

【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 6 部門第 2 区分
 【発行日】平成 18 年 6 月 15 日 (2006.6.15)

【公開番号】特開 2003-241535 (P2003-241535A)
 【公開日】平成 15 年 8 月 29 日 (2003.8.29)
 【出願番号】特願 2002-43384 (P2002-43384)
 【国際特許分類】

G 0 3 G 15/16 (2006.01)

G 0 3 G 15/01 (2006.01)

【F I】

G 0 3 G 15/16

G 0 3 G 15/01 1 1 4 A

【手続補正書】

【提出日】平成 18 年 4 月 19 日 (2006.4.19)

【手続補正 1】

【補正対象書類名】明細書

【補正対象項目名】全文

【補正方法】変更

【補正の内容】

【書類名】明細書

【発明の名称】ベルト移動装置および該装置を備えた画像形成装置

【特許請求の範囲】

【請求項 1】ベルトを移動させるための駆動軸と、駆動源からの駆動力を前記駆動軸に伝達する伝達手段を備え、前記駆動源からの駆動力によりベルトを移動させるベルト移動装置において、

前記ベルトの移動方向の位置を認識するために該ベルトに設けられたマーカを検出するマーカ検出手段と、

前記駆動軸の回転状態を検出する回転状態検出手段と、

前記マーカ検出手段の検出結果に基づき、ベルトの移動方向の位置を補正するための補正情報を作成する第 1 の補正情報作成手段と、

前記回転状態検出手段の検出結果に基づき、前記駆動軸の回転状態を補正するための補正情報を作成する第 2 の補正情報作成手段と、

前記第 1 および第 2 の補正情報作成手段の補正情報に基づいて前記駆動源を移動制御する制御手段と、
 を備えたことを特徴とするベルト移動装置。

【請求項 2】前記第 1 の補正情報作成手段は、

作成する補正情報の最大応答周波数を、前記第 2 の補正情報作成手段が作成する補正情報の最大応答周波数よりも小さくすることを特徴とする請求項 1 に記載のベルト移動装置。

【請求項 3】駆動源の駆動により駆動軸を回転させ、ベルトを駆動するベルト移動装置において、

前記ベルトの表面位置を検出する検出手段と、

前記検出手段で検出された表面位置をフィードバックして前記駆動対象の表面位置を目標位置に追従させる位置制御手段と、

を備えたことを特徴とするベルト移動装置。

【請求項 4】駆動源の駆動により駆動軸を回転させ、ベルトを駆動するベルト移動装置において、

前記駆動源軸の回転状態を検出する回転状態検出手段と、

前記回転状態検出手段で検出された回転状態をフィードバックして前記駆動源軸目標位置を前記ベルトの目標表面位置からのずれがなくなるように前記駆動源軸の目標位置に追従させる移動制御をおこなう制御手段と、
を備えたことを特徴とするベルト移動装置。

【請求項 5】 前記ベルトを張設する駆動軸の軸方向の少なくとも 1 箇所に歯が形成され、

前記ベルトには、前記駆動軸の歯に噛み合う歯が形成され、

駆動軸の回転によりベルトを移動させることを特徴とする請求項 1 ~ 4 のいずれか一つに記載のベルト移動装置。

【請求項 6】 前記駆動軸の駆動表面には、摩擦係数が大きい部材を備え、

該駆動軸の回転により前記ベルトを移動させることを特徴とする請求項 1 ~ 4 のいずれか一つに記載のベルト移動装置。

【請求項 7】 前記ベルトは、

画像形成装置に設けられる中間転写ベルトおよび / または紙搬送ベルトであることを特徴とする請求項 1 ~ 6 のいずれか一つに記載のベルト移動装置。

【請求項 8】 前記制御手段は、

前記駆動軸に対する目標駆動軸角度からコントローラを含む駆動軸角度までの開ループ伝達特性の交差周波数 W_{cd} と、駆動軸トルクから前記ベルトの表面位置までの固有振動数 W_{pd} の関係が、

$$W_{cd} > W_{pd}$$

の場合は、

前記目標駆動軸角度を前記ベルトの目標表面位置からのずれがなくなるように制御することを特徴とする請求項 1 , 2 のいずれか一つに記載のベルト移動装置。

【請求項 9】 前記制御手段は、

前記駆動軸に対する目標駆動源軸角度からコントローラと駆動軸までの機械系を含む駆動源軸角度までの開ループ伝達特性の交差周波数 W_{cm} と、駆動軸トルクから前記ベルトの表面位置までの固有振動数 W_{pd} の関係が、

$$W_{cm} > W_{pd}$$

の場合は、

前記目標駆動源軸角度を前記ベルトの目標表面位置からのずれがなくなるように制御することを特徴とする請求項 4 に記載のベルト移動装置。

【請求項 10】 前記制御手段は、

目標位置からコントローラを含む前記ベルトの表面位置までの開ループ伝達特性の交差周波数 W_{cs} と、駆動軸トルクあるいは駆動源軸トルクから前記ベルトの表面位置までの固有振動数 W_{pdm} の関係が、

$$W_{pdm} > W_{cs}$$

で、かつ安定に制御できる場合は、前記ベルトの表面位置だけをフィードバックして前記ベルトの目標表面位置からのずれがなくなるように制御することを特徴とする請求項 3 に記載のベルト移動装置。

【請求項 11】 前記制御手段は、

前記回転状態検出手段で検出された前記駆動軸の回転状態をフィードバックして駆動軸目標位置に追従させる内側フィードバックループの前記交差周波数 W_{cd} と、目標位置から内側フィードバックループのコントローラを含む前記ベルトの表面位置までの前記開ループ伝達特性の交差周波数 W_{cs} の関係が、

$$W_{cd} > W_{cs}$$

とした外側フィードバックループの制御を実行することを特徴とする請求項 1 , 2 , 8 のいずれか一つに記載のベルト移動装置。

【請求項 12】 前記制御手段は、

前記回転状態検出手段で検出された前記駆動軸の回転状態をフィードバックして駆動軸目標位置に追従させる内側フィードバックループの前記交差周波数 W_{cm} と、目標位置か

ら内側フィードバックループのコントローラを含む前記ベルトの表面位置までの前記開ループ伝達特性の交差周波数 W_{cs} の関係が、

$$W_{cm} > W_{cs}$$

とした外側フィードバックループの制御を実行することを特徴とする請求項4, 9のいずれか一つに記載のベルト移動装置。

【請求項13】 前記制御手段は、

PIコントローラに外乱推定オブザーバを付加して構成され、

目標位置から前記ベルトの表面位置までの開ループ伝達関数の交差周波数 W_{cs} の傾きとして $-20\text{ dB}/\text{dec}$ の積分特性を持たせてなることを特徴とする請求項1~4, 10~12のいずれか一つに記載のベルト移動装置。

【請求項14】 前記制御手段として、

前記ベルトの駆動開始時に、ランプ関数の目標位置を前記目標位置を滑らかにする関数で乗算し、新たな目標位置として測定出力の比較信号とし、前記目標位置を滑らかにする関数に制御対象の伝達関数の逆数を乗算することにより、前記駆動源にフィードフォワード電流を与えるフィードフォワード系回路を備えたことを特徴とする請求項1~4, 10~13のいずれか一つに記載のベルト移動装置。

【請求項15】 前記歯は、前記ベルト上の画像形成部以外の箇所に形成されたことを特徴とする請求項5に記載のベルト移動装置。

【請求項16】 前記ベルトは、前記駆動軸と、複数のローラで張設され、該複数のローラのうち少なくとも転写ニップ部のローラは、前記ベルトの歯に接触しない軸長とされたことを特徴とする請求項5, 7のいずれか一つに記載のベルト移動装置。

【請求項17】 前記駆動源から前記駆動軸までの伝達手段は、タイミングベルトとタイミングプーリーで構成されたことを特徴とする請求項1~16のいずれか一つに記載のベルト移動装置。

【請求項18】 前記駆動源から前記駆動軸までの伝達手段は、ギヤで構成されたことを特徴とする請求項1~16のいずれか一つに記載のベルト移動装置。

【請求項19】 前記駆動源軸から前記駆動軸までの伝達手段は、駆動源軸と駆動軸が一体か駆動源軸と駆動軸がカップリングで締結されたダイレクト駆動であることを特徴とする請求項1~16のいずれか一つに記載のベルト移動装置。

【請求項20】 前記制御手段は、

前記マーカ検出手段で検出されたスリットパターンからなるマーカをA/D変換し、該A/D変換の出力に基づき、検出されたマーカが示すスリットパターン間を位置補間する信号補間手段を備えてなることを特徴とする請求項1~19のいずれか一つに記載のベルト移動装置。

【請求項21】 前記制御手段は、

前記マーカ検出手段で検出されたスリットパターンからなるマーカの信号パルスのパルスエッジ間を該信号パルスよりも短い周期の一定間隔クロックで時間的に補間する信号補間手段を備えてなることを特徴とする請求項1~20のいずれか一つに記載のベルト移動装置。

【請求項22】 前記制御手段は、

単一のDSP、あるいは単一のマイクロコンピュータを用いて前記ベルトを駆動制御することを特徴とする請求項1~21のいずれか一つに記載のベルト移動装置。

【請求項23】 前記制御手段は、

前記DSPあるいはマイクロコンピュータを用いたサーボ駆動の演算のために、制御演算のサンプリング時間で離散化した演算結果を前記駆動源に対する入力として与えることを特徴とする請求項22に記載のベルト移動装置。

【請求項24】 前記回転状態検出手段は、

前記駆動軸、あるいは前記駆動源の軸と同軸に設けられる偏心補正エンコーダであることを特徴とする請求項1~23のいずれか一つに記載のベルト移動装置。

【請求項25】 前記請求項1~24のいずれか一つに記載のベルト移動装置を備え

た画像形成装置であって、

前記ベルト画像形成のための中間転写ベルトとして備え、該中間転写ベルトを移動制御して複数色からなるカラー画像を転写紙上に画像形成する画像形成手段を備えたことを特徴とする画像形成装置。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】

この発明は、ベルトの移動制御をおこなう、より詳しくは、カラープリンタ当の画像形成装置に設けられる中間転写ベルトの位置を高精度に制御することができるベルト移動装置および該装置を備えた画像形成装置に関する。

【0002】

【従来の技術】

カラープリンタ等の画像形成装置などに使用される中間転写ベルトの位置は、ベルト搬送装置によって制御される。図18は、従来のベルト搬送装置（特開平6-263281号公報に開示）を示す平面図である。このベルト搬送装置は、無端状のベルト1801を駆動する駆動ロール1802にエンコーダ1803を設け、駆動ロール1802が1回転するごとに1回インデックス信号を発生する。また、ベルト1801上の1箇所にマーク1804が設けられ、センサ1805でその通過時間を読み取る。

【0003】

制御手段（図示せず）は、これらインデックス信号とマークの検出信号の関係に基づきベルト1801の速度変動（駆動軸の偏心）を求め、偏心を補正するように速度制御する。ベルト1801は、画像形成装置の中間転写ベルトとして用いられ、画像形成に用いる色数分の回転をおこなうものであり、1色目の駆動の速度のパターンをベルト1801上のマーク1804で読み取り、2色目以降の速度パターンとする。

【0004】

また、駆動ロール1802の偏心により、ベルト1801の速度変動が発生するのを防ぐため、ベルト1801の速度変動を打ち消すように駆動ロール1802を速度制御する。具体的には、ベルト周長のずれを利用して、駆動ロール1802の回転角度とベルト1801の速度変動の対応をフーリエ変換で求め、駆動ロール1802の目標速度に位相と振幅を加え、ベルト1801の速度を一定に制御している。

【0005】

【発明が解決しようとする課題】

しかしながら、従来のベルト搬送装置では、速度制御によってベルト1801の位置を制御しているので、時間とともに位置偏差が大きくなる。特に、カラーコピーのように、4色のブラック、イエロー、マゼンダ、シアンのトナー各色を中間転写ベルト上に順番に重ね合わせて用いる際には色ずれとなって現れる。位置誤差が、外乱等で生じた場合、そのまま色ずれをした状態になる。すなわち、位置制御の場合は、ある時点で色ずれを起しても、その後目標位置に追従できる。これに対し、上記従来の速度制御では、位置誤差が起きた後はずれた状態を解消できないという問題があった。

【0006】

また、駆動ロール1802の速度変動制御については、駆動ロール1802の回転周期のような低い周波数では効果が得られるが、バンディングのように、ある程度高周波数の速度変動には対応することができないという問題があった。

【0007】

この発明は、上述した従来技術による問題点を解消するため、バウンディング等のベルトの速度変動と、ベルト目標位置からの位置ずれを小さくでき、高精度な位置制御がおこなえるベルト移動装置および該装置を備えて形成する画像の色ずれを防止し高画質な画像を形成できる画像形成装置を提供することを目的とする。

【0008】

【課題を解決するための手段】

上述した課題を解決し、目的を達成するため、請求項 1 の発明にかかるベルト移動装置は、ベルトを移動させるための駆動軸と、駆動源からの駆動力を前記駆動軸に伝達する伝達手段を備え、前記駆動源からの駆動力によりベルトを移動させるベルト移動装置において、前記ベルトの移動方向の位置を認識するために該ベルトに設けられたマーカを検出するマーカ検出手段と、前記駆動軸の回転状態を検出する回転状態検出手段と、前記マーカ検出手段の検出結果に基づき、ベルトの移動方向の位置を補正するための補正情報を作成する第 1 の補正情報作成手段と、前記回転状態検出手段の検出結果に基づき、前記駆動軸の回転状態を補正するための補正情報を作成する第 2 の補正情報作成手段と、前記第 1 および第 2 の補正情報作成手段の補正情報に基づいて前記駆動源を移動制御する制御手段とを備えたことを特徴とする。

【0009】

この請求項 1 の発明によれば、ベルトと駆動軸がスリップして、目標位置からベルトがずれた時、ベルト表面の位置の検出により、駆動軸の回転角度目標位置をベルトのずれ分だけ補正してベルト表面の位置をスリップがない時の位置へ戻すことができる。また、駆動軸の偏心により目標位置からベルトがずれた時、ベルト表面の位置を測定して、駆動軸の回転角度目標位置をベルトのずれ分だけ補正してベルト表面の位置を駆動軸の偏心がない場合の位置へ戻すことができる。これらにより、ベルトの目標位置からの位置ずれを抑えることができるようになる。

【0010】

また、請求項 2 の発明にかかるベルト移動装置は、請求項 1 に記載の発明において、前記第 1 の補正情報作成手段は、作成する補正情報の最大応答周波数を、前記第 2 の補正情報作成手段が作成する補正情報の最大応答周波数よりも小さくすることを特徴とする。

【0011】

この請求項 2 の発明によれば、剛性が低いベルトの位置制御は、応答周波数を低くして共振を励起させないようにする。ベルトより剛性が高い駆動源から駆動軸までの駆動系は、応答周波数を高くして各軸の偏心外乱を打ち消す位置制御をおこなう。ベルトのずれは、第 1 の補正手段、その他の外乱は主に第 2 の補正手段が受け持つことによりベルト目標位置からの位置ずれを抑えることができるようになる。

【0012】

また、請求項 3 の発明にかかるベルト移動装置は、駆動源の駆動により駆動軸を回転させ、ベルトを駆動するベルト移動装置において、前記ベルトの表面位置を検出する検出手段と、前記検出手段で検出された表面位置をフィードバックして前記駆動対象の表面位置を目標位置に追従させる位置制御手段とを備えたことを特徴とする。

【0013】

この請求項 3 の発明によれば、ベルトの剛性を上げることによりベルトの共振周波数を上げて、制御帯域を上げたベルト表面位置を直接フィードバック制御することにより、ベルト目標位置からの位置ずれを抑えることができるようになる。

【0014】

また、請求項 4 の発明にかかるベルト移動装置は、駆動源の駆動により駆動軸を回転させ、ベルトを駆動するベルト移動装置において、前記駆動源軸の回転状態を検出する回転状態検出手段と、前記回転状態検出手段で検出された回転状態をフィードバックして前記駆動源軸目標位置を前記ベルトの目標表面位置からのずれがなくなるように前記駆動源軸の目標位置に追従させる移動制御をおこなう制御手段とを備えたことを特徴とする。

【0015】

この請求項 4 の発明によれば、駆動源軸の回転状態をフィードバックするので、駆動源軸から駆動軸位置の伝達系の偏心等の機械誤差と、駆動軸からベルト表面位置までの伝達系の偏心等の機械誤差と、ベルトと駆動ローラがスリップした場合に、ベルト表面の位置の検出で駆動源軸の回転角度目標位置をベルトのずれ分だけ補正してベルト表面の位置をスリップがない時の位置へ戻すことにより、ベルト目標位置からの位置ずれを抑えることができる。

【 0 0 1 6 】

また、請求項 5 の発明にかかるベルト移動装置は、請求項 1 ～ 4 のいずれか一つに記載の発明において、前記ベルトを張設する駆動軸の軸方向の少なくとも 1 箇所に歯が形成され、前記ベルトには、前記駆動軸の歯に噛み合う歯が形成され、駆動軸の回転によりベルトを移動させることを特徴とする。

【 0 0 1 7 】

この請求項 5 の発明によれば、ベルトと駆動軸が歯で噛み合うため、目標位置からの位置ずれを抑えることができるようになる。

【 0 0 1 8 】

また、請求項 6 の発明にかかるベルト移動装置は、請求項 1 ～ 4 のいずれか一つに記載の発明において、前記駆動軸の駆動表面には、摩擦係数が大きい部材を備え、該駆動軸の回転により前記ベルトを移動させることを特徴とする。

【 0 0 1 9 】

この請求項 6 の発明によれば、摩擦係数が大きい駆動軸を用いることにより、ベルトのスリップを少なくでき、目標位置からの位置ずれを抑えることができる。

【 0 0 2 0 】

また、請求項 7 の発明にかかるベルト移動装置は、請求項 1 ～ 6 のいずれか一つに記載の発明において、前記ベルトは、画像形成装置に設けられる中間転写ベルトおよび/または紙搬送ベルトであることを特徴とする。

【 0 0 2 1 】

この請求項 7 の発明によれば、駆動対象であるベルトは、画像形成装置の中間転写ベルトあるいは紙搬送ベルトとすることにより、画像形成装置における画像形成時の位置ずれを防止して高精度な画像形成がおこなえるようになる。

【 0 0 2 2 】

また、請求項 8 の発明にかかるベルト移動装置は、請求項 1 , 2 のいずれか一つに記載の発明において、前記制御手段は、前記駆動軸に対する目標駆動軸角度からコントローラを含む駆動軸角度までの開ループ伝達特性の交差周波数 W_{cd} と、駆動軸トルクから前記ベルトの表面位置までの固有振動数 W_{pd} の関係が、

$$W_{cd} > W_{pd}$$

の場合は、前記目標駆動軸角度を前記ベルトの目標表面位置からのずれがなくなるように制御することを特徴とする。

【 0 0 2 3 】

この請求項 8 の発明によれば、駆動源の発生トルクから駆動軸角度までの剛性が高く、駆動軸トルクからベルトの表面位置までの剛性が低い場合、すなわち、駆動源の発生トルクから駆動軸角度までの共振周波数が駆動軸トルクからベルトの表面位置より高い時、目標駆動軸角度からコントローラを含む駆動軸角度までの開ループ伝達特性の交差周波数 W_{cd} を高くすることができ、安定し応答性の速い制御系を構成できるようになる。また、ベルトの目標表面位置からのずれは、目標駆動軸角度に加えることにより、解消できるため位置ずれを抑えることができるようになる。

【 0 0 2 4 】

また、請求項 9 の発明にかかるベルト移動装置は、請求項 4 に記載の発明において、前記制御手段は、前記駆動軸に対する目標駆動源軸角度からコントローラと駆動軸までの機械系を含む駆動源軸角度までの開ループ伝達特性の交差周波数 W_{cm} と、駆動軸トルクから前記ベルトの表面位置までの固有振動数 W_{pd} の関係が、

$$W_{cm} > W_{pd}$$

の場合は、前記目標駆動源軸角度を前記ベルトの目標表面位置からのずれがなくなるように制御することを特徴とする。

【 0 0 2 5 】

この請求項 9 の発明によれば、駆動源の発生トルクから駆動源軸角度までの剛性が高く、駆動軸トルクからベルトの表面位置までの剛性が低い場合、すなわち、駆動源の発生ト

ルクから駆動軸までの機械系を含む駆動源軸角度までの共振周波数が駆動軸トルクからベルトの表面位置より高い時、目標駆動源軸角度からコントローラを含む駆動源軸角度までの開ループ伝達特性の交差周波数 W_{cm} を高くすることができるため、安定し応答性の速い制御系を構成できるようになる。また、ベルトの目標表面位置からのずれは、目標駆動源軸角度に加えることにより解消することができ、位置ずれを少なくできるようになる。

【0026】

また、請求項10の発明にかかるベルト移動装置は、請求項3に記載の発明において、前記制御手段は、目標位置からコントローラを含む前記ベルトの表面位置までの開ループ伝達特性の交差周波数 W_{cs} と、駆動軸トルクあるいは駆動源軸トルクから前記ベルトの表面位置までの固有振動数 W_{pdm} の関係が、

$$W_{pdm} > W_{cs}$$

で、かつ安定に制御できる場合は、前記ベルトの表面位置だけをフィードバックして前記ベルトの目標表面位置からのずれがなくなるように制御することを特徴とする。

【0027】

この請求項10の発明によれば、ベルトの剛性が高い場合であっても、ベルトの表面位置のフィードバック制御により、応答性と安定性に優れた制御が実現でき、ベルトの目標表面位置からのずれを解消できるようになる。

【0028】

また、請求項11の発明にかかるベルト移動装置は、請求項1, 2, 8のいずれか一つに記載の発明において、前記制御手段は、前記回転状態検出手段で検出された前記駆動軸の回転状態をフィードバックして駆動軸目標位置に追従させる内側フィードバックループの前記交差周波数 W_{cd} と、目標位置から内側フィードバックループのコントローラを含む前記ベルトの表面位置までの前記開ループ伝達特性の交差周波数 W_{cs} の関係が、

$$W_{cd} > W_{cs}$$

とした外側フィードバックループの制御を実行することを特徴とする。

【0029】

この請求項11の発明によれば、目標駆動軸角度について、駆動軸からベルト表面位置までの共振周波数が低い時は、外側フィードバックループのゲインを抑え、安定して目標駆動軸角度の変更が可能となる。

【0030】

また、請求項12の発明にかかるベルト移動装置は、請求項4, 9のいずれか一つに記載の発明において、前記制御手段は、前記回転状態検出手段で検出された前記駆動軸の回転状態をフィードバックして駆動軸目標位置に追従させる内側フィードバックループの前記交差周波数 W_{cm} と、目標位置から内側フィードバックループのコントローラを含む前記ベルトの表面位置までの前記開ループ伝達特性の交差周波数 W_{cs} の関係が、

$$W_{cm} > W_{cs}$$

とした外側フィードバックループの制御を実行することを特徴とする。

【0031】

この請求項12の発明によれば、目標駆動源軸角度について、駆動源から駆動軸までの伝達系や、駆動軸からベルト表面位置の共振周波数が低い時は、外側フィードバックループのゲインを抑え、安定して目標駆動源軸角度の変更が可能となる。

【0032】

また、請求項13の発明にかかるベルト移動装置は、請求項1~4, 10~12のいずれか一つに記載の発明において、前記制御手段は、PIコントローラに外乱推定オブザーバを付加して構成され、目標位置から前記ベルトの表面位置までの開ループ伝達関数の交差周波数 W_{cs} の傾きとして -20 dB/dec の積分特性を持たせてなることを特徴とする。

【0033】

この請求項13の発明によれば、マイナーループについては、PIコントローラで安定な位置制御を実行し、位置制御で取り除けない外乱による位置変動を、外乱推定オブザー

バにより、高精度な位置制御をおこなうため、外側フィードバックループ、すなわち、目標位置からベルトの表面位置までの開ループ伝達関数の交差周波数 W_{cs} の傾きを -20 dB/dec の積分特性とすることで全体系で安定な位置制御が図れるようになる。

【0034】

また、請求項14の発明にかかるベルト移動装置は、請求項1～4，10～13のいずれか一つに記載の発明において、前記制御手段として、前記ベルトの駆動開始時に、ランプ関数の目標位置を滑らかにする関数で乗算し、新たな目標位置として測定出力の比較信号とし、前記目標位置を滑らかにする関数に制御対象の伝達関数の逆数を乗算することにより、前記駆動源にフィードフォワード電流を与えるフィードフォワード系回路を備えたことを特徴とする。

【0035】

この請求項14の発明によれば、ベルトの駆動開始時には、ランプ関数の目標位置を滑らかにする関数で乗算するため、オーバーシュートが小さく振動を抑えた位置制御が実行できるようになる。

【0036】

また、請求項15の発明にかかるベルト移動装置は、請求項5に記載の発明において、前記歯は、前記ベルト上の画像形成部以外の箇所に形成されたことを特徴とする。

【0037】

この請求項15の発明によれば、ベルトの画像形成部以外に歯を配置したので、歯による振動が画像形成部に伝わらなくなり、バンディングや位置ずれを少なくすることができるようになる。

【0038】

また、請求項16の発明にかかるベルト移動装置は、請求項5，7のいずれか一つに記載の発明において、前記ベルトは、前記駆動軸と、複数のローラで張設され、該複数のローラのうち少なくとも転写ニップ部のローラは、前記ベルトの歯に接触しない軸長とされたことを特徴とする。

【0039】

この請求項16の発明によれば、ベルトの転写ニップ部には、歯が接触しないため、歯による振動が画像形成部に伝わらず、バンディングや位置ずれを少なくすることができるようになる。

【0040】

また、請求項17の発明にかかるベルト移動装置は、請求項1～16のいずれか一つに記載の発明において、前記駆動源から前記駆動軸までの伝達手段は、タイミングベルトとタイミングプーリーで構成されたことを特徴とする。

【0041】

この請求項17の発明によれば、伝達手段をタイミングベルトとタイミングプーリーで構成したので、駆動軸に対するベルトの位置ずれを生じにくく、また、ギヤ駆動に比べて騒音が小さく、ダイレクト駆動に比べて消費電力を抑えることができるようになる。

【0042】

また、請求項18の発明にかかるベルト移動装置は、請求項1～16のいずれか一つに記載の発明において、前記駆動源から前記駆動軸までの伝達手段は、ギヤで構成されたことを特徴とする。

【0043】

この請求項18の発明によれば、伝達手段をギヤで構成したので、駆動軸に対するベルトの位置ずれを生じにくく、また、タイミングベルトとタイミングプーリー駆動に比べて剛性を上げることができ、ダイレクト駆動に比べて消費電力を抑えることができるようになる。

【0044】

また、請求項19の発明にかかるベルト移動装置は、請求項1～16のいずれか一つに記載の発明において、前記駆動源軸から前記駆動軸までの伝達手段は、駆動源軸と駆動軸

が一体か駆動源軸と駆動軸がカップリングで締結されたダイレクト駆動であることを特徴とする。

【 0 0 4 5 】

この請求項 19 の発明によれば、ベルトを駆動源軸直結のダイレクト駆動としたので、駆動軸に対するベルトの位置ずれを生じず、また、タイミングベルトとタイミングプーリーによる伝達系やギヤによる伝達系に比べて騒音が小さく、剛性を上げることができるようになる。

【 0 0 4 6 】

また、請求項 20 の発明にかかるベルト移動装置は、請求項 1 ~ 19 のいずれか一つに記載の発明において、前記制御手段は、前記マーカー検出手段で検出されたスリットパターンからなるマーカーを A / D 変換し、該 A / D 変換の出力に基づき、検出されたマーカーが示すスリットパターン間を位置補間する信号補間手段を備えてなることを特徴とする。

【 0 0 4 7 】

この請求項 20 の発明によれば、マーカー検出手段に、スリットパターンの幅が広い安価なものを用いても、スリットの検出によるアナログ出力を A / D 変換しスリット間を補間することにより、高分解能化が可能となり、高精度な位置制御ができるようになる。

【 0 0 4 8 】

また、請求項 21 の発明にかかるベルト移動装置は、請求項 1 ~ 20 のいずれか一つに記載の発明において、前記制御手段は、前記マーカー検出手段で検出されたスリットパターンからなるマーカーの信号パルスのパルスエッジ間を該信号パルスよりも短い周期の一定間隔クロックで時間的に補間する信号補間手段を備えてなることを特徴とする。

【 0 0 4 9 】

この請求項 21 の発明によれば、マーカー検出手段に、スリットパターンの幅が広い安価なものを用いても、スリットの検出のパルスエッジ間を信号パルスよりも短い周期の一定間隔クロックで時間的に補間することにより、高分解能化が可能となり、高精度な位置制御ができるようになる。

【 0 0 5 0 】

また、請求項 22 の発明にかかるベルト移動装置は、請求項 1 ~ 21 のいずれか一つに記載の発明において、前記制御手段は、単一個の DSP、あるいは単一個のマイクロコンピュータを用いて前記ベルトを駆動制御することを特徴とする。

【 0 0 5 1 】

この請求項 22 の発明によれば、単一個の DSP や一つの CPU で、ソフトウェアサーボを実行するため、コントローラやオブザーバの演算、目標値軌跡、フィードフォワード計算をソフトウェアで処理でき、複雑な回路が必要なく安価で、高精度な位置決め制御ができるようになる。

【 0 0 5 2 】

また、請求項 23 の発明にかかるベルト移動装置は、請求項 22 に記載の発明において、前記制御手段は、前記 DSP あるいはマイクロコンピュータを用いたサーボ駆動の演算のために、制御演算のサンプリング時間で離散化した演算結果を前記駆動源に対する入力として与えることを特徴とする。

【 0 0 5 3 】

この請求項 23 の発明によれば、ソフトウェアサーボを用い、サンプリング時間で PI コントローラ、外乱推定オブザーバ、新たな目標位置、フィードフォワード値を離散化して演算するため、高精度な位置決め制御がおこなえるようになる。

【 0 0 5 4 】

また、請求項 24 の発明にかかるベルト移動装置は、請求項 1 ~ 23 のいずれか一つに記載の発明において、前記回転状態検出手段は、前記駆動軸、あるいは前記駆動源の軸と同軸に設けられる偏心補正エンコーダであることを特徴とする。

【 0 0 5 5 】

この請求項 24 の発明によれば、駆動軸や駆動源軸に取り付けたエンコーダに偏心が生じてこれを補正できるため、偏心位置誤差が生じず駆動軸や駆動源軸の位置制御を高精度におこなえるようになる。

【0056】

また、請求項 25 の発明にかかる画像形成装置は、前記請求項 1 ~ 24 のいずれか一つに記載のベルト移動装置を備えた画像形成装置であって、前記ベルト画像形成のための中間転写ベルトとして備え、該中間転写ベルトを移動制御して複数色からなるカラー画像を転写紙上に画像形成する画像形成手段を備えたことを特徴とする。

【0057】

この請求項 25 の発明によれば、中間転写ベルトの移動制御を高精度におこなえるため、転写紙上におけるカラー画像の色ずれを防止して、高品質な画像を形成することができるようになる。

【0058】

【発明の実施の形態】

以下に添付図面を参照して、この発明にかかるベルト移動装置の好適な実施の形態を詳細に説明する。図 1 は、この発明によるベルト移動装置の全体構成を示す斜視図である。以下、画像形成装置の画像転写用の中間転写ベルトを移動制御する構成例について説明する。

【0059】

駆動対象である中間転写ベルト 101 は、駆動軸 102、駆動軸タイミングプーリー 103、タイミングベルト 104 を介して駆動源であるベルト駆動用モータ 106 に連結され駆動される。この中間転写ベルト 101 の表面には、画像領域外に搬送方向に沿って所定長さのスリット状にエンコーダスケール 107 が形成されている。中間転写ベルト 101 のエンコーダスケール 107 に対向して光ヘッド（センサ）108 が配置され、エンコーダスケール 107 の移動を検出する。駆動軸 102 には、この駆動軸 102 の回転を検出する駆動軸エンコーダ 109 が設けられている。

【0060】

感光体 110 は、駆動軸 111、駆動軸タイミングプーリー（図示しない）、タイミングベルト 112 を介してドラム駆動モータ 113 に連結され駆動される。感光体 110 の駆動軸 111 には、回転を検出するロータリエンコーダ 114 が設けられている。また、紙転写ローラ 115 についても、同様に、タイミングプーリー、タイミングベルトなどの伝達系を介して駆動源であるモータ（図示しない）に連結され駆動される。

【0061】

中間転写ベルト 101 の移動方向で見て、レーザヘッド 116 を挟んで移動方向手前側に感光体 110 が配置され、移動方向側に紙転写ローラ 115 が配置される。中間転写ベルト 101 に対し感光体 110 は直接、接して回転する。また中間転写ベルト 101 と紙転写ローラ 115 は、印刷用の紙を介して接し、回転する。これら、中間転写ベルト 101、感光体 110 には、帯電ローラや、クリーニングブレード（図示しない）が隣接配置されている。

【0062】

上記の説明では、駆動対象として中間転写ベルト 101 を用いる構成であるが、紙搬送ベルトの構成時にも同様な伝達機構となる。上記の伝達機構は、タイミングベルトを用いる構成としたが、ギヤや歯車による伝達機構や、駆動対象にモータが直結するダイレクト機構でもよい。このほか、ベルト駆動用モータ 106 のモータ軸と、駆動軸 102 をカップリングで締結したダイレクト駆動の構成にもできる。また、エンコーダの取り付け場所を駆動対象の駆動軸としたが、モータ軸に直結配置することもできる。

【0063】

中間転写ベルト 101 の駆動軸 102 に取り付けられる駆動軸エンコーダ 109、あるいは感光体 110 の駆動軸 111 に取り付けられるロータリエンコーダ 114 としては、偏心補正エンコーダを用いる構成にできる。この場合、エンコーダに偏心があっても補正

でき、モータの位置制御時における偏心位置誤差の発生を防止できるようになる。

【0064】

図2は、上記中間転写ベルト101の移動機構の駆動系を示すブロック図（ハードウェア構成図）である。マイクロコンピュータ201は、移動機構全体の制御を受け持つ。このマイクロコンピュータ201には、マイクロプロセッサ（CPU）202と、リードオンリーメモリ（ROM）203、ランダムアクセスメモリ（RAM）204がそれぞれバスを介して接続されている。

【0065】

また、上記説明した中間転写ベルト101の光ヘッド108、および駆動軸エンコーダ109によるセンサ出力は、状態検出用インターフェース（I/F）205、バス206を介してマイクロコンピュータ201に入力される。感光体110のドラム駆動軸エンコーダ（ロータリエンコーダ）114によるセンサ出力についても同様に、状態検出用I/F207、バス206を介してマイクロコンピュータ201に入力される。

【0066】

状態検出用I/F205、207は、エンコーダ出力を処理してデジタル数値に変換するもので、エンコーダパルス数を計数するカウンタを備えている。また、この状態検出用I/F205、207は、エンコーダが持つ原点情報を利用して、中間転写ベルト101、感光体110それぞれの移動位置を計数値に基づき対応付け（相関）する機能を備えている。

【0067】

上記のベルト駆動用モータ106は、マイクロコンピュータ201に対してバス206、駆動用I/F208、ドライバ209を介して接続されている。同様に、ドラム駆動モータ113は、マイクロコンピュータ201に対してバス206、駆動用I/F210、ドライバ211を介して接続されている。これら駆動用I/F208、210は、マイクロコンピュータ201における演算結果のデジタル信号をアナログ信号に変換して、ドライバ209、211に与え、ベルト駆動用モータ106、ドラム駆動モータ113の夫々に印加する電流や電圧を制御する。

【0068】

これにより、中間転写ベルト101や感光体110は、所定の目標位置に追従するように駆動される。そして、この駆動制御時における中間転写ベルト101、感光体110の位置が、上記状態検出用I/F205、207を介してマイクロコンピュータ201に取り込まれる。

【0069】

そして、本実施形態のベルト移動装置の位置制御方法は、マイクロコンピュータ201における演算処理機能により実行される。マイクロコンピュータ201を用いる代わりに数値演算処理能力が高いDSP（デジタルシグナルプロセッサ）を用いてもよい。これら単一のDSPや一つのマイクロコンピュータで、ソフトウェアサーボを演算処理する構成とすれば、コントローラやオブザーバの演算、目標値軌跡、フィードフォワード計算がソフトウェアで処理でき、複雑な回路が必要ないため、安価で、高精度な位置決め制御ができるようになる。

【0070】

（実施の形態1）

図3は、本発明の実施の形態1における駆動対象の位置制御にかかる構成を示すブロック図である。図示されている位置制御は、上記マイクロプロセッサ201が実行し、駆動対象である中間転写ベルト101の駆動軸102の角度を基準として補正する内容である。ベルト表面目標位置の指令1は、直接、駆動軸目標位置（角度）に変換される。ベルト表面目標位置の指令2は、ベルト表面位置（表面目標位置）と比較手段301で比較し偏差が表面位置制御手段302で演算され、駆動軸目標位置（角度）に変換されて加算手段303で指令1と足し算が実行される。加算後の駆動軸目標位置（角度）は、たとえば（ $1 / (\text{駆動軸半径} + \text{ベルト厚み})$ ）により算出される。

【 0 0 7 1 】

そして、駆動軸目標位置（角度）と駆動軸角度の偏差を比較手段 3 0 4 で得て位置制御手段 3 0 5 で演算され、駆動対象のモータ（中間転写ベルト 1 0 1 のベルト駆動用モータ 1 0 6）に電流として与えられ、駆動対象が目標位置に追従して駆動される。

【 0 0 7 2 】

表面位置の偏差がない場合は、指令 1 により駆動軸 1 0 2 の位置制御になるが、中間転写ベルト 1 0 1 にスリップや駆動軸 1 0 2 の偏心が生じて中間転写ベルト 1 0 1 の表面位置に偏差が出た場合には、この発生した偏差を解消するように駆動軸 1 0 2 の目標角度を補正する。図示のように、駆動対象における駆動力の伝達系は、駆動軸角度を出力するベルト駆動用モータ 1 0 6 から駆動軸 1 0 2 の角度までの伝達系と、中間転写ベルト 1 0 1 の表面位置を出力する駆動軸 1 0 2 から中間転写ベルト 1 0 1 の表面位置までの伝達系からなる。

【 0 0 7 3 】

（実施の形態 2）

図 4 は、本発明の実施の形態 2 における駆動対象の位置制御にかかる構成を示すブロック図である。駆動対象である中間転写ベルト 1 0 1 のベルト駆動用モータ 1 0 6 のモータ軸角度を基準として駆動軸 1 0 2 を含め補正する内容である。ベルト表面目標位置の指令 1 は、直接、モータ軸目標位置（角度）に変換される。ベルト表面目標位置の指令 2 は、ベルト表面位置（表面目標位置）と比較手段 4 0 1 で比較し偏差が表面位置制御手段 4 0 2 で演算され、モータ軸目標位置（角度）に変換されて加算手段 4 0 3 で指令 1 と足し算が実行される。加算後のモータ軸目標位置（角度）は、たとえば（駆動軸とモータ軸の回転速度比 / （駆動軸半径 + ベルト厚み））により算出される。

【 0 0 7 4 】

そして、モータ軸目標位置（角度）とモータ軸角度の偏差を比較手段 4 0 4 で得て位置制御手段 4 0 5 で演算され、駆動対象のモータ（中間転写ベルト 1 0 1 のベルト駆動用モータ）に電流として与えられ、駆動対象が目標位置に追従して駆動される。

【 0 0 7 5 】

表面位置の偏差がない場合は、指令 1 によりベルト駆動用モータ 1 0 6 の位置制御になるが、中間転写ベルト 1 0 1 にスリップや駆動軸 1 0 2 の偏心、駆動軸タイミングプーリー 1 0 3 の偏心、タイミングベルト 1 0 4 の芯線ずれ等の発生により、中間転写ベルト 1 0 1 の表面位置に偏差が出た場合には、この発生した偏差を解消するようにベルト駆動用モータ 1 0 6 のモータ軸の目標角度を補正する。図示のように、駆動対象における駆動力の伝達系は、モータ軸角度を出力するベルト駆動用モータ 1 0 6 から駆動軸 1 0 2 までの伝達系を含め、ベルト駆動用モータ 1 0 6 のモータ軸角度までの伝達系と、中間転写ベルト 1 0 1 の表面位置を出力する駆動軸 1 0 2 から中間転写ベルト 1 0 1 の表面位置までの伝達系からなる。

【 0 0 7 6 】

（実施の形態 3）

図 5 は、本発明の実施の形態 3 にかかる駆動対象の位置制御にかかるブロック図である。ベルト表面目標位置と、実際の表面位置とが比較手段 5 0 1 で比較され、偏差が表面位置制御手段 5 0 2 で演算される。演算結果に対応して、ベルト駆動用モータ 1 0 6 に電流が与えられ、駆動対象が目標位置に追従して駆動される。

【 0 0 7 7 】

図示のように、この実施形態での駆動対象は、ベルト駆動用モータ 1 0 6 から駆動対象である中間転写ベルト 1 0 1 の表面位置までの伝達系からなる。上記構成によれば、中間転写ベルト 1 0 1 の位置制御は、駆動軸エンコーダ 1 0 9 からの検出出力を用いず、光センサ（光ヘッド 1 0 8）の出力のみに基づき制御できる。

【 0 0 7 8 】

図 6 は、駆動対象である中間転写ベルト 1 0 1 の構造を示す図である。図 6（a）は平面図、（b）は側面図、（c）は（b）の A 方向から見た図である。図示のように、中間

転写ベルト 101 は、駆動軸 102 に対しスリップしない構造となっている。

【0079】

中間転写ベルト 101 および駆動軸 102 には、搬送方向に沿った一端部にそれぞれ歯 601, 602 が設けられ、互いの歯が噛み合い駆動軸 102 の回転により中間転写ベルト 101 が移動する。これらの歯 601, 602 は、互いの噛み合いによる振動が伝わらないように中間転写ベルト 101 上における中央の画像形成部 603 以外の箇所に形成されている。また、中間転写ベルト 101 の両端部には、それぞれ段差を有するベルト寄り止め 604 が形成され、中間転写ベルト 101 が駆動軸 102 の軸方向に動かない構造となっている。

【0080】

また、従動軸 605 にも歯 606 を設け、中間転写ベルト 101 の歯 601 に噛み合う構成とするほか、従動軸 605 に歯 606 を設けずその分だけ軸方向に短い従動軸 605 を用いる構成にもできる。また、図示の構成では中間転写ベルト 101 が一對の駆動軸 102 と従動軸 605 で張設されているが、中間転写ベルト 101 は、図 1 記載のように、複数のローラが設けられるものであり、ニップ部のローラや他の従動軸ローラ（図示していない）においても歯を設けない短いローラで構成してもよい。

【0081】

このように、駆動軸 102 以外の従動軸等のローラには、ステンレス製等のローラにポリウレタンをディッピングによるコーティングしたものを用いる等して、摩擦係数の高いローラを用いることができる。これにより、駆動軸 102 以外で歯 602 を形成しないローラ部分における中間転写ベルトのスリップを抑えることができる。

【0082】

図 7 は、駆動対象であるモータトルクからベルト表面位置までのボード線図である。駆動軸 102 トルクから中間転写ベルト 101 の表面位置の固有振動数（共振周波数） $Wpd = 25 \text{ Hz} (157 \text{ rad/s})$ であり、ベルト駆動用モータ 106 トルクから駆動軸 102 までの伝達系による固有振動数（共振周波数）は、 $120 \text{ Hz} (754 \text{ rad/s})$ であった。

【0083】

図 8 は、駆動軸目標角度からコントローラを含む駆動軸角度までの開ループ伝達特性図である。交差周波数 $Wcd = 30 \text{ Hz} (188 \text{ rad/s})$ である。この条件と共振周波数 $Wpd = 25 \text{ Hz} (157 \text{ rad/s})$ の場合は、上記実施の形態 1（図 3 参照）で説明したような表面位置制御をおこない、目標駆動軸角度を駆動対象の目標表面位置からのずれがなくなるように制御する。

【0084】

図 9 は、目標位置から内側フィードバックループのコントローラを含む駆動対象の表面位置までの開ループ伝達特性図である。交差周波数 $Wcd = 30 \text{ Hz} (188 \text{ rad/s})$ 、共振周波数 $Wpd = 25 \text{ Hz} (157 \text{ rad/s})$ の場合、交差周波数 $Wcs = 5 \text{ Hz} (31 \text{ rad/s})$ であり、中間転写ベルト 101 の共振周波数 $Wpd = 25 \text{ Hz} (157 \text{ rad/s})$ に対して、低周波数側に離れているため、安定な制御が実現できる。また、交差周波数 $Wcd > 交差周波数 Wcs$ の条件を満足することにより内側フィードバックループは、応答性が速い制御が実現できる。また、交差周波数 Wcs の傾きは -20 db/oct の積分特性を持たせているため、安定な位置制御が実現できる。

【0085】

（実施の形態 4）

図 10 は、実施の形態 4 の駆動対象の位置制御にかかるブロック図である。図示に記載の構成は、図 3 で説明した各構成部を備え、位置制御手段 305 としての P I コントローラ 1001 に外乱推定オブザーバ 1002 を付加した構成となっている。

【0086】

駆動軸目標位置（角度）と駆動軸角度の偏差が比較手段 304 で得られ、P I コントローラ 1001 で演算され、駆動対象のモータ（中間転写ベルト 101 のベルト駆動用モータ）

タ 1 0 6) に電流として与えられ、加算手段 1 0 0 3 で外乱推定オブザーバ 1 0 0 2 の出力と加算後に駆動対象に供給し、目標位置に追従して駆動される。

【 0 0 8 7 】

外乱推定オブザーバ 1 0 0 2 は、駆動軸角度と、加算手段 1 0 0 3 の出力に基づき加速度外乱の推定量をモータ外乱推定電流 i_d に換算して加算手段 1 0 0 3 に出力する。

【 0 0 8 8 】

駆動軸 1 0 2 を制御する P I コントローラ 1 0 0 1 の伝達関数 $P I C O N (S)$ を式 (1) に示す。

【 0 0 8 9 】

$P I C O N (S) = (T 1 1 * S + 1) / (T 1 2 * S + 1) * b t g a c * b h c f 2 * b h c f 2 \dots (1)$

$T 1 1 = 1 / (W c d / s q r t (10)) \dots (2)$

$T 1 2 = 1 / (W c d * s q r t (10)) \dots (3)$

$b h c f 2 = 1 / (S / (W c d * 4) + 1) \dots (4)$

$b t g a c = 1 / a b s (T 1 1 * j * W c d + 1) * a b s (T 1 2 * j * W c d + 1) * a b s (b t J t * b t g e a r / b t k t * j * W c d * j * W c d) \dots (5)$

【 0 0 9 0 】

ただし、 S は、ラプラス演算子。

$s q r t ()$ は、 $()$ の平方根。

$a b s ()$ は、 $()$ の絶対値。

j は、 $s q r t (-1)$ 。

$b t J t$ は、駆動対象のモータ軸換算の慣性モーメント。

$b t g e a r$ は、モータ軸プーリーと駆動軸プーリーの歯数の比。

$b t k t$ は、モータのトルク定数。

$W c d = 30 \text{ Hz } (188 \text{ rad/s})$ 、 $b t J t = 1.578 * 10^{-4}$ 、 $b t g e a r = 4$ 、 $b t k t = 0.078$

【 0 0 9 1 】

目標駆動軸角度から上記のコントローラ $P I C O N (S)$ を含む駆動軸角度までの開ループ伝達特性が図 8 になる。交差周波数 $W c d = 30 \text{ Hz } (188 \text{ rad/s})$ である。10 Hz 以下は -40 dB/oct の傾き、90 Hz から 120 Hz では -40 dB/oct の傾き、120 Hz 以上では -80 dB/oct の傾きを持ち、高域のゲインを下げることににより、モータトルクから駆動軸までの伝達系による固有振動数 (共振周波数) 120 Hz (754 rad/s) による系の不安定現象を回避している。

【 0 0 9 2 】

図 10 の外乱推定オブザーバについて説明する。外乱を加速度外乱とし、加速度外乱を含めたタイミングベルト系駆動対象の状態方程式を式 (6)、(7) に示す。

【 0 0 9 3 】

【数 1】

$$\begin{pmatrix} dv/dt \\ dx/dt \\ dw/dt \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} 0 & 0 & 1 \\ 1 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 \end{pmatrix} \begin{pmatrix} v \\ x \\ w \end{pmatrix} + \begin{pmatrix} btk t / btJ t / btgear \\ 0 \\ 0 \end{pmatrix} i \quad (6)$$

$$y = (0 \quad 1 \quad 0) \begin{pmatrix} v \\ x \\ w \end{pmatrix} \quad (7)$$

【 0 0 9 4 】

v ; 速度、 x ; 駆動軸角度、 w ; 加速度外乱、 i ; モータ電流

ゴピナスの正準形式を用いて最小次元オブザーバを求める。オブザーバの極を $1 = -300$ 、 $2 = -299$ としたときの最小次元外乱オブザーバの状態方程式は、式 (8)

、(9)となる。

【0095】

【数2】

$$\begin{pmatrix} dw1/dt \\ dw2/dt \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} -599 & 1 \\ -89700 & 0 \end{pmatrix} \begin{pmatrix} w1 \\ w2 \end{pmatrix} + \begin{pmatrix} -269100 & btk/btJt/btgear \\ -53730300 & 0 \end{pmatrix} \begin{pmatrix} x \\ i \end{pmatrix} \quad (8)$$

$$\begin{pmatrix} \hat{x1} \\ \hat{x2} \\ \hat{x3} \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} 1 & 0 \\ 0 & 0 \\ 0 & 1 \end{pmatrix} \begin{pmatrix} w1 \\ w2 \end{pmatrix} + \begin{pmatrix} 599 & 0 \\ 1 & 0 \\ 89700 & 0 \end{pmatrix} \begin{pmatrix} x \\ i \end{pmatrix} \quad (9)$$

$\hat{x1}$;速度, $\hat{x2}$;駆動軸角度, $\hat{x3}$;加速度外乱の推定量

$\hat{x3}$;加速度外乱の推定量をモータ外乱推定電流 i_d に換算するには

$$i_d = 1/(btk/btJt/btgear)x3 \quad (10)$$

【0096】

上記により、外乱推定オブザーバ1002は、駆動軸角度とモータ電流から、モータ外乱推定電流を加算手段1003にフィードバックする。図11は、外乱推定オブザーバ1002を設けた場合と、設けない場合での位置偏差の比較を示す図である。横軸は時間(秒)、縦軸は位置偏差(m)である。10Hzの周期外乱があると、外乱推定オブザーバ1002を設けない場合には、-50μmから+50μmの位置変動になるが、外乱推定オブザーバ1002を設けることにより、-20μmから+20μmの位置変動にでき、設けない場合に比して位置変動を2/5に抑制できる。またステップ外乱に対してもオーバーシュートを抑制できる。

【0097】

(実施の形態5)

図12は、実施の形態4の駆動対象の位置制御にかかるブロック図である。図示に記載の構成は、図10で説明したPIコントローラ1001, 外乱推定オブザーバ1002を設けた構成に加え、フィードフォワードの系統1201を追加したものである。

【0098】

図12において、基準信号 $Refposi(s)$ は、 $Refposi(s) = vref/s$ のランプ関数である。 s は、ラプラス演算子。

目標値伝達関数 $Gref(s)$ は、

$$Gref(s) = 1 / (a3 * sigma^3 * s^3 + a2 * sigma^2 * s^2 + a1 * sigma * s + 1) \quad \dots (11)$$

【0099】

$$\text{ただし、} \sigma = 0.095 * 2 \quad \dots (12)$$

$$\alpha = 0.2 * 2 \quad \dots (13)$$

$$a1 = (1 - \alpha) + \alpha \quad \dots (14)$$

$$a2 = (1 - \alpha) * 0.3333 + \alpha * 0.3786 \quad \dots (15)$$

$$a3 = (1 - \alpha) * 0.003704 + \alpha * 0.1006 \quad \dots (16)$$

)

である。

【0100】

振動項を除いた制御対象の伝達関数 $Gnom(s)$

$$Gnom(s) = btk * 1 / btJt * 1 / btgear * 1 / s^2 \quad \dots (17)$$

である。

【0101】

図 12 において、フィードフォワード電流 I_{ff} は、

$I_{ff} = R_{efposi}(s) * G_{ref}(s) / G_{nom}(s) / (\text{駆動軸半径} + \text{ベルト厚み}) \dots (18)$

になる。

【0102】

図 13 は、中間転写ベルト 101 の移動スタート時におけるフィードフォワードの系統 1201 を設けた場合、および設けない場合の駆動軸速度比較を示す図である。横軸は時間 (秒)、縦軸は速度 (rad/s) である。フィードフォワードの系統 1201 を設けた場合には、図示のようにオーバーシュートがなく滑らかに目標速度に到達でき、機器の振動を抑えることができるようになる。

【0103】

図 14 は、図 9 に示す伝達特性の時、すなわち、駆動軸 102 のフィードバックと中間転写ベルト 101 のベルト表面位置に対するフィードバック制御を実施する構成時におけるベルトスリップ時の結果を示す図である。この際、中間転写ベルト 101 が約 $200 \mu m$ スリップして位置ずれを起こしたとする。図示の異ように、時間が 0.8 秒の時、位置ずれを起こしているが、その 0.2 秒後には、ほぼ位置偏差が解消された状態が示されている。このように、表面位置のずれを監視してフィードバックする効果が現れている。

【0104】

(実施の形態 6)

図 15 は、この発明の実施の形態 6 による信号補間回路を示すブロック図である。この信号補間回路 1501 は、上記光センサ (光ヘッド 108) から出力されるパルスを一定間隔クロックで時間的に補間するものである。

【0105】

この信号補間回路 1501 は、たとえばパターン検出信号よりも短い周期の基準クロックをパターン検出信号のエッジをトリガにしてカウントするカウンタなどで構成できる。前記マイクロコンピュータ 201 は、光センサ (光ヘッド 108) から出力されるパターン検出信号のカウント値と、信号補間回路 1501 から出力される信号補間信号のカウント値を取り込み、取り込んだ瞬間における中間転写ベルト 101 の位置を計算する。

【0106】

一般的なエンコーダなどを用いたフィードバックシステムでは、エンコーダカウンタを使い、制御コントローラがカウント値を読み込んだ時間におけるカウント値から位置・角度などを算出し、目標値と比較する構成を取る。しかし、カウンタのカウント値はパルス周期分の不確定性を持っており、たとえば 0.1 mm 周期相当のパルスだと最大 0.1 mm の誤差を生じることになり制御が不安定になる原因となりうる。この実施形態では、たとえば 0.001 mm 周期に相当するクロックを用いてパターン信号周期を一定速度とみなして補間する。このようにすることで位置検出誤差を速度変動分の誤差に押さえることができる。

【0107】

この信号補間回路 1501 を用いた位置制御の動作について説明する。信号補間回路 1501 は、パターン信号カウンタ 1502 と、クロックカウンタ 1503 によって構成され、これらカウンタは、ゲート (GATE) とソース (SOURCE) 入力を有する一般的なカウンタによって構成でき、これらのカウント値を画像信号生成部 1504 で取り込む。

【0108】

パターン信号カウンタ 1502 の GATE には、中間転写ベルト 101 の一回転ごとに (光ヘッド 108 がエンコーダスケール 107 を検出するごとに) 一回発生する原点信号、もしくは機械本体からの信号を入力してカウント開始用に用いる。パターン信号カウンタ 1502 の SOURCE 信号には、パターン検出信号が入力される。クロックカウンタ 1503 の GATE には、パターン信号が入力され、SOURCE には補間クロックが入力される。

【0109】

上記構成によれば、たとえば、パターン間隔が0.1mmでパターン信号が約1kHzで速度変動により1%前後変動し、補間クロックの100kHzを用いた制御をおこなう。モータの制御時、カウンタデータの取り込み、内部演算とモータドライブ出力のループを行っているので、カウンタデータの読み込みは処理速度により変動する。

【0110】

したがって、パターンカウンタの値を読み込んだときに、その値が10カウントだったとすると、位置としては1mm~1.1mmである可能性がある。そこで、クロックカウンタを読み込み、その値が50カウントであれば、モータ制御として、平均速度100mm/sより100(mm/s)×50(カウント)/100k(Hz)クロックカウンタ分を0.05mmと判断し、全体としては1.05mmの位置にあると算出する。平均速度の変動分が1%であれば、クロックカウンタ分の誤差も1%以内なので0.0499~0.0501mmであり、精度の高い検出がおこなえる。

【0111】

次に、図16は、上記各実施の形態で説明した中間転写ベルト101を備えたカラーコピー、カラープリンタの画像形成部の概略構成図である。このカラー複写機は、図示の画像形成部1600のほか、図示しないカラー画像読み取り部（以下「カラスキャナ」という）、給紙部、およびこれらを駆動制御する制御部などによって構成されている。

【0112】

カラスキャナは、原稿のカラー画像情報を、たとえばレッド、グリーン、ブルー（以下、それぞれ「R」、「G」、「B」という）の色分解光ごとに読み取り、電気的な画像信号に変換する。そして、このカラスキャナで得たR、G、Bの色分解画像信号の強度レベルをもとにして、図示しない画像処理部で色変換処理をおこない、ブラック、シアン、マゼンダ、イエロー（以下、それぞれ「Bk」、「C」、「M」、「Y」という）の画像データを得る。

【0113】

図16の画像形成部1600は、像担持体としての感光体（ドラム）110、帯電手段としての帯電チャージャ1601、クリーニングブレードおよびファークラシからなる感光体クリーニング装置1602、露光手段としての図示しない書き込み光学ユニット、現像手段としてのリボルバ現像ユニット1603、中間転写ユニット1604、2次転写ユニット1620、および定着ローラ対を用いた定着ユニット（図示しない）などで構成されている。

【0114】

感光体ドラム110は、図中に矢印で示すように半時計方向に回転し、その周囲には、帯電チャージャ1601、感光体クリーニング装置1602、リボルバ現像ユニット1603の選択された現像機、中間転写ユニット1604の中間転写体としての中間転写ベルト101などが配置されている。また、書き込み光学ユニットは、カラスキャナからのカラー画像データを光信号に変換して、帯電チャージャ1601によって一様に帯電された感光体ドラム110の表面に、原稿の画像に対応したレーザ光Lを照射して光書き込みをおこない、感光体ドラム110の表面に静電潜像を形成する。この書き込み光学ユニットは、たとえば、光源としての半導体レーザ、レーザ発光駆動制御部、ポリゴンミラーとその回転用モータ、f/ レンズ、反射ミラーなどによって構成することができる。

【0115】

また、上記リボルバ現像ユニット1603は、Bkトナーを用いるBk現像機1611、Cトナーを用いるC現像機1612、Mトナーを用いるM現像機1613、Yトナーを用いるY現像機1614、およびユニット全体を半時計回りに回転させる現像リボルバ駆動部（図示しない）などによって構成されている。このリボルバ現像ユニット1603に設置された各現像機1611~1614は、静電潜像を現像するために現像材の穂を感光体ドラム110の表面に接触させて回転する現像材担持体としての現像スリーブと、現像剤を汲み上げて攪拌するために回転する現像剤パドル、および現像スリーブを矢印で示す

時計方向に回転させる現像スリーブ駆動部などで構成されている。

【0116】

上記構成の各現像機1611～1614内のトナーはフェライトキャリアとの攪拌によって負極性に帯電され、また、各現像スリーブには図示しない現像バイアス印加手段としての現像バイアス電源により負の直流電圧 V_{dc} （直流成分）に交流電圧 V_{ac} （交流成分）が重畳された現像バイアス電圧が印加され、各現像スリーブが感光体ドラム110の金属基体層に対して所定電圧にバイアスされている。

【0117】

カラー複写機本体の待機状態では、リボルバ現像ユニット1603は、Bk現像機1611が現像位置に位置するホームポジションで停止しており、画像形成装置のコピースタートキーが押されると、原稿画像データの読み取りを開始し、そのカラー画像データに基づいて、レーザ光Lによる光書き込み、すなわち静電潜像形成が始まる（以下、Bk画像データによる静電潜像を「Bk静電潜像」という。C、M、Yについても同様）。

【0118】

このBk静電潜像の先端部から現像可能にすべく、Bk現像位置に静電潜像の先端部が到達する前に、Bk現像スリーブの回転を開始してBk静電潜像をBkトナーで現像する。そして、以後Bk静電潜像の現像動作を続けるが、Bk静電潜像の後端部がBk現像位置を通過した時点で、速やかに次の色の現像機が現像位置に来るまで、リボルバ現像ユニット1603が回転する。この回転は、少なくとも、次の画像データによる静電潜像の先端部が現像位置に到達する前に完了するようになっている。

【0119】

中間転写ユニット1604は、前述した複数のローラに張架された中間転写ベルト101などで構成されている。この中間転写ベルト101の周りには、2次転写ユニット1620の転写材担持体である2次転写ベルト1605、2次転写電荷付与手段である2次転写バイアスローラ（紙転写ローラ）115、中間転写体クリーニング手段であるベルトクリーニングブレード1616、潤滑剤塗布手段である潤滑剤塗布ブラシ1617などが対向するように配設されている。

【0120】

この中間転写ベルト101は、1次転写電荷付与手段である1次転写バイアスローラ1625、ベルト駆動ローラ（前述した駆動軸）102、ベルトテンションローラ1626、2次転写対向ローラ1627、クリーニング対向ローラ1628、およびアースローラ1629に張架されている。各ローラは導電性材料で形成され、1次転写バイアスローラ1625以外の各ローラは接地されている。

【0121】

1次転写バイアスローラ1625には、定電流または定電圧制御された1次転写電源1631により、トナー像の重ね合わせ数に応じて所定の大きさの電流または電圧に制御された転写バイアスが印加されている。また、中間転写ベルト101は、ベルト駆動用モータ106（図1参照）により、駆動軸タイミングプーリー103、タイミングベルト104を介して矢印方向に駆動される。この中間転写ベルト101は、半導体、または絶縁体で、単層または多層構造となっている。

【0122】

感光体（ドラム）110上のトナー像を中間転写ベルト101に転写する転写部（以下「1次転写部」という）では、1次転写バイアスローラ1625およびアースローラ1629で中間転写ベルト101を感光体（ドラム）110側に押し当てるように張架することにより、感光体（ドラム）110と中間転写ベルト101との間に所定幅のニップ部を形成している。

【0123】

潤滑剤塗布ブラシ1617は、板状に形成された潤滑剤としてのステアリン酸亜鉛1618を研磨し、この研磨された微粒子を中間転写ベルト101に塗布するものである。この潤滑剤塗布ブラシ1617も、中間転写ベルト101に対して隣接可能に構成され、所

定のタイミングで中間転写ベルト 101 に接触するように制御される。

【0124】

2次転写ユニット 1620 は、3つの支持ローラ 1632, 1633, 1634 に張架された2次転写ベルト 1605 などで構成され、支持ローラ 1632 と 1633 の間の張架部が中間転写ベルト 101 の2次転写対向ローラ 1627 に対して圧接可能になっている。3つの支持ローラ 1632, 1633, 1634 の一つは、図示しない駆動手段によって回転駆動される駆動ローラであり、その駆動ローラにより2次転写ベルト 1605 が図中に矢印で示す方向に駆動される。

【0125】

2次転写バイアスローラ 115 は、2次転写手段であり、2次転写対向ローラ 1627 との間に中間転写ベルト 101 と2次転写ベルト 1605 を挟持するように配設され、定電流制御される2次転写電源 1635 によって所定電流の転写バイアスが印加されている。また、上記2次転写ベルト 1605 および2次転写バイアスローラ 115 が、2次転写対向ローラ 1627 に対して圧接する位置と離間する位置とを取り得るように、支持ローラ 1632 および2次転写バイアスローラ 115 を矢印方向に駆動する図示しない離接機構が設けられている。図には、2次転写ベルト 1605 および支持ローラ 1632 の離間位置を2点鎖線で示してある。

【0126】

1650 はレジストローラ対であり、2次転写バイアスローラ 115 と2次転写対向ローラ 1627 とに挟持された中間転写ベルト 101 と2次転写ベルト 1605 の間に、所定のタイミングで転写材である転写紙 P を送り込む。2次転写ベルト 1605 の定着ローラ対（図示しない）側の支持ローラ 1633 に張架されている部分には、転写材除電手段である転写紙除電チャージャ 1656 と、転写材担持体除電手段であるベルト除電チャージャ 1657 とが対向している。また、2次転写ベルト 1605 の図中下側の支持ローラ 1634 に張架されている部分には、転写材担持体クリーニング手段であるクリーニングブレード 1658 が当接している。

【0127】

転写紙除電チャージャ 1656 は、転写紙に保持されている電荷を除電することにより、転写紙自体のこしの強さで転写紙を2次転写ベルト 1605 から良好に分離できるようにするものである。ベルト除電チャージャ 1657 は、2次転写ベルト 1605 上に残留する電荷を除電する。また、上記クリーニングブレード 1658 は、2次転写ベルト 1605 の表面に付着した付着物を除去してクリーニングする。

【0128】

このように構成したカラー複写機において、画像形成サイクルが開始されると、感光体ドラム 110 は、ドラム駆動モータ 113（図1参照）によって矢印で示す時計方向に回転され、中間転写ベルト 101 は、ベルト駆動ローラ（駆動軸）102 によって矢印で示す時計回りに回転される。中間転写ベルト 101 の回転に伴って Bk トナー像形成、C トナー像形成、M トナー像形成、Y トナー像形成が1次転写バイアスローラ 1625 に印加される電圧による転写バイアスにより1次転写がおこなわれ、最終的に Bk、C、M、Y の順に中間転写ベルト 101 上に重ねてトナー像が形成される。

【0129】

たとえば、Bk トナー像形成は次のようにおこなわれる。帯電チャージャ 1601 は、コロナ放電によって感光体ドラム 110 の表面を負電荷で所定電位に様に帯電する。そして、図示しない書き込み光学ユニットにより、Bk カラー画像信号に基づいてレーザ光によるラスタ露光をおこなう。このラスタ像が露光されたとき、当初一様帯電された感光体ドラム 110 の表面の露光された部分は、露光光量に比例する電荷が消失し、Bk 静電潜像が形成される。

【0130】

この Bk 静電潜像に、Bk 現像機 1611 の Bk 現像ローラ上の負帯電された Bk トナーが接触することにより、感光体ドラム 110 の電荷が残っている部分にはトナーが付着

せず、電荷のない部分つまり露光された部分にはトナーが吸着し、静電潜像と相似な B k トナー像が形成される。この感光体ドラム 1 1 0 上に形成された B k トナー像は、感光体ドラム 1 1 0 と接触状態で等速駆動している中間転写ベルト 1 0 1 の表面に転写される。このような感光体ドラム 1 1 0 から中間転写ベルト 1 0 1 へのトナー像の転写を「ベルト転写」という。

【 0 1 3 1 】

上記ベルト転写後の感光体ドラム 1 1 0 の表面に残留している若干の未転写残留トナーは、感光体ドラム 1 1 0 の再使用に備えて、感光体クリーニング装置 1 6 0 2 で清掃される。感光体ドラム 1 1 0 側では、B k 画像形成工程の次に C 画像形成工程に進み、所定のタイミングでカラスキャナによる C 画像データの読み取りが始まり、その C 画像データによるレーザ光書き込みによって、感光体ドラム 1 1 0 の表面に C 静電潜像を形成する。

【 0 1 3 2 】

そして、先の B k 静電潜像の後端部が通過した後で、かつ C 静電潜像の先端部が到達する前に、リボルバ現像ユニット 1 6 0 3 の回転動作がおこなわれ、C 現像機 1 6 1 2 が現像位置にセットされ、C 静電潜像が C トナーで現像される。以後、C 静電潜像領域の現像を続けるが、C 静電潜像の後端部が通過した時点で、先の B k 現像機 1 6 1 1 の場合と同様にリボルバ現像ユニット 1 6 0 3 の回転動作をおこない、次の M 現像機 1 6 1 3 を現像位置に移動させる。これもやはり次の M 静電潜像の先端部が現像位置に到達する前に完了させる。なお、M および Y の画像形成工程については、それぞれのカラー画像データ読み取り、静電潜像形成、現像の動作が上述の B k、C の工程と同様であるので説明は省略する。

【 0 1 3 3 】

中間転写ベルト 1 0 1 上には、感光体ドラム 1 1 0 上に順次形成される B k、C、M、Y のトナー像が、同一面に順次位置合わせされて転写される。それにより、中間転写ベルト 1 0 1 上には最大で 4 色が重ね合わされたトナー像が形成される。

【 0 1 3 4 】

上記画像形成動作が開始される時期に、転写紙 P は図示しない転写紙カセットまたは手差しトレイなどの給紙部から給送され、レジストローラ対 1 6 5 0 のニップで待機している。2 次転写対向ローラ 1 6 2 7 および 2 次転写バイアスローラによりニップが形成された 2 次転写部に中間転写ベルト 1 0 1 上のトナー像の先端がさしかかるときに、ちょうど転写紙 P の先端がこのトナー像の先端に一致するようにレジストローラ対 1 6 5 0 が駆動され、転写紙 P とトナー像とのレジスト合わせがおこなわれる。

【 0 1 3 5 】

そして、転写紙 P が中間転写ベルト 1 0 1 上のトナー像と重ねられて 2 次転写部を通過する。このとき、2 次転写電源 1 6 3 5 によって 2 次転写バイアスローラ 1 1 5 に印加される電圧の転写バイアスにより、中間転写ベルト 1 0 1 上の 4 色重ねトナー像が転写紙上に一括転写される。

【 0 1 3 6 】

そして、2 次転写ベルト 1 6 0 5 の移動方向における 2 次転写部の下流側に配置した転写紙除電チャージャ 1 6 5 6 との対向部を通過するとき、転写紙 P は除電され、2 次転写ベルト 1 6 0 5 から剥離して定着ローラ対（図示しない）に向けて送られる。この定着ローラ対（図示しない）のニップ部でトナー像が溶融定着され、図示しない排出口ローラ対で装置本体外に送り出され、図示しないコピートレイに表向きにスタックされ、フルカラーコピーを得る。

【 0 1 3 7 】

一方、上記ベルト転写後の感光体ドラム 1 1 0 の表面は、感光体クリーニング装置 1 6 0 2 でクリーニングされ、図示しない除電ランプで均一に除電される。また、転写紙 P にトナー像を転写した後の中間転写ベルト 1 0 1 の表面に残留したトナーは、図示しない離接機構によって中間転写ベルト 1 0 1 に押圧されるベルトクリーニングブレード 1 6 1 6 によってクリーニングされる。

【 0 1 3 8 】

ここで、リピートコピーの時は、カラスキャナの動作および感光体ドラム 1 1 0 への画像形成は、1 枚目の 4 色目 (Y) の画像形成工程に引き続き、所定のタイミングで 2 枚目の 1 色目 (B k) の画像形成工程に進む。また、中間転写ベルト 1 0 1 の方は、1 枚目の 4 色重ねトナー像の転写紙への一括転写工程に引き続き、表面の上記ベルトクリーニングブレード 1 6 1 6 でクリーニングされた領域に、2 枚目の B k トナー像がベルト転写されるようにする。その後は、1 枚目と同様動作になる。

【 0 1 3 9 】

以上は、4 色フルカラーコピーを得るコピーモードであったが、3 色コピーモード、2 色コピーモードの場合は、指定された色と回数の分について、上記同様の動作をおこなうことになる。また、単色コピーモードの場合は、所定枚数が終了するまでの間、リボルバ現像ユニット 1 6 0 3 の所定色の現像機のみを現像動作状態にして、ベルトクリーニングブレード 1 6 1 6 を中間転写ベルト 1 0 1 に押圧させた状態のままの位置にしてコピー動作をおこなう。

【 0 1 4 0 】

次に、図 1 7 は、タンデム画像形成装置の構成例を示す図である。中間転写ベルト 1 0 1 は、大略して駆動ローラ (駆動軸) 1 0 2、従動ローラ 1 7 0 1、テンションローラ 1 7 0 2 などに張架されている。中間転写ベルト 1 0 1 の移動方向上には、各色 C M Y K 別の 4 つの感光体ドラム 1 1 0 (1 1 0 a ~ 1 1 0 d) が配置されている。これらの各感光体ドラム 1 1 0 は、それぞれ独立したドラム駆動モータと伝達機構 (図示しない) で駆動される。また、感光体ドラム 1 1 0 と中間転写ベルト 1 0 1 と書き込み光学系の位置関係は、感光体ドラム 1 1 0 の中心に対して対象の位置に配置されてなる。

【 0 1 4 1 】

このような構成においても、中間転写ベルト 1 0 1 に対し上記実施の形態で説明した移動制御を実行することにより、高精度な位置制御を実行でき、各色での色ずれがなく高品質な画像形成がおこなえるようになる。

【 0 1 4 2 】

なお、本実施の形態で説明した移動制御の処理内容は、あらかじめ用意されたプログラムをパーソナル・コンピュータやワークステーション等のコンピュータで実行することにより実現することができる。このプログラムは、ハードディスク、フロッピー (R) ディスク、C D - R O M、M O、D V D 等のコンピュータで読み取り可能な記録媒体に記録され、コンピュータによって記録媒体から読み出されることによって実行される。またこのプログラムは、上記記録媒体を介して、インターネット等のネットワークを介して配布することができる。

【 0 1 4 3 】

【 発明の効果 】

以上説明したように、請求項 1 に記載の発明によれば、ベルトを移動させるための駆動軸と、駆動源からの駆動力を前記駆動軸に伝達する伝達手段を備え、前記駆動源からの駆動力によりベルトを移動させるベルト移動装置において、前記ベルトの移動方向の位置を認識するために該ベルトに設けられたマーカを検出するマーカ検出手段と、前記駆動軸の回転状態を検出する回転状態検出手段と、前記マーカ検出手段の検出結果に基づき、ベルトの移動方向の位置を補正するための補正情報を作成する第 1 の補正情報作成手段と、前記回転状態検出手段の検出結果に基づき、前記駆動軸の回転状態を補正するための補正情報を作成する第 2 の補正情報作成手段と、前記第 1 および第 2 の補正情報作成手段の補正情報に基づいて前記駆動源を移動制御する制御手段とを備えたので、ベルトと駆動軸がスリップして、目標位置からベルトがずれた時、ベルト表面の位置の検出により、駆動軸の回転角度目標位置をベルトのずれ分だけ補正してベルト表面の位置をスリップがない時の位置へ戻すことができる。また、駆動軸の偏心により目標位置からベルトがずれた時、ベルト表面の位置を測定して、駆動軸の回転角度目標位置をベルトのずれ分だけ補正してベルト表面の位置を駆動軸の偏心がない場合の位置へ戻すことができる。これらによ

り、ベルトの目標位置からの位置ずれを抑えることができるという効果を奏する。

【 0 1 4 4 】

また、請求項 2 に記載の発明によれば、請求項 1 に記載の発明において、前記第 1 の補正情報作成手段は、作成する補正情報の最大応答周波数を、前記第 2 の補正情報作成手段が作成する補正情報の最大応答周波数よりも小さくすることとしたので、剛性が低いベルトの位置制御では、応答周波数を低くして共振を励起させないようにする。ベルトより剛性が高い駆動源から駆動軸までの駆動系は、応答周波数を高くして各軸の偏心外乱を打ち消す位置制御をおこなう。ベルトのずれは、第 1 の補正手段、その他の外乱は主に第 2 の補正手段が受け持つことによりベルト目標位置からの位置ずれを抑えることができるという効果を奏する。

【 0 1 4 5 】

また、請求項 3 に記載の発明によれば、駆動源の駆動により駆動軸を回転させ、ベルトを駆動するベルト移動装置において、前記ベルトの表面位置を検出する検出手段と、前記検出手段で検出された表面位置をフィードバックして前記駆動対象の表面位置を目標位置に追従させる位置制御手段とを備えたので、ベルトの剛性を上げることによりベルトの共振周波数を上げて、制御帯域を上げたベルト表面位置を直接フィードバック制御することにより、ベルト目標位置からの位置ずれを抑えることができるという効果を奏する。

【 0 1 4 6 】

また、請求項 4 に記載の発明によれば、駆動源の駆動により駆動軸を回転させ、ベルトを駆動するベルト移動装置において、前記駆動源軸の回転状態を検出する回転状態検出手段と、前記回転状態検出手段で検出された回転状態をフィードバックして前記駆動源軸目標位置を前記ベルトの目標表面位置からのずれがなくなるように前記駆動源軸の目標位置に追従させる移動制御をおこなう制御手段とを備えたので、駆動源軸の回転状態のフィードバックにより、駆動源軸から駆動軸位置の伝達系の偏心等の機械誤差と、駆動軸からベルト表面位置までの伝達系の偏心等の機械誤差と、ベルトと駆動ローラがスリップした場合に、ベルト表面の位置の検出で駆動源軸の回転角度目標位置をベルトのずれ分だけ補正してベルト表面の位置をスリップがない時の位置へ戻し、ベルト目標位置からの位置ずれを抑えることができるという効果を奏する。

【 0 1 4 7 】

また、請求項 5 に記載の発明によれば、請求項 1 ～ 4 のいずれか一つに記載の発明において、前記ベルトを張設する駆動軸の軸方向の少なくとも 1 箇所に歯が形成され、前記ベルトには、前記駆動軸の歯に噛み合う歯が形成され、駆動軸の回転によりベルトを移動させるので、ベルトと駆動軸が歯で噛み合うため、目標位置からの位置ずれを抑えることができるという効果を奏する。

【 0 1 4 8 】

また、請求項 6 に記載の発明によれば、請求項 1 ～ 4 のいずれか一つに記載の発明において、前記駆動軸の駆動表面には、摩擦係数が大きい部材を備え、該駆動軸の回転により前記ベルトを移動させるので、ベルトのスリップを少なくでき、目標位置からの位置ずれを抑えることができるという効果を奏する。

【 0 1 4 9 】

また、請求項 7 に記載の発明によれば、請求項 1 ～ 6 のいずれか一つに記載の発明において、前記ベルトは、画像形成装置に設けられる中間転写ベルトおよび/または紙搬送ベルトとしたので、画像形成装置における画像形成時の位置ずれを防止して高精度な画像形成がおこなえるという効果を奏する。

【 0 1 5 0 】

また、請求項 8 に記載の発明によれば、請求項 1 , 2 のいずれか一つに記載の発明において、前記制御手段は、前記駆動軸に対する目標駆動軸角度からコントローラを含む駆動軸角度までの開ループ伝達特性の交差周波数 W_{cd} と、駆動軸トルクから前記ベルトの表面位置までの固有振動数 W_{pd} の関係が、

$$W_{cd} > W_{pd}$$

の場合は、前記目標駆動軸角度を前記ベルトの目標表面位置からのずれがなくなるように制御するので、駆動源の発生トルクから駆動軸角度までの剛性が高く、駆動軸トルクからベルトの表面位置までの剛性が低い場合、すなわち、駆動源の発生トルクから駆動軸角度までの共振周波数が駆動軸トルクからベルトの表面位置より高い時、目標駆動軸角度からコントローラを含む駆動軸角度までの開ループ伝達特性の交差周波数 W_{cd} を高くすることができ、安定し応答性の速い制御系を構成できるようになる。また、ベルトの目標表面位置からのずれは、目標駆動軸角度に加えることにより、解消できるため位置ずれを抑えることができるという効果を奏する。

【0151】

また、請求項9に記載の発明によれば、請求項4に記載の発明において、前記制御手段は、前記駆動軸に対する目標駆動源軸角度からコントローラと駆動軸までの機械系を含む駆動源軸角度までの開ループ伝達特性の交差周波数 W_{cm} と、駆動軸トルクから前記ベルトの表面位置までの固有振動数 W_{pd} の関係が、

$$W_{cm} > W_{pd}$$

の場合は、前記目標駆動源軸角度を前記ベルトの目標表面位置からのずれがなくなるように制御する構成としたので、駆動源の発生トルクから駆動源軸角度までの剛性が高く、駆動軸トルクからベルトの表面位置までの剛性が低い場合、すなわち、駆動源の発生トルクから駆動軸までの機械系を含む駆動源軸角度までの共振周波数が駆動軸トルクからベルトの表面位置より高い時、目標駆動源軸角度からコントローラを含む駆動源軸角度までの開ループ伝達特性の交差周波数 W_{cm} を高くすることができるため、安定し応答性の速い制御系を構成できるようになる。また、ベルトの目標表面位置からのずれは、目標駆動源軸角度に加えることにより解消することができ、位置ずれを少なくできるという効果を奏する。

【0152】

また、請求項10に記載の発明によれば、請求項3に記載の発明において、前記制御手段は、目標位置からコントローラを含む前記ベルトの表面位置までの開ループ伝達特性の交差周波数 W_{cs} と、駆動軸トルクあるいは駆動源軸トルクから前記ベルトの表面位置までの固有振動数 W_{pdm} の関係が、

$$W_{pdm} > W_{cs}$$

で、かつ安定に制御できる場合は、前記ベルトの表面位置だけをフィードバックして前記ベルトの目標表面位置からのずれがなくなるように制御する構成としたので、ベルトの剛性が高い場合であっても、ベルトの表面位置のフィードバック制御により、応答性と安定性に優れた制御が実現でき、ベルトの目標表面位置からのずれを解消できるという効果を奏する。

【0153】

また、請求項11に記載の発明によれば、請求項1, 2, 8のいずれか一つに記載の発明において、前記制御手段は、前記回転状態検出手段で検出された前記駆動軸の回転状態をフィードバックして駆動軸目標位置に追従させる内側フィードバックループの前記交差周波数 W_{cd} と、目標位置から内側フィードバックループのコントローラを含む前記ベルトの表面位置までの前記開ループ伝達特性の交差周波数 W_{cs} の関係が、

$$W_{cd} > W_{cs}$$

とした外側フィードバックループの制御を実行する構成としたので、目標駆動軸角度について、駆動軸からベルト表面位置までの共振周波数が低い時は、外側フィードバックループのゲインを抑え、安定して目標駆動軸角度の変更が可能という効果を奏する。

【0154】

また、請求項12に記載の発明によれば、請求項4, 9のいずれか一つに記載の発明において、前記制御手段は、前記回転状態検出手段で検出された前記駆動軸の回転状態をフィードバックして駆動軸目標位置に追従させる内側フィードバックループの前記交差周波数 W_{cm} と、目標位置から内側フィードバックループのコントローラを含む前記ベルトの表面位置までの前記開ループ伝達特性の交差周波数 W_{cs} の関係が、

$W_{cm} > W_{cs}$

とした外側フィードバックループの制御を実行する構成としたので、目標駆動源軸角度について、駆動源から駆動軸までの伝達系や、駆動軸からベルト表面位置の共振周波数が低い時は、外側フィードバックループのゲインを抑え、安定して目標駆動源軸角度の変更が可能という効果を奏する。

【0155】

また、請求項13に記載の発明によれば、請求項1～4，10～12のいずれか一つに記載の発明において、前記制御手段は、PIコントローラに外乱推定オブザーバを付加して構成され、目標位置から前記ベルトの表面位置までの開ループ伝達関数の交差周波数 W_{cs} の傾きとして -20 dB/dec の積分特性を持たせてなることとしたので、マイナーループについては、PIコントローラで安定な位置制御を実行し、位置制御で取り除けない外乱による位置変動を、外乱推定オブザーバにより、高精度な位置制御をおこなうため、外側フィードバックループ、すなわち、目標位置からベルトの表面位置までの開ループ伝達関数の交差周波数 W_{cs} の傾きを -20 dB/dec の積分特性とすることで全体系で安定な位置制御が図れるという効果を奏する。

【0156】

また、請求項14に記載の発明によれば、請求項1～4，10～13のいずれか一つに記載の発明において、前記制御手段として、前記ベルトの駆動開始時に、ランプ関数の目標位置を滑らかにする関数で乗算し、新たな目標位置として測定出力の比較信号とし、前記目標位置を滑らかにする関数に制御対象の伝達関数の逆数を乗算することにより、前記駆動源にフィードフォワード電流を与えるフィードフォワード系回路を備えたので、ベルトの駆動開始時には、ランプ関数の目標位置を滑らかにする関数で乗算するため、オーバーシュートが小さく振動を抑えた位置制御が実行できるという効果を奏する。

【0157】

また、請求項15に記載の発明によれば、請求項5に記載の発明において、前記歯は、前記ベルト上の画像形成部以外の箇所に形成されたこととしたので、歯による振動が画像形成部に伝わらなくなり、バンディングや位置ずれを少なくすることができるという効果を奏する。

【0158】

また、請求項16に記載の発明によれば、請求項5，7のいずれか一つに記載の発明において、前記ベルトは、前記駆動軸と、複数のローラで張設され、該複数のローラのうち少なくとも転写ニップ部のローラは、前記ベルトの歯に接触しない軸長としたので、ベルトの転写ニップ部には、歯が接触しないため、歯による振動が画像形成部に伝わらず、バンディングや位置ずれを少なくすることができるという効果を奏する。

【0159】

また、請求項17に記載の発明によれば、請求項1～16のいずれか一つに記載の発明において、前記駆動源から前記駆動軸までの伝達手段は、タイミングベルトとタイミングプーリーで構成したので、駆動軸に対するベルトの位置ずれを生じにくく、また、ギヤ駆動に比べて騒音が小さく、ダイレクト駆動に比べて消費電力を抑えることができるという効果を奏する。

【0160】

また、請求項18に記載の発明によれば、請求項1～16のいずれか一つに記載の発明において、前記駆動源から前記駆動軸までの伝達手段は、ギヤで構成したので、駆動軸に対するベルトの位置ずれを生じにくく、また、タイミングベルトとタイミングプーリー駆動に比べて剛性を上げることができ、ダイレクト駆動に比べて消費電力を抑えることができるという効果を奏する。

【0161】

また、請求項19に記載の発明によれば、請求項1～16のいずれか一つに記載の発明において、前記駆動源軸から前記駆動軸までの伝達手段は、駆動源軸と駆動軸が一体か駆動源軸と駆動軸がカップリングで締結されたダイレクト駆動としたので、駆動軸に対する

ベルトの位置ずれを生じず、また、タイミングベルトとタイミングプーリーによる伝達系やギヤによる伝達系に比べて騒音が小さく、剛性を上げることができるという効果を奏する。

【 0 1 6 2 】

また、請求項 20 に記載の発明によれば、請求項 1 ～ 19 のいずれか一つに記載の発明において、前記制御手段は、前記マーカ－検出手段で検出されたスリットパターンからなるマーカ－を A / D 変換し、該 A / D 変換の出力に基づき、検出されたマーカ－が示すスリットパターン間を位置補間する信号補間手段を備えたので、マーカ－検出手段に、スリットパターンの幅が広い安価なものを用いても、スリットの検出によるアナログ出力を A / D 変換しスリット間を補間することにより、高分解能化が可能となり、高精度な位置制御ができるという効果を奏する。

【 0 1 6 3 】

また、請求項 21 に記載の発明によれば、請求項 1 ～ 20 のいずれか一つに記載の発明において、前記制御手段は、前記マーカ－検出手段で検出されたスリットパターンからなるマーカ－の信号パルスのパルスエッジ間を該信号パルスよりも短い周期の一定間隔クロックで時間的に補間する信号補間手段を備えたので、マーカ－検出手段に、スリットパターンの幅が広い安価なものを用いても、スリットの検出のパルスエッジ間を信号パルスよりも短い周期の一定間隔クロックで時間的に補間することにより、高分解能化が可能となり、高精度な位置制御ができるという効果を奏する。

【 0 1 6 4 】

また、請求項 22 に記載の発明によれば、請求項 1 ～ 21 のいずれか一つに記載の発明において、前記制御手段は、単一個の DSP、あるいは単一個のマイクロコンピュータを用いて前記ベルトを駆動制御するので、単一個の DSP や一つの CPU で、ソフトウェアサーボを実行するため、コントローラやオブザーバの演算、目標値軌跡、フィードフォワード計算をソフトウェアで処理でき、複雑な回路が必要なく安価で、高精度な位置決め制御ができるという効果を奏する。

【 0 1 6 5 】

また、請求項 23 に記載の発明によれば、請求項 22 に記載の発明において、前記制御手段は、前記 DSP あるいはマイクロコンピュータを用いたサーボ駆動の演算のために、制御演算のサンプリング時間で離散化した演算結果を前記駆動源に対する入力として与える構成としたので、ソフトウェアサーボを用い、サンプリング時間で PI コントローラ、外乱推定オブザーバ、新たな目標位置、フィードフォワード値を離散化して演算するため、高精度な位置決め制御がおこなえるという効果を奏する。

【 0 1 6 6 】

また、請求項 24 に記載の発明によれば、請求項 1 ～ 23 のいずれか一つに記載の発明において、前記回転状態検出手段は、前記駆動軸、あるいは前記駆動源の軸と同軸に設けられる偏心補正エンコーダとしたので、駆動軸や駆動源軸に取り付けたエンコーダに偏心が生じてこれを補正できるため、偏心位置誤差が生じず駆動軸や駆動源軸の位置制御を高精度におこなえるという効果を奏する。

【 0 1 6 7 】

また、請求項 25 に記載の発明によれば、前記請求項 1 ～ 24 のいずれか一つに記載のベルト移動装置を備え、前記ベルト画像形成のための中間転写ベルトとして備え、該中間転写ベルトを移動制御して複数色からなるカラー画像を転写紙上に画像形成する画像形成手段を備えたので、中間転写ベルトの移動制御を高精度におこなえるため、転写紙上におけるカラー画像の色ずれを防止して、高品質な画像を形成することができるという効果を奏する。

【 図面の簡単な説明 】

【 図 1 】

この発明によるベルト移動装置の全体構成を示す斜視図である。

【 図 2 】

ベルト移動装置における中間転写ベルトの移動機構の駆動系を示すブロック図である。

【図 3】

本発明の実施の形態 1 における駆動対象の位置制御にかかる構成を示すブロック図である。

【図 4】

本発明の実施の形態 2 における駆動対象の位置制御にかかる構成を示すブロック図である。

【図 5】

本発明の実施の形態 3 にかかる駆動対象の位置制御にかかるブロック図である。

【図 6】

駆動対象である中間転写ベルトの構造を示す図である。

【図 7】

駆動対象であるモータトルクからベルト表面位置までのボード線図である。

【図 8】

駆動軸目標角度からコントローラを含む駆動軸角度までの開ループ伝達特性図である。

【図 9】

目標位置から内側フィードバックループのコントローラを含む駆動対象の表面位置までの開ループ伝達特性図である。

【図 10】

実施の形態 4 の駆動対象の位置制御にかかるブロック図である。

【図 11】

外乱推定オブザーバの配置の有無における位置偏差の比較を示す図である。

【図 12】

実施の形態 4 の駆動対象の位置制御にかかるブロック図である。

【図 13】

フィードフォワードの系統の配置の有無における中間転写ベルトの移動スタート時の駆動軸速度比較を示す図である。

【図 14】

図 9 に示す伝達特性（駆動軸のフィードバックと中間転写ベルトのベルト表面位置に対するフィードバック制御を実施する構成）時におけるベルトスリップ時の結果を示す図である。

【図 15】

この発明の実施の形態 6 による信号補間回路を示すブロック図である。

【図 16】

中間転写ベルトを備えたカラーコピー、カラープリンタの画像形成部の概略構成図である。

【図 17】

タンデム画像形成装置の構成例を示す図である。

【図 18】

従来のベルト搬送装置を示す平面図である。

【符号の説明】

- 1 0 1 中間転写ベルト
- 1 0 2 駆動軸
- 1 0 3 駆動軸 タイミングプーリー
- 1 0 4 タイミングベルト
- 1 0 6 ベルト駆動用モータ
- 1 0 7 エンコーダスケール
- 1 0 8 光ヘッド
- 1 0 9 駆動軸エンコーダ
- 1 1 0 (1 1 0 a ~ 1 1 0 d) 感光体

- 1 1 1 駆動軸
- 1 1 2 タイミングベルト
- 1 1 3 ドラム駆動モータ
- 1 1 4 ロータリエンコーダ
- 1 1 5 紙転写ローラ
- 1 1 6 レーザヘッド
- 2 0 1 マイクロコンピュータ
- 2 0 2 マイクロプロセッサ (C P U)
- 2 0 3 リードオンリーメモリ (R O M)
- 2 0 4 ランダムアクセスメモリ (R A M)
- 2 0 5 , 2 0 7 状態検出用インターフェース (I / F)
- 2 0 6 バス
- 2 0 8 駆動用 I / F
- 2 0 9 ドライバ
- 2 1 0 駆動用 I / F
- 2 1 1 ドライバ
- 3 0 1 比較手段
- 3 0 2 表面位置制御手段
- 3 0 3 加算手段
- 3 0 4 比較手段
- 3 0 5 位置制御手段
- 4 0 1 比較手段
- 4 0 2 表面位置制御手段
- 4 0 3 加算手段
- 4 0 4 比較手段
- 4 0 5 位置制御手段
- 5 0 1 比較手段
- 5 0 2 表面位置制御手段
- 6 0 1 , 6 0 2 歯
- 6 0 3 画像形成部
- 6 0 4 ベルト寄り止め
- 6 0 5 従動軸
- 6 0 6 歯
- 1 0 0 1 P I コントローラ
- 1 0 0 2 外乱推定オブザーバ
- 1 2 0 1 フィードフォワードの系統
- 1 5 0 1 信号補間回路
- 1 5 0 2 パターン信号カウンタ
- 1 5 0 3 クロックカウンタ
- 1 5 0 4 画像信号生成部
- 1 6 0 0 画像形成部
- 1 6 0 1 帯電チャージャ
- 1 6 0 2 感光体クリーニング装置
- 1 6 0 3 リボルバ現像ユニット
- 1 6 0 4 中間転写ユニット
- 1 6 0 5 2 次転写ベルト
- 1 6 1 1 B k 現像機
- 1 6 1 2 C 現像機
- 1 6 1 3 M 現像機
- 1 6 1 4 Y 現像機

1 6 1 6	ベルトクリーニングブレード
1 6 1 7	潤滑剤塗布ブラシ
1 6 1 8	ステアリン酸亜鉛
1 6 2 0	2次転写ユニット
1 6 2 5	1次転写バイアスローラ
1 6 2 6	ベルトテンションローラ
1 6 2 7	2次転写対向ローラ
1 6 2 8	クリーニング対向ローラ
1 6 2 9	アースローラ
1 6 3 1	1次転写電源
1 6 3 2 , 1 6 3 3 , 1 6 3 4	支持ローラ
1 6 3 5	2次転写電源
1 6 5 0	レジストローラ対
1 6 5 6	転写紙除電チャージャ
1 6 5 7	ベルト除電チャージャ
1 6 5 8	クリーニングブレード
1 7 0 1	従動ローラ