータ等の他のモータであっても良い。また、モータは 2 相モータである場合に限らず、3 相モータ等の他のモータであっても本実施形態を適用することができる。

【0114】

また、本実施形態においては、回転子として永久磁石が用いられているが、これに限定されるものではない。

【符号の説明】

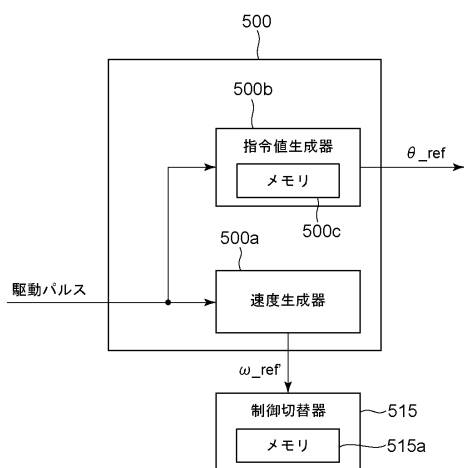
【0115】

30

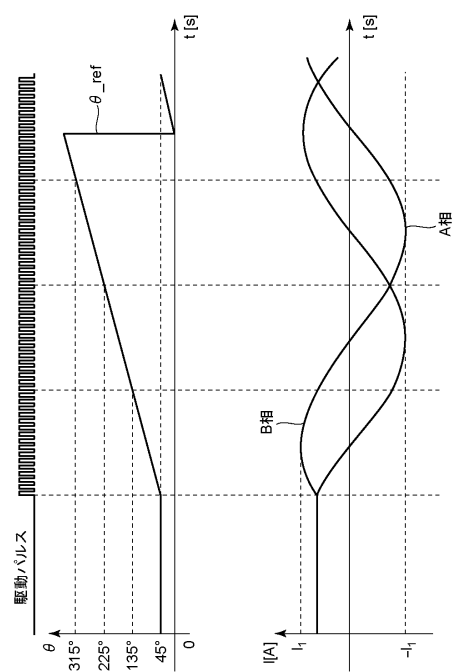
- 157 モータ制御装置
- 318 定着器
- 321 反転ローラ
- 322 搬送ローラ
- 325 反転パス
- 326 両面パス
- 402 回転子
- 502 位相制御器
- 507, 508 電流検出器
- 509 モータ
- 513 位相決定器
- 517 定電流制御器
- 518 ベクトル制御器

40

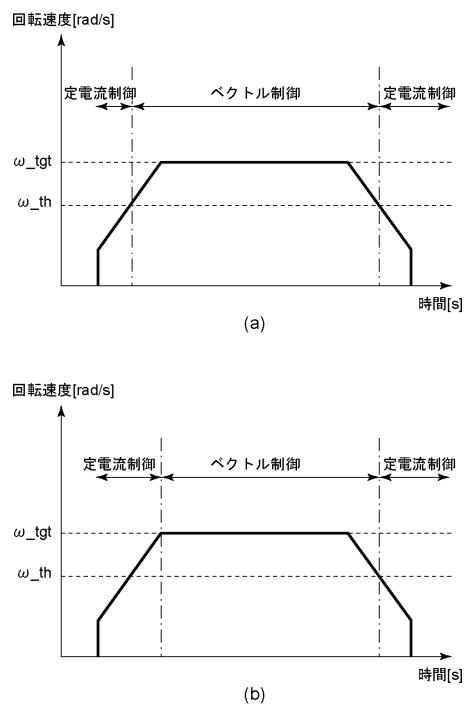
【 図 5 】



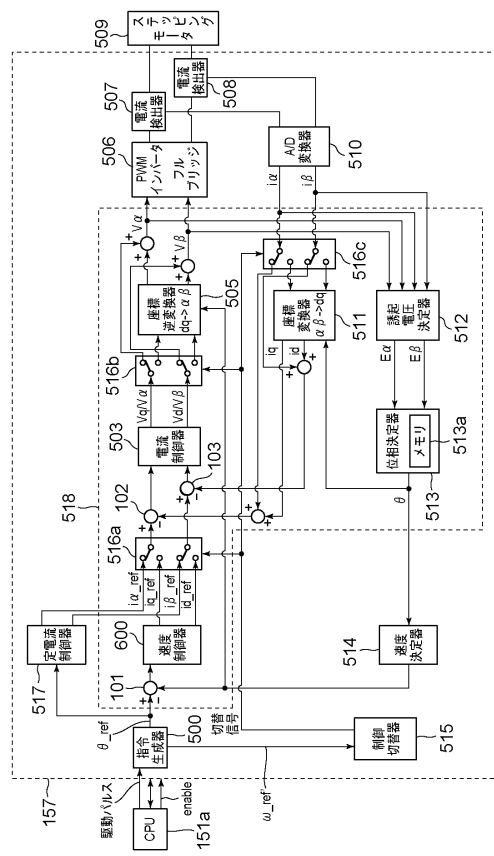
【 図 6 】



【 図 7 】



【 図 8 】



フロントページの続き

ヤノン株式会社内

F ターム (参考) 2H028 BA06 BA09 BB02
 2H270 KA41 LA01 LC11 MB25 MB30 MD10 MD12 MH09 PA26 PA83
 ZC04
 3F049 AA10 EA17 LA02 LB03
 5H505 AA15 DD01 DD03 DD08 EE41 EE49 EE55 GG01 GG02 GG04
 GG07 HB01 JJ03 JJ16 JJ17 JJ23 JJ24 LL14 LL16 LL22 LL25
 LL39 LL41