



**【特許請求の範囲】****【請求項 1】**

サーボモータを位置決め制御するサーボモータ制御装置において、サーボモータの位置決め目標位置と機械的な絶対位置との誤差を補正するようにサーボモータへの位置指令に補正データを加えて制御することを特長とするサーボモータの制御方法。

**【請求項 2】**

サーボモータの位置決め目標位置と機械的な絶対位置との誤差を、絶対位置保証された高分解能エンコーダやレーザー測長器等で計測し、この計測して得られたデータから、サーボモータへの指令値に対して補正する請求項 1 記載の補正データを作成する方法。

**【請求項 3】**

請求項 1 記載の補正データを所定の記憶装置へ格納する方法。

**【請求項 4】**

請求項 1 記載のサーボモータ制御装置において、補正データを位置指令に加えて、リニアモータや DD モータ等のダイレクト駆動方式のサーボモータ自体で絶対位置決め精度を向上させる制御方法。

**【請求項 5】**

サーボモータを機械的な絶対位置へ位置決めさせる装置であって、絶対位置保証された高分解能エンコーダやレーザー測長器等計測で得られたサーボモータの位置決め目標位置と機械的な絶対位置との差を基に、補正データを作成し、所定の記憶装置へ格納する補正データ作成部と、補正データを加えてサーボモータへ指令を与える位置制御部を有するサーボモータ制御装置。

**【発明の詳細な説明】****【技術分野】****【0001】**

本発明は、半導体、液晶等の製造、検査装置等の高精度な位置決めが要求される産業機械において、機械的な絶対位置への位置決めをサーボモータとサーボモータ制御装置のみで実現する方法に関するものである。

**【背景技術】****【0002】**

半導体、液晶等の微細化要求と大型化に対応するため、その製造、検査装置においては、益々高精度化が必要とされている。半導体、液晶等の製造、検査装置には、従来はサーボモータと減速機構やボールネジ等による伝達機構が使われていたが、前記高精度化の要求に伴い、リニアモータや DD モータ等のダイレクト駆動が採用されるようになった。リニアモータや DD モータと高分解能センサーによるダイレクト駆動により、伝達機構のロスモーションや機械精度の問題が解消されてきた。

**【0003】**

しかし、更なる高精度化の要求に対しては、前記ダイレクト駆動方式においても下記問題点の解決が必要となっている。

**【0004】**

DD モータは高分解能エンコーダを内蔵し、高精度な位置決めが可能であるが、さらに精度を向上させるには、さらに分解能が高いエンコーダを使用することとなる。しかし、エンコーダの高分解能化だけでは機械的絶対位置精度は得られない。エンコーダの絶対精度と機械加工精度及びエンコーダの組み付け精度による技術的な限界もあり、また、コストも高価になるという問題がある。

**【0005】**

リニアモータは高分解能リニアセンサーと組み合わせて高精度な位置決めを実現している。さらに精度を向上させるには、リニアモータの剛性をあげる、さらに分解能が高いリニアセンサーを使用する等があるが、これだけでは機械的絶対位置精度は得られない。リニアセンサの絶対精度と機械加工精度及びリニアセンサの組み付け精度による技術的な限界もあり、何よりコストが高価になってしまう。

10

20

30

40

50

## 【 0 0 0 6 】

サーボモータにエンコーダを組付ける際、エンコーダの組み付け誤差やエンコーダの取り付け軸の加工精度により、エンコーダの目盛りディスクの中心とモータ回転軸の中心にズレが生じる。このズレはサーボモータ回転時にエンコーダが偏心し、絶対位置決め精度に影響を与える。これは回転軸、エンコーダ取り付け軸の機械加工精度及びエンコーダ組み付け精度を上げることで誤差を小さくすることができるが、加工精度及び組み付け精度にも限界があり、また、コストも高価になってしまう。

【 特許文献 1 】 無し

【 発明の開示 】

【 発明が解決しようとする課題 】

10

## 【 0 0 0 7 】

前記問題点の解決方法の一つとして、CCDカメラを利用した画像処理システムがあり、CCDで撮影した対象物の位置と画面の定位置（機械絶対位置）とを比較し、誤差を検出して対象物が画面の定位置（機械絶対位置）へ来るように誤差分を位置指令の増減による位置補正制御を行っている。前記制御方法の場合、制御システム全体が複雑になり、装置も大きく、また、装置の設置場所の制約を受けやすく、コストも高価になるという問題がある。

## 【 0 0 0 8 】

そこで、本発明は、上述した問題点を鑑みてなされたものであり、その目的とするところは、画像処理システム等を用いることなくサーボモータとサーボモータ制御装置のみで機械的な絶対位置決めを可能にすることにある。

20

【 課題を解決するための手段 】

## 【 0 0 0 9 】

請求項 1 に記載の発明は、サーボモータにて位置決め動作させるとき、サーボモータ制御装置の位置制御インターバル時間毎に、請求項 2 により作成された補正データを目標位置に加え、これをサーボモータへの指令値として位置決め制御することを特徴とする。

## 【 0 0 1 0 】

請求項 2 に記載の発明は、絶対位置保証された高精度エンコーダやレーザー測長器等により位置決め目標位置と機械的な絶対位置との誤差を測定し、この測定により得られた誤差を基に絶対位置決め制御用の補正データを作成する。補正データの作成においては、DDモータ等の回転型モータではモータ 1 回転分、リニアモータ等の直動型モータでは有効動作ストローク長分の範囲で補正データを作成でき、サーボモータの有効動作範囲で常に位置補正の制御ができることを特徴とする。

30

## 【 0 0 1 1 】

請求項 3 に記載の発明は、請求項 1 および請求項 2 に記載の発明において、フレキシブルディスクやCD-ROM等の記録媒体を介さずにシリアル伝送によりサーボモータ制御装置の記憶装置へ補正データを格納することを特徴とする。

## 【 0 0 1 2 】

請求項 4 に記載の発明は、サーボモータ制御装置の位置ループ制御処理において、サーボモータ制御装置に内蔵された位置決めプログラムや外部装置から出力されたパルス列指令等による目標位置を、DDモータ等回転型モータではモータ 1 回転分（360度）の範囲に位置換算した値を、リニアモータ等の直動型モータの場合は位置決め目標位置に対応する請求項 2 による補正データを、位置指令に加えて制御することを特徴とする。

40

## 【 0 0 1 3 】

請求項 5 に記載の発明は、請求項 1 ～ 4 の制御方法を用いることで、画像処理システム等使用せずに、安価にDDモータやリニアモータ等のダイレクト駆動モータの絶対位置決め精度を向上させることを特徴とする制御装置。

【 発明の効果 】

## 【 0 0 1 4 】

本発明は、サーボモータとサーボモータ制御装置のみで、機械加工精度のみでなくセン

50

サー自体の精度及びセンサーの組付け精度による絶対位置誤差も補正でき、画像処理システム等を用いることなく、安価に高精度な絶対位置決め制御を実現できる。

【実施例】

【0015】

以下、回転型サーボモータを使用した本発明の実施例について説明する。

【0016】

図1は、回転型サーボモータの機械的な絶対位置との誤差を測定するシステムの一例を示しており、測定対象となるサーボモータ10とエンコーダ11、前記サーボモータ10を制御するサーボモータ制御装置12、絶対位置保証された絶対位置計測用高分解能エンコーダ13、前記サーボモータ10と絶対位置計測用高分解能エンコーダ13とを接続するためのカップリング14、前記絶対位置計測用高分解能エンコーダ13とサーボモータ10との誤差を計測処理するプログラムがインストールされたパソコン15から構成される。

10

【0017】

サーボモータ制御装置12からの機械原点復帰運転指令により、機械原点へサーボモータ10を移動させる。この動作により、サーボモータ10とエンコーダ11及び絶対位置計測用高分解能エンコーダ13を機械的な絶対位置の原点に位置合わせする。

【0018】

サーボモータ10をサーボモータ制御装置12で例えば1度毎に位置決めし、その位置決めしたときの絶対位置計測用高分解能エンコーダ13とサーボモータ10の位置検出をするエンコーダ11の両位置データをパソコン15で取り込み、絶対位置計測用高分解能エンコーダ13の“絶対角度”と絶対位置計測用高分解能エンコーダ13の位置データからエンコーダ11の位置データを引き算した“誤差角度”データを得る。前記位置決めを繰り返し実行してサーボモータ10の1回転分の“絶対角度”と“誤差角度”データを取得すると、“絶対角度”と“誤差角度”データは表形式のデータファイルとして出力される。出力されるデータ数は任意に設定可能で、絶対位置計測用高分解能エンコーダ13の1回転360度を等分割した角度毎に位置決めして誤差角度を得る。

20

【0019】

図5は、図1のシステムで測定して得た前記表形式のデータファイルをグラフ表示しており、サーボモータ10の機械的な絶対位置に対する誤差の様子を示している。

30

【0020】

図2は、絶対位置決めを実現するために必要なデータを作成し、サーボモータ制御装置22内の記憶装置にデータを格納するシステムの一例を示している。図2のシステムは、絶対位置決め対象のサーボモータ20とエンコーダ21、前記サーボモータ20を制御するサーボモータ制御装置22、絶対位置決め制御用のデータ作成プログラムがインストールされたパソコン23から構成される。

【0021】

サーボモータ20とエンコーダ21及びサーボモータ制御装置22は、それぞれ前記誤差測定対象となった図1中のサーボモータ10、エンコーダ11、サーボモータ制御装置12と同一のものである。

40

【0022】

パソコン15で計算処理により出力された“絶対角度”に対する“誤差角度”データを基に、0から360度の範囲（サーボモータ20の1回転分）で例えばエンコーダ21の位置1度毎に補正パルスを入力して補正データテーブルを作成する。

【0023】

補正データテーブルは、“サーボモータ20の1回転分（360度）の角度”と“補正パルス”を項目とした表形式のデータファイルとなっている。

【0024】

図3は、図2のシステムで作成した補正データテーブルの一例を示している。図3は、縦軸を補正パルス、横軸をサーボモータ20の1回転分（360度）の例えば1度毎の角

50

度データとして補正パルスを設定した状態を示している。設定していない他の角度については測定データ間の単位、例えば1度単位でスプライン曲線で補間している状態を示している。

【0025】

パソコン23で作成した補正データテーブルは、シリアル通信によりサーボモータ制御装置22へ送信され、サーボモータ制御装置22の内部記憶装置に格納される。

【0026】

補正データテーブルがサーボモータ制御装置22の内部記憶装置に格納された後は、パソコン23は必要とせず、サーボモータ20とサーボモータ制御装置22を半導体、液晶等の製造、検査装置に組付けることで、画像処理装置無しに、高精度な絶対位置決め制御を実現する。

10

【0027】

本例でのパソコン15とパソコン23は、補正データテーブル作成時にのみ使用している。また、パソコン15とパソコン23は、特に別にしなくても良い。

【0028】

図4は、サーボモータ制御装置22の位置ループ制御ブロックの一部分である。この位置ループ制御ブロックへは、位置ループ制御インターバル時間当たりの移動量が入力される。

【0029】

位置補正制御用カウンタ42は、サーボモータ制御装置22の内部記憶装置に格納されたサーボモータ1回転分の補正データ41から補正パルスを求めるためのものである。位置補正制御用カウンタ42は、位置ループ制御インターバル時間当たりの移動量を加算して作られ、0からサーボモータ20の1回転分のパルス数までの範囲で値が変化するように制御する。

20

【0030】

補正パルスは、位置補正制御用カウンタ42の値に対応するサーボモータ制御装置22の内部記憶装置に格納されたサーボモータ1回転分の補正データ41から取り出したデータである。

【0031】

今回位置ループ制御インターバル時に求めた補正パルスから前回位置ループ制御インターバルで求めた前回補正パルスを引き算し、位置ループ制御1インターバル時間あたりの補正パルスの変化量44を求め、これを位置ループ制御インターバル時間当たりの移動量に加算する。

30

【0032】

前記補正パルスの変化量を加えた移動量から、位置センサからのフィードバック値を引き算してPID制御部43で所定の処理をしたものが、サーボモータ制御装置22の位置ループ制御ブロックの速度指令となる。

【0033】

図6は、補正データにより位置決め指令に補正データを加えて制御したときのサーボモータ20の機械的な絶対位置に対する誤差の様子を示している。図6は図1のシステムで測定した。

40

【0034】

図5と図6を比較すると、補正データによる位置決め誤差は1/10程度にまで改善されていることがわかる。

【0035】

前記実施形態の一例において、パソコン23で作成したサーボモータ1回転分の補正データ41の記憶場所は、前記のサーボモータ制御装置22側でもサーボモータ20やエンコーダ21に記憶装置を内蔵しても良い。

【0036】

補正データ41の記憶場所をサーボモータ側(サーボモータ20やエンコーダ21)に

50

内蔵させた場合、保守等でサーボモータあるいはサーボモータ制御装置を交換しても、サーボモータとサーボモータ制御装置との組み合わせを考慮せずに、絶対位置決め制御が行える利点がある。

#### 【 0 0 3 7 】

パソコン 2 3 にインストールされた絶対位置決め制御用のデータ作成プログラムは、任意のポイントに補正値を設定すると、設定した隣同士のポイントを直線補間またはスプライン補間で結ぶように処理する機能を持っている。前記機能により、設定可能なポイント全てに補正値を設定せずに何点が設定するだけで良いため、補正データテーブル作成時の作業負担が軽減できる。前記補正データテーブルは、例えば 1 度単位毎のデータの集まりであって位置ループ制御インターバル時間単位毎のデータの集まりではない為、サーボモータ制御装置 2 2 の位置ループ制御ブロックに於いては、位置ループ制御インターバル毎に補間データを作成（今回補正パルス）して制御する。

10

#### 【 0 0 3 8 】

補間データで良い理由。

エンコーダの組付けやリニアセンサの取り付けにより発生する誤差は、機械加工による加工面の加工精度が急激に悪くなることは通常無いため、補間データを使用しても問題ない。

#### 【 図面の簡単な説明 】

#### 【 0 0 3 9 】

【 図 1 】 機械的な絶対位置に対する誤差測定の実施例の構成図。

20

【 図 2 】 本発明を適用した、補正データテーブルの作成システム例の構成図。

【 図 3 】 図 2 のシステム構成で作成した補正データを示す線図。

【 図 4 】 本発明を適用した位置ループの処理の説明図。

【 図 5 】 本発明を適用しない時の、機械的な絶対位置に対する誤差量を示す線図。

【 図 6 】 本発明を適用した時の、機械的な絶対位置に対する誤差量を示す線図

#### 【 符号の説明 】

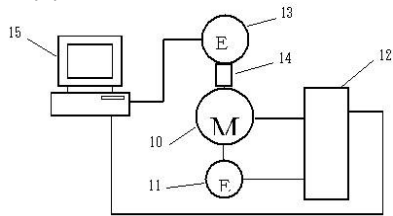
#### 【 0 0 4 0 】

- 1 0    サーボモータ
- 1 1    エンコーダ
- 1 2    サーボモータ制御装置
- 1 3    絶対位置計測用高分解能エンコーダ
- 1 4    カップリング
- 1 5    パソコン
- 2 0    サーボモータ
- 2 1    エンコーダ
- 2 2    サーボモータ制御装置
- 2 3    パソコン
- 4 1    サーボモータ 1 回転分の補正データ
- 4 2    位置補正制御用カウンタ
- 4 3    P I D 制御部
- 4 4    補正パルスの変化量

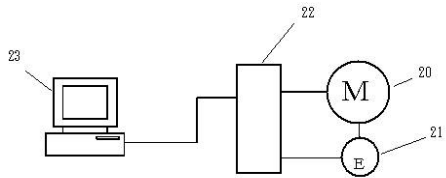
30

40

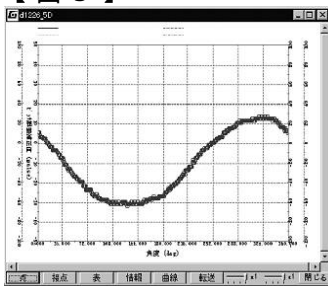
【図 1】



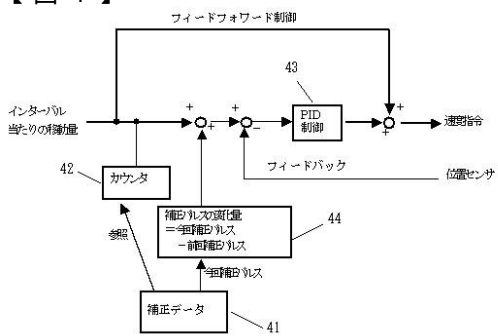
【図 2】



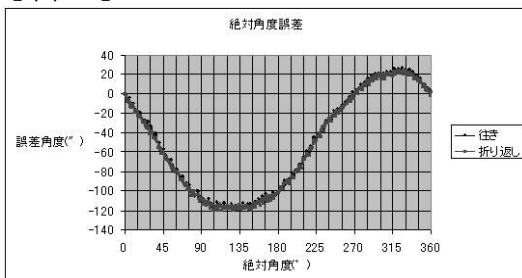
【図 3】



【図 4】



【図 5】



【図 6】

