

明 細 書

発明の名称：鉄筋結束装置

技術分野

[0001] 本開示は、鉄筋結束装置に関する。

背景技術

[0002] 従来、建築施工に際し、鉄筋結束を自動化する技術が種々提案されている。例えば、特許文献1には、平行に延びる一対の鉄筋を走行レールとして縦方向（第1方向）に移動する機能と、平行に延びる鉄筋の間を横方向（第2方向）に移動する機能とを有し、縦方向に移動する際に横方向に延びる鉄筋が検知された場合、移動を停止して、縦方向に延びる鉄筋と横方向に延びる鉄筋とが交差する箇所に結束を行う自走型鉄筋結束ロボットが記載されている。

先行技術文献

特許文献

[0003] 特許文献1：日本国特開2019-039174号公報

発明の概要

発明が解決しようとする課題

[0004] しかしながら、従来の技術においては、ロボットの横方向の移動を精密に行うことができないという問題があった。

[0005] 本開示はこのような事情に鑑みてなされたものであり、第2方向の移動を精密に行うことができる鉄筋結束装置を提供することを目的とする。

課題を解決するための手段

[0006] 本開示の一側面に係る鉄筋結束装置は、第1方向に延びる鉄筋と第2方向に延びる鉄筋とが交差する部位を結束可能に構成された結束機構と、結束機構を搭載した本体部と、第1方向に延びる鉄筋上を走行可能に構成された脚部と、脚部を鉄筋から離間可能に構成された第1駆動部と、第1方向と交差する第2方向に脚部を移動可能に構成された第2駆動部と、第1駆動部及び

第2駆動部を制御する制御部と、を備え、制御部は、第1駆動部を制御して脚部を鉄筋から離間させた状態で、第2駆動部を制御して第2方向に脚部を移動させる。

[0007] この態様によれば、脚部を第2方向に移動させることで、第2方向の移動を精密に行うことができる。

発明の効果

[0008] 本開示によれば、第2方向の移動を精密に行うことができる。

図面の簡単な説明

[0009] [図1]図1は、一実施形態に係る鉄筋結束装置の斜視図である。

[図2]図2は、一実施形態に係る鉄筋結束装置の斜視図である。

[図3]図3は、第1ユニットの斜視図である。

[図4]図4は、脚部の正面図である。

[図5]図5は、脚部の斜視図である。

[図6]図6は、脚部の側面図である。

[図7]図7は、脚部の側面図である。

[図8]図8は、脚部の側面図である。

[図9]図9は、一実施形態に係る鉄筋結束装置の斜視図である。

[図10]図10は、一実施形態に係る鉄筋結束装置の斜視図である。

[図11A]図11Aは、鉄筋結束装置の結束処理時の動作を示す図である。

[図11B]図11Bは、鉄筋結束装置の結束処理時の動作を示す図である。

[図11C]図11Cは、鉄筋結束装置の結束処理時の動作を示す図である。

[図12A]図12Aは、鉄筋結束装置の結束処理時の動作を示す図である。

[図12B]図12Bは、鉄筋結束装置の結束処理時の動作を示す図である。

[図12C]図12Cは、鉄筋結束装置の結束処理時の動作を示す図である。

[図13]図13は、一実施形態に係る鉄筋結束装置の制御構成を示すブロック図である。

[図14]図14は、結束処理の処理内容を示すフローチャートである。

[図15]図15は、横移動処理の処理内容を示すフローチャートである。

[図16A]図16Aは、鉄筋結束装置の横移動処理時の動作を示す図である。

[図16B]図16Bは、鉄筋結束装置の横移動処理時の動作を示す図である。

[図17A]図17Aは、鉄筋結束装置の横移動処理時の動作を示す図である。

[図17B]図17Bは、鉄筋結束装置の横移動処理時の動作を示す図である。

[図18A]図18Aは、鉄筋結束装置の横移動処理時の動作を示す図である。

[図18B]図18Bは、鉄筋結束装置の横移動処理時の動作を示す図である。

[図19A]図19Aは、鉄筋結束装置の横移動処理時の動作を示す図である。

[図19B]図19Bは、鉄筋結束装置の横移動処理時の動作を示す図である。

[図20A]図20Aは、鉄筋結束装置の横移動処理時の動作を示す図である。

[図20B]図20Bは、鉄筋結束装置の横移動処理時の動作を示す図である。

[図21A]図21Aは、鉄筋結束装置の横移動処理時の動作を示す図である。

[図21B]図21Bは、鉄筋結束装置の横移動処理時の動作を示す図である。

発明を実施するための形態

[0010] 本実施形態の鉄筋結束装置について、図面を参照して説明する。なお、以下の説明では、明細書の説明理解の便宜上、鉄筋結束装置の進行方向をX軸方向とし、鉄筋結束装置の幅方向をY軸方向とし、鉄筋結束装置の高さ方向をZ軸方向として定義する。

[0011] 本実施形態の鉄筋結束装置は、自走式のロボットであり、例えば、建築物の施工を行う際、X軸方向に延びる鉄筋（以下、「縦筋」ともいう）と、Y軸方向に延びる鉄筋（以下、「横筋」ともいう）とが交差する結束部位の結束処理を自動で行う装置である。鉄筋結束装置は、装置の稼働時には、縦筋に追従してX軸方向に走行し、横筋が検知された場合には、走行を停止して、結束部位に対する結束処理を行う。鉄筋結束装置は、結束処理が完了すると、走行を再開する。そして以降、鉄筋結束装置は、走行、停止、及び、結束を繰り返しつつ、複数の結束部位に対する結束処理を行う。また、鉄筋結束装置は、縦筋のX軸方向の端部に到達すると、走行している縦筋に対してY軸方向において隣り合う縦筋に移動する横移動処理を行う。そして、鉄筋結束装置は、横移動処理を完了すると、縦筋に追従したX軸方向への走行を

再開し、Y軸方向において隣り合う縦筋上の結束部位に対する結束処理を行う。

[0012] 図1及び図2に示すように、本実施形態の鉄筋結束装置10は、本体部11と、本体部11に連結された脚構造12と、本体部11に連結された支持フレーム13とを有する。支持フレーム13は、支持部の一例である。

[0013] 脚構造12は、本体部11の前後に対をなすように設けられた第1ユニット12Aと第2ユニット12Bとを含む。支持フレーム13は、例えば、第1ユニット12Aと第2ユニット12Bとの間に配置されている。支持フレーム13は、第1ユニット12Aよりも前側（鉄筋結束装置10の進行方向の前方側）、または、第2ユニット12Bよりも後側（鉄筋結束装置10の進行方向の後方側）に配置されてもよい。第1ユニット12A及び第2ユニット12Bの各々は、2つの脚部15を含む。第1ユニット12Aにおける一方の脚部15、及び、第2ユニット12Bにおける一方の脚部15は、第3脚部の一例であり、本体部11におけるY軸方向の一方側に設けられている。第1ユニット12Aにおける他方の脚部15、及び、第2ユニット12Bにおける他方の脚部15は、第4脚部の一例であり、本体部11におけるY軸方向の他方側に設けられている。第1ユニット12Aの2つの脚部15は、第1脚部の一例であり、本体部11におけるX軸方向の一方側（鉄筋結束装置10の進行方向の前方側）に設けられている。第2ユニット12Bの2つの脚部15は、第2脚部の一例であり、本体部11におけるX軸方向の他方側（鉄筋結束装置10の進行方向の後方側）に設けられている。第1ユニット12A及び第2ユニット12Bの各々の脚部15の数は、1つでもよいし、3つ以上であってもよい。各脚部15は、伸縮動作を個別に行うことが可能であり、各脚部15の伸縮動作を通じて、本体部11の高さを調整可能に構成されている。支持フレーム13は、Y軸方向に沿うように延びる枠体状をなしており、本体部11の下面からZ軸方向に延びる2つの第1枠体部13Aと、Y軸方向に延びて2つの第1枠体部13Aの下端部の間を連結する第2枠体部13Bとを含む。第2枠体部13BのY軸方向の寸法は、例

例えば、Y軸方向において隣り合う縦筋同士の間隔の3倍程度となるように構成されている。第2枠体部13BのY軸方向の寸法は、例えば、Y軸方向において隣り合う縦筋同士の間隔と同程度となるように構成されてもよい。これにより、支持フレーム13は、各脚部15の伸縮動作に伴って本体部11の高さが下降した場合、支持フレーム13の第2枠体部13BがY軸方向において隣り合う2つの縦筋X1、X3または、縦筋X1、X2の間を跨るように載置される。すなわち、支持フレーム13の第2枠体部13Bは、本体部11のY軸方向の中央に位置する縦筋X1と、当該縦筋X1を挟んでY軸方向の両側に位置する2つの縦筋X2、X3との何れかを含む2つの縦筋X1、X3または、縦筋X1、X2を跨るように載置される。

[0014] 本体部11のX軸方向の両側には、センサ16が一つずつ搭載されている。センサ16は、第2検知部の一例である。なお、図1、2に示す例では、本体部11の前面に搭載されたセンサ16のみが図示されている。センサ16は、例えば、本体部11の下方を検知範囲としており、検知範囲には、少なくとも本体部11のY軸方向の中央に位置する縦筋X1が含まれている。センサ16は、例えば、対象物との距離を測定する機能を有し、対象物との距離の測定値が縦筋X1との距離として予め設定した距離と一致することを条件に、対象物が縦筋X1であると検知する。2つのセンサ16は、X軸方向に離れた縦筋X1の2箇所を検知し、これらのセンサ16により検知された2箇所を結ぶ直線の延びる方向を縦筋X1の長手方向として特定する。そして、鉄筋結束装置10は、特定された縦筋X1の長手方向に沿うように、Y軸方向の両側の車輪17の回転速度を個別に制御する。また、鉄筋結束装置10は、上述のように特定された縦筋X1の長手方向に沿うように鉄筋結束装置10の移動方向を制御しつつ、縦筋X1に追従するように移動する。

[0015] 本体部11のY軸方向の両側には、センサ18が一つずつ搭載されている。センサ18は、第1検知部の一例である。なお、図1、2に示す例では、本体部11のY軸方向の一方側の側面に搭載されたセンサ18のみが図示されている。センサ18は、例えば、本体部11の下方を検知範囲としており

、検知範囲には、少なくとも、鉄筋結束装置 10 が結束部位の近傍まで到達した際に、本体部 11 を Y 軸方向に横切る横筋 Y 1（図 9 等参照）を含む。センサ 18 は、例えば、対象物との距離を測定する機能を有し、対象物との距離の測定値が横筋 Y 1 との距離として予め設定した距離と一致することを条件に、対象物が横筋 Y 1 であると検知する。2 つのセンサ 18 は、Y 軸方向に離れた横筋 Y 1 の 2 箇所を検知し、これらのセンサ 18 により横筋が検知された場合において、検知された 2 箇所を結ぶ直線の延びる方向を横筋の長手方向として特定する。そして、鉄筋結束装置 10 は、センサ 16 により特定された縦筋の長手方向と、センサ 18 により特定された横筋の長手方向とが交差する部位を、縦筋と横筋とが交差する結束部位として算出する。また、鉄筋結束装置 10 は、算出された結束部位に向けて移動する際、算出された結束部位の位置と後述する結束機構 70 の結束部 73 の位置とが Y 軸方向において一致するように、Y 軸方向の両側の車輪 17 の回転速度を個別に制御し、鉄筋結束装置 10 の移動方向を制御する。

[0016] 次に、脚構造 12 を構成する各ユニットの構成について説明する。なお、第 1 ユニット 12 A 及び第 2 ユニット 12 B は、互いに共通の構成を有している。そのため、以下の説明では、第 1 ユニット 12 A を例に挙げて説明する。

[0017] 図 3 に示すように、第 1 ユニット 12 A は、例えば、本体部 11 に連結され、一方向に長く延びる連結部 30 と、連結部 30 の長手方向の第 1 端部及び第 2 端部にそれぞれ設けられた脚部 15 とを有している。連結部 30 は、例えば、断面略 L 字状をなしている。連結部 30 は、例えば、底板部 31 と、底板部 31 から Z 軸方向に突出した側板部 32 とを有している。底板部 31 は、例えば、連結部 30 の長手方向の一方側に位置する第 1 底板部 31 A と、連結部 30 の長手方向の他方側に位置する第 2 底板部 31 B とを含んでいる。第 1 底板部 31 A と第 2 底板部 31 B との間には、例えば、連結部 30 の長手方向において空隙が形成されている。側板部 32 は、例えば、連結部 30 の長手方向の全域に亘って延びている。すなわち、連結部 30 は、長

手方向の中央部分において底板部 3 1 が切り欠かれた構成であってもよい。連結部 3 0 の側板部 3 2 における長手方向の中央部分には、横移動ローラ 3 3 が設けられている。横移動ローラ 3 3 は、駆動歯車の一例であり、第 2 駆動部を構成する。横移動ローラ 3 3 は、例えば、本体部 1 1 に設けられた駆動ラック 1 1 A に対して噛合している。駆動ラック 1 1 A は、噛合部の一例であり、第 2 駆動部を構成する。駆動ラック 1 1 A は、例えば、横移動ローラ 3 3 の外歯に噛み合う複数の歯が Y 軸方向に直線状に並列されている。横移動ローラ 3 3 が本体部 1 1 に設けられ、駆動ラック 1 1 A が連結部 3 0 に設けられてもよい。横移動ローラ 3 3 が第 2 駆動部を構成するモータからの駆動力に基づいて回転すると、横移動ローラ 3 3 が駆動ラック 1 1 A の長手方向に沿うように駆動ラック 1 1 A に対して相対移動し、本体部 1 1 と第 1 ユニット 1 2 A とが Y 軸方向において相対移動してもよい。また、連結部 3 0 の第 1 底板部 3 1 A 及び第 2 底板部 3 1 B の各々には、例えば、一つの脚部 1 5 が連結されている。

[0018] 脚部 1 5 は、連結部 3 0 の第 1 底板部 3 1 A または第 2 底板部 3 1 B に連結された基部 4 0 (図 7 等参照) を有している。基部 4 0 には、変位機構 4 1 が連結されている。変位機構 4 1 は、基部 4 0 に連結された第 1 端部を固定端とし、第 1 端部とは反対側の第 2 端部を自由端として、変位可能に構成されている。変位機構 4 1 は、車輪 1 7 と本体部 1 1 とを接続するリンク機構 4 1 A を有する。リンク機構 4 1 A は、接続部の一例であり、伸縮可能に構成されている。リンク機構 4 1 A は、例えば、一方向に長く延びる複数のリンクが回転可能に連結されており、複数のリンクは、第 1 端部に位置する第 1 リンク 4 2 と、第 2 端部に位置する第 2 リンク 4 3 とを含む。第 1 リンク 4 2 は、第 2 リンク 4 3 に対して回転自在に連結されている。変位機構 4 1 は、第 1 ユニット 1 2 A 及び第 2 ユニット 1 2 B の各脚部 1 5 に設けられており、それぞれ独立に制御可能に構成されている。すなわち、第 1 脚部の変位機構 4 1 と第 2 脚部の変位機構 4 1 とは、本体部 1 1 と縦筋との距離を互いに異なる距離に変更可能に構成されている。また、第 3 脚部の変位機構

４１と第４脚部の変位機構４１とは、本体部１１と縦筋との距離を互いに異なる距離に変更可能に構成されている。

[0019] 第１リンク４２は、基部４０の先端に設けられた回転軸４４の軸線方向の両端部に回転可能に連結された一対のリンク部材４２Ａ、４２Ｂと、回転軸４４の軸線方向における一対のリンク部材４２Ａ、４２Ｂの中間位置に回転可能に連結され、変位機構４１の変位方向を規制する規制リンク機構４５と、を含む。一対のリンク部材４２Ａ、４２Ｂは、一方向に長く延びる形状を有しており、第１端部が回転軸４４に対して回転可能に連結され、第２端部が第２リンク４３の第１端部に設けられた第２回転軸４９に対して回転自在に連結されている。規制リンク機構４５は、一方向に長く延びる複数の規制リンク４７が回転自在に連結されて構成されており、基部４０の先端に連結された第１規制リンク４７Ａと、第１規制リンク４７Ａと第２リンク４３とを連結する第２規制リンク４７Ｂとを含む。第１規制リンク４７Ａの第１端部は、基部４０の先端に設けられた回転軸４４に対して回転自在に連結され、第１規制リンク４７Ａの第２端部は、第２規制リンク４７Ｂの第１端部に対して回転軸４８を介して回転自在に連結されている。第２規制リンク４７Ｂの第１端部は、第１規制リンク４７Ａの第２端部に対して回転軸４８を介して回転自在に連結され、第２規制リンク４７Ｂの第２端部は、第２リンク４３の第１端部に設けられた第１回転軸４６に対して回転自在に連結されている。第１規制リンク４７Ａと第２規制リンク４７Ｂとを連結する回転軸４８は、第１規制リンク４７Ａと第２規制リンク４７Ｂとの連結部位から回転軸４８の軸線方向の両側に突出した突起部として機能する。これらの突起部には、第１リンク４２に設けられたコイルばね５０により上方への付勢力が作用する。コイルばね５０は、付勢部材の一例であり、第１リンク４２において規制リンク機構４５を挟んで回転軸４８の軸線方向の両側に対をなすように設けられている。

[0020] 第２リンク４３は、第１回転軸４６及び第２回転軸４９の各々の軸線方向の両端部を支持している。第１回転軸４６及び第２回転軸４９は、第２リン

ク 4 3 の長手方向において並列して配置されている。第 1 回転軸 4 6 の軸線方向の中央部には、規制リンク機構 4 5 の第 2 規制リンク 4 7 B の第 2 端部が回転自在に連結されている。第 2 回転軸 4 9 の軸線方向の両端部には、第 1 リンク 4 2 における一対のリンク部材 4 2 A, 4 2 B の第 2 端部がそれぞれ回転自在に連結されている。第 2 回転軸 4 9 の軸線方向の中央部には、第 2 回転軸 4 9 を回転駆動させるモータ 5 1 が設けられている。モータ 5 1 は、第 1 駆動部の一例である。モータ 5 1 は、一対のリンク部材 4 2 A, 4 2 B の各々に個別に対応して設けられている。

[0021] 第 2 リンク 4 3 は、略 U 字状をなす軸受部を有しており、軸受部は、車輪 1 7 を回転自在に支持している。車輪 1 7 は、縦筋 X 2, X 3 からの脱落を防止するために、幅方向の両側に円板状をなすフランジ部 1 7 A を有している。軸受部の外側面には、車輪 1 7 を回転駆動させるモータ 5 2 が設けられている。すなわち、鉄筋結束装置 1 0 は、4 つの車輪 1 7 の各々に個別に対応するようにモータ 5 2 を備えており、各車輪 1 7 の回転を個別に制御することが可能となっている。モータ 5 2 は、各車輪 1 7 に内蔵してもよい。

[0022] そして、図 8 に示すように、モータ 5 1 の駆動に伴って第 2 回転軸 4 9 が回転すると、第 2 回転軸 4 9 の回転に連動して第 2 リンク 4 3 が第 2 回転軸 4 9 を中心として第 1 リンク 4 2 に対して相対回転する。この例では、第 2 リンク 4 3 は、第 2 回転軸 4 9 を中心として図 8 に示す時計回り方向に回転し、第 1 リンク 4 2 と第 2 リンク 4 3 とが交差する角度が大きくなるように、第 2 リンク 4 3 が第 1 リンク 4 2 に対して相対回転する。この場合、変位機構 4 1 は、基部 4 0 に連結された第 1 端部を固定端とし、第 1 端部とは反対側の第 2 端部を自由端として、変位可能に構成されているため、第 2 回転軸 4 9 は X 軸方向において基部 4 0 に接近する方向に移動する。ここで、変位機構 4 1 は、規制リンク機構 4 5 により、変位機構 4 1 の先端に設けられた車輪 1 7 の変位方向が規制されている。そのため、モータ 5 1 の駆動に伴って、変位機構 4 1 の先端に設けられた車輪 1 7 は上下方向に沿うように上昇または下降する。

- [0023] 図9及び図10に示すように、本体部11は、本体部11をZ軸方向に貫通する貫通部60を有している。貫通部60は、本体部11の上面に開口しており、結束機構70が上方から挿入されている。
- [0024] 結束機構70は、柱体状をなしており、保持部71と、昇降駆動部の一例としての昇降部72と、結束部73とを備えている。保持部71は、結束機構70の長手方向の中央部に設けられている。保持部71は、金属製のワイヤを巻回したロール体を保持する。結束部73は、鉄筋結束装置10が結束部位に移動した際に、昇降部72によって、結束部位に接近するように降下してワイヤを用いた結束作業を行い、結束作業が完了した後に結束部位から離間するように上昇する。結束部73は、2つのアーム部73A、73Bが略V字状に交差した構成を有しており、2つのアーム部73A、73Bが対向する方向を結束部位に対して斜めに交差する方向に一致させた状態で、保持部71から繰り出されたワイヤを一方のアーム部73Aと他方のアーム部73Bとの間に巻き掛けることで、ワイヤを用いた結束部位に対する結束処理を行う。より詳細には、結束部73は、結束部位の周囲にワイヤを巻き回す動作と、結束部位の周囲に巻き回されたワイヤを結束部位に密着するように巻き付ける動作と、結束部位に巻き付けられたワイヤを振じる動作等を行うことにより、ワイヤを用いて結束部位に対する結束処理を行う。
- [0025] 結束機構70は、円板状の係合部74を有する。係合部74の平面視形状は、貫通部60の開口形状よりも大きい。そのため、結束機構70は、貫通部60に挿入された場合、係合部74が貫通部60の開口縁に対してZ軸方向において係合して位置決めされる。この場合、結束機構70は、係合部74を基準とした長手方向の一方側（この例では、下方側）に結束部73が設けられる。
- [0026] 結束機構70は、結束部73をZ軸方向に昇降させる昇降部72を備える。そして、鉄筋結束装置10が結束位置に到達した場合、本体部11の各脚部15の伸縮動作に加えて、昇降部72により結束部73をZ軸方向に昇降させることで、結束部73を結束部位に精度よく降下させ、ワイヤを用いた結

束部位に対する結束処理を的確に行う。

[0027] 図 1 1 A 及び図 1 1 B に示すように、本体部 1 1 に対して結束機構 7 0 が挿入された場合、結束機構 7 0 の結束部 7 3 は本体部 1 1 の下面から下方に突出する。そして、鉄筋結束装置 1 0 は、縦筋 X 1 に追従して走行する。この場合、結束機構 7 0 の結束部 7 3 は、縦筋 X 1 よりも上方に離間して配置される。また、図 1 1 C に示すように、結束部 7 3 の 2 つのアーム部 7 3 A, 7 3 B は、縦筋 X 1 の長手方向に対して斜めに交差する方向において対向している。

[0028] そして、図 1 2 A 及び図 1 2 B に示すように、鉄筋結束装置 1 0 が縦筋 X 1 に追従して走行し、鉄筋結束装置 1 0 が横筋に対して Z 軸方向において対向する位置に到達すると、本体部 1 1 の各脚部 1 5 の伸縮動作に伴って、結束機構 7 0 の結束部 7 3 を縦筋又は横筋との距離が所定の距離になる位置まで降下させ、結束機構 7 0 の結束部 7 3 と結束部位とを Z 軸方向において位置合わせする。この場合、図 1 2 C に示すように、結束部 7 3 の 2 つのアーム部 7 3 A, 7 3 B は、結束部位に対して斜めに交差する方向において対向している。そして、結束部 7 3 は、一方のアーム部 7 3 A から他方のアーム部 7 3 B に向けてワイヤを巻き掛けることにより、ワイヤを用いた結束部位の結束処理を行う。

[0029] 結束機構 7 0 は、貫通部 6 0 に挿入された状態で、貫通部 6 0 の開口中心を通る回転軸線を中心とした周方向に回転可能に構成されている。この場合、結束機構 7 0 は、手動で回転してもよいし、回転駆動部の一例としてのモータからの駆動力に基づいて回転してもよい。そして、結束機構 7 0 は、回転軸線を中心とした周方向に回転した場合、結束部 7 3 の 2 つのアーム部 7 3 A, 7 3 B の向きが変更される。そのため、結束機構 7 0 は、縦筋と横筋とが直角に交差する場合に限らず、縦筋と横筋とが斜めに交差する場合にも、ワイヤを用いて結束部位に対する結束処理を行うことが可能となる。

[0030] 次に、本実施形態の鉄筋結束装置 1 0 の制御構成について説明する。

[0031] 図 1 3 に示すように、鉄筋結束装置 1 0 の制御装置 1 0 0 は、例えば、C

P U (Central Processing Unit) などのハードウェアプロセッサがプログラム (ソフトウェア) を実行することにより実現される。また、これらの構成要素のうち一部または全部は、L S I (Large Scale Integration) や A S I C (Application Specific Integrated Circuit) 、 F P G A (Field-Programmable Gate Array) 、 G P U (Graphics Processing Unit) などのハードウェア (回路部: circuitryを含む) によって実現されてもよいし、ソフトウェアとハードウェアの協働によって実現されてもよい。プログラムは、予め制御装置 100 の H D D やフラッシュメモリなどのコンピュータ読み取り可能な記録装置に格納されていてもよいし、D V D や C D - R O M などの着脱可能なコンピュータ読み取り可能な記録媒体に格納されており、コンピュータ読み取り可能な記録媒体がドライブ装置に装着されることで制御装置 100 の H D D やフラッシュメモリにインストールされてもよい。

[0032] 制御装置 100 は、例えば、位置情報取得部 110 と、姿勢情報取得部 160 と、追従制御部 120 と、停止制御部 130 と、横移動制御部 140 と、昇降制御部 150 と、水平制御部 170 と、モータ制御部 180 とを備える。

[0033] 位置情報取得部 110 は、カメラ群 200 から取得した情報に基づいて、鉄筋結束装置 10 の位置に関する情報を取得する。カメラ群 200 は、例えば、鉄筋結束装置 10 の X 軸方向の両側に設けられたセンサ 16 と、鉄筋結束装置 10 の Y 軸方向の両側に設けられたセンサ 18 とを含む。鉄筋結束装置 10 の位置に関する情報は、例えば、カメラ群 200 により特定された縦筋の長手方向に関する情報、及び、横筋の長手方向に関する情報を含む。

[0034] 追従制御部 120 は、位置情報取得部 110 により取得された鉄筋結束装置 10 の位置に関する情報に基づいて、鉄筋結束装置 10 を縦筋に追従させるように走行を制御する。追従制御部 120 は、例えば、位置情報取得部 110 により取得された縦筋の長手方向に関する情報に基づいて、鉄筋結束装置 10 の移動方向を縦筋の長手方向と一致させるように、鉄筋結束装置 10 の走行を制御する。追従制御部 120 は、例えば、鉄筋結束装置 10 の移動

方向を縦筋の長手方向と一致させるように、モータ制御部 180 によるモータ群 230 の制御量を決定する。この場合、モータ群 230 は、例えば、各車輪 17 の回転を制御するモータ 52 を含む。追従制御部 120 は、鉄筋結束装置 10 が縦筋の長手方向に沿うように移動する際に駆動するモータ 52 の負荷を計測する。

[0035] 追従制御部 120 は、鉄筋結束装置 10 の前方への移動時において、脚構造 12 を構成する複数の脚部 15 のうち、鉄筋結束装置 10 の前方に位置する脚部 15 は、第 1 端部に位置する第 1 リンク 42 と、第 2 端部に位置する第 2 リンク 43 との接続部位が、変位機構 41 における鉄筋結束装置 10 の前方に配置されるように、各脚部 15 の伸縮動作を制御するモータ 51 を駆動する。そして、追従制御部 120 は、鉄筋結束装置 10 を前方に移動させるモータの負荷の変化に基づいて、鉄筋結束装置 10 が障害物に衝突したか否かを判定する。追従制御部 120 は、第 1 判定部の一例である。

[0036] 停止制御部 130 は、位置情報取得部 110 により取得された鉄筋結束装置 10 の位置に関する情報に基づいて、鉄筋結束装置 10 を縦筋と横筋とが交差する結束部位にて停止させるように走行を制御する。停止制御部 130 は、例えば、カメラ群 200 により特定された縦筋の長手方向と横筋の長手方向とが交差する位置を、縦筋と横筋とが交差する結束部位として特定し、特定した結束部位の位置にて鉄筋結束装置 10 の移動を停止する。停止制御部 130 は、例えば、縦筋と横筋とが交差する結束部位にて鉄筋結束装置 10 の移動を停止するように、モータ制御部 180 によるモータ群 230 の制御量を決定する。この場合、モータ群 230 は、例えば、各車輪 17 の回転を制御するモータ 52 を含む。

[0037] 横移動制御部 140 は、制御部の一例であり、例えば、位置情報取得部 110 により取得された鉄筋結束装置 10 の位置に関する情報に基づいて、鉄筋結束装置 10 の横移動を制御する。横移動制御部 140 は、移動量算出部の一例であり、例えば、位置情報取得部 110 により取得された鉄筋結束装置 10 の位置に関する情報に基づいて、本体部 11 の横方向への移動量を算

出する。横移動制御部 140 は、例えば、位置情報取得部 110 により取得された鉄筋結束装置 10 の位置に関する情報に基づいて、鉄筋結束装置 10 が縦筋の長手方向の端部に到達したと検知された場合、鉄筋結束装置 10 の各車輪 17 が載置される縦筋を Y 軸方向において隣り合う縦筋に変更するように、鉄筋結束装置 10 の横移動処理を実行する。横移動制御部 140 は、例えば、横移動処理の各ステップにおいて、モータ制御部 180 によるモータ群 230 の制御量を決定する。この場合、モータ群 230 は、例えば、各車輪 17 の回転を制御するモータ 52 と、各脚部 15 の伸縮動作を制御するモータ 51 と、本体部 11 及び脚構造 12 を横移動させるモータとを含む。

[0038] 横移動制御部 140 は、鉄筋結束装置 10 が Y 軸方向において隣り合う縦筋に移動する際の横移動ローラ 33 を駆動させるモータの負荷を計測し、計測されたモータの負荷の変化に基づいて、鉄筋結束装置 10 の横移動処理が正常に行われているか否かを判定する。横移動制御部 140 は、第 2 判定部の一例である。横移動制御部 140 は、例えば、計測されたモータの負荷が所定の閾値以上である場合、脚部 15 の先端に設けられた車輪 17 が縦筋 X2, X3 に衝突する等、鉄筋結束装置 10 の横移動処理が正常に行われていないと判定する。横移動制御部 140 は、例えば、鉄筋結束装置 10 の横移動処理が正常に行われていないと判定した場合、車輪 17 を縦筋 X2, X3 から遠ざけるように、各脚部 15 を伸縮させるモータ 51 の駆動を制御する。

[0039] 昇降制御部 150 は、位置情報取得部 110 により取得された鉄筋結束装置 10 の位置に関する情報に基づいて、結束機構 70 の結束部 73 の昇降動作を制御する。昇降制御部 150 は、例えば、鉄筋結束装置 10 が縦筋と横筋とが交差する結束部位に到達した場合に、結束機構 70 の結束部 73 を降下させるように結束機構 70 の昇降動作を制御する。昇降制御部 150 は、例えば、結束機構 70 の結束部 73 を降下させるように、モータ制御部 180 によるモータ群 230 の制御量を決定する。この場合、モータ群 230 は、結束機構 70 の結束部 73 を昇降させるモータを含む。

- [0040] 姿勢情報取得部 160 は、センサ群 210 及びモータ群 230 から取得した情報に基づいて、鉄筋結束装置 10 の姿勢に関する情報を取得する。姿勢情報取得部 160 は、例えば、鉄筋結束装置 10 の姿勢に関する情報として、各脚部 15 の伸縮動作を制御するモータのモータ負荷に関する情報を取得し、取得したモータ負荷に関する情報に基づいて、本体部 11 の水平レベルを特定する。この場合、センサ群 210 は、例えば、各脚部 15 の伸縮動作を制御するモータのモータ負荷を計測するセンサや鉄筋結束装置 10 の姿勢の傾きを検知するジャイロセンサ等の傾斜度検出センサを含む。また、モータ群 230 は、例えば、各脚部 15 の伸縮動作を制御するモータ 51 を含む。
- [0041] 水平制御部 170 は、制御部の一例であり、例えば、姿勢情報取得部 160 により取得された鉄筋結束装置 10 の姿勢に関する情報に基づいて、鉄筋結束装置 10 の姿勢を水平姿勢に維持するように制御する。水平制御部 170 は、例えば、各脚部 15 の伸縮動作を制御するモータ 51 のモータ負荷を計測し、計測されたモータ 51 のモータ負荷の合計値が最小となるように、モータ制御部 180 によるモータ群 230 の制御量を決定する。この場合、モータ群 230 は、各脚部 15 の伸縮動作を制御するモータ 51 を含む。
- [0042] 次に、本実施形態の鉄筋結束装置 10 が実行する結束処理について説明する。図 14 は、結束処理の一例を示すフローチャートである。図 14 に示すフローチャートは、例えば、鉄筋結束装置 10 の動作が開始された場合に実行される。
- [0043] 図 14 に示すように、制御装置 100 は、まず、脚構造 12 の各脚部 15 を伸縮させるモータ 51 のモータ負荷を計測する（ステップ S100）。
- [0044] 次に、制御装置 100 は、先のステップ S100 において計測された各モータのモータ負荷の合計値が最小となるように、各脚部 15 を伸縮させるモータ 51 の駆動量を設定し、鉄筋結束装置 10 の姿勢を水平姿勢に維持するように制御する（ステップ S200）。
- [0045] 次に、制御装置 100 は、本体部 11 の X 軸方向の両側に設けられたセン

サ 1 6 により縦筋 X 1 の長手方向を特定し、特定した縦筋 X 1 の長手方向に基づいて、各車輪 1 7 を回転させるモータ 5 2 の駆動量を設定し、縦筋 X 1 に追従して鉄筋結束装置 1 0 を走行させる（ステップ S 3 0 0）。

[0046] 次に、制御装置 1 0 0 は、本体部 1 1 の Y 軸方向の両側に設けられたセンサ 1 8 により横筋が検知されたか否かを判定する（ステップ S 4 0 0）。

[0047] 制御装置 1 0 0 は、先のステップ S 4 0 0 において横筋が検知されないと判定したときには（ステップ S 4 0 0 = N O）、横移動の条件が成立したか否かを判定する（ステップ S 5 0 0）。横移動の条件は、例えば、鉄筋結束装置 1 0 が縦筋 X 1 の X 軸方向の端部に到達した場合や、鉄筋結束装置 1 0 の進行方向の前方に障害物を検知した場合等に成立する。

[0048] 制御装置 1 0 0 は、先のステップ S 5 0 0 において横移動の条件が成立していないと判定した場合（ステップ S 5 0 0 = N O）、その処理をステップ S 1 0 0 に戻す。一方、制御装置 1 0 0 は、先のステップ S 5 0 0 において横移動の条件が成立したと判定した場合（ステップ S 5 0 0 = Y E S）、鉄筋結束装置 1 0 の横移動処理を実行する（ステップ S 6 0 0）。

[0049] 図 1 5 に示すように、制御装置 1 0 0 は、鉄筋結束装置 1 0 の横移動処理において、まず、横移動ローラ 3 3 を第 1 駆動方向である正転方向に駆動し、脚構造 1 2 を構成する各脚部 1 5 を縦筋 X 1 に当接させて脚構造 1 2 を支持した状態で本体部 1 1 を脚構造 1 2 に対して Y 軸方向に移動させる（ステップ S 6 0 1）。

[0050] 次に、制御装置 1 0 0 は、先のステップ S 6 0 1 において正転駆動させた横移動ローラ 3 3 の駆動量が第 1 閾値に達したか否かを判定する（ステップ S 6 0 2）。

[0051] 制御装置 1 0 0 は、横移動ローラ 3 3 の駆動量が第 1 閾値に達していないと判定したときには（ステップ S 6 0 2 = N O）、その処理をステップ S 6 0 3 に戻す。一方、制御装置 1 0 0 は、横移動ローラ 3 3 の駆動量が第 1 閾値に達したと判定したときには（ステップ S 6 0 2 = Y E S）、脚構造 1 2 を構成する各脚部 1 5 を伸縮させるモータ 5 1 を駆動し、各脚部 1 5 を収縮

させて本体部 11 の高さを降下させる（ステップ S 6 0 3）。

[0052] 次に、制御装置 100 は、脚構造 12 を構成する各脚部 15 を伸縮させるモータ 51 の駆動量に基づいて、各脚部 15 が縦筋 X 2, X 3 から離間したか否か（支持フレーム 13 が縦筋 X 1, X 3 に当接したか否か）を判定する（ステップ S 6 0 4）。

[0053] 制御装置 100 は、各脚部 15 が縦筋 X 2, X 3 から離間していないと判定したときには（ステップ S 6 0 4 = N O）、その処理をステップ S 6 0 3 に戻す。一方、制御装置 100 は、各脚部 15 が縦筋 X 2, X 3 から離間したと判定したときには（ステップ S 6 0 4 = Y E S）、横移動ローラ 33 を第 2 駆動方向である逆転方向に駆動し、支持フレーム 13 を縦筋 X 1, X 3 に当接させて本体部 11 を支持した状態で脚構造 12 を本体部 11 に対して Y 軸方向に移動させる（ステップ S 6 0 5）。

[0054] 次に、制御装置 100 は、先のステップ S 6 0 5 において逆転駆動させた横移動ローラ 33 の駆動量が第 2 閾値に達したか否かを判定する（ステップ S 6 0 6）。

[0055] 制御装置 100 は、横移動ローラ 33 の駆動量が第 2 閾値に達していないと判定したときには（ステップ S 6 0 6 = N O）、その処理をステップ S 6 0 5 に戻す。一方、制御装置 100 は、横移動ローラ 33 の駆動量が第 2 閾値に達したと判定したときには（ステップ S 6 0 6 = Y E S）、脚構造 12 を構成する各脚部 15 を伸縮させるモータ 51 を駆動し、各脚部 15 を伸長させる（ステップ S 6 0 7）。

[0056] 次に、制御装置 100 は、脚構造 12 を構成する各脚部 15 を伸縮させるモータ 51 の駆動量に基づいて、本体部 11 に連結された支持フレーム 13 が縦筋 X 1, X 3 から離間したか否か（各脚部 15 が縦筋 X 1, X 4 に当接したか否か）を判定する（ステップ S 6 0 8）。

[0057] 制御装置 100 は、各脚部 15 が縦筋 X 1, X 4 に当接していないと判定した場合（ステップ S 6 0 8 = N O）、その処理をステップ S 6 0 7 に戻す。一方、制御装置 100 は、各脚部 15 が縦筋 X 1, X 4 に当接したと判定

した場合（ステップS 6 0 8＝Y E S）、横移動ローラ3 3を正転駆動し、脚構造1 2を構成する各脚部1 5を縦筋X 1，X 4に当接させて脚構造1 2を支持した状態で本体部1 1を脚構造1 2に対してY軸方向に移動させる（ステップS 6 0 9）。

[0058] 次に、制御装置1 0 0は、先のステップS 6 0 9において正転駆動させた横移動ローラ3 3の駆動量が第3閾値に達したか否かを判定する（ステップS 6 1 0）。

[0059] 制御装置1 0 0は、横移動ローラ3 3の駆動量が第3閾値に達していないと判定したときには（ステップS 6 1 0＝N O）、その処理をステップS 6 0 9に戻す。一方、制御装置1 0 0は、横移動ローラ3 3の駆動量が第3閾値に達したと判定したときには（ステップS 6 1 0＝Y E S）、図1 5に示す横移動処理を終了する。

[0060] 図1 4に戻り、制御装置1 0 0は、先のステップS 6 0 0において鉄筋結束装置1 0の横移動処理を実行した場合、その処理をステップS 1 0 0に戻す。

[0061] また、制御装置1 0 0は、先のステップS 4 0 0において横筋Y 1が検知されたと判定したときには（ステップS 4 0 0＝Y E S）、各車輪1 7を回転させるモータ5 2の駆動を停止し、鉄筋結束装置1 0の移動を停止する（ステップS 7 0 0）。

[0062] 次に、制御装置1 0 0は、本体部1 1に対して結束機構7 0の結束部7 3を昇降させる昇降部7 2を制御し、縦筋X 3と横筋Y 1とが交差する結束部位に対する結束機構7 0の結束部7 3のZ軸方向の位置を調整する（ステップS 8 0 0）。

[0063] 次に、制御装置1 0 0は、Z軸方向の位置が制御された結束機構7 0の動作を制御して、結束部位を結束する（ステップS 9 0 0）。

[0064] 次に、制御装置1 0 0は、鉄筋結束装置1 0の動作が停止したか否かを判定する（ステップS 1 0 0 0）。制御装置1 0 0は、鉄筋結束装置1 0の動作が停止していないと判定したときには（ステップS 1 0 0 0＝N O）、そ

の処理をステップS 1 0 0に戻し、鉄筋結束装置1 0の動作が停止するまでの間、ステップS 1 0 0～ステップS 9 0 0の処理を繰り返す。一方、制御装置1 0 0は、鉄筋結束装置1 0の動作が停止したと判定したときには（ステップS 1 0 0 0=Y E S）、図1 4に示すフローチャートを終了する。

[0065] 次に、本実施形態の鉄筋結束装置1 0が横移動処理を実行する際の動作について説明する。

[0066] 図1 6 A及び図1 6 Bに示す例では、鉄筋結束装置1 0は、脚構造1 2を構成する各脚部1 5の車輪1 7が縦筋X 2, X 3に載置されており、脚構造1 2が縦筋X 2, X 3に支持されている。この場合、本体部1 1に連結された支持フレーム1 3は、縦筋X 1, X 3に対して上方に離間している。

[0067] ここで、鉄筋結束装置1 0は、横移動処理を実行する際には、まず、本体部1 1のY軸方向の両側に設けられたセンサ1 8により、鉄筋結束装置1 0が走行している縦筋X 3に対してY軸方向において隣り合う縦筋X 4の位置を検知する。そして、鉄筋結束装置1 0は、脚構造1 2を構成する各脚部1 5の車輪1 7が載置された縦筋X 3と、上述のように検知した縦筋X 4とのY軸方向における距離を計測する。また、鉄筋結束装置1 0は、計測された距離に基づいて、後述する各処理における本体部1 1または脚構造1 2のY軸方向の移動量を決定する。また、鉄筋結束装置1 0は、横移動処理を実行する際には、まず、本体部1 1のY軸方向の両側に設けられたセンサ1 8により、鉄筋結束装置1 0が走行している縦筋X 3に対してY軸方向において隣り合う縦筋X 4の位置を算出しても良い。本体部1 1または脚構造1 2のY軸方向の移動量は、鉄筋結束装置1 0の中心位置（結束機構7 0の位置であり、センサ1 6により検知される縦筋X 1の位置）からセンサ1 8の位置までのY軸方向における距離に関する情報と、センサ1 8の位置から縦筋X 3の位置までのY軸方向における距離に関する情報とに基づいて算出される。なお、鉄筋結束装置1 0は、例えば、センサ1 8が鉄筋結束装置1 0の中心位置（縦筋X 1の位置）から「1 0 0」離れた位置に取り付けられ、かつ、縦筋X 3がセンサ1 8から「2 0」鉄筋結束装置1 0に近づく位置（縦筋

X 1 に近づく位置) にある場合には、後述する各処理における本体部 1 1 または脚構造 1 2 の Y 軸方向の移動量を「8 0」とする制御を行う。また、鉄筋結束装置 1 0 は、例えば、センサ 1 8 が鉄筋結束装置 1 0 の中心位置 (縦筋 X 1 の位置) から「1 0 0」離れた位置に取り付けられ、かつ、縦筋 X 3 がセンサ 1 8 から「2 0」鉄筋結束装置 1 0 から離れる位置 (縦筋 X 1 から離れる位置) にある場合には、後述する各処理における本体部 1 1 または脚構造 1 2 の Y 軸方向の移動量を「1 2 0」とする制御を行う。センサ 1 8 の位置が固定されている場合、鉄筋結束装置 1 0 の中心位置からセンサ 1 8 の位置までの Y 軸方向における距離に関する情報を初期情報として予めメモリに格納してもよい。センサ 1 8 の位置から縦筋 X 3 の位置までの Y 軸方向における距離に関する情報は、センサ 1 8 で検知される縦筋 X 3 の位置から算出されてもよい。

[0068] すなわち、図 1 7 A 及び図 1 7 B に示すように、鉄筋結束装置 1 0 は、まず、横移動ローラ 3 3 を正転駆動し、脚構造 1 2 を構成する各脚部 1 5 を縦筋 X 2, X 3 に当接させて脚構造 1 2 を支持した状態で本体部 1 1 を脚構造 1 2 に対して Y 軸方向に移動させる。これにより、本体部 1 1 は、脚部 1 5 が載置されている縦筋 X 3 に対して Y 軸方向において隣り合う縦筋 X 4 に接近する。

[0069] 次に、図 1 8 A 及び図 1 8 B に示すように、鉄筋結束装置 1 0 は、脚構造 1 2 を構成する各脚部 1 5 を収縮し、縦筋 X 1, X 3 に対する本体部 1 1 の高さを降下させる。そして、鉄筋結束装置 1 0 は、本体部 1 1 に連結された支持フレーム 1 3 を縦筋 X 1, X 3 に対して当接させる。この場合、支持フレーム 1 3 は、鉄筋結束装置 1 0 が走行している縦筋 X 1 と、当該縦筋 X 1 に対して Y 軸方向に隣り合う縦筋 X 3 とを含む 2 つの縦筋 X 1, X 3 を跨るように載置される。また、鉄筋結束装置 1 0 は、支持フレーム 1 3 が縦筋 X 1, X 3 に対して当接した状態から、脚構造 1 2 を構成する各脚部 1 5 をさらに収縮させると、各脚部 1 5 が縦筋 X 2, X 3 から離間する (第 1 処理に相当)。

- [0070] 次に、図19A及び図19Bに示すように、鉄筋結束装置10は、横移動ローラ33を逆転駆動し、支持フレーム13を縦筋X3、X4に当接させて本体部11を支持した状態で脚構造12を本体部11に対してY軸方向に移動させる（第2処理に相当）。これにより、脚構造12を構成する各脚部15は、縦筋X1、X4とZ軸方向において対向するように配置される。
- [0071] 次に、図20A及び図20Bに示すように、鉄筋結束装置10は、脚構造12を構成する各脚部15を伸長し、各脚部15を縦筋X1、X4に対して当接させる（第3処理に相当）。そして、鉄筋結束装置10は、各脚部15が縦筋X1、X4に対して当接した状態から、脚構造12を構成する各脚部15をさらに伸長させると、本体部11に連結された支持フレーム13が縦筋X3、X4から上方に離間する。
- [0072] 次に、図21A及び図21Bに示すように、鉄筋結束装置10は、横移動ローラ33を正転駆動し、脚構造12を構成する各脚部15を縦筋X1、X4に当接させて脚構造12を支持した状態で本体部11を脚構造12に対してY軸方向に移動させる（第4処理に相当）。これにより、本体部11と脚構造12とのY軸方向における相対位置が初期の状態に復帰する。
- [0073] 次に、本実施形態の鉄筋結束装置10の作用について、特に、鉄筋結束装置10が横移動処理を行う場合の作用に着目して説明する。
- [0074] 本実施形態の鉄筋結束装置10は、横移動処理を行う際、支持フレーム13を縦筋X1、X3または縦筋X3、X4に当接させて本体部11を支持した状態で脚構造12を本体部11に対してY軸方向に移動させる処理と、脚構造12を縦筋X2、X3または縦筋X1、X4に当接させて脚構造12を支持した状態で本体部11を脚構造12に対してY軸方向に移動させる処理とを繰り返す。すなわち、鉄筋結束装置10は、Y軸方向の移動を段階的に行うことで、Y軸方向の移動を効率よく行うことができる。また、鉄筋結束装置10は、Y軸方向の移動を段階的に行うことで、1回の移動で移動させる物の重量を軽くでき、横移動ローラ33の駆動負荷を低減することができる。また、鉄筋結束装置10は、Y軸方向の移動を段階的に行うことで、Y

軸方向の移動を一度に行う場合に比して、縦筋X2, X3または縦筋X1, X4に支持された脚部15を支点とした回転モーメントの発生が抑えられ、横移動処理を安定して行うことができる。

[0075] また、脚構造12を構成する各脚部15は、車輪17の移動方向を規制する規制リンク機構45を有する。そのため、車輪17を縦筋X2, X3または縦筋X1, X4に対して接近または離間する方向に安定して移動させることができる。そのため、鉄筋結束装置10は、車輪17が縦筋X2, X3または縦筋X1, X4から離間してY軸方向に移動する際に車輪17が縦筋X2, X3または縦筋X1, X4に対して誤って衝突することが抑えられ、鉄筋結束装置10の横移動処理を安定して行うことができる。

[0076] また、鉄筋結束装置10は、横移動処理を行う際、横移動ローラ33を駆動するモータのモータ負荷に基づいて、車輪17が縦筋X2, X3または縦筋X1, X4に対して衝突したことを検知した場合には、車輪17を縦筋X2, X3からY軸方向において離間させる方向に横移動ローラ33をさらに駆動させる。そのため、鉄筋結束装置10は、横移動処理をより一層安定して行うことができる。

[0077] また、鉄筋結束装置10は、鉄筋結束装置10の前方への移動時において、脚構造12を構成する複数の脚部15のうち、鉄筋結束装置10の前方に位置する脚部15は、第1端部に位置する第1リンク42と、第2端部に位置する第2リンク43との接続部位が、変位機構41における鉄筋結束装置10の前方に配置されるように、各脚部15の伸縮動作を制御するモータ51を駆動する。そして、鉄筋結束装置10は、鉄筋結束装置10を前方に移動させるモータの負荷の変化に基づいて、鉄筋結束装置10が障害物に衝突したか否かを判定する。そのため、鉄筋結束装置10は、新たなセンサを設けることなく、鉄筋結束装置10の前方への移動時において、鉄筋結束装置10が障害物に衝突したか否かを判定することができる。

[0078] また、鉄筋結束装置10は、鉄筋結束装置10の前方への加減速時において、脚構造12を構成する複数の脚部15のうち、鉄筋結束装置10の前方

に位置する脚部 15 が、変位機構 41 を構成する複数のリンクのうち、第 1 端部に位置する第 1 リンク 42 と、第 2 端部に位置する第 2 リンク 43 との接続部位が、変位機構 41 における鉄筋結束装置 10 の前方に配置されるように、脚部 15 の伸縮動作を制御するモータ 51 を駆動する。また、鉄筋結束装置 10 は、脚構造 12 を構成する複数の脚部 15 のうち、鉄筋結束装置 10 の後方に位置する脚部 15 が、変位機構 41 を構成する複数のリンクのうち、第 1 端部に位置する第 1 リンク 42 と、第 2 端部に位置する第 2 リンク 43 との接続部位が、変位機構 41 における鉄筋結束装置 10 の後方に配置されるように、脚部 15 の伸縮動作を制御するモータ 51 を駆動する。そのため、鉄筋結束装置 10 の前方への加減速時において、脚構造 12 を構成する各脚部 15 の伸縮動作に伴って、本体部 11 の高さが変動することを抑えることができる。

[0079] 次に、本実施形態の鉄筋結束装置 10 の作用について、特に、鉄筋結束装置 10 が結束処理を行う場合の作用に着目して説明する。

[0080] 本実施形態の鉄筋結束装置 10 は、脚部 15 を伸長させて車輪 17 を縦筋 X1, X2, X3 に接近させる方向にコイルばね 50 からの付勢力を作用させている。そのため、鉄筋結束装置 10 は、鉄筋の結束の進行に伴って、結束に用いるワイヤが消費される分だけ本体部 11 の重心が上下に移動したとしても、本体部 11 の重心の移動に追従してコイルばね 50 からの付勢力が作用することで、本体部 11 の姿勢を所望の姿勢を維持することができ、鉄筋の結束を的確に行うことができる。

[0081] また、鉄筋結束装置 10 は、脚部 15 を伸長させる方向にコイルばね 50 からの付勢力を作用させることで、本体部 11 の重量を支えるために脚部 15 を伸長させる方向にモータ 51 を駆動させる際の消費電力を、コイルばね 50 の付勢力の分だけ抑えることができる。また、各脚部 15 に個別にモータ 51 を設け、各モータ 51 の消費電力が最小となるように各モータ 51 の駆動を制御することで、鉄筋結束装置 10 が水平制御を行う際の消費電力をより一層抑えることができる。

[0082] また、本実施形態の鉄筋結束装置 10 は、本体部 11 に設けられた貫通部 60 に対して結束機構 70 が挿入されており、結束機構 70 は本体部 11 に対して貫通部 60 の開口中心を中心とした周方向に回転可能に構成されている。そのため、鉄筋結束装置 10 は、縦筋と横筋とが交差する結束部位に対して結束処理を行う場合、結束機構 70 の結束部 73 の 2 つのアーム部の向きを変更可能に構成されている。そのため、鉄筋結束装置 10 は、縦筋と横筋とが直角に交差する場合に限らず、縦筋と横筋とが斜めに交差する場合にも、ワイヤを用いて結束部位に対する結束処理を行うことができ、高い汎用性をもって結束処理を行うことができる。

[0083] なお、上記実施形態は、以下のような形態にて実施することもできる。

[0084] 上記実施形態においては、鉄筋結束装置 10 が、脚部 15 が支持された縦筋 X3 に隣り合う縦筋 X4 に移動する際に横移動処理を行う場合を例に挙げて説明した。ただし、鉄筋結束装置 10 が横移動処理を行う場合はこれに限らず、例えば、鉄筋結束装置 10 が結束部位に到達した時点で、結束機構 70 の結束部 73 の位置と結束部位の位置とが Y 軸方向において一致しない場合、上述した横移動処理と同様にして、結束機構 70 の Y 軸方向における位置を微調整してもよい。すなわち、鉄筋結束装置 10 は、支持フレーム 13 を縦筋 X1, X3 に当接させて本体部 11 を支持した状態で脚構造 12 を本体部 11 に対して Y 軸方向に移動させる処理と、脚構造 12 を縦筋 X2, X3 に当接させて脚構造 12 を支持した状態で本体部 11 を脚構造 12 に対して Y 軸方向に移動させる処理とを繰り返すことで、結束機構 70 の Y 軸方向における位置を微調整してもよい。

[0085] [付記]

上記実施形態から把握できる技術的思想を以下に記載する。

[0086] [付記 1]

第 1 方向に延びる鉄筋と第 2 方向に延びる鉄筋とが交差する結束部位を結束可能に構成された結束機構と、

前記結束機構を搭載した本体部と、

前記第 1 方向に延びる鉄筋上を走行可能に構成された脚部と、
前記脚部を前記鉄筋から離間可能に構成された第 1 駆動部と、
前記第 1 方向と交差する第 2 方向に前記脚部を移動可能に構成された第 2 駆動部と、
前記第 1 駆動部及び前記第 2 駆動部を制御する制御部と、
を備え、
前記制御部は、前記第 1 駆動部を制御して前記脚部を前記鉄筋から離間させた状態で、前記第 2 駆動部を制御して前記第 2 方向に前記脚部を移動させる、
鉄筋結束装置。

[0087] 〔付記 2〕

前記本体部に対して連結された支持部をさらに備え、
前記脚部は、前記本体部に対して前記第 2 方向に移動可能に連結され、
前記制御部は、
前記第 1 駆動部を制御し、前記脚部が支持された鉄筋を第 1 鉄筋とするとき、前記第 1 鉄筋に対して前記支持部を当接させた状態で、前記第 1 鉄筋から前記脚部を離間させる第 1 処理と、
前記第 2 駆動部を制御し、前記第 1 鉄筋から離間した前記脚部を前記本体部に対して前記第 2 方向に移動させる第 2 処理と、
前記第 1 駆動部を制御し、前記脚部を前記第 1 鉄筋に対して前記第 2 方向において隣り合う第 2 鉄筋に対して当接させる第 3 処理と、
前記本体部を前記脚部に対して前記第 2 方向に移動させる第 4 処理と、
を実行する、
付記 1 に記載の鉄筋結束装置。

[0088] 〔付記 3〕

前記制御部は、前記第 1 処理と前記第 2 処理とを複数回に亘って繰り返し、前記脚部を前記第 2 鉄筋に対して前記本体部の高さ方向において対向させる、

付記 2 に記載の鉄筋結束装置。

[0089] 〔付記 4〕

前記制御部は、前記第 1 処理と前記第 2 処理とを複数回に亘って繰り返す際、前記脚部を各回において同程度の距離だけ前記第 2 方向に移動させる、
付記 3 に記載の鉄筋結束装置。

[0090] 〔付記 5〕

前記第 2 駆動部は、前記本体部及び前記脚部のうち、一方側に設けられるレール状の噛合部と、他方側に設けられ、前記噛合部に噛み合う駆動歯車とを含み、

前記制御部は、前記本体部を前記脚部に対して前記第 2 方向に移動させる際には、前記駆動歯車を前記噛合部に噛み合わせた状態で前記駆動歯車を第 1 駆動方向に駆動させ、前記脚部を前記本体部に対して前記第 2 方向に移動させる際には、前記駆動歯車を前記噛合部に噛み合わせた状態で前記駆動歯車を第 2 駆動方向に駆動させる、

付記 1 から 4 のいずれか一つに記載の鉄筋結束装置。

[0091] 〔付記 6〕

前記制御部は、前記第 1 駆動部の駆動量が所定の閾値に達したか否かに基づいて、前記脚部が前記鉄筋から離間したか否かを判定する、

付記 1 から 5 のいずれか一つに記載の鉄筋結束装置。

[0092] 〔付記 7〕

前記鉄筋結束装置が前記第 1 方向に延びる鉄筋を移動している際、当該鉄筋に対して第 2 方向において隣り合う鉄筋を検知する第 1 検知部をさらに備え、

前記制御部は、前記第 1 検知部による鉄筋の検知結果に基づいて、前記脚部を前記第 2 方向に移動させる距離を決定する、

付記 1 から 6 のいずれか一つに記載の鉄筋結束装置。

[0093] 〔付記 8〕

前記結束部位をの算出に用いる第 2 検知部をさらに備え、

前記制御部は、前記鉄筋結束装置が前記第2方向において隣り合う鉄筋に移動した際、前記第2検知部により検知された鉄筋の位置に基づいて、前記鉄筋結束装置が前記結束部位に向けて移動する際の前記第2方向の移動量を調整する、

付記1から7のいずれか一つに記載の鉄筋結束装置。

[0094] 〔付記9〕

前記本体部に対して連結された支持部をさらに備え、

前記第1駆動部は、前記脚部を伸縮可能に構成され、

前記制御部は、

前記第1駆動部を制御し、前記脚部を伸長させた場合、前記脚部が前記鉄筋に当接して前記支持部が前記鉄筋から離間し、

前記第1駆動部を制御し、前記脚部を収縮させた場合、前記支持部が前記鉄筋に当接して前記脚部が前記鉄筋から離間する、

付記1から8のいずれか一つに記載の鉄筋結束装置。

[0095] 〔付記10〕

第1方向に延びる鉄筋と第2方向に延びる鉄筋とが交差する部位を結束可能に構成された結束機構と、

前記結束機構を搭載した本体部と、

前記本体部に対して前記第2方向において隣り合う前記鉄筋を検知する検知部と、

前記本体部を前記第2方向に移動させる移動機構と、

を備え、

前記移動機構は、前記検知部により検知された前記鉄筋の位置に基づいて、前記本体部の前記第2方向への移動量を算出する移動量算出部を有する、鉄筋結束装置。

[0096] 以上、具体例を参照しつつ本実施形態について説明した。しかし、本開示はこれらの具体例に限定されるものではない。これら具体例に、当業者が適宜設計変更を加えたものも、本開示の特徴を備えている限り、本開示の範囲

に包含される。前述した各具体例が備える各要素およびその配置、条件、形状などは、例示したものに限定されるわけではなく適宜変更することができる。前述した各具体例が備える各要素は、技術的な矛盾が生じない限り、適宜組み合わせを変えることができる。

[0097] 本出願は、2023年1月20日出願の日本特許出願（特願2023-007176）に基づくものであり、その内容は本出願の中に参照として援用される。

産業上の利用可能性

[0098] 本開示に係る鉄筋結束装置は、横方向への移動を精密に行うことができる。

符号の説明

[0099] 10…鉄筋結束装置
11…本体部
12…脚構造
12A…第1ユニット
12B…第2ユニット
13…支持フレーム
15…脚部
17…車輪
33…横移動ローラ
51…モータ
52…モータ
70…結束機構
71…保持部
72…昇降部
73…結束部
100…制御装置
110…位置情報取得部

1 2 0 …追従制御部

1 3 0 …停止制御部

1 4 0 …横移動制御部

1 5 0 …昇降制御部

1 6 0 …姿勢情報取得部

1 7 0 …水平制御部

1 8 0 …モータ制御部

X 1, X 2, X 3, X 4 …縦筋

Y 1 …横筋

請求の範囲

- [請求項1] 第1方向に延びる鉄筋と第2方向に延びる鉄筋とが交差する結束部位を結束可能に構成された結束機構と、
前記結束機構を搭載した本体部と、
前記第1方向に延びる鉄筋上を走行可能に構成された脚部と、
前記脚部を前記鉄筋から離間可能に構成された第1駆動部と、
前記本体部に対して前記第1方向と交差する前記第2方向に前記脚部を移動可能に構成された第2駆動部と、
前記第1駆動部及び前記第2駆動部を制御する制御部と、
を備え、
前記制御部は、前記第1駆動部を制御して前記脚部を前記鉄筋から離間させた状態で、前記第2駆動部を制御して前記第2方向に前記脚部を移動させる、
鉄筋結束装置。
- [請求項2] 前記本体部に対して連結された支持部をさらに備え、
前記脚部は、前記本体部に対して前記第2方向に移動可能に連結され、
前記制御部は、
前記第1駆動部を制御し、前記脚部が支持された鉄筋を第1鉄筋とするとき、前記第1鉄筋に対して前記支持部を当接させた状態で、前記第1鉄筋から前記脚部を離間させる第1処理と、
前記第2駆動部を制御し、前記第1鉄筋から離間した前記脚部を前記本体部に対して前記第2方向に移動させる第2処理と、
前記第1駆動部を制御し、前記脚部を前記第1鉄筋に対して前記第2方向において隣り合う第2鉄筋に対して当接させる第3処理と、
前記本体部を前記脚部に対して前記第2方向に移動させる第4処理と、
を実行する、

請求項 1 に記載の鉄筋結束装置。

[請求項3] 前記制御部は、前記第 2 処理と前記第 4 処理とを複数回に亘って繰り返す、前記脚部を前記第 2 鉄筋に対して前記本体部の高さ方向において対向させる、

請求項 2 に記載の鉄筋結束装置。

[請求項4] 前記制御部は、前記第 2 処理と前記第 4 処理とを複数回に亘って繰り返す際、前記脚部を各回において同程度の距離だけ前記第 2 方向に移動させる、

請求項 3 に記載の鉄筋結束装置。

[請求項5] 前記第 2 駆動部は、前記本体部及び前記脚部のうち、一方側に設けられるレール状の噛合部と、他方側に設けられ、前記噛合部に噛み合う駆動歯車とを含み、

前記制御部は、前記本体部を前記脚部に対して前記第 2 方向に移動させる際には、前記駆動歯車を前記噛合部に噛み合わせた状態で前記駆動歯車を第 1 駆動方向に駆動させ、前記脚部を前記本体部に対して前記第 2 方向に移動させる際には、前記駆動歯車を前記噛合部に噛み合わせた状態で前記駆動歯車を第 2 駆動方向に駆動させる、

請求項 1 に記載の鉄筋結束装置。

[請求項6] 前記制御部は、前記第 1 駆動部の駆動量が所定の閾値に達したか否かに基づいて、前記脚部が前記鉄筋から離間したか否かを判定する、

請求項 1 に記載の鉄筋結束装置。

[請求項7] 前記鉄筋結束装置が前記第 1 方向に延びる鉄筋を移動している際、当該鉄筋に対して前記第 2 方向において隣り合う鉄筋を検知する第 1 検知部をさらに備え、

前記制御部は、前記第 1 検知部による鉄筋の検知結果に基づいて、前記脚部を前記第 2 方向に移動させる距離を決定する、

請求項 1 に記載の鉄筋結束装置。

[請求項8] 前記結束部位の算出に用いる第 2 検知部をさらに備え、

前記制御部は、前記鉄筋結束装置が前記第2方向において隣り合う鉄筋に移動した際、前記第2検知部により検知された鉄筋の位置に基づいて、前記鉄筋結束装置が前記結束部位に向けて移動する際の前記第2方向の移動量を調整する、

請求項1に記載の鉄筋結束装置。

[請求項9]

前記本体部に対して連結された支持部をさらに備え、

前記第1駆動部は、前記脚部を伸縮可能に構成され、

前記制御部は、

前記第1駆動部を制御し、前記脚部を伸長させた場合、前記脚部が前記鉄筋に当接して前記支持部が前記鉄筋から離間し、

前記第1駆動部を制御し、前記脚部を収縮させた場合、前記支持部が前記鉄筋に当接して前記脚部が前記鉄筋から離間する、

請求項1に記載の鉄筋結束装置。

[請求項10]

第1方向に延びる鉄筋と第2方向に延びる鉄筋とが交差する部位を結束可能に構成された結束機構と、

前記結束機構を搭載した本体部と、

前記本体部に対して前記第2方向において隣り合う前記鉄筋を検知する検知部と、

前記本体部を前記第2方向に移動させる移動機構と、

を備え、

前記移動機構は、前記検知部により検知された前記鉄筋の位置に基づいて、前記本体部の前記第2方向への移動量を算出する移動量算出部を有する、

鉄筋結束装置。