

【特許請求の範囲】**【請求項 1】**

一方の端部に形成された角筒状の第 1 コイル部を有する長尺素材の他方の端部に当該端部を順次巻線加工して角筒状の第 2 コイル部を形成するコイル巻線機と、このコイル巻線機を装備すると共に当該コイル巻線機による前記第 2 コイル部の巻線加工に際し前記長尺素材の所定寸法分ずつ往復移動するヘッド送りユニットと、このヘッド送りユニットを往復駆動するユニット駆動手段と、前記コイル巻線機、ヘッド送りユニットおよびユニット駆動手段の各動作を制御する主制御部を含む駆動制御手段とを備え、

前記駆動制御手段を、

前記主制御部に接続されると共に前記巻線加工の進行と共に接近する前記第 1 コイル部の予め設定された測定基準位置からの距離を前記第 2 コイル部の最後の巻線加工の 3 ターン以上手前の巻線終了後に測定するコイル部位置測定手段と、

前記主制御部に接続されると共に予め前記測定基準位置から前記 3 ターン以上手前での前記第 1 コイル部までの基準距離を記憶するメモリ手段と、を備えた構成とし、

前記主制御部に、前記測定された距離と前記基準距離とを比較演算してその差をオフセット量として求めると共にそのオフセット量を加味して前記第 2 コイル部の最後より 1 ターン手前の巻線加工位置を設定する演算制御部を設けると共に、

この演算制御部が、前記ユニット駆動手段を介して前記ヘッド送りユニットおよび前記コイル巻線機による前記 1 ターン手前および最後の巻線加工を制御する巻線加工制御機能を有し、これにより前記第 2 コイル部を形成すると共に当該第 2 コイル部を前記前記第 1 コイル部に並列状に設定したことを特徴とする連結コイル形成装置。

【請求項 2】

前記請求項 1 に記載の連結コイル形成装置において、

前記主制御部は、

前記コイルの巻線加工回数をカウントする巻線カウント部と、

予め設定されている前記第 2 コイル部の巻線総加工回数および前記コイル部位置測定を実行する開始ポイントである最後の巻線加工の 3 ターン以上手前における予め設定された測定ポイントを特定するための巻始めからの巻線加工回数を記憶した巻線加工用回数記憶部と、を備えていることを特徴とする連結コイル形成装置。

【請求項 3】

前記請求項 1 または請求項 2 に記載の連結コイル形成装置において、

前記主制御部には、前記第 2 コイル部の巻線加工回数を前記巻線加工用回数記憶部に入力する入力手段が接続されていることを特徴とする連結コイル形成装置。

【請求項 4】

前記請求項 1 ないし請求項 3 のいずれか一つに記載の連結コイル形成装置において、

前記ユニット駆動手段がパルス駆動可能なパルスモータで構成され、

前記演算制御部は、前記第 2 コイル部の最終より 1 ターン手前の巻線加工のための平角線材送り長さを決定する際および前記最後の巻線加工のための平角線材送り長さを決定する際に、それぞれ前記長尺素材の一辺分の寸法に前記オフセット量を加味した距離および前記長尺素材の一辺と直交する一辺分の寸法に前記第 1 コイル部と前記第 2 コイル部との間隔寸法を加味した距離を前記パルス駆動モータ用のパルス数に変換し出力する機能を有することを特徴とする連結コイル形成装置。

【請求項 5】

一方の端部に形成された角筒状の第 1 コイル部を有する長尺素材を他方の端部から導入すると共にその端部を順次巻線加工して角筒状の第 2 コイル部を形成し前記第 1 コイル部に並列状態に配設する連結コイル形成制御方法であって、

前記第 2 コイル部の巻線加工の進行と共に接近する前記第 1 コイル部の予め設定された測定基準位置からの距離を前記第 2 コイル部の最後の巻線加工の 3 ターン以上手前で測定する第 1 の工程と、

前記測定された距離を当該測定基準位置における予め設定されている前記第 1 コイル部

位置までの基準の距離と比較してその長短を判断すると共に、両距離の差を演算し前記第 1 コイル部と第 2 コイル部との連結部のオフセット量を決定する第 2 の工程と、

前記オフセット量に前記長尺素材を巻線加工する際の 1 辺分の寸法を加えた寸法で前記長尺素材を送り出して前記第 2 コイル部の最後の巻線加工の 1 ターン手前の巻線加工を行う第 3 の工程と、

予め設定されている前記第 2 コイル部と第 1 コイル部との間隔寸法に前記長尺素材を巻線加工する際の 1 辺分の寸法を加えた寸法で前記長尺素材を送り出して最後の巻線加工を行う第 4 の工程と、を備えていることを特徴とする連結コイル形成制御方法。

【請求項 6】

前記請求項 5 に記載の連結コイル形成制御方法において、

前記第 3 の工程では、前記第 2 コイル部を送るヘッド送りユニットのパルス駆動可能なパルスモータに、前記オフセット量に前記長尺素材を巻線加工する際の 1 辺分の寸法を加えた寸法に対応するパルス数を前記パルスモータ駆動用として設定し、

前記第 4 の工程では、前記第 2 コイル部を送るヘッド送りユニットのパルス駆動可能なパルスモータに、前記第 2 コイル部と第 1 コイル部との間隔寸法に前記長尺素材を巻線加工する際の 1 辺分の寸法を加えた寸法に対応するパルス数を前記パルスモータ駆動用として設定したことを特徴とする連結コイル形成制御方法。

【請求項 7】

前記請求項 5 または請求項 6 に記載の連結コイル形成制御方法において、

前記第 1 の工程の前工程として、前記第 2 コイル巻線途中での当該第 2 コイル部に対する前記第 1 コイルの位置を監視する第 1 コイル位置監視工程を設けたことを特徴とする連結コイル形成制御方法。

【請求項 8】

前記請求項 7 に記載の連結コイル形成制御方法において、

前記第 1 コイル位置監視工程では、前記パルスモータの稼動と共に出力される計測用パルスを、前記パルスモータの駆動開始から予め取り付けられた外部センサが前記第 1 コイル部側に取付けられたセンサドグを検知するまでカウントすることによって前記第 1 コイル部の位置を監視することを特徴とする連結コイル形成制御方法。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は、連結コイル形成装置および連結コイル形成制御方法に係り、特に、リアクトルコイルとして用いるのに好適な連結コイルを形成する連結コイル形成装置および連結コイル形成制御方法に関する。

【背景技術】

【0002】

リアクトルは、一般に巻線と磁性体のコアを備え、コアに巻線が巻回されてコイルを構成することによりインダクタンスを得ている。

従来、リアクトルは、昇圧回路、インバータ回路、アクティブフィルタ回路等に用いられている。このようなリアクトルとしては、コアと当該コアに巻回されたコイルとを他の絶縁部材等とともに金属等のケース内に収納するものが多く用いられている。

そして、例えば車載用の昇圧回路に用いられるリアクトルにおいては、高電流流域における高いインダクタンス値を得るために所定の巻径と巻数により形成した単独コイルを 2 個並列状に形成し、双方コイルを流れる電流の方向が互いに逆向きになるように連結（接続）した構成コイルが用いられている。

【0003】

以上のようなコイルの従来例として、上述した 2 個コイルをそれぞれ別個の巻線により形成し、各巻線の連結側の端部を、連絡用ターミナルを介して溶接することにより接続す

10

20

30

40

50

るものが知られている（例えば特許文献 1 参照）。

また、他の従来例として、並列状に並ぶ同一巻き方向の 2 個コイルを 1 本の平角線のエッジワイズ巻きによって形成すると共に、相互に連続する上記 2 個コイルの相互間に架かる平角線の連結部を長手方向に沿って二つ折りに返すようにして、双方コイルの端面による外形内に収める構成のものも知られている（例えば特許文献 2 参照）。

【0004】

【特許文献 1】特開 2003 - 124039 号公報

【特許文献 1】特許 3737461 号公報

【発明の開示】

【発明が解決しようとする課題】

10

【0005】

ところで、多くの場合、リアクトルの 2 個のコイル内には、例えば略リング状のコアが挿入されるため、2 個のコイルは、高い配列精度が要求される。これに対し、前述した従来例のコイルでは、連絡用ターミナルを介して 2 個のコイルにおける巻線の連結側の端部を相互に連結するため、2 個のコイルの配列にバラツキが生じやすく、コアを挿入することができない場合がある。

また、前記特許文献 1 のコイルでは、両コイルと連絡用ターミナルとの接続のために、まず各巻線や連絡用ターミナルの連結側端部の皮膜を剥がし、その上で、当該箇所を溶接するという作業が必要となり、その結果、製造作業が大変煩雑になっていた。

さらに、個別の巻線により形成された 2 個のコイルを、連絡用ターミナルを介した溶接により電氣的に接続するため、どうしても溶接部の信頼性が問題となり、溶接の出来具合により、コイルの電氣的特性にバラツキが生じてしまうという問題もあった。

20

【0006】

また、前記特許文献 2 のコイルでは、2 個のコイルを同一の巻線によって形成し、連結部を二つ折り状に折り返すようにしているので、折り返し後の 2 個のコイルの配列精度を確保するためのコイル折り返し用治工具が必要となる。加えて、折り返し部のスペースが必要となると共に、折り返しの具合如何によりコイルの電氣的特性にバラツキが生じてしまうおそれがある。

さらに、両コイルと連絡用ターミナルと接続の工程は不要であるが、上述した折り返しのための作業工程が必要となるので、その分、製造作業が煩雑になるという問題が生じている。

30

【0007】

本発明の目的は、長尺素材の一方の端部に形成された角筒状の第 1 コイル部に対して長尺素材の他方の端部に角筒状の第 2 コイル部をずれることなく並列状態に配設することができると共に、溶接や折り返し作業を不要として 2 つのコイル部を連結することができる連結コイル形成装置および連結コイル形成制御方法を提供することである。

【課題を解決するための手段】

【0008】

上記目的を達成するため、本発明にかかる連結コイル形成装置は、一方の端部に形成された角筒状の第 1 コイル部を有する長尺素材の他方の端部に当該端部を順次巻線加工して角筒状の第 2 コイル部を形成するコイル巻線機と、このコイル巻線機を装備すると共に当該コイル巻線機による前記第 2 コイル部の巻線加工に際し前記長尺素材の所定寸法分ずつ往復移動するヘッド送りユニットと、このヘッド送りユニットを往復駆動するユニット駆動手段と、前記コイル巻線機、ヘッド送りユニットおよびユニット駆動手段の各動作を制御する主制御部を含む駆動制御手段とを備え、前記駆動制御手段を、前記主制御部に接続されると共に前記巻線加工の進行と共に接近する前記第 1 コイル部の予め設定された測定基準位置からの距離を前記第 2 コイル部の最後の巻線加工の 3 ターン以上手前の巻線終了後に測定するコイル部位置測定手段と、前記主制御部に接続されると共に予め前記測定基準位置から前記 3 ターン以上手前での前記第 1 コイル部までの基準距離を記憶するメモリ手段と、を備えた構成とし、前記主制御部に、前記測定された距離と前記基準距離とを比

40

50

較演算してその差をオフセット量として求めると共にそのオフセット量を加味して前記第 2 コイル部の最後より 1 ターン手前の巻線加工位置を設定する演算制御部を設けると共に、この演算制御部が、前記ユニット駆動手段を介して前記ヘッド送りユニットおよび前記コイル巻線機による前記 1 ターン手前および最後の巻線加工を制御する巻線加工制御機能を有し、これにより前記第 2 コイル部を形成すると共に当該第 2 コイル部を前記前記第 1 コイル部に並列状に設定したことを特徴とする。

連結コイル形成装置。

【0009】

また、本発明の連結コイル形成制御方法は、一方の端部に形成された角筒状の第 1 コイル部を有する長尺素材を他方の端部から導入すると共にその端部を順次巻線加工して角筒状の第 2 コイル部を形成し前記第 1 コイル部に並列状態に配設する連結コイル形成制御方法であって、前記第 2 コイル部の巻線加工の進行と共に接近する前記第 1 コイル部の予め設定された測定基準位置からの距離を前記第 2 コイル部の最後の巻線加工の 3 ターン以上手前で測定する第 1 の工程と、前記測定された距離を当該測定基準位置における予め設定されている前記第 1 コイル部位置までの基準の距離と比較してその長短を判断すると共に、両距離の差を演算し前記第 1 コイル部と第 2 コイル部との連結部のオフセット量を決定する第 2 の工程と、前記オフセット量に前記長尺素材を巻線加工する際の 1 辺分の寸法を加えた寸法で前記長尺素材を送り出して前記第 2 コイル部の最後の巻線加工の 1 ターン手前の巻線加工を行う第 3 の工程と、予め設定されている前記第 2 コイル部と第 1 コイル部との間隔寸法に前記長尺素材を巻線加工する際の 1 辺分の寸法を加えた寸法で前記長尺素材を送り出して最後の巻線加工を行う第 4 の工程と、を備えていることを特徴とする。

【発明の効果】

【0010】

本発明は、上述したような連結コイル形成装置としたので、第 2 コイル部の巻線加工の進行と共に接近する第 1 コイル部の、測定基準位置からの距離が第 2 コイル部の最後の巻線加工の 3 ターン以上手前で測定された後、演算制御部により、測定された距離と基準距離とが比較演算され、その差が第 1 コイル部と第 2 コイル部とのズレを調整するオフセット量として求められ、かつオフセット量を加味した送り量で送られて、最後より 1 ターン手前の巻線加工位置が設定され、その位置で巻線加工される。その結果、長尺素材の一方の端部に形成された角筒状の第 1 コイル部に対して長尺素材の他方の端部に角筒状の第 2 コイル部をずれることなく並列状態に配設することができると共に、溶接や折り返し作業を不要として 2 つのコイル部を連結することができる。

【発明を実施するための最良の形態】

【0011】

以下、図 1 ~ 図 5 に基づいて、本発明に係る連結コイル形成装置および連結コイル形成制御方法の一実施形態を説明する。

【0012】

図 1 は上記実施形態の連結コイル形成装置 10 を示すブロック図、図 2 は上記連結コイル形成装置 10 により形成される連結コイル 16 の全体斜視図、図 3 は連結コイル形成装置 10 を示す全体平面図、図 4 は図 3 における IV 矢視図で連結コイル形成装置 10 を示す全体側面図、図 5 は図 4 における V 矢視図で連結コイル形成装置 10 の主に搬送ユニットを示す全体平面図である。

【0013】

本実施形態の連結コイル形成装置 10 は、図 3 等に応示するように、一方の端部に形成された角筒状の第 1 コイル部 17 を有する長尺素材である平角線 W を、その他方の端部から導入すると共にその他方の端部に、当該端部を順次巻線加工して角筒状の第 2 コイル部 18 を形成し、かつ当該第 2 コイル部 18 と上記第 1 コイル部 17 とを並列状態に配置して前記連結コイル 16 (図 2 参照) を形成するものである。

【0014】

図 1 にも示すように、上記連結コイル形成装置 10 は、前記第 2 コイル部 18 を形成す

るコイル巻線機 55 と、このコイル巻線機 55 を装備すると共に当該コイル巻線機 55 による巻線加工を可能とするよう前記平角線 W の 1 辺分ずつコイル巻線機 55 を往復移動させるヘッド送りユニット 40 と、ヘッド送りユニット 40 を駆動させるユニット駆動手段であるモータ 45 と、上記コイル巻線機 55、ヘッド送りユニット 40 およびモータ 45 を駆動制御する駆動制御手段 20 と、を備えて構成されている。

【0015】

まず、図 2 に基づいて、連結コイル形成装置 10 により形成される連結コイル 16 の説明をする。

連結コイル 16 は、長尺素材である 1 本の平角線 W の長さ方向一方と他方との端部に、それぞれ角巻して当該角巻部が角筒状に積層された状態に形成された第 1 コイル部 17 および第 2 コイル部 18 を備えて形成されている。

10

また、平角線 W は、断面矩形形状の導線に被膜が施されたものである。

【0016】

本実施形態の連結コイル形成装置 10 により形成される連結コイル 16 は、予め一方の端部に第 1 コイル部 17 が形成されると共に、その他方の端部に、予め、第 2 コイル部 18 を角巻きするのに必要な長さの平角線 W を他方の端部から導入し、その他方の端部に第 2 コイル部 18 を角巻きして形成した 2 連の連結コイル 16 である。

このため、第 2 コイル部 18 の角巻き工程中の各辺を形成するときの線材送り誤差の累積が、第 1 コイル部 17 の軸心と第 2 コイル部 18 の軸心との距離のバラツキとなって現れるおそれがある。

20

【0017】

この第 1 コイル部 17 および第 2 コイル部 18 間には、当該各コイル部 17, 18 を同一面上で連結する連結部 19 が設けられ、この連結部 19 は、各コイル部 17, 18 相互間に位置する前記平角線 W で形成されている。そして、第 1 コイル部 17 および第 2 コイル部 18 は、互いに並列状態に配置され、かつ相互に同じ巻き方向に形成されている。

ここで、角巻きとは、コイルを角筒状に巻くことをいい、コイルを丸型に巻く丸巻きと対比されている。

【0018】

連結コイル 16 の第 1 コイル部 17 と第 2 コイル部 18 とのそれぞれの端部はリード部 17A, 18A となっており、これらのリード部 17A, 18A は、第 2 コイル巻線工程の最終段階で 2 個のコイル 17, 18 が接近した時に、互いのコイル部 17, 18 と干渉しないように、各巻線工程が始まる直前に、図示のように、平角線 W の厚さ方向（各コイル部 17, 18 の積層方向）に対して略 90° 曲げられるようになっている。

30

【0019】

各リード部 17A, 18A の被膜は剥離され、導体が剥き出しになっており、図示しない圧着端子等を設けて他の電気部品等と接続されるようになっている。

なお、2 つのコイル部 17, 18 のリード部 17A, 18A は、各コイル部 17, 18 の軸方向の同じ側にあるから、リード部 17A, 18A の先端部に、図示しない端子を取り付ける場合にも、端子の位置を揃えることが可能である。

【0020】

40

そして、第 1 コイル部 17 と第 2 コイル部 18 との連結部 19 近傍の第 2 コイル部 18 側の一边の部分（以下、オフセット部分という）19A は、連結コイル 16 を成形したときに発生する第 1 コイル部 17 の軸心と、第 2 コイル部 18 の軸心との距離のバラツキをなくすために、調整用としてのオフセット量を持たせ、かつ第 2 コイル部 18 の外形部より外側に突出させて巻線（以下、オフセット巻きという）されている。

そして、このオフセット部分 19A は第 1 コイル部 17 と第 2 コイル部 18 とを連結する連結部 19 を兼ねている。

【0021】

この連結コイル 16 は、その第 2 コイル部 18 の巻終り端部、つまりオフセット部分 19A において、平角線 W を第 2 コイル部 18 側から、各コイル部 17, 18 間の隙間長だ

50

け突出させて略90度巻線加工し、第1コイル部17の積層方向(図2中に矢印Aで示す)と同一方向(図2中に矢印Bで示す)に、第2コイル部18が積0層されるように、かつ、第1コイル部17の巻き方向と同方向に角巻きされることにより、第2コイル部18の巻き終わり時点で、第1コイル部17と第2コイル部18とが、前記連結部19を介して、連続して並列状態に形成される。

【0022】

また、連結部19が第1コイル部17と第2コイル部18とが同じ向きに形成されているので、連結コイル16を、図略のリアクトル用熱伝導性ケースに組み込んだとき、例えば熱伝導性ケースの底面に形成されている突起部等に干渉することがない。

このことは、連結部19のために、熱伝導性ケースの底面に形成される突起部の位置や形状を制限する必要がなくなり、これにより、設計の自由度が増す、という効果を得ることができるということである。

【0023】

さらに、第1コイル部17と第2コイル部18とには、図示しないが、略リング状のリアクトルコアの2箇所の直線部が挿入されるようになっており、そのため、第1コイル部17の軸心と第2コイル部18の軸心との距離は高い寸法精度が要求される。

本願では、前述のように、第1コイル部17と第2コイル部18との連結部19を形成する第2コイル部18側のオフセット部分19Aを、第1コイル部17と第2コイル部18間の距離を調整するための余長部分として設けた状態で角巻しているので、第1コイル部17と第2コイル部18との軸心間の距離を高精度で維持することができる。

【0024】

次に、図3～図5に基づいて連結コイル形成装置10の全体構成を説明する。

連結コイル形成装置10は巻線機架台30を備え、この巻線機架台30の上面30A上には、前記線送り機32やヘッド送りユニット40等が配置されている。

【0025】

図3～図4に示すように、上記線送り機32は、上下に配置された一对のプーリ36(図4参照)と、これらのプーリ36をそれぞれ装着した一对の本体部37と、これらの本体部37に装備され上記一对のプーリ36を互いに反対方向に回転させる一对のモータ38とを備えて構成されている。

これにより、線送り機32では、一对のプーリ36で平角線導入側から供給された平角線Wの端部を挟み込み、一对のプーリ36をそれぞれ逆方向に回転させて、平角線Wを次に送り込むことができる。

【0026】

この線送り機32では、本体部37および平角線Wを挟み込む前記一对のプーリ36ともども、平角線Wから離れる方向の平角線Wの送り方向Kと直交するY軸方向に退避したとき、導入された平角線Wの一方の端部に形成されている前記第1コイル部17の通過を許容できる構造となっている。

【0027】

すなわち、図6～図9にも示すように、一对の本体部37およびプーリ36は、枠体33に取り付けられた左右のスライド軸34に沿ってY軸方向にスライド自在となっている。枠体33は、Y軸方向に間隔をおいて配置された支持部材35と、これらの支持部材35の両端に架けわたされた上記スライド軸34を備えて構成されている。

【0028】

また、線送り機32には、取り付け部材61を介して第1のコイル受け部材60が装備されている。この第1のコイル受け部材60は、前記コイル巻線機55により平角線Wの他端部に前記第2コイル部18が巻線加工されるに連れ、当該第2コイル部18に接近する第1コイル部17が、前記平角線導入側から巻線機架台31側に導入されたとき、上記第1コイル部17を含む平角線Wを受けるものである。

なお、線送り機32は前述のようにY軸方向に移動可能となっているので、線送り機32に一体的に装備された第1のコイル受け部材60も、線送り機32がY軸方向に退避す

10

20

30

40

50

るとき同時に移動することになる。

【 0 0 2 9 】

前記巻線機架台 3 1 において線送り機 3 2 の、平角線 W の送り方向 K の下流側には、前記ヘッド送りユニット 4 0 が配置されている。

このヘッド送りユニット 4 0 は、前記線送り機 3 2 が Y 軸方向に退避した場合に、当該線送り機 3 2 に代わって平角線 W を下流側に送り込み、巻線加工の実行を補助するために設けられているものである。

【 0 0 3 0 】

ヘッド送りユニット 4 0 は、平角線 W の送り方向 K に沿って往復スライド自在となった板状の本体部 4 1 と、この本体部 4 1 を支持する枠体 4 2 とを備えて構成されている。枠体 4 2 は、平角線 W の送り方向に間隔をおいて配置された支持部材 4 3 と、これらの支持部材 4 3 の両端間に架けわたされ、上記本体部 4 1 をスライド自在とするスライド軸 4 4 とを備えて構成されている。

10

【 0 0 3 1 】

また、枠体 4 2 を挟んで前記線送り機 3 2 の反対側には、本体部 4 1 をスライド駆動させるユニット駆動手段としてのパルスモータ 4 5 が配置されている。このモータ 4 5 の主軸はボールネジ 4 6 に連結されている。

本体部 4 1 の裏面には、図 6 等に示すように、上記ボールネジ 4 6 と螺合するナット 4 7 と、スライド軸 4 4 をガイドするガイド部材 4 8 とが設けられている。これにより、パルスモータ 4 5 を駆動させるとボールネジ 4 6 とナット 4 7 との螺合により、本体部 4 1 がスライド軸 4 4 に沿って支持部材 4 3 間でスライドできるようになっている。

20

【 0 0 3 2 】

前記コイル巻線機 5 5 は、図 6 ~ 図 9 に詳細を示すように、上記ヘッド送りユニット 4 0 の本体部 4 1 の上面に設置されている。

コイル巻線機 5 5 は、前記線送り機 3 2、またはヘッド送りユニット 4 0 による 1 辺ずつの送りにより、平角線 W の他端部に、当該他端部を順次角巻して角筒状の前記第 2 コイル部 1 8 を形成するものである。

【 0 0 3 3 】

なお、第 2 コイル部 1 8 の巻線工程の最終段階で、2 個のコイル部 1 7、1 8 が接近した時に互いのコイル部 1 7、1 8 に干渉しないように、第 2 コイル部 1 8 の前記リード部 1 8 A は、当該第 2 コイル部 1 8 の巻線工程が始まる前に、図示しない機構等により、平角線 W の表面、つまり第 2 コイル部 1 8 の積層方向に対して直交する方向に 90° 曲げられている (図 2 参照)。

30

ここで、第 1 コイル部 1 7 の前記リード部 1 7 A も、前記連結コイル形成装置 1 0 に導入されるときは、上記第 2 コイル部 1 8 と同様、すでに 90° 曲げられている (図 2 参照)。

【 0 0 3 4 】

前記コイル巻線機 5 5 は、平角線 W の 90 度巻線加工を実行する巻線部 5 6 を備えている。この巻線部 5 6 は、丸軸状の固定治具 5 6 A と角棒状の巻治具 5 6 B とで構成され、これらの固定治具 5 6 A および巻治具 5 6 B は、ヘッド本体部 5 7 に設けられている。

40

固定治具 5 6 A は、送られてくる平角線 W をガイドすると共に、その平角線 W の巻線加工時に幅方向一端側側面を固定するものである。

【 0 0 3 5 】

また、巻治具 5 6 B は、平角線 W の巻線加工時に幅方向他端側の側面を固定治具 5 6 A 側に押圧すると共に、平角線 W の巻線加工方向に略 90 度回転できるような構成となっている。また、角棒状の巻治具 5 6 B は、その先端が平角線 W の幅方向他端側側面と当接した状態で回転するようになっている。

【 0 0 3 6 】

ヘッド本体部 5 7 等は基台 5 8 に設けられ、また、この基台 5 8 には、図略の駆動モータが設けられている。したがって、巻治具 5 6 B の 90 度巻線加工のための回転は、図略

50

の駆動モータを駆動させて、固定治具 5 6 A を中心としてヘッド本体部 5 7 等を基台 5 8 に対して回転させて行われる。

【 0 0 3 7 】

また、ヘッド送りユニット 4 0 の本体部 4 1 の上面には第 2 のコイル受け部材 6 2 が設けられている。この第 2 のコイル受け部材 6 2 は、図 6 等に示すように、前記第 1 のコイル受け部材 6 0 上に載置されている平角線 W を、当該第 1 のコイル受け部材 6 0 から引き継いで導入するものである。

【 0 0 3 8 】

さらに、第 2 のコイル受け部材 6 2 には第 2 コイル部 1 8 を受ける上面ガイド 6 2 A が設けられている。この上面ガイド 6 2 A は、シリンダ 6 3 によって Y 軸方向にスライド可能となっており、また、シリンダ 6 3 は、第 2 のコイル受け部材 6 2 の側面に設けられている。

10

上面ガイド 6 2 A は、コイル巻線機 5 5 による第 2 コイル部 1 8 の巻線加工が終了し、第 1 コイル部 1 7 との間で並列状の連結コイル 1 6 が完成した後、その連結コイル 1 6 を第 2 のコイル受け部材 6 2 から、平角線 W の送り方向先側に送り出して、あるいは固定治具 5 6 A の上方に抜き出して取り出すとき、第 2 のコイル受け部材 6 2 および固定治具 5 6 A のどこにも干渉せずに取り出せるように、連結コイル 1 6 の並列方向、かつ線送り機 3 2 の退避方向とは逆方向にスライドできるようになっている。

【 0 0 3 9 】

図 3 ~ 図 5 に示すように、巻線機架台 3 1 の上面 3 1 A には、巻線機架台 3 1 における平角線 W の送り方向 K の両端にわたってコイル搬出ユニット 8 4 が設けられている。

20

このコイル搬出ユニット 8 4 は、巻線機架台 3 1 の平角線 W の送り方向 K の両端のそれぞれ 2 箇所在所定間隔をおいて立設された 2 本の柱状部材 8 5 と、これらの柱状部材 8 5 間に架けわたされたチャックユニット用ガイド部材 8 7 とを備えて構成されている。

【 0 0 4 0 】

チャックユニット用ガイド部材 8 7 にはチャックユニット 8 8 が係合し、このチャックユニット 8 8 は、平角線 W の送り方向 K に沿ってスライド可能となっている。

チャックユニット 8 8 は、矩形形状の箱状に形成されたスライド本体 8 9 を備えており、このスライド本体 8 9 の厚さ方向（上下方向）側面に、上記 2 本のチャックユニット用ガイド部材 8 7 に係合する水平な貫通穴 8 9 A があけられている。また、スライド本体 8 9 の側面で 2 本のチャックユニット用ガイド部材 8 7 の中間位置には、貫通穴 8 9 A と平行に、かつスライド本体 8 9 の長さ方向略中央部に達するチャック移動シリンダ 9 0 のロッド 9 0 A 用の穴 8 9 B があけられている。

30

【 0 0 4 1 】

上記チャック移動シリンダ 9 0 のロッド 9 0 A の先端はスライド本体 8 9 の上記中央部の図示しない固定部に係止されている。また、上記チャック移動シリンダ 9 0 は、柱状部材 8 5 において平角線 W の送り方向 K の流れの最下流側に取り付けられている。

したがって、チャック移動シリンダ 9 0 を駆動させ、そのロッド 9 0 A を前後移動させることにより、スライド本体 8 9 がチャックユニット用ガイド部材 8 7 に沿って前後方向にスライドすることになる。

40

【 0 0 4 2 】

スライド本体 8 9 には、前記連結コイル 1 6 を把持するチャック機構 9 1 が設けられている。すなわち、チャック機構 9 1 は、図 4 , 5 に示すように、支持ブロック 9 3 を介してスライド本体 8 9 に取り付けられ、この支持ブロック 9 3 は、スライド本体 8 9 の送り方向と直交する方向の一方の側面に上方に突起して設けられている。

【 0 0 4 3 】

チャック機構 9 1 は、上下移動用シリンダ 9 4 に連結されている。

すなわち、スライド本体 8 9 の上面には支持ブロック 9 3 が設けられ、この支持ブロック 9 3 には、上下方向に貫通するシリンダ用穴と、チャック機構 9 1 の上下移動をガイドするガイド軸 9 5 用の貫通穴とがあけられている。

50

【 0 0 4 4 】

チャック機構 9 1 は、支持ブロック 9 3 の下方に位置しており、支持ブロック 9 3 に吊るされた状態となって設けられている。そして、チャック機構 9 1 の下端には連結部 9 6 が設けられ、この連結部 9 6 の上面に上記上下移動用シリンダ 9 4 のロッドが連結され、また、連結部 9 6 においてロッドの両側に上記ガイド軸 9 5 が立設されている。

さらに、連結部 9 6 には、下方に延びてチャック部 9 2 が設けられている。チャック部 9 2 は、周知の構造により開閉可能となっている。

【 0 0 4 5 】

したがって、上下移動用シリンダ 9 4 を駆動させると、そのロッドが前進あるいは後退することにより、チャック機構 9 1 が下降、あるいは上昇する。そして、チャック機構 9 1 が所定位置まで下降したとき、チャック部 9 2 が閉じて、所定位置に送られてきた前記第 1 コイル部 1 7 を把持できるようになっている。

【 0 0 4 6 】

以上のようなコイル搬出ユニット 8 4 には、図 4 , 5 に示すように、スライド本体 8 9 の幅方向両側面に、当該スライド本体 8 9 の移動をストップする移動ストップ機構 9 8 が設けられている。

この移動ストップ機構 9 8 は、スライド本体 8 9 の幅方向両側面に取り付けられたシリンダ 9 8 と、このシリンダ 9 8 のロッド先端に設けられた図略のストップ部材とで構成されている。そして、上記ストップ部材がロッドの前後動、つまりガイド部材 8 7 の径方向移動により前記ガイド部材 8 7 と接触・離隔可能となり、接近して当接することでガイド部材 8 7 を押圧し、これによりスライド本体 8 9 、ひいてはチャック機構 9 1 の移動をストップさせるようになっている。

【 0 0 4 7 】

前記対向配置された柱状部材 8 5 間のガイド部材 8 7 の反対側にはセンサ取り付け軸 1 0 0 が架けわたされている。このセンサ取り付け軸 1 0 0 の長さ方向所定位置には、コイル位置を測定するコイル位置測定センサ 1 0 1 が取り付けられており、このコイル位置測定センサ 1 0 1 は、第 2 コイル部 1 8 の巻線加工に連れて当該第 2 コイル部 1 8 側に接近する前記第 1 コイル部 1 7 の位置を測定するものである。この測定センサ 1 0 1 としては、例えば透過型フォトセンサが用いられている。

【 0 0 4 8 】

これに対して、前記スライド本体 8 9 の上面、かつ前記支持ブロック 9 3 の突出部の対角線上には、上記センサ 1 0 1 と対応するセンサドグ 1 0 2 が取り付けられている。そして、センサ 1 0 1 とセンサドグ 1 0 2 とで前記コイル部位置測定手段 2 2 が構成されている。

そして、スライド本体 8 9 が平角線 W の送り方向に沿って移動する際、センサドグ 1 0 2 の移動を上記センサ 1 0 1 が検出し、その信号を前記主制御部 2 1 の演算制御部 2 4 に送信するようになっている。

【 0 0 4 9 】

以上のような構成のコイル搬出ユニット 8 4 のチャックユニット 8 8 と、前記線送り機 3 2 と、前記ヘッド送りユニット 4 0 との相互の関連を図 6 ~ 図 9 に基づいて説明する。

図 6 に示すように、前記コイル巻線機 5 5 と前記線送り機 3 2 の連動により第 2 コイル部 1 8 の巻線が進むに連れて、平角線材 W の一方の端部に形成されている第 1 コイル部 1 7 は線送り機 3 2 に接近してくる。

【 0 0 5 0 】

第 1 コイル部 1 7 が線送り機 3 2 と干渉する直前の所定位置に到着すると、その位置で待機しているコイル搬出ユニット 8 4 のチャック機構 9 1 を下降させると共に、最下点に達したとき、そのチャック部 9 2 を閉じて第 1 コイル部 1 7 を把持させる。このとき、移動ストップ機構 9 8 のストップ機能は作動していない状態で、かつチャック移動シリンダ 9 0 はピストンのいずれの側にも駆動エア圧が供給されていない摺動フリーの状態である。

10

20

30

40

50

【 0 0 5 1 】

次いで、図 7 に示すように、線送り機 3 2 の一對のプーリ 3 6 による平角線 W のクランプを解除すると共に、線送り機 3 2 の本体部 3 7 およびプーリ 3 6 を Y 軸方向に移動させて平角線 W から離れる方向に退避させる。

【 0 0 5 2 】

その後、固定治具 5 6 A に直結した図略のシリンダによって、固定治具 5 6 A を下方に駆動することで平角線 W をクランプし、かつ固定治具 5 6 A で引掛けた状態でヘッド送りユニット 4 0 のモータ 4 5 を駆動させ、ボールネジ 4 6 とナット 4 7 との作用により本体部 4 1 を送り平角線 W を引出す。このとき、チャック機構 9 1 は動きがフリーであり、移動ストッパ機構 9 8 のストッパ機能は作動していない状態である。

10

【 0 0 5 3 】

次に、図 8 に示すように、コイル巻線機 5 5 により次の辺の巻線加工をするために、平角線 W を引き出した後、固定治具 5 6 A によるクランプを開放して、ヘッド送りユニット 4 0 を一辺の長さ分戻す。このとき、第 1 コイル部 1 7 を把持した状態でチャック機構 9 1 の移動がフリーだと、ヘッド送りユニット 4 0 の戻りに連れ動きするため、移動ストッパ機構 9 8 のストッパ機能を作動させる。つまり、シリンダ 9 9 を駆動させ、そのロッド先端のパッドをガイド部材 8 7 に押し付けてチャック機構 9 1 をストップさせる。巻線時には、ストッパ機構 9 8 を解除してチャック機構 9 1 を再び移動フリーの状態とする。

【 0 0 5 4 】

図 6 ~ 図 8 の動作を繰り返し、第 1 コイル部 1 7 と第 2 コイル部 1 8 とが、図 9 に示すように、並列状態に配設した連結コイル 1 6 が完成したら、上面ガイド 6 2 A を連結コイル 1 6 が取外し可能な位置までスライドさせた後に、図 4 に示すように、コイル巻線機 5 5 の位置から、第 1 コイル部 1 7 を把持した状態でチャック機構 9 1 を上昇させ、スライド本体 8 9 を移動させて連結コイル 1 6 を完成連結コイル搬出位置 B まで搬送する。

20

スライド本体 8 9 は、その後、平角線導入側 A (図 3 参照) の初期位置に戻り、そこで待機するようになっている。

【 0 0 5 5 】

図 1 に戻って、前記連結コイル形成装置 1 0 には、前記駆動制御手段 2 0 が設けられている。

この駆動制御手段 2 0 は、前記コイル巻線機 5 5 、ヘッド送りユニット 4 0 およびモータ 4 5 の各動作を制御する主制御部 2 1 を含んで構成されている。

30

【 0 0 5 6 】

主制御部 2 1 には、コイル部位置測定手段 2 2 とメモリ手段 2 3 とが接続されている。

また、主制御部 2 1 には各種情報を入力するための入力手段 2 7 が接続されている。

コイル部位置測定手段 2 2 は、巻線加工の進行と共に接近する前記第 1 コイル部 1 7 の予め設定された測定基準位置 S (図 1 1 , 1 3 等参照) からの距離を、第 2 コイル部 1 8 の最後の巻線加工の 3 ターン前で測定するものである。

なお、本実施形態では、第 2 コイル部 1 8 の最後の巻線加工の 3 ターン前で測定しているが、3 ターン以上手前で測定しても位置補正は可能である。ただし、位置測定後に発生する巻線加工による誤差の累積ということについては、3 ターン前測定が一番有利である。

40

【 0 0 5 7 】

メモリ手段 2 3 には、予め設定されている上記測定基準位置 S から 3 ターン前での第 1 コイル部 1 7 までの基準距離が記憶されている。

また、このメモリ手段 2 3 には、上記基準距離の他、主制御部 2 1 による制御に必要な各種の情報、例えば、予め設定された第 1 、第 2 コイル部 1 7 , 1 8 間の隙間の基準寸法 (設定寸法) 、平角線 W の幅および厚さ寸法、矩形形状の角筒状に巻き上げる積層段数、矩形角筒形状の長辺寸法、および短辺寸法、第 1 、2 コイル部 1 7 , 1 8 を形成するのに必要な平角線 W の全長寸法、等の情報も記憶されている。

【 0 0 5 8 】

50

また、主制御部 2 1 には、測定された距離と基準距離とを比較演算してその差をオフセット量として求めると共に、そのオフセット量を加味して第 2 コイル部 1 8 の最後より 2 ターン手前の巻線加工位置を設定する演算制御部 2 4 が設けられている。

【 0 0 5 9 】

そして、この演算制御部 2 4 が、パルスモータ 4 5 を介してヘッド送りユニット 4 0 およびコイル巻線機 5 5 による 1 ターン手前の位置、および最後の巻線加工位置での巻線加工を制御する巻線加工制御機能を有し、これにより第 2 コイル部 1 8 を形成すると共に当該第 2 コイル部 1 8 を第 1 コイル部 1 7 に並列状に設定できるようになっている。

【 0 0 6 0 】

演算制御部 2 4 では、上記最後の巻線より 1 ターン手前の巻線加工のためにオフセット寸法を加味した寸法で 1 辺分を送り出し、また、最終巻線加工のために各コイル部 1 7 , 1 8 の間隔を加味した寸法で 1 辺分を送り出す際、前述のように、各寸法に相当するようなパルス数を、レジスタ 3 0 を介してモータ 4 5 に発するようになっている。

【 0 0 6 1 】

主制御部 2 1 には、当該コイル巻線機 5 5 が平角線 W の巻線加工を行う際、実際に折り返した回数をカウントする巻数カウント部 2 5 が設けられている。この巻数カウント部 2 5 でカウントされた巻線回数は、主制御部 2 1 に設けられている測定時期演算判定部 2 8 に常時送出されている。

また、主制御部 2 1 は、予め設定されている第 2 コイル部 1 8 の基準の総巻線回数が記憶された巻線加工用回数記憶部 2 6 を備えている。

【 0 0 6 2 】

そして、巻線加工用回数記憶部 2 6 に記憶されている基準の巻線回数と、巻数カウント部 2 5 でカウントされた実際の巻線回数とが、上記測定時期演算判定部 2 8 により、常時、比較演算され、前記第 2 コイル部 1 8 の最後の巻線加工の 3 ターン前が判断されるようになっている。

また、測定時期演算判定部 2 8 では、第 2 コイル部 1 8 の最後の巻線加工の 3 ターン前であることの判断を行なった後、測定開始時期の指令を前記コイル部位置測定手段 2 2 に発する機能を有している。

【 0 0 6 3 】

主制御部 2 1 には、コイル巻線機用駆動制御部 2 9 が設けられ、この駆動制御部 2 9 により前記コイル巻線機 5 5 が駆動制御されるようになっている。

すなわち、コイル巻線機 5 5 における巻線部 5 6 の固定治具 5 6 A と巻治具 5 6 B とによる巻線のタイミング、戻りのタイミング等が駆動制御される。

【 0 0 6 4 】

また、主制御部 2 1 と前記線送り機 3 2 、コイル搬出ユニット 8 4 、およびチャックユニット 8 8 とは接続されており、線送り機 3 2 等を主制御部 2 1 により駆動制御することができる。

【 0 0 6 5 】

主制御部 2 1 と線送り機 3 2 との間では、入力手段 2 7 からの指令に基づいて、コイル巻線機 5 5 で平角線 W の他端部に第 2 コイル部 1 8 を形成するために当該コイル巻線機 5 5 に平角線 W を送り出し、あるいは、必要に応じて平角線 W から離れる方向に退避させる等の制御が行われる。

すなわち、第 2 コイル部 1 8 の巻線加工が進むに連れ第 2 コイル部 1 8 側に接近する第 1 コイル部 1 7 が測定開始位置に到達したとき、線送り機 3 2 を Y 軸方向に退避させるタイミング、および退避速度等の制御が行われる。

【 0 0 6 6 】

主制御部 2 1 とヘッド送りユニット 4 0 との間では、前述のように、第 2 コイル部 1 8 の最後の巻線加工の 3 ターン前、最後の巻線加工の 1 ターン手前でのパルス信号を送って駆動させると共に、通常では、入力手段 2 7 からの指令に基づいて、線送り機 3 2 による平角線 W の送り作用が及ばなくなった場合に、ヘッド本体部 4 1 を矢印 M 方向 (図 3 等参

10

20

30

40

50

照)に往復移動させることで、平角線Wを移送させる制御等が行われる。

【0067】

主制御部21とコイル搬出ユニット84との間では、入力手段27からの指令に基づいて、一端部に第1コイル部17が形成された平角線Wが形成途中の第2コイル部18に接近する所定位置で、第1コイル部17を把持すると共に、ヘッド送りユニット40およびコイル巻線機55による第2コイル部18の巻線加工に追従し、また、連結コイル16の完成後に、その連結コイル16を所定位置に搬出させる等の制御が行われる。

【0068】

次に、図10のフローチャート、および図11の巻線加工ごとに変化する第1コイル部17、第2コイル部18の形状等の模式図に基づいて、かつ図12~21を参照しながら、前記連結コイル形成装置10による連結コイル形成制御方法を説明する。

本連結コイル形成制御方法は、一方の端部に形成された角筒状の第1コイル部17を有する平角線を他方の端部から導入すると共に、その端部を順次1辺ずつ巻線加工して角筒状の第2コイル部18を形成し、かつ当該第2コイル部18と第1コイル部17とを並列状態に配置し連結コイル16を形成する方法である。

【0069】

まず、図12に基づいて第1コイル部17と第2コイル部18の相対位置関係について説明する。

【0070】

各コイル部17, 18の相対位置図におけるコイルピッチXは、予め設定されたコイルスキマL2の値に応じて、第2コイル部18の巻線工程最終ターンで形成される。

一方、コイルズレYは最終巻線工程の1ターン手前の巻線動作においてゼロになるよう、すなわち第1コイル部17と第2コイル部18がズレなく並列となるように位置補正される。このコイルズレYは、第2コイル部18の巻線工程における平角線Wの送り誤差等の累積により生じるものである。

【0071】

本連結コイル形成装置10による連結コイル形成制御方法では、第2コイル部18の巻線加工中のある時点で任意の基準位置(前記測定基準位置S)から第1コイル部17の距離を測定し、この距離データに応じて調整代であるオフセット部を形成することで、第2コイル部18の巻線加工を行う時点までの累積誤差を解消するものである。

【0072】

連結コイル形成制御方法は、まず、平角線Wの一方の端部に第1コイル部17が形成されている状態で、ヘッド送りユニット40上に装備されているコイル巻線機55に導入され、このコイル巻線機55により、第2コイル部18の巻線加工が開始される。

第2コイル部18の巻線加工が進むに連れ、図13に示すように、第1コイル部17は線送り方向Kに沿って移動し、第2コイル部18側に接近する。

前記図10のフローチャートは、この状態からスタートしている。

【0073】

第1コイル部17が第2コイル部18側に接近し、当該第2コイル部18の最後の巻線加工より3ターン手前の巻線加工が終了して2ターン手前の巻線加工のために平角線材の送り出しを開始したとき、第1コイル部17の位置測定がスタートし、図10に示すように、第1の工程として、ステップ(ST)1では、前記コイル部位置測定手段22を構成するコイル測定センサ101とセンサドグ102とにより、第1コイル部17の位置を測定するコイル位置測定が行なわれる。

【0074】

ここで、コイル位置測定の開始は、前述のように、前記巻数カウント部25でカウントしたコイル巻線機55の巻数と、巻線加工用回数記憶部26に予め設定されている基準の巻線回数とを比較・演算し、第2コイル部18の最後の巻線加工の3ターン前の巻線動作が終了したことを、測定時期演算判定部28で判断した後、その情報を、測定時期演算判定部28からコイル部位置測定手段22に発信することにより行なわれる。

【 0 0 7 5 】

ステップ (S T) 2 では、測定パルス P と基準パルス P の差が、 $\Delta P = P - P_{\text{基準}}$ として演算される。

この演算は、前記演算制御部 2 4 により、メモリ手段 2 3 に記憶されている基準位置からの第 1 コイル部 1 7 までの距離と、コイル部位置測定手段 2 2 により測定された距離とを基に行われる。

【 0 0 7 6 】

ステップ (S T) 3 では、最後の巻線加工 1 ターン手前のヘッド本体部 5 7 の送り補正パルスが、 $P_{\text{ヘッド送り補正}} = \Delta P / 2$ として演算され、これにより、オフセット量が決定される。

10

この演算も、上記演算制御部 2 4 により行われる。

【 0 0 7 7 】

ステップ (S T) 4 では、次回巻線時の第 2 コイル用リード長の補正パルスが、 $P_{\text{リード長補正}} = k \times \Delta P$ (k : 設定パラメータ) として演算される。

この演算も、上記演算制御部 2 4 により行われる。

なお、第 1 コイル部 1 7 と第 2 コイル部 1 8 のズレ Y は、巻線動作時の機械的累積誤差以外に、平角線 W の硬さや線材ボビンに巻かれた線材の巻きグセの影響も受けるものと考えられ、また、これらの平角線 W の品質のバラツキは、連続的にゆるやかに変化するものと考えられる。

そういった品質のばらつきによる影響も、コイル位置の測定結果をフィードバックさせることで、ある程度低い範囲に抑えようとする目的で、次回の巻線の第 2 コイル用リード線の設定長さに対して $k \times \Delta P$ という補正量を加減することもできるようにしたものである。

20

そして、上記式において、k はいわゆる重みの乗数で、 $k = 1$ であれば、コイル位置の長短が次回巻線の第 2 コイルリード長さの長短にそのまま反映され、1 以下であればそれがより緩やかになるといった、実際の稼動を通して求められる数値である。

【 0 0 7 8 】

ステップ (S T) 5 では、演算された巻線加工ヘッド送り補正パルスおよび演算された第 2 コイル用リード長の補正パルスが、演算制御部 2 4 から制御部レジスタ 3 0 に転送される。

30

【 0 0 7 9 】

ステップ (S T) 6 では、巻線が最後の巻線加工 1 ターン手前になったか否かの判断が行なわれる。最後の巻線加工 1 ターン手前になったことが確認できたら (Y E S)、次のステップ (S T) 7 に進み、最後の巻線加工 1 ターン手前になったことの確認ができなかったら (N O)、ステップ (S T) 6 の前に戻り、最後の巻線加工 1 ターン手前になるまで繰り返す。

【 0 0 8 0 】

ステップ (S T) 7 では、コイル位置補正用の送りパルスを、 $P_{\text{位置補正送り}} = P_{\text{辺送り}} + P_{\text{ヘッド送り補正}}$ として演算する。これにより連結部のオフセット量が決定される。

そして、上記ステップ (S T) 2 からステップ (S T) 7 までが、連結コイル形成制御方法における第 2 の工程となる。

40

【 0 0 8 1 】

ステップ (S T) 8 では、演算値に基づく最後の巻線加工 1 ターン手前の加工位置が設定される。

【 0 0 8 2 】

第 3 の工程として、ステップ (S T) 9 では、演算された巻線加工ヘッド送り補正パルスの値、つまり P 位置補正送りの値で線材 (平角線) を送り、最後の巻線加工 1 ターン手前の巻線加工を行い、第 1 コイル部 1 7 の位置を補正する。

【 0 0 8 3 】

第 4 の工程として、ステップ (S T) 1 0 では、第 1 コイル部 1 7 と第 2 コイル部 1 8

50

との隙間を考慮した最後の巻線加工が行なわれ、連結コイルが完成する。

【 0 0 8 4 】

ここで、前記第 1 の工程の前工程として、第 2 コイル巻線途中での第 2 コイル部 1 8 に対する第 1 コイル部 1 7 の位置を監視する第 1 コイル位置監視工程が設けられている。

すなわち、この第 1 コイル位置監視工程では、パルスモータ 4 5 の稼動と共に出力される計測用パルスを、パルスモータ 4 5 の駆動開始から予め取り付けられたコイル位置測定センサ 1 0 1 が第 1 コイル部 1 7 側に取付けられたセンサドグ 1 0 2 を検知するまでカウントすることによって第 1 コイル部 1 7 の位置を監視するようになっている。

【 0 0 8 5 】

次に、第 1 コイル部 1 7 の接近と第 2 コイル部 1 8 の形状の変化とを、図 1 1 に基づいて詳細に説明する。

第 2 コイル部 1 8 は四角筒形状となっているので、1 ターンは順次 9 0 度ずつ折曲げる際の最初の巻線加工であり、つまり 1 / 4 巻きである。

したがって、上記最後の巻線加工 3 ターン前の巻線動作が終了したときは、1 つの角筒を形成するための最初の 1 / 4 巻線加工が終了したときである。

【 0 0 8 6 】

また、最後の巻線より 3 ターン手前の巻線動作が終了し（コイル姿勢は図 1 1 中の 1 / 4 巻）、次回巻線動作のために平角線 W が通常の送り寸法で送られるときに前記コイル部位置測定が行われる。

コイル部位置測定後の巻線動作により最後の巻線より 2 ターン手前の巻線（図 1 1 中 2 / 4 巻線加工）が終了する。次いで最後の巻線加工 1 ターン手前では、最後の巻線加工における 3 回目の巻線加工、つまり 3 / 4 巻線加工が実行される。この 3 / 4 巻線加工は図 1 2 におけるコイルの Y 方向のずれを前記コイル部位置測定のデータに基いて補正する巻線動作である。

ここで、最後の巻線加工 2 ターン前までは、1 ターンごとに通常の送り寸法 B P（パルス）送りと、A P（パルス）送りとが交互に繰り返されている。そして、B P 送りは、前記第 1 コイル部 1 7 の長辺寸法をパルス数で表した寸法、A P 送りは、前記第 1 コイル部 1 7 の短辺寸法をパルス数で表した寸法である。

【 0 0 8 7 】

最後の巻線加工 2 ターン前での巻線加工が終了した後、平角線 W は、最後の巻線加工 2 ターン前までの通常の辺送り寸法と、前述のようにオフセット量 F が加味された寸法とを加えた送り寸法で送られ、最後の巻線加工 1 ターン手前では、3 回目の巻線加工、つまり 3 / 4 巻線加工が実行される。

【 0 0 8 8 】

また、最後の巻線加工 1 ターン手前での巻線加工が終了した後、平角線 W は、通常の辺送り寸法と、前述のように予め設定されている第 1 コイル部 1 7 と第 2 コイル部 1 8 との間隔寸法を加えた送り寸法、すなわち B P + 間隔寸法で送られ、4 回目の巻線加工、つまり 4 / 4 巻線加工が実行されて第 2 コイル部 1 8 が完成する。

そして、第 2 コイル部 1 8 の完成と同時に、第 1 コイル部 1 7 と第 2 コイル部 1 8 とのズレがなく、かつ両コイル部 1 7 , 1 8 間の隙間が予め設定されている寸法と等しい寸法となった連結コイル 1 6 が完成する。

【 0 0 8 9 】

前述のように、第 2 コイル部 1 8 の巻線が進み、第 1 コイル部 1 7 が線送り方向 K に沿って移動し、第 2 コイル部 1 8 側に更に接近して、例えば巻線完了から 3 ターン以上（9 0 度ずつ 3 回巻線）手前の状態になったら、コイル部位置測定手段 2 2 を構成するコイル測定センサ 1 0 1 とセンサドグ 1 0 2 により、第 1 コイル部 1 7 の位置が検出され、その情報が前記演算制御部 2 4 に伝送される。

【 0 0 9 0 】

測定センサ 1 0 1 は前述のようにセンサ取付け軸 1 0 0 の距離測定用の基準位置 S に固定されており、これに対応するセンサドグ 1 0 2 がスライド本体 8 9 に取付けられている

10

20

30

40

50

。

このスライド本体 8 9 には第 1 コイル部 1 7 をチャックするチャック部 9 2 が設けられている。したがって、チャック部 9 2 に保持された第 1 コイル部 1 7 とセンサドグ 1 0 2 の位置関係は常に同じであるため、距離測定用基準位置 S からセンサドグ 1 0 2 までの距離を測定することで、第 1 コイル部 1 7 の位置情報を得ることができる。

この測定は、前述のように、最後の巻線加工 3 ターン手前で、次の曲げ工程のために平角線 W を送るときに行われる。

【 0 0 9 1 】

ヘッド送りユニット 4 0 により平角線 W を送るときには、前記パルスモータ 4 5 の図略の制御ドライバに駆動パルスが入力される。入力された駆動パルスによりモータが回転し、回転に同期してモータのエンコーダからパルスが出力される。

10

駆動パルス 1 個あたりのヘッド送りユニット 4 0 の移動量は、モータ部の減速比とボールネジ 4 6 のネジリード長さから算定され、駆動パルスとエンコーダ出力パルスは 1 : 1 に対応しているので、ヘッド送りユニット 4 0 が動作開始して、センサドグ 1 0 2 が測定センサ 1 0 1 に到達するまでに出力されるエンコーダパルス数をカウントすれば (図 1 4 の測定パルス数 P)、これをセンサドグ 1 0 2 から距離測定用基準位置 S に固定された測定センサ 1 0 1 までの距離に換算することができる。

【 0 0 9 2 】

測定されたエンコーダパルス数に基づいて算定された測定センサ 1 0 1 (測定基準位置 S) からセンサドグ 1 0 2 までの距離 (リード) は、図 1 5 に示すように基準長さ、つまり適正距離である場合、図 1 6 に示すように適正距離より長い場合、図 1 7 に示すように適正距離より短い場合、という三様となる。

20

【 0 0 9 3 】

図 1 5 (A) に示すように、センサ 1 0 1 とセンサドグ 1 0 2 間の距離が適正であるということは、第 1 コイル部 1 7 と第 2 コイル部 1 8 間の距離が、図 1 5 (B) に示すように、連結コイル 1 6 を形成するのに適正であるということである。すなわち、位置補正なしで巻線すると、図 1 5 (B) に示すように、両コイル部 1 7 , 1 8 は基準オフセットを伴って、前記コイルズレ Y が無い状態、つまりコイルズレ Y がゼロの状態に連結コイル 1 6 が形成されるということである。

なお、図 1 5 (A) に示す両コイル部 1 7 , 1 8 の位置関係は、最後の巻線加工 2 ターン手前の状態である。

30

【 0 0 9 4 】

また、図 1 6 (A) に示すように、センサ 1 0 1 とセンサドグ 1 0 2 間の距離 (リード) が長いということは、第 1 コイル部 1 7 と第 2 コイル部 1 8 間の距離が図 1 5 に示す適正值よりも長いということであり、図 1 6 (B) に示すように、位置補正なしで巻線したとき、両コイル部 1 7 , 1 8 間のコイルズレ Y が + 側にズレルということである。

つまり、第 1 コイル部 1 7 が第 2 コイル部 1 8 に対して連結部 1 9 から離れる方向に位置しているということである。

そのため、図 1 6 (C) に示すように、上記ズレ分を + 側にオフセットして (オフセット量を多くする位置補正) 巻線することで、第 1 コイル部 1 7 と第 2 コイル部 1 8 間の距離、つまりコイルズレ Y を適正とすることができる。

40

【 0 0 9 5 】

さらに、図 1 7 (A) に示すように、センサ 1 0 1 とセンサドグ 1 0 2 間の距離 (リード) が短いということは、第 1 コイル部 1 7 と第 2 コイル部 1 8 間の距離が適正值よりも短いということであり、図 1 7 (B) に示すように、位置補正なしで巻線したとき、両コイル部 1 7 , 1 8 間のコイルズレ Y が - 側にズレルということである。

つまり、第 1 コイル部 1 7 が第 2 コイル部 1 8 に対して連結部 1 9 に近づく方向に位置しているということである。

そのため、図 1 7 (C) に示すように、上記ズレ分を - 側にオフセットして (オフセット量を少なくする位置補正) 巻線することで、第 1 コイル部 1 7 と第 2 コイル部 1 8 間の

50

距離、つまりコイルズレYを適正とすることができる。

【0096】

以上に説明したように、コイル間リード長がそれぞれ異なる場合に、連結コイルを形成するために、位置補正なしで（オフセット部は設ける）巻き終わったとき、それぞれの第1、第2コイル部17, 18の相互位置はコイル間リード長の長短に応じてずれる。

【0097】

本方法は、コイル間リード長の長短に応じてオフセット長を変えることによって、巻線終了時のコイルズレYを補正するものである。そして、位置補正して巻き終わった図16（C）、図17（C）の連結コイル16が、それぞれの第1、第2コイル部17, 18の相互位置のズレがない状態である。すなわち、コイルリードの長短はオフセット部のズレに表れていることを示している。

ここで、オフセット部を設けて、位置補正なしで相互位置のズレなく巻線された場合のコイル間リード長を適正長さと設定したのは、適正リード長さより短いコイル間リード長のコイルを補正巻線したときに、調整代であるオフセット部がコイルの内径内に表れないようにするためである。

【0098】

図18において、1パルスPあたりの線送り量がL mmであれば、同図18（A）の場合の線送り補正量Fは次のような式（1）に基づいて求められる。

$$F = F_0 + (P_1 - P_0) \times L / 2 \dots (1) \quad (F_0 \text{ は基準オフセット量})$$

この式（1）を図19（A）、（B）に基づいて補足説明すると、測定した2個の第1コイル部17において、オフセット部14のオフセット量が、図19（A）と図19（B）とでΔk違えば、その部分の線材長は2×Δkとなる。上記式（1）において（P1 - P0）×Lを2で除すのはこの理由による。

【0099】

線送り補正量Fが設定されたら、その補正量Fがオフセット寸法、つまり調整代とされる。そして、図20（A）に示すように、通常の送り寸法（ここでは、長辺寸法分）にオフセット寸法Fを加えた補正送り寸法L1が設定され、その補正送り寸法L1となるようなパルスPの値で線送りされる。

その後、この補正送り寸法L1で第1コイル部17を送った後、図20（B）に示すように、前記巻治具56Bを90度回転させて、平角線Wを巻線加工したとき、その部分の第2コイル部18の長辺寸法が上記オフセット寸法Fを加えた寸法となって現れるようになる。

【0100】

次いで、図21（A）に示すように、予め設定されている図21（B）の両コイル部17, 18間の隙間寸法L2を確保するために、通常の送り寸法、すなわち第1コイル部17の短辺の長さ寸法と隙間L2分の送り寸法L3で送り、その位置で、図21（B）に示すように、巻治具56Bを90度回転させるようになっており、これにより、最終角巻き工程として平角線Wを巻線加工したとき、両コイル部17, 18間の隙間L2が正確に確保される。

なお、上記隙間寸法L2は、両コイル部17, 18の軸心W1、W2間の寸法が、前記図12に示したコイルピッチXと一致しているとき必然的に決まる寸法であり、また、そのコイルピッチXは、予め特定されている。

【0101】

以上のように、連結コイル16の第1コイル部17の軸心W1と第2コイル部18の軸心W2との寸法を予め設定（特定）されているコイルピッチXとすることにより、連結コイル16の第1コイル部17と第2コイル部18とに、略リング状のリアクトルコアの2箇所の直線部が確実に挿入されることになる。

【0102】

ここで、前記線送り機32がY軸方向に移動して平角線Wから離れ、線送り機32による平角線Wの送り動作が停止されている際、特に、最後の巻線加工2ターン手前の状態が

ら最終角巻きまでの第2コイル部18の巻き動作は、前記駆動制御手段20の指令によりモータ45を駆動させ、このモータ45の駆動により、前記ヘッド送りユニット40の本体部41を平角線送り方向Kに沿った方向に往復移動させ、それぞれの位置で、固定治具56Aを基点として巻治具56Bを90度回転させることで行われる。

【0103】

すなわち、図20(A)に示すように、両コイル部17, 18間の前記補正送り寸法L1となるように線送りパルス数Pが設定されたとき、ヘッド送りユニット40が固定治具56Aと巻治具56Bとを搭載するコイル巻線機55をS1の位置まで移動させることで平角線Wを補正寸法L1長さ送り出し、次いでS1の位置にあった仮想線で示す固定治具56Aと巻治具56Bとが、前述のようにヘッド本体部41が同じ補正寸法L1長さ戻る

10

ことにより、巻線加工位置S2まで移動する。
このとき、送り出した平角線Wがコイル巻線機55とともに戻らないようになっている。そして、巻線加工位置S2の位置で、図20(B)に示すように、90度の巻線加工が実施される。

なお、補正寸法L1は、図11に表示されているAP+オフセット寸法と同じである。

【0104】

同様に、前記両コイル部17, 18間の最後の巻線加工時には、図21(A)に示すように、S2の位置にあった仮想線で示す固定治具56Aと巻治具56Bとが、前述のようにヘッド送りユニット40が送り分移動することにより、前記寸法L3を得るために巻線加工位置S3まで移動する。そして、その位置で、図21(B)に示すように、90度

20

の曲げが実施される。
なお、補正寸法L3は、図11に表示されているBP+隙間寸法と同じである。

【0105】

以上のような本第1実施形態によれば、次のような効果が得られる。

(1) 第2コイル部18の巻線加工の進行と共に接近する第1コイル部17の位置が、第2コイル部18の最後の巻線加工の3ターン前で測定され、その距離が、演算制御部24により基準距離と比較演算され、第1コイル部17と第2コイル部18とのズレを調整するオフセット量Fとして求められる。そして、このオフセット量Fと第1コイル部17の一辺(長辺寸法)とをプラスした寸法で平角線Wを送り、第2コイル部18の最後の巻線加工1ターン手前の位置が設定され、その位置で巻線加工される。その結果、平角線Wの一方の端部に形成された角筒状の第1コイル部に対して平角線Wの他方の端部に角筒状の第2コイル部18をずれることなく並列状態に配設することができ、寸法精度の高い連結コイル16を得ることができる。

30

【0106】

(2) 第1コイル部17と第2コイル部18とのズレがオフセット量Fとして演算され、そのオフセット量Fを加味した送り寸法で平角線Wを送る際、演算制御部24から出力されるパルス信号によりモータ45を駆動して行われるので、より高精度の送りが可能となり、寸法精度の高い連結コイル16を得ることができる。

【0107】

(3) 第1コイル部17と第2コイル部18とを連結する連結部19が両コイル部17, 18に連続して設けられているので、連結部19を、溶接や折り返しを不要として、かつ容易に形成することができる。

40

【0108】

(4) 第1コイル部17までの距離を測定したとき、固定されている測定センサ101から第1コイル部17と共に移動するセンサドグ102までの距離(リード)が、適正距離である場合、適正距離より長い場合、適正距離より短い場合、という三様となって表れるが、適正距離の場合は、そのまま巻線加工すれば2つのコイル部17, 18をズレなく並列状に配設することができ、また、適正距離より長い場合は、オフセット量Fを多くする位置補正で巻線加工し、適正距離より短い場合は、オフセット量Fを少なくする位置補正で巻線加工すればよく、これにより、測定結果に係わらず、2つのコイル部17, 18

50

をズレなく並列状に配設することができる。

【0109】

(5) 第1の工程(ST1)の前工程として、第2コイル巻線途中での第2コイル部18に対する第1コイル部17の位置を監視する第1コイル位置監視工程が設けられ、この第1コイル位置監視工程により、第2コイル部18の最後の巻線加工の3ターン前までの第1コイル部17の位置を常時、正確に把握できる。その結果、巻線動作時の機械的累積誤差以外に、平角線Wの硬さや線材ボビンに巻かれた線材の巻きグセの影響を受ける等の、平角線Wに品質のバラツキが生じていても、第1コイル部17の位置を正確に把握できるので、高精度の装置とすることができる。

【0110】

なお、本発明は前述の実施形態に限定されるものではなく、本発明の目的を達成できる範囲での変形、改良等は本発明に含まれるものである。

例えば、前記実施形態では、長尺素材として平角線Wを用い、この平角線Wの一端部と他短部とに、それぞれ第1コイル部17と第2コイル部18を形成するようにしたが、これに限らない。長尺素材として丸棒等の線材を用いてもよい。

【0111】

また、前記実施形態では、一端部に第1コイル部17が形成された平角線Wを、本実施形態の連結コイル形成装置10に導入するに際し、一端部に第1コイル部17を形成する巻線装置についてはどのような構成のものでもよい。

例えば、架台上に固定され平角線Wを送り出す線送り機と、上記架台上に固定され上記線送り機から送り出された平角線Wを順次角巻するコイル巻線機とを備えてコイル巻線装置を構成すると共に、このコイル巻線装置で平角線Wの一端部に第1コイル部17を形成した後、前記連結コイル形成装置10に導入するようにしてもよい。

【0112】

さらに、平角線Wの一端部に第1コイル部17を形成するコイル巻線装置を、第1の加工ラインと、第2の加工ラインと、これらの加工ライン間を往復移動しコイルを移載するコイル移載手段とを備えて構成すると共に、前記連結コイル形成装置10を第2の加工ラインの終端部に配設してもよい。この場合、第1の加工ラインで第1コイル部17を形成した後、その第1コイル部17をコイル移載手段で第2の加工ラインに移載し、コイル移載手段から第1コイル部17を有する平角線Wを連結コイル形成装置10に導入するようにしてもよい。

【0113】

また、本実施例では、3ターン手前の巻線が終了後、次の2ターン手前の巻線のための送り工程において、ヘッド送りモータの駆動パルスを送り開始から定位置に取付けられた測定センサがセンサドグを検知するまでカウントしたが、オブソリュート・エンコーダを搭載した駆動モータを使用して、2ターン手前の巻線が終了した直後のモータのエンコーダの位置を測定してコイルの位置補正データとしてもよい。

【0114】

また、本実施例では、ユニット駆動手段としてパルスモータ45を用いたが、これに限らない。パルス駆動可能なサーボモータを用いても、パルスモータ45を用いた場合と同様の効果を得ることができる。

【産業上の利用可能性】

【0115】

本発明は、例えばリアクトル用のコイルとして用いられる連結コイルを形成する際に利用できる。

【図面の簡単な説明】

【0116】

【図1】本発明に係る連結コイル形成装置の一実施形態を示す全体ブロック図である。

【図2】前記実施形態の連結コイル形成装置により形成される連結コイルを示す全体斜視図である。

10

20

30

40

50

【図 3】前記実施形態の連結コイル形成装置を示す全体平面図である。
 【図 4】図 3 における IV 矢視図である。
 【図 5】図 4 における V 矢視図である。
 【図 6】前記実施形態のコイル巻線機とヘッド送りユニット近傍を示す平面図である。
 【図 7】図 6 の状態からヘッド送りユニットが移動した状態を示す平面図である。
 【図 8】図 7 の状態からヘッド送りユニットが初期位置に戻った状態を示す平面図である。

【図 9】前記実施形態のコイル巻線機により連結コイルが完成した状態を示す平面図である。

【図 10】前記実施形態の連結コイル形成制御方法を示すフローチャートである。

【図 11】前記実施形態の第 1 コイル部の位置測定手前から最後の巻線加工までを示す概略説明図である。

【図 12】前記実施形態の第 1 コイル部と第 2 コイル部との相対位置関係を示す平面図である。

【図 13】前記実施形態のコイル位置測定方法を示す図である。

【図 14】前記実施形態の測定パルスの波形を示す図である。

【図 15】前記実施形態のコイル位置測定結果でコイル間リードが基準長さの場合を示す概略平面図である。

【図 16】前記実施形態のコイル位置測定結果でコイル間リードが長い場合を示す概略平面図である。

【図 17】前記実施形態のコイル位置測定結果でコイル間リードが短い場合を示す概略平面図である。

【図 18】前記実施形態のコイルの補正寸法を求める方法を示す説明図である。

【図 19】前記実施形態の 2 つのコイルで補正值が異なることを示す説明図である。

【図 20】前記実施形態の最終巻き直前の状態を示す動作図であり、図 20 (A) は 2 ターン前の状態、図 20 (B) は図 20 (A) から 90 度回転した状態図である。

【図 21】前記実施形態の最終巻き直前の状態を示す動作図であり、図 21 (A) は図 20 (B) と同じ位置の状態、図 21 (B) は図 21 (A) から 90 度回転した状態を示す動作図である。

【符号の説明】

【0117】

- 10 連結コイル形成装置
- 16 連結コイル
- 17 第 1 コイル部
- 18 第 2 コイル部
- 19 連結部
- 19A オフセット部分
- 20 駆動制御部
- 21 主制御部
- 22 コイル部位置測定手段
- 23 メモリ手段
- 24 演算制御部
- 25 巻数カウンタ部
- 26 巻数加工用回数記憶部
- 27 入力手段
- 28 測定時期演算判定部
- 40 ヘッド送りユニット
- 55 コイル巻線機
- 84 コイル搬出ユニット
- 88 チャックユニット

10

20

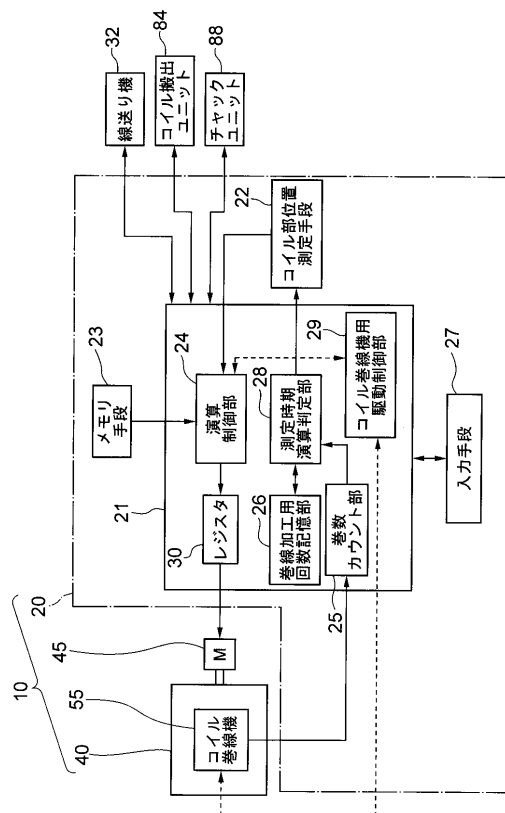
30

40

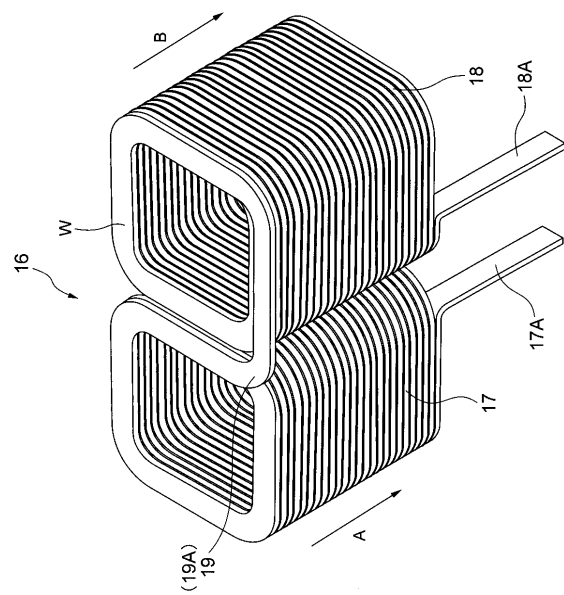
50

1 0 1 コイル位置測定センサ
1 0 2 センサドグ

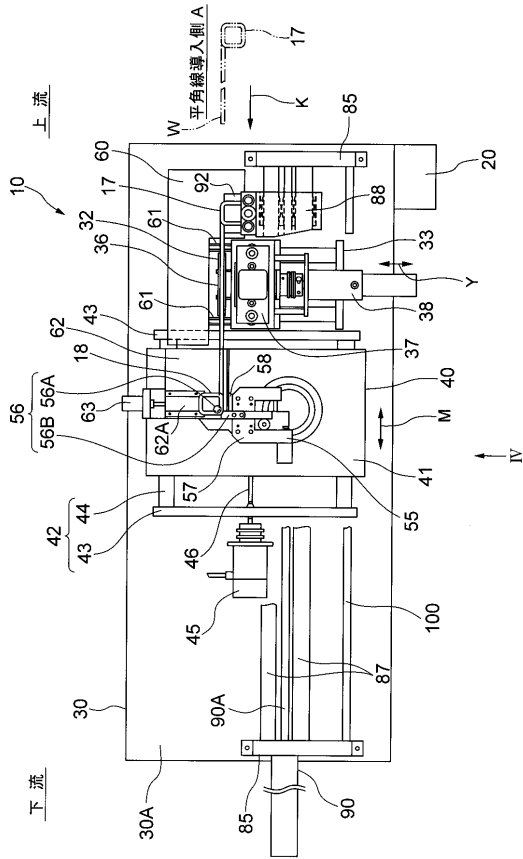
【 図 1 】



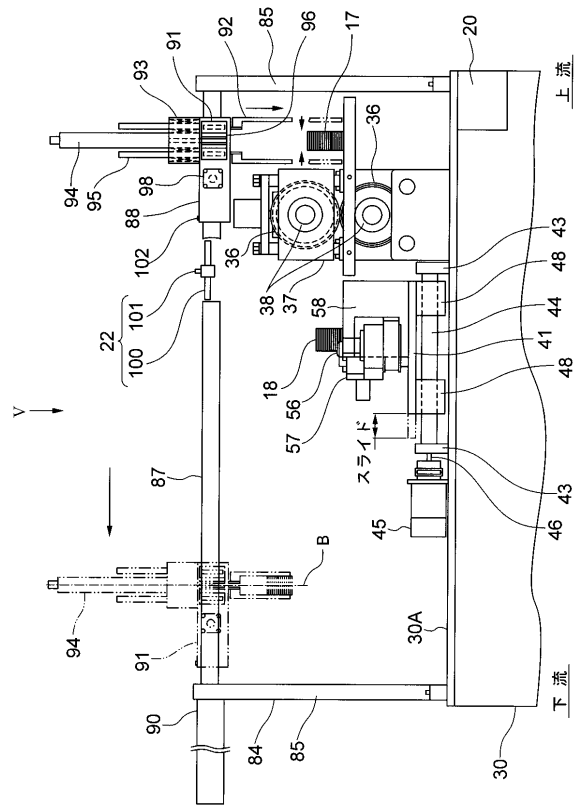
【 図 2 】



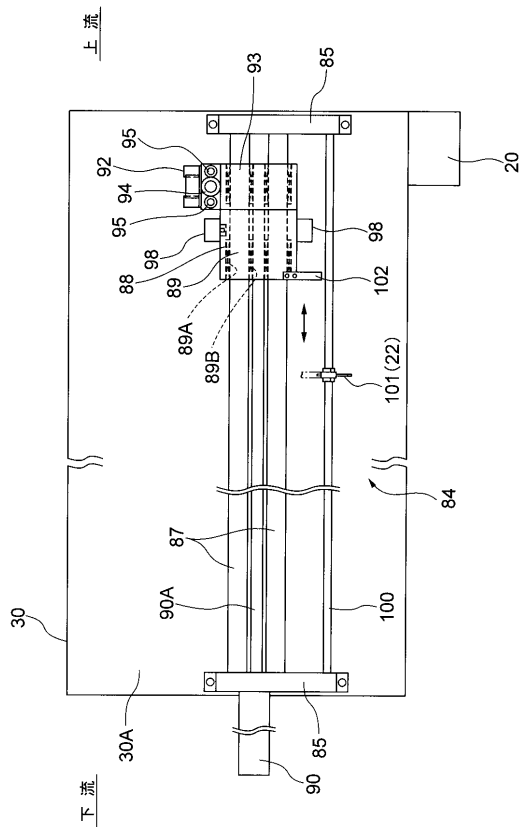
【図 3】



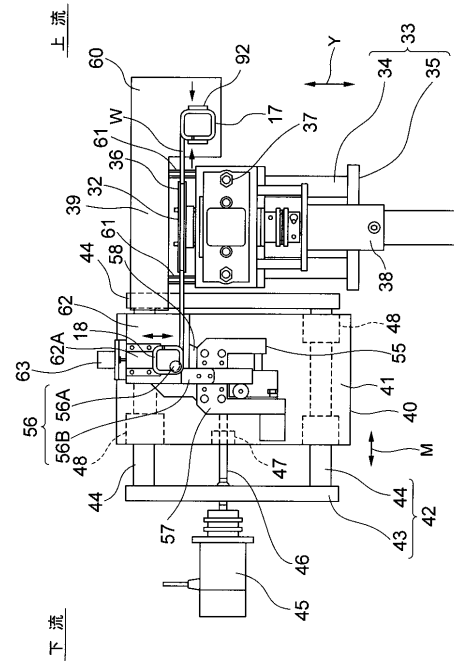
【図 4】



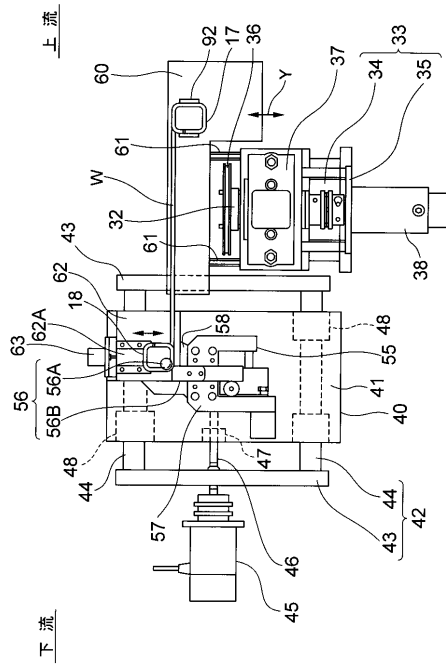
【図 5】



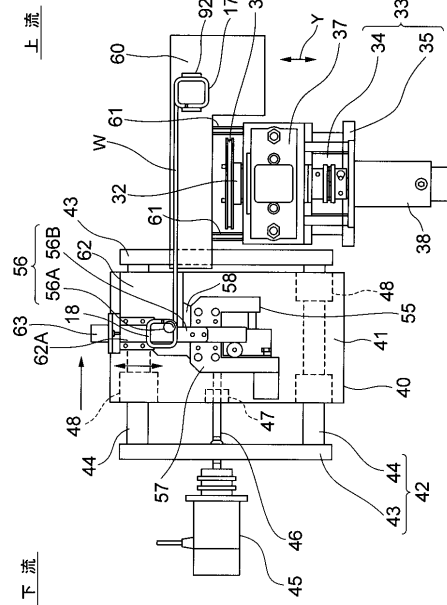
【図 6】



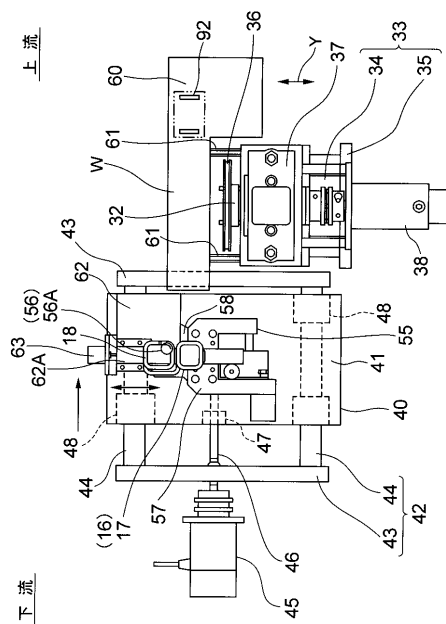
【図 7】



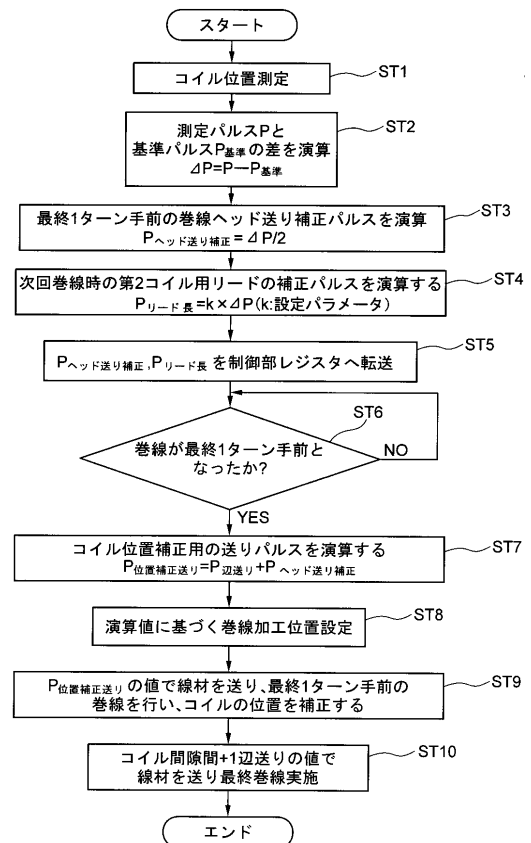
【図 8】



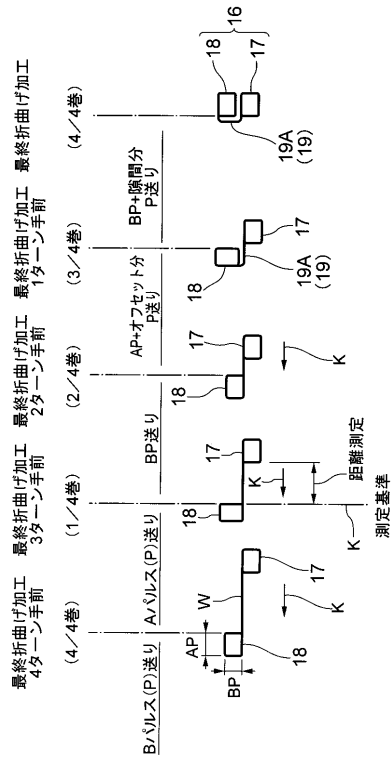
【図 9】



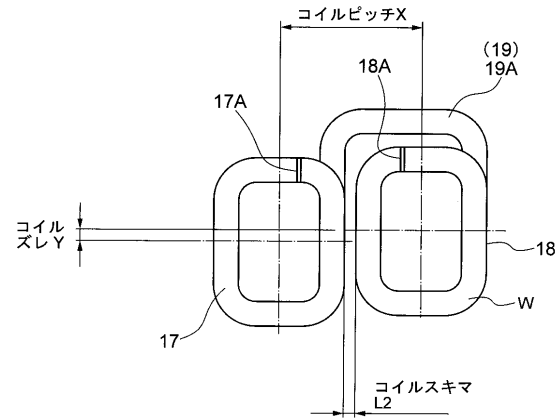
【図 10】



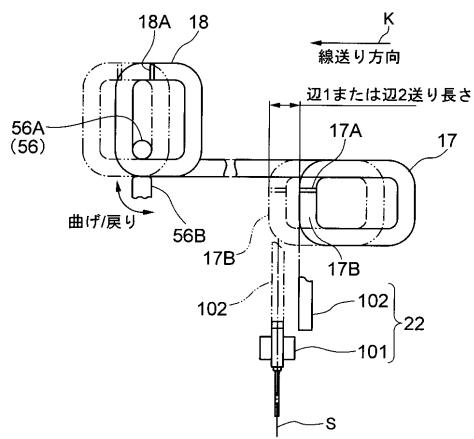
【図 1 1】



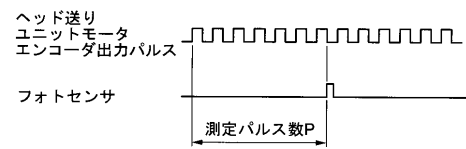
【図 1 2】



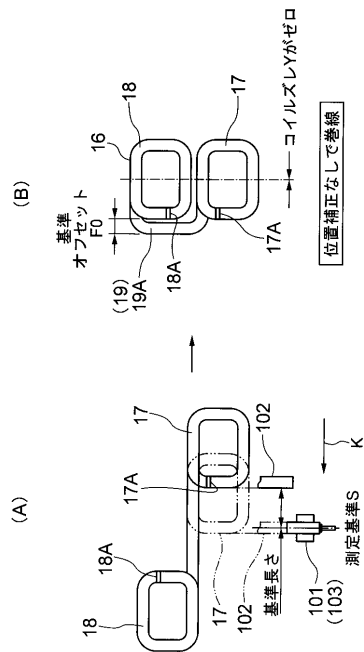
【図 1 3】



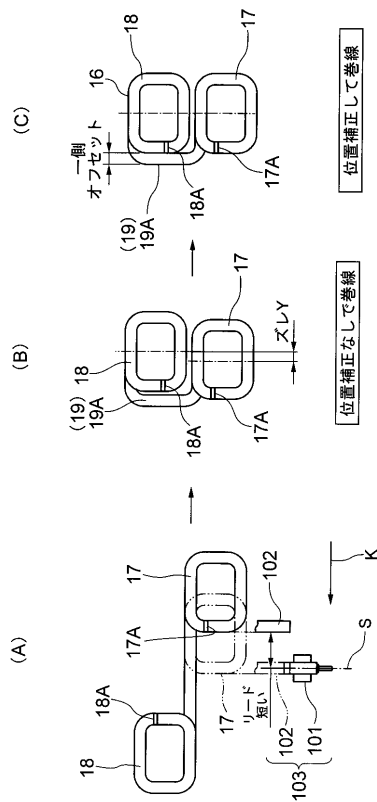
【図 1 4】



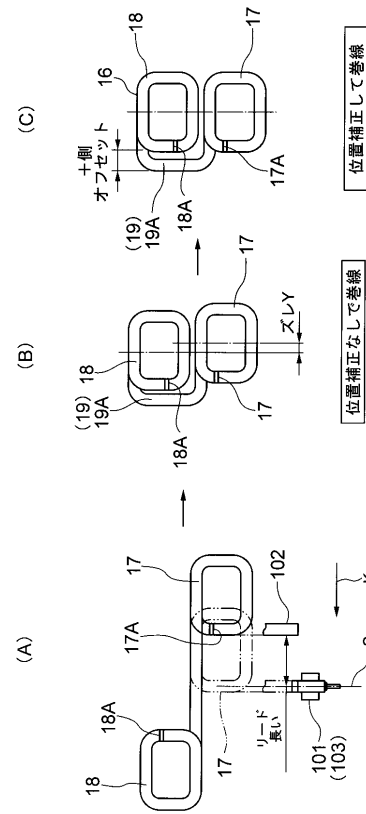
【図 15】



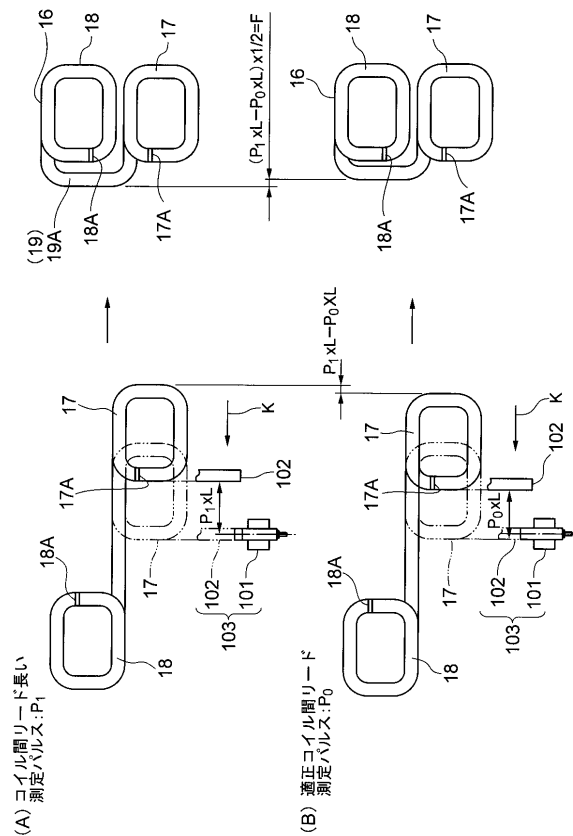
【図 17】



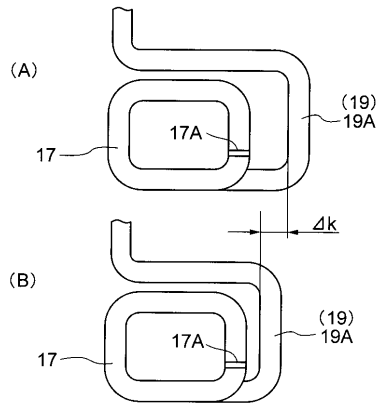
【図 16】



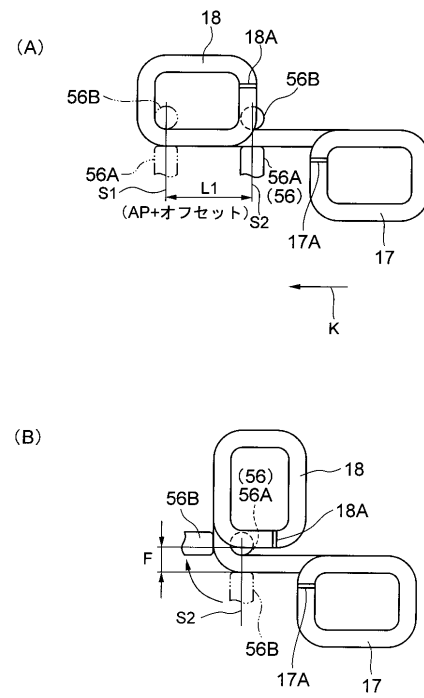
【図 18】



【図 19】



【図 20】



【図 21】

