

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 公開特許公報(A)

(11) 特許出願公開番号

特開2010-10429

(P2010-10429A)

(43) 公開日 平成22年1月14日(2010.1.14)

(51) Int.Cl.		F I		テーマコード (参考)
H 0 1 F 41/06	(2006.01)	H 0 1 F 41/06	A	5 E 0 0 2
H 0 2 K 15/04	(2006.01)	H 0 2 K 15/04	B	5 H 6 1 5

審査請求 有 請求項の数 4 O L (全 17 頁)

(21) 出願番号	特願2008-168503 (P2008-168503)	(71) 出願人	000005326
(22) 出願日	平成20年6月27日 (2008. 6. 27)		本田技研工業株式会社
			東京都港区南青山二丁目1番1号
		(74) 代理人	100077665
			弁理士 千葉 剛宏
		(74) 代理人	100116676
			弁理士 宮寺 利幸
		(74) 代理人	100142066
			弁理士 鹿島 直樹
		(74) 代理人	100126468
			弁理士 田久保 泰夫
		(74) 代理人	100149261
			弁理士 大内 秀治

最終頁に続く

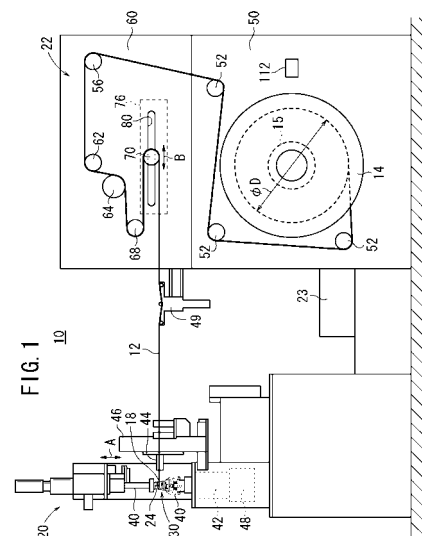
(54) 【発明の名称】 巻線装置

(57) 【要約】

【課題】大型で大容量・大径の供給ボビンを用いて、線材を巻枠に整列させながら高速で巻回してコイルを生成する際に生じるテンション変動を高精度に抑制する巻線装置を提供する。

【解決手段】巻枠30側で巻き取られる線材12の巻取量と、供給ボビン14から繰り出される線材12の繰出量との差に基づき、コイル18の回転に対する供給ボビン14の回転(回転数と、タイミング)を、巻取量と繰出量とが時々刻々一致するように制御することで、コイル18と供給ボビン14とのイナーシャ・径に大きな差があっても、テンション変動を高精度に抑制することができる。

【選択図】 図1



【特許請求の範囲】**【請求項 1】**

線材を供給する供給ボビンを回転させるボビン回転機構と、
前記供給ボビンから供給される前記線材をノズルを介して巻枠に整列させながら巻回してコイルを生成するコイル回転機構と、
前記ボビン回転機構及び前記コイル回転機構の回転数を制御する制御装置と、を備え、
前記制御装置は、
一定速度のコイル回転数を設定するコイル回転数設定部と、
前記コイル回転数、前記コイル径、及び前記供給ボビン径に基づいてボビン回転数目標値を算出するボビン回転数目標値算出部と、
前記コイルの実回転数及び前記コイル径から前記コイルとして前記巻枠に巻き取られる前記線材の巻取量を算出する巻取量算出部と、
前記供給ボビンの実回転数及び前記供給ボビン径から前記供給ボビンから繰り出される前記線材の繰出量を算出する繰出量算出部と、
算出された前記巻取量及び算出された前記繰出量から算出される前記供給ボビンの繰出遅れ時間に基づいて、前記ボビン回転数目標値で前記ボビン回転機構を回転開始させるタイミングを設定するタイミング設定手段と、
を備えることを特徴とする巻線装置。

10

【請求項 2】

請求項 1 記載の巻線装置において、
前記制御装置は、
前記巻枠に巻き付けられる前記コイルの層数に応じて、各層の前記ボビン回転数目標値を算出し、前記各層の前記ボビン回転開始又は回転数切り替えのタイミングを設定することを特徴とする巻線装置。

20

【請求項 3】

請求項 1 又は 2 に記載の巻線装置において、
前記供給ボビンと前記巻枠との間の線材繰出経路に前記線材を前記巻枠に巻き付ける際に発生するテンション変動を緩衝する前記線材が巻き掛けられるテンション機構を設けることを特徴とする巻線装置。

30

【請求項 4】

請求項 3 記載の巻線装置において、
前記テンション機構をリニアテンシヨナとし、
前記制御装置は、次の巻線時のコイル巻取量とボビン繰出量との偏差である総繰出量誤差がなくなるように、前記リニアテンシヨナの位置ずれ量と今回巻線時の線材の総繰出量に基づいて、次のボビン回転数目標値を算出するボビン回転数目標値補正部をさらに備える
ことを特徴とする巻線装置。

【発明の詳細な説明】**【技術分野】****【0001】**

この発明は、供給ボビンから供給される線材にテンションをかけながら巻枠に巻回してコイルを生成する巻線装置に関する。

40

【背景技術】**【0002】**

例えば、DC ブラシレスモータにおいては、円弧状のヨーク部と、前記ヨーク部から径方向内側に延びるポール部とを有する略 T 字形状のコアを環状に組み付けて構成されるステータが採用されている。

【0003】

この種のステータは、前記コアの前記ヨーク部をクランプしてスピンドル軸を回転させ、供給ボビンから供給される線材をノズルで案内しながら前記ポール部（巻枠）の軸方向

50

(スピンドル軸方向)に往復動作させることで前記ボール部へ多層巻線のコイルを生成することで作製される。

【0004】

コイルを生成する巻線装置は、一般には、線材を供給する供給ボビンと、巻枠(コア)に線材を巻回してコイルを生成するコイル生成部と、前記供給ボビンと前記コイル生成部との間に配設され前記線材の前記巻枠への巻回により生じるテンション変動を緩和するテンション機構とを備えている。

【0005】

巻枠に線材を巻回する際に、テンションが高すぎると線材が伸びてしまい、低すぎると弛みが生じてしまうため、テンションを適値に維持することは重要である。

10

【0006】

このテンション機構としては、バネやダンパを利用してテンション変動を吸収する機構、あるいはブレーキローラに線材を巻かけ線材長から推定したテンションに応じて前記ブレーキローラのブレーキ力を調整する機構等が採用されている。

【0007】

しかし、バネやダンパを利用したテンション機構では、バネ定数によってテンション調整範囲が一意に決定されてしまうためテンション変動に対する抑制力が低い。一方、ブレーキローラ機構は、ローラに線材を複数回又は交差させて掛け渡しているため、供給ボビンを交換しようとする際の再設定、メンテナンスに時間がかかる。

【0008】

20

特許文献1には、線材を繰り出すスプール(線材源)と、この線材が巻回される巻枠を保持するスピンドルと、このスピンドルを回転駆動するスピンドルモータとを備えた巻線装置において、前記巻枠への前記線材の供給量を検出する検出手段と、この検出手段により検出された前記巻枠への前記線材の供給量と前記線材源からの線材繰り出し量が一致するように前記線材源からの線材の繰り出し速度を制御する制御手段とを備えた巻線装置が開示されている。

【0009】

この特許文献1に開示された技術では、前記スプールに配した繰り出しモータで、線材の繰り出し量を制御することでテンション変動を緩衝し、テンション機構が簡素化できる。ブレーキローラ機構のようなテンション機構を用いなくても精度よくテンション変動を抑制できる。

30

【0010】

【特許文献1】特開平11-222357号公報

【発明の開示】

【発明が解決しようとする課題】

【0011】

上記のように、生産性を向上させるため、巻枠への線材の巻回の際に発生するテンション変動を抑制し、かつ巻枠へ線材を高速に巻回する技術開発が進められている。

【0012】

ところで、コイル生成の生産性を向上させるために、大量の線材を巻いておくことの可能な大容量の供給ボビンを利用することで、供給ボビン交換のメンテナンス時間(段取時間)を短縮する改善が考えられる。

40

【0013】

しかしながら、大容量の供給ボビンを用いる場合には、巻枠(コア、ボビン及び巻き型コイル等)と供給ボビンとでイナーシャ及び径の差が増大することを原因としてテンション変動が増加する。

【0014】

この発明は、このような課題を考慮してなされたものであって、大型で大容量・大径の供給ボビンを用いて、線材を巻枠に整列させながら高速で巻回してコイルを生成する際に生じるテンション変動を高精度に抑制することを可能とする巻線装置を提供することを目

50

的とする。

【課題を解決するための手段】

【0015】

この発明に係る巻線装置は、線材を供給する供給ボビンを回転させるボビン回転機構と、前記供給ボビンから供給される前記線材をノズルを介して巻枠に整列させながら巻回してコイルを生成するコイル回転機構と、前記ボビン回転機構及び前記コイル回転機構の回転数を制御する制御装置と、を備え、前記制御装置は、一定速度のコイル回転数を設定するコイル回転数設定部と、前記コイル回転数、前記コイル径、及び前記供給ボビン径に基づいてボビン回転数目標値を算出するボビン回転数目標値算出部と、前記コイルの実回転数及び前記コイル径から前記コイルとして前記巻枠に巻き取られる前記線材の巻取量を算出する巻取量算出部と、前記供給ボビンの実回転数及び前記供給ボビン径から前記供給ボビンから繰り出される前記線材の繰出量を算出する繰出量算出部と、算出された前記巻取量及び算出された前記繰出量から算出される前記供給ボビンの繰出遅れ時間に基づいて、前記ボビン回転数目標値で前記ボビン回転機構を回転開始させるタイミングを設定するタイミング設定手段と、を備えることを特徴とする。

10

【0016】

この発明によれば、巻枠側で巻き取られる線材の巻取量と、供給ボビンから繰り出される前記線材の繰出量との差に基づき、コイルの回転に対する供給ボビンの回転を、巻取量と繰出量とが時々刻々一致するように制御することにより、コイルと供給ボビンとのイナーシャ・径に大きな差があっても、テンション変動を高精度に抑制することができる。

20

【0017】

例えば、コイル回転数は、1000 [rpm] 程度一定とされ、ボビン回転数は、その1/10～1/20程度の範囲とされる(コイル回転数>>ボビン回転数)。この発明によれば、テンション変動を高精度に抑制しながら短時間でコイルを生産することができる。

【0018】

この場合、前記制御装置は、前記巻枠に巻き付けられる前記コイルの層数に応じて、各層の前記ボビン回転数目標値を算出し、前記各層の前記ボビン回転開始又は回転数切り替えのタイミングを設定する。このようにすれば、整列巻コイルにおいて、巻層(コイルの層数)に応じてコイルの外径が大きくなってコイルの1回転当たりの巻取量が増加することに対応させて、実ボビン回転数が大きくなるように制御したので、さらに高精度にテンション変動を抑制することができる。

30

【0019】

また、前記供給ボビンと前記巻枠との間の線材繰出経路に前記線材を前記巻枠に巻き付ける際に発生するテンション変動を緩衝する前記線材が巻き掛けられるテンション機構を設けることが好ましい。コイルによる線材の巻取量(コイル巻取量)とボビンからの線材の繰出量(ボビン繰出量)との差が少なくなるため、テンション機構のプーリの変位量が小さくなり、テンション機構を小型・簡素化することができる。その結果、テンション変動抑制のためのブレーキローラ機構を使用する等の大掛かりで複雑な機構を採用する必要がなく、例えば、構成の簡素なリニアテンシヨナによるテンション機構のみを用いることができる。

40

【0020】

この場合、リニアテンシヨナによるテンション機構を設けた場合、前記制御装置は、次の巻線時のコイル巻取量とボビン繰出量との偏差である総繰出量誤差がなくなるように、前記リニアテンシヨナの位置ずれ量と今回巻線時の線材の総繰出量に基づいて、次のボビン回転数目標値を算出するボビン回転数目標値補正部をさらに備えることで、1コイルの累積巻線ずれをなくすることができる。

【発明の効果】

【0021】

この発明に係る巻線装置によれば、大型で大容量・大径の供給ボビンを用いて、線材を

50

巻枠に整列させながら高速で巻回してコイルを生成する際に生じるテンション変動を高精度に抑制することができる。

【 0 0 2 2 】

また、線材を巻き取るコイル側の回転数を一定回転数としているので生産時間を短縮することができる。

【 0 0 2 3 】

さらに、供給ボビンから巻枠までの線材の引き回し機構が簡素化されるので、メンテナンス性が向上する。

【 発明を実施するための最良の形態 】

【 0 0 2 4 】

以下、この発明に係る巻線装置について実施形態を挙げ、添付の図 1 ~ 図 8 を参照しながら説明する。

【 0 0 2 5 】

図 1 に示すように、この実施形態に係る巻線装置 1 0 は、線材 1 2 (導線) が巻回されており該線材 1 2 を供給する (繰り出す) 供給ボビン 1 4 と、供給された線材 1 2 を巻枠 3 0 に巻回してコイル 1 8 を生成するコイル生成部 2 0 と、供給ボビン 1 4 とコイル生成部 2 0 との間に設けられ線材 1 2 の巻回により生じるテンション変動を緩和するテンション機構 2 2 と、巻線装置 1 0 の全体的な制御を行う制御装置 2 3 とを有する。線材 1 2 は、例えばエナメル被膜やポリウレタン被膜を有する銅線である。

【 0 0 2 6 】

図 2 及び図 3 に示すように、コイル 1 8 は、プレスにより打ち抜いた略 T 字状の鋼板を複数枚かきめて一体化した積層鋼板 (コア) 2 4 と、積層鋼板 2 4 を絶縁するインシュレータ 2 6、2 8 と、インシュレータ 2 6、2 8 を介して積層鋼板 2 4 に巻回される線材 1 2 と、金属製のターミナル 3 3、3 4 とを有する。インシュレータ 2 6、2 8 は、例えば、PPS (ポリフェニレンサルファイド) で形成されており、線材 1 2 が巻回される巻枠 (コイル巻回部) 3 0 (3 0 A、3 0 b) を有する。インシュレータ 2 6、2 8 は、それぞれ一部が重なり合って結合され、積層鋼板 2 4 と線材 1 2 とが電氣的に絶縁される。

【 0 0 2 7 】

線材 1 2 の巻始め端部 1 2 a は、ターミナル 3 3 にカシメ及びカットされてこのターミナル 3 3 に固定されるとともに、線材 1 2 の巻終わり端部 1 2 b は、ターミナル 3 4 にカシメ及びカットされてこのターミナル 3 4 に固定される。

【 0 0 2 8 】

図 1 に戻り、コイル生成部 2 0 は、インシュレータ 2 6、2 8 を装着した積層鋼板 2 4 を回転自在に保持するクランプ治具 4 0 と、該クランプ治具 4 0 を回転させるスピンドル 4 2 と、線材 1 2 の供給向きを安定させるノズル 4 4 と、該ノズル 4 4 の上下方向 (矢印 A 方向) の位置を調整して線材 1 2 を多層に整列させる直交軸型ロボット 4 6 とを有する。スピンドル 4 2 はモータ (スピンドルモータ) 4 8 (コイル回転機構) に軸支されスピンドルモータ 4 8 の回転作用下に一定速度で回転する。直交軸型ロボット 4 6 はリニアモータによる高速動作が可能である。

【 0 0 2 9 】

コイル生成部 2 0 とテンション機構 2 2 との間には、線材 1 2 のテンションを計測するテンション計測部 4 9 が設けられており、リアルタイムで計測をしたテンションを制御装置 2 3 に供給する。

【 0 0 3 0 】

供給ボビン 1 4 は、開閉式のボックス 5 0 内に軸支されて設けられており、複数の室内プーリ 5 2 を介して線材 1 2 の供給を行う。供給ボビン 1 4 は、ボビンモータ 1 5 (ボビン回転機構) の軸に軸支され制御装置 2 3 の制御下に回転速度を調整可能である。

【 0 0 3 1 】

テンション機構 2 2 は、ボックス 5 0 の上部に配置されたベース板 6 0 上に各軸が平行に設けられたプーリ 5 6、6 2、6 4、6 8 とテンションローラ 7 0 と、ベース板 6 0 の

10

20

30

40

50

裏面に設けられたリニアテンションとしてのリニアモータ 76 とから構成される。

【0032】

テンションローラ 70 は、ベース板 60 に水平方向に設けられたスリット 80 を介してリニアモータ 76 に接続されており、リニアモータ 76 に回転自在に軸支されている。リニアモータ 76 は、テンションローラ 70 を水平方向（矢印 B 方向）に移動する。

【0033】

ボックス 50 から繰り出された線材 12 は、プーリ 56、62、64、68 を経てテンションローラ 70 に巻き掛けられた後、テンション計測部 49、ノズル 44 を通じてコイル生成部 20 まで引き出される。

【0034】

制御装置 23 によりリニアモータ 76 を介してテンションローラ 70 を水平方向（矢印 B 方向）に移動させることで、線材 12 に対するテンションが調整される。

【0035】

次に、このように構成される巻線装置 10 において、線材 12 を掛け回す手順について説明する。

【0036】

まず、制御装置 23 はリニアモータ 76 を駆動してテンションローラ 70 をスリット 80 に沿って水平方向（矢印 B 方向）左端（テンション計測部 49 側）の待機位置（原点）まで移動しておく。

【0037】

次に、線材 12 を供給ボビン 14 から引き出し、室内プーリ 52、52、52 を介してベース板 60 のプーリ 56 に対して図示の経路で線材 12 を巻き掛ける。

【0038】

さらに、プーリ 56 からプーリ 62、64、68 を介してテンションローラ 70 に対して図示の経路で線材 12 を巻き掛ける。

【0039】

線材 12 は、テンションローラ 70 からさらにテンション計測部 49 を介してコイル生成部 20 まで引き出して巻枠 30 に止める。このような線材 12 の引き回しは所定の自動機により自動的に行ってもよく、人手によって行ってもよい。

【0040】

次に、リニアモータ 76 によりテンションローラ 70 をスリット 80 の略中間位置にまで移動させる。これによりテンションローラ 70 は、待機位置から作用側に移り線材 12 にテンションが掛けられる。テンションローラ 70 は、スリット 80 の略中間位置に配置されることから、線材 12 に対するテンションの調整代を大きくすることができる。

【0041】

以上のようにして、線材 12 が供給ボビン 14 から積層鋼板 24（巻枠 30）まで所定のテンションを持った状態で掛け回される。

【0042】

次に、巻線工程を開始する。つまり、ボビンモータ 15 が回転開始されると、供給ボビン 14 から線材 12 が繰り出される一方、コイル生成部 20 のスピンドル 42 をスピンドルモータ 48 により回転させ線材 12 を巻き取って巻枠 30（図 2 も参照）に巻回し、コイル 18 を生成する。このとき、テンション機構 22 では、線材 12 のテンションが適値となるように、テンション計測部 49 で計測されたテンションが適値のテンションとなるように、制御装置 23 の作用下にリアルタイムにリニアモータ 76 をフィードバック制御（PID 制御）する。

【0043】

この巻線工程を実行する制御装置 23 の構成と作用を以下に説明する。

【0044】

最初に、制御装置 23 の構成と基本的な作用について説明する。制御装置 23 は、コンピュータ及び DSP 等により構成され、CPU が各種入力に基づき ROM 等のメモリに記

10

20

30

40

50

憶されているプログラムを実行することで各種の機能を実現する機能実現部（機能実現手段）として動作する。

【0045】

図4に示すように、この実施形態において、制御装置23は、演算部100と、この演算部100よりコイル（巻枠又はコア）回転指令を受けるコイル回転数制御部102と、演算部100よりボビン回転指令（回転数とタイミング）を受けるボビン回転数制御部104と、演算部100よりタイミング指令（原点、層切替）を受けるテンション制御部106として機能する。

【0046】

コイル回転数制御部102は、演算部100からコイル回転指令を受けてコイル回転数目標値 N_{ctar} （この実施形態では、例えば1000[rpm]一定値）でスピンドルモータ48を回転させることで巻枠30を回転させコイル18を生成する。

【0047】

スピンドルモータ48にはエンコーダ108が設けられ、エンコーダ108により検出されたコイル実回転数 N_{ce} が、コイル回転数制御部102に供給されることでコイル回転数制御部102はスピンドルモータ48のコイル実回転数 N_{ce} がコイル回転数目標値 N_{ctar} となるようにフィードバック制御する。コイル実回転数 N_{ce} は、演算部100にも供給される。なお、實際上、コイル実回転数 N_{ce} は、エンコーダ108からのパルスをコイル回転数制御部102及び演算部100でカウントすることで算出される。

【0048】

その一方、ボビン回転数制御部104は、演算部100からボビン回転指令（回転数とタイミング）を受けて、より具体的には、コイル18の層毎に異なるボビン回転数目標値 N_{btar} とその切替タイミングを演算部100より受けてボビンモータ15を回転させる。

【0049】

ボビンモータ15には、エンコーダ110が設けられ、エンコーダ110により検出されたボビン実回転数 N_{be} が、ボビン回転数制御部104に供給されることでボビン回転数制御部104はボビンモータ15のボビン実回転数 N_{be} がボビン回転数目標値 N_{btar} となるようにフィードバック制御する。ボビン実回転数 N_{be} は、演算部100にも供給される。この場合にも、實際上、ボビン実回転数 N_{be} は、エンコーダ110からのパルスをボビン回転数制御部104及び演算部100でカウントすることで算出される。

【0050】

供給ボビン14のボビン外径 ϕD （図1参照）は、供給ボビン14から線材12が繰り出されることで減少するが、このボビン外径 ϕD は、供給ボビン14の近傍に配設された近接センサ112により検出（測定）され演算部100に供給される。

【0051】

ボビン外径 ϕD は、コイル18の外径 ϕd に比較して、きわめて大きいので、1個のコイル18（線材多層整列コイル）の生成中には、ボビン ϕD は、 $\phi D = \text{一定}$ とみなせる。

【0052】

図4において、テンション制御部106には、テンション計測部49により計測されるテンション（張力）検出値 T_f [N]が供給され、テンション制御部106は、演算部100からの層切替（コイル18の巻層の切替）タイミング指令に応じて、このテンション検出値 T_f が層切替に係わらず適値（所定値）であるテンション目標値 T_{ftar} となるようにリニアモータ76を駆動してテンションローラ70を移動し、テンションをフィードバック制御する。

【0053】

次に、基本的には、以上のように構成されかつ作用する制御装置23の詳しい作用について図5のフローチャートを参照しながら説明する。

【0054】

ステップS1において制御装置23の演算部100は、図示しない上位装置あるいは入

10

20

30

40

50

力装置から巻線開始指令を受けると、ステップ S 2 において、演算部 1 0 0 は、コイル回転数制御部 1 0 2、ボビン回転数制御部 1 0 4、及びテンション制御部 1 0 6 に初期設定を行うよう指令を送る。

【 0 0 5 5 】

このステップ S 2 における初期設定では、コイル回転数制御部 1 0 2 は、コイル回転数目標値 N_{ctar} を自身の設定メモリに設定するとともに、テンション制御部 1 0 6 は、テンション目標値 T_{ftar} を自身の設定メモリに設定する。ボビン回転数目標値 N_{btar} の初期値（コイル 1 8 の 1 層目のボビン回転数目標値 N_{btar} ）は、演算部 1 0 0 からボビン回転数制御部 1 0 4 の設定メモリに設定される。

【 0 0 5 6 】

この場合、コイル 1 8 の 1 層目のボビン回転数目標値 N_{btar} は、演算部 1 0 0 において、コイル回転数目標値 N_{ctar} と、予め記憶している巻枠 3 0 の外周長（長方形）の円の直径換算値である外径 ϕd （1 層目）と近接センサ 1 1 2 により測定したボビン外径 ϕD の比から算出される（ $N_{btar} = N_{ctar} \times \phi d / \phi D$ ）。

【 0 0 5 7 】

ここで、ステップ S 3 以降の処理を説明する前に、この実施形態に係る処理の意義を理解し易くするため、比較例の処理による不都合について説明しながら、図 5 のフローチャートによる処理の要点（特徴）を説明する。

【 0 0 5 8 】

図 6 A は、比較例に係る時間の経過とボビン回転数 $N_b[rpm]$ との関係を示している。時間軸は 1 目盛間隔が 1 [s] である。

【 0 0 5 9 】

時点 T_{c1} でボビン回転数目標値 N_{btar} の指令値をボビンモータ 1 5 に出力すると、供給ボビン 1 4 のイナーシャのために、ボビン実回転数 N_{be} は S 字曲線で遅延しながら回転数が上昇し、時点 t_{c1} でボビン回転数目標値 N_{btar} とボビン実回転数 N_{be} が一致する。

【 0 0 6 0 】

一方、コイル回転数目標値 N_{ctar} の指令値は時点 T_{c1} で同時にスピンドルモータ 4 8 に出力されるが、スピンドル 4 2 のイナーシャが小さいので、略その時点 T_{c1} からコイル実回転数 N_{ce} が、コイル回転数目標値 N_{ctar} と一致する（図 6 A 中、上側参照）。

【 0 0 6 1 】

時点 T_{c1} から時点 T_{c2} までの間は、コイル 1 8 の 1 層目（最下層）の巻線が巻枠 3 0 に巻回されている時間である。

【 0 0 6 2 】

同様に、時点 T_{c2} でコイル 1 8 の 2 層目ボビン回転数目標値 N_{btar} （図 6 A に示すように、2 層目ボビン回転数目標値 N_{btar} は、コイル 1 8 の外径 ϕd が大きくなって一定時間当たりの巻取量が増加する分に対応して増加させている。）を出力すると、この場合にも供給ボビン 1 4 のイナーシャのために、ボビン実回転数 N_{be} は S 字曲線で遅延して回転数が上昇し、時点 t_{c2} でボビン回転数目標値 N_{btar} とボビン実回転数 N_{be} が一致する。

【 0 0 6 3 】

以下、1 つのコイル 1 8 の最外層の 6 層目の巻き終了時点 T_{c7} まで同様に推移する。

【 0 0 6 4 】

この場合、図 7 A に示す比較例に係る供給ボビン 1 4 からの線材 1 2 の繰出量 L_r と、巻枠 3 0 への巻取量 L_w の関係に示すように、コイル 1 8 の巻取量 $L_w[m]$ に対し供給ボビン 1 4 からの繰りだし量 $L_r[m]$ は、遅延時間 { コイル軸（の回転）に対するボビン軸（の回転）の遅延時間又は、単にボビン軸遅延時間ともいう。 } Δt_d の経過時点で同一値となる。

【 0 0 6 5 】

10

20

30

40

50

しかしながら、この図 6 A、図 7 A に示す比較例に係る巻線方でスピンドルモータ 48 とボビンモータ 15 を回転制御するためには、コイル 18 と供給ボビン 14 ではイナーシャの差及び外径 ϕd 、 ϕD の差が大きいためテンション機構に過大な負荷がかかる。すなわち、テンション機構が、図示しないブレーキローラ等が必要なものとなって大掛かりなものとなりかつ複雑になる。

【0066】

以上の処理が比較例の処理とその不都合の説明である。

【0067】

この出願の発明者は、比較例の処理において、図 7 A に示す供給ボビン 14 の繰出量 L_r とコイル 18 の巻取量 L_w の差分 ΔL に係わる遅延時間 Δt_d は、図 6 A に示す階段状の指令であるボビン回転数目標値 N_{btar} と S 字曲線となるボビン実回転数 N_{be} とで形成されるハッチング部分の積分値に相当すると考えた。

10

【0068】

そこで、この実施形態では、図 6 B に示すように、スピンドルモータ 48 の回転開始時点 T_{c1} に先立つ時点 T_{c1}' で 1 層目ボビン回転数目標値 N_{btar} の指令をボビン回転数制御部 104 からボビンモータ 13 に送るようにした。

【0069】

スピンドルモータ 48 の回転開始時点 T_{c1} (図 6 A と同一時点であることに留意する。) に先立つボビンモータ 15 の 1 層目の回転開始時点 T_{c1}' は、図 6 A に示した 1 層目ボビン回転数目標値 N_{btar} と 1 層目実回転数 N_{be} が一致する時点 t_{c1} を考慮し、次の (1) 式により決定することができる。

20

$$T_{c1}' = T_{c1} - \Delta t_d - (t_{c1} - T_{c1}) / 2 \quad \dots (1)$$

【0070】

同様に、2 層目のボビン回転数目標値 N_{btar} の指令時点 T_{c2}' は、次の (2) 式により決定できることが分かる。

$$T_{c2}' = T_{c2} - \Delta t_d - 2 \text{ 層目の遅延時間分} \\ T_{c2} - \Delta t_d - (t_{c2} - T_{c2}) / 2 \quad \dots (2)$$

【0071】

一般的に、2 層目以降 n 層目のボビン回転数目標値 N_{btar} の指令時点 T_{cn}' は、次の (3) 式により決定できることが分かる。

30

$$T_{cn}' = T_{cn} - \Delta t_d - n \text{ 層目までの遅延時間分の累積値} \\ T_{cn} - \Delta t_d - \Sigma (t_{cn} - T_{cn}) / 2 \quad \dots (3)$$

【0072】

なお (3) 式において、 n は、 $n \geq 2$ である。

【0073】

このように、次の巻線工程においては、コイル 18 の各層において、ボビン遅延時間 Δt_d の概ね $1/2$ の時間 { 1 層目は $\Delta t_d / 2$ 、2 層目以降は、この $\Delta t_d / 2$ に内層 (前に巻回した層) と外層 (今から巻回しようとする層) の回転数差に基づく供給ボビン 14 のイナーシャを原因とする遅延時間を更に考慮した上記 (3) 式による計算される時間。} だけボビンモータ 15 の回転開始時点を早めるように制御することにより、図 7 B に示すように、スピンドルモータ 48 のコイル 18 の 1 層目の巻回開始時点 T_{c1} からコイル 18 の 6 層目の巻回開始時点 T_{c6}' までの各巻回開始時点 T_{c1} 、 $T_{c2}' \sim T_{c6}'$ におけるコイル 18 の巻取量 L_w と供給ボビン 14 の繰出量 L_r を時々刻々略一致させることができる。

40

【0074】

このため、この実施形態では、テンション機構を図 1 に示したリニアモータ 76 とテンションローラ 70 を利用した、ブレーキローラ等を使用しない簡素な構成のテンション機構 22 を採用することができる。

【0075】

なお、スピンドルモータ 48 の回転開始時点 T_{c1} に先立つ時点 T_{c1}' は、遅延時間

50

Δt_d に依存し、この遅延時間 Δt_d は、ボビン回転数 N_b と供給ボビン14のイナーシャに依存することから、予めボビン回転数 N_b とボビン外径 ϕD とを変数とし遅延時間 Δt_d を関数 $\{\Delta t_d = f(N_b, \phi D)\}$ とした時点 $T_{c1'}$ の表(テーブル、マップ)を作成し、演算部100のメモリ(ROM)に記憶させておくようにする。

【0076】

図7Bに示したように、上述した新方案の巻取・繰出制御を行うことにより巻取量 L_w と繰出量 L_r との差分 ΔL (図7A参照)を解消することができるが、この新方案の巻取・繰出制御を行っても、図7Bの制御終了時点 $T_{c7'}$ 以降の繰出量 L_w と巻取量 L_r との間に差分である総繰出量誤差 $\Delta L_t[m]$ が発生する。次に、この総繰出量誤差 ΔL_t をゼロにする方案について説明する。

10

【0077】

総繰出量誤差 $\Delta L_t[m]$ は、図8に示すように、テンションローラ70の矢印B方向の基準位置 X_0 からの位置ずれ量 x の2倍になることが分かる。

$$\Delta L_t = 2 \times x \quad \dots (4)$$

【0078】

この位置ずれ量 x は、テンション機構22で線材12にテンションを適値にかけるために発生するものであり、一般にゼロ値とすることはコスト的にきわめて難しい。

【0079】

そこで、この位置ずれ量 x を許容しながらも、総繰出量誤差 $\Delta L_t[m]$ をゼロ値とするために、可変することが(変更することが)可能なボビン回転数目標値 $N_{b tar}$ を次の巻回時に補正する。なお、スピンドルモータ48のコイル回転数 N_c は一定であるので補正しない。

20

【0080】

この場合、次の巻線時の繰出量補正係数 K' を今回の繰出量補正係数 K から次の(5)式により算出する。

$$K' = K \times (\Delta L_t - L) / L \quad \dots (5)$$

ここで、 K' ：次の巻線時の繰出量補正係数

K ：今回の巻線時の繰出量補正係数

ΔL_t ：今回の巻線時の総繰出量誤差

L ：基準総繰出量

30

【0081】

この繰出量補正係数 K' を利用して、次のボビン回転数目標値 $N_{b tar'}$ を今回のボビン回転数目標値 $N_{b tar}$ に対して、次の(6)式により補正することができる。

$$\begin{aligned} N_{b tar'} &= N_{b tar} \times K' \\ &= N_{b tar} \times K \times (\Delta L_t - L) / L \quad \dots (6) \end{aligned}$$

【0082】

ここで、基準総繰出長 L は、次の(7)式により算出することができる。

$$L = \sum \pi D \times N_{be} \times \Delta t \quad \dots (7)$$

【0083】

ただし、 $\sum$ の範囲は、巻線開始時点 $t = 0$ から制御処理時間 Δt 毎に繰出長を計算する巻線時間 t_{end} までの範囲である。この巻線時間 t_{end} は、1つのコイル18の巻線時間(図6Bに示す時点 $T_{c1'}$ から時点 $T_{c7'}$ までの時間)であり、 $\sum$ の計算回数は、 $t_{end} / \Delta t$ となる。

40

【0084】

(7)式において、 π は円周率、 D はボビン外径、 N_{be} はボビン実回転数である。 Δt は制御処理時間であり、ラダープログラムを使用するシーケンサに模して説明すると、いわゆるラダー実行間隔に対応する。例えば、 $\Delta t = 0.004[s]$ に選択される。

【0085】

このように次のボビン回転数目標値 $N_{b tar'}$ を補正することで、図9に示すように、コイル18の巻取量 L_w (実線)と供給ボビン14の繰出量 L_r (点線)との総繰出

50

量誤差 ΔL_t を略ゼロ値にすることができる。

【0086】

以上の説明が、比較例の処理の不具合に対比させて説明したこの実施形態に係る図4に示す、これから説明しようとするフローチャートによる処理の要点の説明である。

【0087】

そこで、ステップS3において、ステップS2で設定されたボビン回転数目標値 $N_{b\ t\ a\ r}$ の初期値によりボビンモータ15の回転を開始させることで供給ボビン14の回転を開始させる（ボビン軸回転開始ともいう。）。

【0088】

次に、ステップS3の処理（ボビン軸回転開始時点）と同時にステップS4において、演算部100は、コイル18の n （ n は2～6）層目を巻くための2層目以降のボビン回転数目標値 $N_{b\ t\ a\ r}$ の指令の出力時点 $T_{c\ n'}$ {上記（3）式}を決定するための計時を、タイマ（2層目以降のボビン回転数目標値 $N_{b\ t\ a\ r}$ 指令の出力時点決定用計時部）101により開始する。

【0089】

また、ステップS3の処理（ボビン軸回転開始時点）と同時に、ステップS5において、ボビン回転数目標値 $N_{b\ t\ a\ r}$ とボビン軸イナーシャの吸収のための、いわゆるS字曲線加減速制御によりボビン回転数指令値 $N_{b\ c\ o\ m}$ を算出し回転制御を開始する。なお、このボビン回転数指令値 $N_{b\ c\ o\ m}$ により制御することで、図6Bに示すように、ボビン回転数指令値 $N_{b\ c\ o\ m}$ がボビン実回転数 $N_{b\ e}$ に略等しくなる。

【0090】

また、ステップS3の処理と同時に、ステップ6において、スピンドルモータ48の回転開始を待機させる（コイル軸の回転開始を待機又はコイル軸回転待機ともいう。）。このコイル軸回転開始待機時間は、ボビン遅延時間 $\Delta t_d = T_{c\ 1'} - T_{c\ 1}$ に等しい（図6A、図7A参照）。

【0091】

次いで、ステップS7において、タイマ101によるボビン遅延時間 Δt_d の経過時点 $T_{c\ 1}$ （図6B参照）でスピンドルモータ48の回転を開始させ（コイル軸回転開始ともいう。）、巻枠30にコイル18の1層目の線材12の巻回を開始させる。

【0092】

次に、ステップS8において、2層目以降のボビン回転数目標値 $N_{b\ t\ a\ r}$ の指令の出力時点 $T_{c\ n'}$ までのタイマ101による計時が終了したかどうかを判定され、計時が終了していない場合には、ステップS8において、演算部100は、エンコーダ108の出力のコイル実回転数 $N_{c\ e}$ （実際にはパルス）から巻回数カウンタ103（計数部）をカウントアップする。

【0093】

次いで、ステップS10において、巻回数カウンタ103の計数値（カウント値）から巻層数が増加したかどうかを判定する。この巻層数の増加は、予めコイル回転数制御部102及び演算部100に記憶されている、コイル軸の巻回回数が y 1回まで1層目、 y 2回までが2層目、...、 $y\ n$ 回までが n 層目とのテーブル（マップ）を参照して演算部100が判断する。

【0094】

次いで、ステップS11において、巻回数カウンタ103の計数値が1個のコイル18分、すなわち1ワーク分終了値になったかどうかを判断される。

【0095】

1ワーク終了値になっていないとき、ステップS8にもどり、タイマ101による計時が、2層目以降のボビン回転数目標値 $N_{b\ t\ a\ r}$ の指令の出力時点 $T_{c\ n'}$ {上記（3）式}に達したとき、ステップS12において、該当する2層目以降のボビン回転数目標値 $N_{b\ t\ a\ r}$ の指令を出力し、ボビン回転数制御部104を通じてボビンモータ15を回転させる。

10

20

30

40

50

【 0 0 9 6 】

ステップ S 9 において、さらに、巻回数カウンタ 1 0 3 がカウントアップされ、ステップ S 1 0 において、巻層数が増加したと判定されたとき、ステップ S 1 3 において、層数 n が 1 層分加算され ($n \leftarrow n + 1$)、ステップ S 1 4 において、ステップ S 5 と同様に、2 層目以降のボビン回転数目標値 $N_{b \text{ tar}}$ とボビン軸イナーシャの吸収のための、いわゆる S 字曲線加減速制御によりボビン回転数指令値 $N_{b \text{ com}}$ を算出し回転制御、この場合 2 層目以降の回転制御を開始する。

【 0 0 9 7 】

このようにして制御を繰り返し、ステップ S 1 1 において、巻回数カウンタ 1 0 3 の計数值が 1 ワーク分終了値になったときに、ステップ S 1 5 において、近接センサ 1 1 2 によりボビン径 ϕD が計測され、テーブルを参照して次の新たなコイル 1 8 生成のための 1 層目のボビンモータ 1 5 の回転開始時点 $T_{c \text{ n'}}$ が算出されてメモリに保存され、次のステップ S 1 の巻線開始指令の受領時にステップ S 3 で読み出される。

【 0 0 9 8 】

また、ステップ S 1 6 において、今回の繰出量補正係数 K から次の巻線時の繰出量補正係数 K' を上記 (5) 式により算出し、算出した繰出量補正係数 K' を利用して、次のボビン回転数目標値 $N_{b \text{ tar'}}$ を今回のボビン回転数目標値 $N_{b \text{ tar}}$ に対して、上記 (6) 式により補正して算出しておき、次のステップ S 2 において、ボビン回転数制御部 1 0 4 の設定メモリに設定する。

【 0 0 9 9 】

なお、ステップ S 3 においてボビン軸 (ボビンモータ 1 5 と供給ボビン 1 4) が回転開始したとき、ステップ S 2 1 において演算部 1 0 0 からの開始指令によりテンション機構 2 2 が作動を開始し、テンション計測部 4 9 で計測したテンション値 T_f が適値 (テンション目標値 $T_{f \text{ tar}}$) となるように、リニアモータ 7 6 を通じてテンションローラ 7 0 を P I D フィードバック制御する。このテンション機構 2 2 の作動は、1 つのコイル 1 8 の巻回が終了したとき (ステップ S 1 1 成立時) に演算部 1 0 0 からテンション制御部 1 0 6 に対して停止指令が送出され、テンション制御部 1 0 6 は、ステップ S 2 2 においてテンション機構 2 2 を司るリニアモータ 7 6 の作動を停止させる。

【 0 1 0 0 】

以上説明したように上述した実施形態に係る巻線装置 1 0 は、線材 1 2 を供給する供給ボビン 1 4 を回転させるボビン回転機構としてのボビンモータ 1 5 と、供給ボビン 1 4 から供給される線材 1 2 をノズル 4 4 を介して巻枠 3 0 に整列させながら巻回してコイル 1 8 を生成するコイル回転機構としてのスピンドルモータ 4 8 と、ボビンモータ 1 5 及びスピンドルモータ 4 8 の回転数 N_b 、 N_c を制御する制御装置 2 3 と、を備える。

【 0 1 0 1 】

制御装置 2 3 は、一定速度のコイル回転数目標値 $N_{c \text{ tar}}$ を設定するコイル回転数設定部としてのコイル回転数制御部 1 0 2 と、コイル回転数目標値 $N_{c \text{ tar}}$ 、コイル径 ϕd 、及び供給ボビン径 ϕD に基づいてボビン回転数目標値 $N_{b \text{ tar}}$ を算出するボビン回転数目標値算出部としての演算部 1 0 0 と、コイル 1 8 のコイル実回転数 $N_{c \text{ e}}$ 及びコイル径 ϕD からコイル 1 8 として巻枠 3 0 に巻き取られる線材 1 2 の巻取量 L_w を算出する巻取量算出部としての演算部 1 0 0 と、供給ボビン 1 4 を回転するボビンモータ 1 5 からボビン実回転数 $N_{b \text{ e}}$ 及び供給ボビン径 ϕD から供給ボビン 1 4 から繰り出される線材 1 2 の繰出量 L_r を算出する繰出量算出部としての演算部 1 0 0 と、算出された巻取量 L_w 及び算出された繰出量 L_r から算出される供給ボビン 1 4 の繰出遅れ時間 Δt_d に基づいて、ボビン回転数目標値 $N_{b \text{ tar}}$ でボビンモータ 1 5 を回転開始させるタイミング (図 6 B に示した、回転開始時点 $T_{c \text{ 1'}}$ 、 $T_{c \text{ 2'}}$ 、 $\dots$ 、 $T_{c \text{ 6'}}$) をボビン回転数制御部 1 0 4 を通じてボビンモータ 1 5 に設定するタイミング設定手段としての演算部 1 0 0 と、を備える。

【 0 1 0 2 】

すなわち、巻枠 3 0 側で巻き取られる線材 1 2 の巻取量 L_w と、供給ボビン 1 4 から繰

10

20

30

40

50

り出される線材 12 の繰出量 L_r との差に基づき、コイル 18 の回転に対する供給ボビン 14 の回転（回転数と、回転数変更のタイミング）を、コイル 18 の線材 12 の巻取量 L_w と供給ボビン 14 の線材 12 の繰出量 L_r とが時々刻々一致するように制御しているので、コイル 18 と供給ボビン 14 とのイナーシャ・径に大きな差があっても、テンション変動を高精度に抑制することができる。

【0103】

例えば、コイル回転数は、1000 [rpm] 程度一定とされ、ボビン回転数は、その $1/10 \sim 1/20$ 程度の範囲とされる（コイル回転数 $\gg$ ボビン回転数）。この発明によれば、テンション変動を高精度に抑制しながら短時間で線材 12 が多層に整列されたコイル 18 を生産（量産）することができる。

10

【0104】

この場合、制御装置 23 は、巻枠 30 に巻き付けられるコイル 18 の層数に応じて、各層のボビン回転数目標値 N_{btar} を算出し、前記各層のボビン回転開始又は回転数切り替えのタイミングを設定する。このようにすれば、コイル 18 のような整列巻コイルにおいて、巻層（コイル 18 の層数）に応じてコイル 18 の外径 ϕd が大きくなってコイル 18 の 1 回転当たりの巻取量が増加することに対応させて、実ボビン回転数 N_{be} が大きくなるように制御したので、さらに高精度にテンション変動を抑制することができる。

【0105】

また、供給ボビン 14 と巻枠 30 との間の線材繰出経路に線材 12 を巻枠 30 に巻き付ける際に発生するテンション変動を緩衝する線材 12 が巻き掛けられるテンション機構 22 を設けているが、この実施形態では、コイル 18 による線材 12 の巻取量（コイル巻取量） L_w と供給ボビン 14 からの線材 12 の繰出量（ボビン繰出量） L_r との差が少なくなるため、テンション機構 22 のプーリであるテンションローラ 70 の変位量 x が小さくなり、テンション機構 22 を小型・簡素化することができる。その結果、テンション変動抑制のためのブレーキローラ機構を使用する等の大掛かりで複雑な機構を採用する必要がなく、例えば、構成の簡素なリニアテンシナ、この実施形態ではリニアモータ 76 によるテンション機構 22 のみを用いることができる。

20

【0106】

この場合、制御装置 23 の演算部 100 は、次回の巻線時のコイル巻取量 L_w とボビン繰出量 L_r との偏差である総繰出量誤差 ΔL_t がなくなるように、リニアモータ 76 の位置ずれ量 x と今回巻線時の線材の総繰出量である基準総繰出長 L に基づいて、次回のボビン回転数目標値 N_{btar}' を算出するボビン回転数目標値補正部をさらに備えることで、1 コイルの累積巻線ずれである総繰出量誤差 ΔL_t をなくすることができる。

30

【0107】

この発明に係る巻線装置は、上述の実施の形態に限らず、この発明の要旨を逸脱することなく、種々の構成を採り得ることはもちろんである。

【図面の簡単な説明】

【0108】

【図 1】この実施の形態に係る巻線装置の側面図である。

【図 2】コイルの分解斜視図である。

40

【図 3】コイルの斜視図である。

【図 4】巻線装置の制御装置の機能ブロック図である。

【図 5】巻線装置の制御装置の動作説明に供されるフローチャートである。

【図 6】図 6A は、比較例のボビン回転開始タイミングに対するボビン回転数目標値・ボビン実回転数の関係説明図である。図 6B は、この実施形態に係るボビン回転開始タイミングに対するボビン回転数目標値・ボビン実回転数の関係説明図である。

【図 7】図 7A は、比較例に係るコイル巻取量とボビン繰出量の差の説明図である。図 7B は、この実施形態に係るコイル巻取量とボビン繰出量の差の説明図である。

【図 8】テンション機構の位置ずれ量の説明図である。

【図 9】コイル総巻取量とボビン総繰出量の差がなくなることを示した説明図である。

50

【符号の説明】

【 0 1 0 9 】

1 0 ... 卷線裝置

1 4 ... 供給ボビン

1 8 ... コイル

2 3 ... 制御部

4 4 ... ノズル

4 9 ... テンション計測部

7 6 ... リニアモータ

1 0 2 ... コイル回転数制御部

1 0 6 ... テンション制御部

1 1 2 ... 近接センサ

1 2 ... 線材

1 5 ... ボビンモータ

2 2 ... テンション機構

3 0 ... 卷 杵

4 8 ... スピンドルモータ

7 0 ... テンションローラ

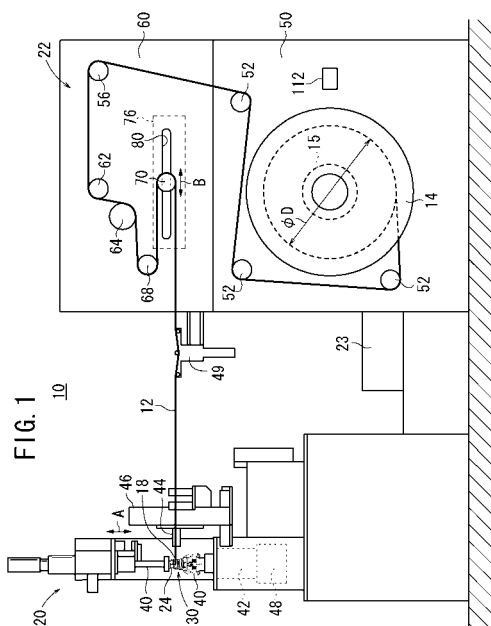
1 0 0 ... 演算部

1 0 4 ... ボビン回転数制御部

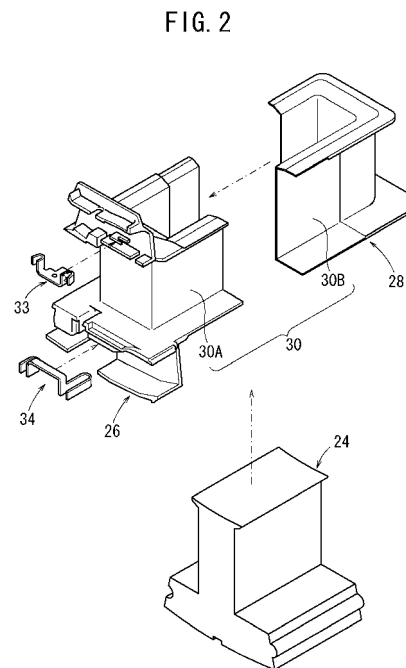
1 0 8、 1 1 0 ... エンコーダ

10

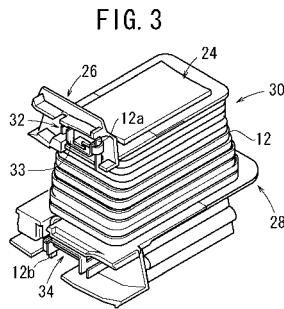
【 図 1 】



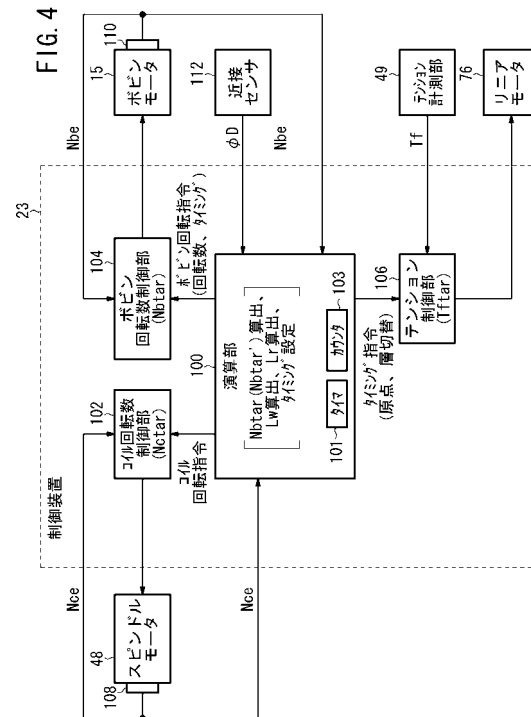
【 図 2 】



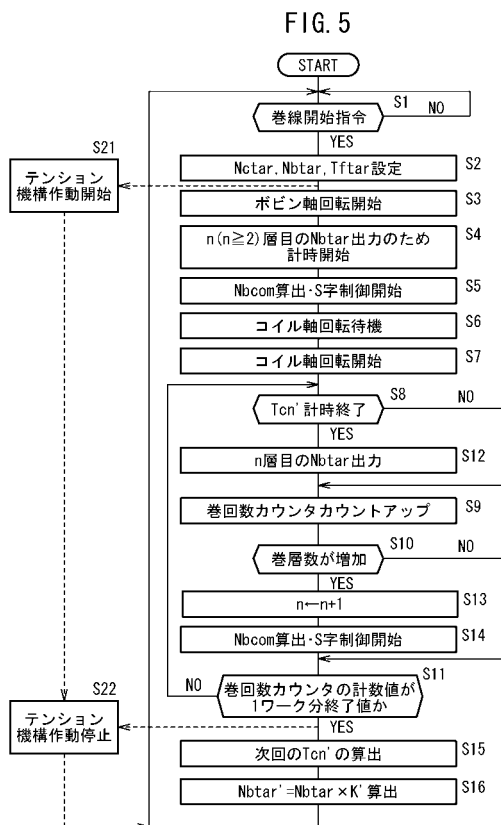
【図 3】



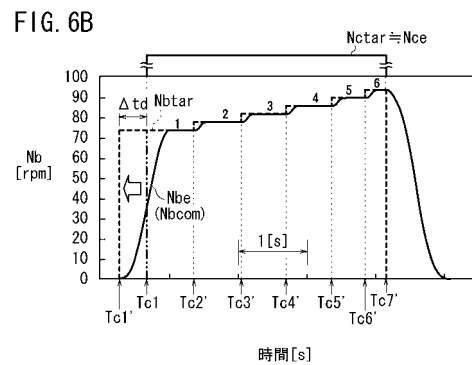
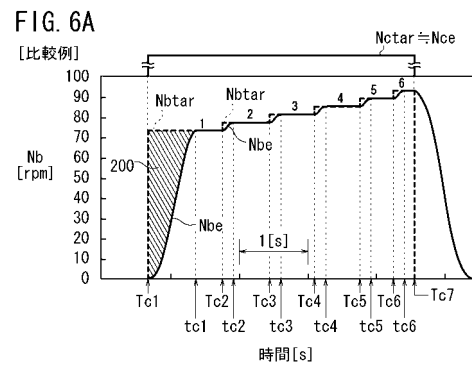
【図 4】



【図 5】



【図 6】



【 図 8 】

FIG. 8

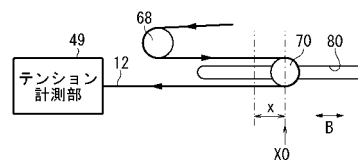
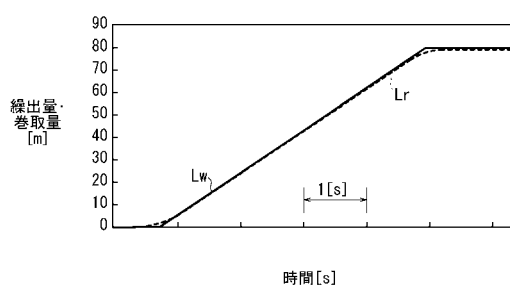


FIG. 7B

FIG. 9



フロントページの続き

- (72)発明者 木村 好尙
栃木県芳賀郡芳賀町芳賀台 6 番地 1 ホンダエンジニアリング株式会社内
- (72)発明者 釘宮 卓郎
栃木県芳賀郡芳賀町芳賀台 6 番地 1 ホンダエンジニアリング株式会社内
- (72)発明者 架間 雅仁
栃木県芳賀郡芳賀町芳賀台 6 番地 1 ホンダエンジニアリング株式会社内
- (72)発明者 佐々木 守
栃木県芳賀郡芳賀町芳賀台 6 番地 1 ホンダエンジニアリング株式会社内
- (72)発明者 田中 淳子
栃木県芳賀郡芳賀町芳賀台 6 番地 1 ホンダエンジニアリング株式会社内

F ターム(参考) 5E002 AA06 AA12

5H615 AA01 PP08 PP12 QQ03 QQ18 QQ19 QQ25 QQ26 SS10