

(19) 日本国特許庁 (JP)

(12) 特 許 公 報 (B2)

(11) 特許番号

特許第4612552号
(P4612552)

(45) 発行日 平成23年1月12日 (2011. 1. 12)

(24) 登録日 平成22年10月22日 (2010. 10. 22)

(51) Int. Cl.

F 1

G O 1 B 11/04 (2006. 01)

G O 1 B 11/04 Z

B 2 1 F 35/00 (2006. 01)

B 2 1 F 35/00 A

F 1 6 F 1/06 (2006. 01)

F 1 6 F 1/06 A

請求項の数 7 (全 19 頁)

(21) 出願番号 特願2006-34410 (P2006-34410)
 (22) 出願日 平成18年2月10日 (2006. 2. 10)
 (65) 公開番号 特開2007-212362 (P2007-212362A)
 (43) 公開日 平成19年8月23日 (2007. 8. 23)
 審査請求日 平成20年4月30日 (2008. 4. 30)

(73) 特許権者 000116976
 旭精機工業株式会社
 愛知県尾張旭市旭前町新田洞 5050 番地
 の 1
 (73) 特許権者 591012200
 株式会社東海スプリング製作所
 愛知県名古屋市熱田区池内町 2 番 2 号
 (74) 代理人 100112472
 弁理士 松浦 弘
 (72) 発明者 大林 栄次
 愛知県尾張旭市旭前町新田洞 5050 番地
 の 1 旭精機工業株式会社内
 (72) 発明者 野島 高志
 愛知県尾張旭市旭前町新田洞 5050 番地
 の 1 旭精機工業株式会社内
 最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 画像処理装置及びばね成形機

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項 1】

ばね成形機によって線材から成形されかつガイドバーの外側に挿通されて回転しながら成長していくコイルばねの画像を、逐次、側方からカメラを通して取り込んで画像処理を行う画像処理装置において、

前記コイルばねの巻回軸方向に延びかつ所定の間隔を開けて平行になった第 1 基準線及び第 2 基準線が、前記コイルばねの画像のうち前記ガイドバーを背景にした前記線材の側部輪郭線を横切るように設定され、

前記第 1 基準線と前記線材の側部輪郭線との交点のうち前記コイルばねの先頭に位置した第 1 先頭交点と、前記第 2 基準線と前記線材の側部輪郭線との交点のうち前記コイルばねの先頭に位置した第 2 先頭交点とを同一画像上で検出する先頭交点検出手段と、

それら第 1 先頭交点と第 2 先頭交点との前記巻回軸方向におけるずれ量を交点間ずれ量として検出する交点間ずれ量検出手段と、

前記線材の先端切り口が、前記第 1 基準線と前記第 2 基準線との間に位置して前記交点間ずれ量が所定の閾値以上になった状態を計測可能状態として検出する計測可能状態検出手段とを備えたことを特徴とする画像処理装置。

【請求項 2】

線材を送給する線材送給装置と、

前記コイルばねのピッチを変更可能なピッチ工具と、

予め設定された目標位置データに基づいてサーボモータにて前記ピッチ工具の位置を制

10

20

御する制御部と、

請求項 1 に記載の画像処理装置と、

前記画像処理装置が前記計測可能状態を検出したことを条件にして、前記コイルばねのばね長を計測するばね長計測手段と、

前記ばね長計測手段にて計測した実際のばね長と理論上のばね長とのずれ量を低減させるように前記目標位置データを補正するばね長補正手段とを備えたことを特徴とするばね成形機。

【請求項 3】

線材を送給する線材送給装置と、

前記コイルばねのコイル径を変更可能な成形工具と、

予め設定された目標位置データに基づいてサーボモータにて前記成形工具の位置を制御する制御部と、

請求項 1 に記載の画像処理装置と、

前記コイルばねの成形を開始したこと、又は、前記画像処理装置が前記計測可能状態を検出したことを開始条件にして、前記線材の送給量の計測を開始し、それから所定の巻回数分の線材が送給された後、前記画像処理装置が前記計測可能状態を検出したことを終了条件にして前記計測を終了し、前記開始条件から前記終了条件までの間に計測された実際の送給量と理論上の送給量とのずれ量を求める送給ずれ量計測手段と、

前記送給ずれ量計測手段が求めた実際の送給量と理論上の送給量とのずれ量を低減させるように前記目標位置データを補正するコイル径補正手段とを備えたことを特徴とするばね成形機。

【請求項 4】

線材を送給する線材送給装置と、

前記コイルばねのコイル径を変更可能な成形工具と、

前記コイルばねのピッチを変更可能なピッチ工具と、

予め設定された目標位置データに基づいてサーボモータにて前記成形工具及び前記ピッチ工具の位置を制御する制御部と、

請求項 1 に記載の画像処理装置と、

前記画像処理装置が前記計測可能状態を検出したことを条件にして、前記コイルばねのばね長を計測するばね長計測手段と、

前記ばね長計測手段にて計測した実際のばね長と理論上のばね長とのずれ量を低減させるように前記目標位置データを補正するばね長補正手段と、

前記コイルばねの成形を開始したこと、又は、前記画像処理装置が前記計測可能状態を検出したことを開始条件にして、前記線材の送給量の計測を開始し、それから所定の巻回数分の線材が送給された後、前記画像処理装置が前記計測可能状態を検出したことを終了条件にして前記計測を終了し、前記開始条件から前記終了条件までの間に計測された実際の送給量と理論上の送給量とのずれ量を求める送給ずれ量計測手段と、

前記送給ずれ量計測手段が求めた実際の送給量と理論上の送給量とのずれ量を低減させるように前記目標位置データを補正するコイル径補正手段とを備えたことを特徴とするばね成形機。

【請求項 5】

前記ばね長計測手段は、前記ガイドバーから側方にオフセットした走査ラインに沿ってレーザ光を走査するレーザ投光器と、前記レーザ投光器に対向配置されて、前記レーザを受光するレーザ受光器と、前記レーザ投光器から前記レーザ受光器へのレーザ光が前記コイルばねの先頭によって遮られた位置に基づいて、前記コイルばねのばね長を検出する演算処理部とを備えてなることを特徴とする請求項 2 又は 4 に記載のばね成形機。

【請求項 6】

前記制御部は、前記開始条件又は前記終了条件が成立する手前で、前記線材送給装置による線材送給速度を減速するように構成したことを特徴とする請求項 3 又は 4 に記載のばね成形機。

10

20

30

40

50

【請求項 7】

前記開始条件から前記終了条件までに送給される理論上の前記線材の送給量を L_r とし、前記コイルばねの 1 巻き分より短く設定された所定の基準送給量を S_r とすると、前記制御部は、前記開始条件から $L_r - S_r$ を目標送給量として線材を送給した基準位置で前記線材送給速度を減速し、

前記送給ずれ量計測手段は、前記基準位置から前記画像処理装置が前記計測可能状態を検出した終了位置までの間の実際の送給量を計測すると共に、その実際の送給量を S_j とすると、 $S_j - S_r$ を前記実際の送給量と理論上の送給量とのずれ量として求めるように構成されたことを特徴とする請求項 3 又は 4 に記載のばね成形機。

【発明の詳細な説明】

10

【技術分野】

【0001】

本発明は、成形中のコイルばねの画像をカメラを通して随時取り込み画像処理を行う画像処理装置と、その画像処理装置から取得した情報に応じて工具の位置を補正するばね成形機とに関する。

【背景技術】

【0002】

一般的なコイルばねに比べて、ばね長が比較的長く、ピッチが比較的粗く、さらに、線径 d に対するコイル径 D の比率 ($= D / d$) が比較的大きいコイルばねは、形状がばらつき易く、歩留まりが悪い。これに対し、光学式のばね長計測装置を備えると共に、線材の基準送給量とコイルばねの基準ばね長とを予め対応させて記憶したばね成形装置が知られている。このばね成形機では、線材の送給量が基準送給量に達すると、その基準送給量に対応した基準ばね長と、実測したばね長とのずれ量を求め、そのずれ量に応じてピッチ工具の位置を補正していた（例えば、特許文献 1 参照）。

20

【特許文献 1】特開昭 53 - 123363 号公報（請求項 1 及び 2、第 4 ページ右上欄、第 5 頁左下欄 2 ~ 10 行目、第 2 図）

【発明の開示】

【発明が解決しようとする課題】

【0003】

ところで、コイルばねが回転しながら成長していく途中で線材の送給量が基準送給量に達したときに、図 18 に示すように線材 1 の先端切り口 1A の位置が巻回方向（図 18 の上下方向）でばらつき得る。このため、従来の構成では、基準ばね長と実測したばね長との間で、先端切り口 1A の位置、即ち、巻き数が異なった条件の下、それら基準ばね長と実測したばね長とのずれ量を求めてピッチ工具の位置の補正を行うことになっていた。このため、補正が的確に行われず、コイルばねの形状がばらついて歩留まりが悪くなっていた。

30

【0004】

本発明は、上記事情に鑑みてなされたもので、コイルばねにおける計測位置を安定させることが可能な画像処理装置と、その画像処理装置を用いてコイルばねの歩留まりをよくすることが可能なばね成形機との提供を目的とする。

40

【課題を解決するための手段】

【0005】

上記目的を達成するためになされた請求項 1 の発明に係る画像処理装置は、ばね成形機によって線材から成形されかつガイドバーの外側に挿通されて回転しながら成長していくコイルばねの画像を、逐次、側方からカメラを通して取り込んで画像処理を行う画像処理装置において、コイルばねの巻回軸方向に延びかつ所定の間隔を開けて平行になった第 1 基準線及び第 2 基準線が、コイルばねの画像のうちガイドバーを背景にした線材の側部輪郭線を横切るように設定され、第 1 基準線と線材の側部輪郭線との交点のうちコイルばねの先頭に位置した第 1 先頭交点と、第 2 基準線と線材の側部輪郭線との交点のうちコイルばねの先頭に位置した第 2 先頭交点とを同一画像上で検出する先頭交点検出手段と、それ

50

ら第1先頭交点と第2先頭交点との巻回軸方向におけるずれ量を交点間ずれ量として検出する交点間ずれ量検出手段と、線材の先端切り口が、第1基準線と第2基準線との間に位置して交点間ずれ量が所定の閾値以上になった状態を計測可能状態として検出する計測可能状態検出手段とを備えたところに特徴を有する。

【0006】

請求項2の発明に係るばね成形機は、線材を送給する線材送給装置と、コイルばねのピッチを変更可能なピッチ工具と、予め設定された目標位置データに基づいてサーボモータにてピッチ工具の位置を制御する制御部と、請求項1に記載の画像処理装置と、画像処理装置が計測可能状態を検出したことを条件にして、コイルばねのばね長を計測するばね長計測手段と、ばね長計測手段にて計測した実際のばね長と理論上のばね長とのずれ量を低減させるように目標位置データを補正するばね長補正手段とを備えたところに特徴を有する。

10

【0007】

請求項3の発明に係るばね成形機は、線材を送給する線材送給装置と、コイルばねのコイル径を変更可能な成形工具と、予め設定された目標位置データに基づいてサーボモータにて成形工具の位置を制御する制御部と、請求項1に記載の画像処理装置と、コイルばねの成形を開始したこと、又は、画像処理装置が計測可能状態を検出したことを開始条件にして、線材の送給量の計測を開始し、それから所定の巻回数分の線材が送給された後、画像処理装置が計測可能状態を検出したことを終了条件にして計測を終了し、開始条件から終了条件までの間に計測された実際の送給量と理論上の送給量とのずれ量を求める送給ずれ量計測手段と、送給ずれ量計測手段が求めた実際の送給量と理論上の送給量とのずれ量を低減させるように目標位置データを補正するコイル径補正手段とを備えたところに特徴を有する。

20

【0008】

請求項4の発明に係るばね成形機は、線材を送給する線材送給装置と、コイルばねのコイル径を変更可能な成形工具と、コイルばねのピッチを変更可能なピッチ工具と、予め設定された目標位置データに基づいてサーボモータにて成形工具及びピッチ工具の位置を制御する制御部と、請求項1に記載の画像処理装置と、画像処理装置が計測可能状態を検出したことを条件にして、コイルばねのばね長を計測するばね長計測手段と、ばね長計測手段にて計測した実際のばね長と理論上のばね長とのずれ量を低減させるように目標位置データを補正するばね長補正手段と、コイルばねの成形を開始したこと、又は、画像処理装置が計測可能状態を検出したことを開始条件にして、線材の送給量の計測を開始し、それから所定の巻回数分の線材が送給された後、画像処理装置が計測可能状態を検出したことを終了条件にして計測を終了し、開始条件から終了条件までの間に計測された実際の送給量と理論上の送給量とのずれ量を求める送給ずれ量計測手段と、送給ずれ量計測手段が求めた実際の送給量と理論上の送給量とのずれ量を低減させるように目標位置データを補正するコイル径補正手段とを備えたところに特徴を有する。

30

【0009】

請求項5の発明は、請求項2又は4に記載のばね成形機において、ばね長計測手段は、ガイドバーから側方にオフセットした走査ラインに沿ってレーザ光を走査するレーザ投光器と、レーザ投光器に対向配置されて、レーザを受光するレーザ受光器と、レーザ投光器からレーザ受光器へのレーザ光がコイルばねの先端によって遮られた位置に基づいて、コイルばねのばね長を検出する演算処理部とを備えてなるところに特徴を有する。

40

【0010】

請求項6の発明は、請求項3又は4に記載のばね成形機において、制御部は、開始条件又は終了条件が成立する手前で、線材送給装置による線材送給速度を減速するように構成したところに特徴を有する。

【0011】

請求項7の発明は、請求項3又は4に記載のばね成形機において、開始条件から終了条件までに送給される理論上の線材の送給量を L_r とし、コイルばねの1巻き分より短く設

50

定された所定の基準送給量を S_r とすると、制御部は、開始条件から $L_r - S_r$ を目標送給量として線材を送給した基準位置で線材送給速度を減速し、送給ずれ量計測手段は、基準位置から画像処理装置が計測可能状態を検出した終了位置までの間の実際の送給量を計測すると共に、その実際の送給量を S_j とすると、 $S_j - S_r$ を実際の送給量と理論上の送給量とのずれ量として求めるように構成されたところに特徴を有する。

【発明の効果】

【0012】

[請求項1の発明]

請求項1に係る画像処理装置では、コイルばねの画像のうちガイドバーを背景にした線材の側部輪郭線を横切るように第1基準線と第2基準線とが設定される。そして、第1基準線と線材の側部輪郭線との交点のうちコイルばねの先端に位置した第1先端交点と、第2基準線と線材の側部輪郭線との交点のうちコイルばねの先端に位置した第2先端交点との間の巻回軸方向におけるずれ量が交点間ずれ量として検出される。ここで、ガイドバーを背景にしたコイルばねの先端部分のシルエットは、線材の先端切り口を挟んで段差状になるから、線材の先端切り口が第1基準線と第2基準線との間に位置した場合には、それ以外の場合に比べて交点間ずれ量が大きくなって所定の閾値以上になり、この状態が計測可能状態として検出される。即ち、本発明の画像処理装置によれば、コイルばねがガイドバーの回りに回転しながら成長していく過程で、コイルばねの先端切り口がガイドバーの回りの一定の回転位置に位置した場合のみを計測可能状態として検出する。これにより、画像処理装置が計測可能状態を検出したことを条件にして、コイルばねのばね長又は線材の送給量等を計測すれば、コイルばねにおける計測位置が安定し、従来より正確な計測が可能になる。

【0013】

[請求項2の発明]

請求項2に係るばね成形機では、上記した請求項1に係る画像処理装置が計測可能状態を検出したことを条件にしてばね長を実測して理論値と比較し、ピッチ工具の目標位置データを補正するので従来よりの確な補正が可能になり、ばね長のばらつきが抑えられ、歩留まりを向上させることができる。

【0014】

[請求項3の構成]

請求項3の構成では、コイルばねの成形を開始したこと、又は、上記した請求項1に係る画像処理装置が計測可能状態を検出したことを開始条件にして送給ずれ量計測手段が線材の送給量の計測を開始し、その後所定の巻回数分の線材を送給して画像処理装置が計測可能状態を検出したことを終了条件にして線材の送給量の計測を終了する。ここで、請求項1に係る画像処理装置は、コイルばねの先端切り口がガイドバーの回りの一定の回転位置に位置した場合にのみ計測可能状態を検出するので、開始条件から終了条件までの間に実際に成形された巻回数のばらつきは抑えられる。また、線材の送給量 L は、コイル径を D 、ピッチを P 、巻回数を N 、座巻き部分の線材長さを a とすると、

$$L = ((\pi \cdot D)^2 + P^2)^{0.5} \times N + a$$

であるから、上記の如く巻回数のばらつきが小さいと、線材の送給量の理論値と実測値とのずれ量にピッチ又は π 及びコイル径のばらつきが反映される。そして、そのうちコイル径のずれ量を低減させるように成形工具の目標位置データを補正するので、コイルばねのコイル径のばらつきが抑えられ、従来より歩留まりを向上させることができる。

【0015】

[請求項4の発明]

請求項4の構成では、コイルばねの成形を開始したこと、又は、上記した請求項1に係る画像処理装置が計測可能状態を検出したことを条件にしてばね長を実測し、その実測値と理論値とを比較してピッチ工具の目標位置データを補正するので、従来よりの確な補正が可能になり、ばね長のばらつきが抑えられる。また、画像処理装置が計測可能状態を検出したことを開始条件とし、その後に画像処理装置がまた計測可能状態を検出したことを

終了条件にして、それら開始条件と終了条件の間に成形された所定の巻回数分の線材の送給量を実測する。そして、線材送給量の実測値と理論値とを比較して成形工具の目標位置データを補正するので、コイルばねのコイル径のばらつきが従来より抑えられる。これらにより、従来より歩留まりを向上させることができる。

【 0 0 1 6 】

[請求項 5 の発明]

請求項 5 の構成によれば、コイルばねのばね長をレーザを用いて非接触で計測することが可能になる。

【 0 0 1 7 】

[請求項 6 の発明]

請求項 6 の構成によれば、開始条件又は終了条件が成立する手前で、線材送給装置による線材送給速度を減速するので、線材の先端切り口が第 1 基準線と第 2 基準線との間に比較的ゆっくり進入し、画像処理装置が計測可能状態を検出する際のコイルばねの回転位置がより一層安定する。これにより、より精度が高い計測を行うことが可能になる。

【 0 0 1 8 】

[請求項 7 の発明]

請求項 7 の構成では、開始条件から終了条件までに送給される理論上の線材の送給量 L_r から所定の基準送給量 S_r を減算した $L_r - S_r$ を目標送給量として線材を送給した基準位置で線材送給速度を減速する。そして、その基準位置から画像処理装置が計測可能状態を検出した終了位置までの間の実際の送給量と理論上の送給量とのずれ量として求める。この構成によっても、開始条件から終了条件までに送給される理論上の線材の送給量と実際の線材の送給量とのずれ量を求めることができる。

【 発明を実施するための最良の形態 】

【 0 0 1 9 】

以下、本発明に係る一実施形態を図 1 ~ 図 1 6 に基づいて説明する。

図 1 に示したばね成形機 1 0 は、鉛直に起立した基台 1 1 に、線材送給装置 2 0、1 対の上下直動機構 3 0、3 0、1 対の傾斜直動機構 4 0、4 0 等を組み付けてなる。線材送給装置 2 0 は、基台 1 1 の前面に配置されて、上下に並んだ 1 対のローラ 2 1、2 1 を備えている。線材送給装置 2 0 のうちローラ 2 1、2 1 同士の接合部分からは水平方向の一方側（図 1 の右側）に線材ガイド 1 2（一般に、「クイル」と呼ばれている）が延ばされ、その線材ガイド 1 2 には、両ローラ 2 1、2 1 の共通した接線上に線材挿通孔（図示せず）が貫通形成されている。そして、ローラ 2 1、2 1 の間に線材 9 0 を挟持し、送給用サーボモータ 2 2（図 5 参照）を駆動源にしてこれらローラ 2 1、2 1 を対称回転することで、線材 9 0 が図 1 における右側に送給されて線材ガイド 1 2 の先端から送り出される。なお、本実施形態のばね成形機 1 0 で成形する線材 9 0 は、断面が円形になっている。

【 0 0 2 0 】

図 2 に示すように線材ガイド 1 2 に対して線材送給方向の前方には、基台 1 1 から心金工具 1 3 が突出している。心金工具 1 3 は、断面半円形の棒状をなし、その平坦な側面 1 3 A が、線材ガイド 1 2 側を向いている。

【 0 0 2 1 】

図 1 に示すように 1 対の傾斜直動機構 4 0、4 0 は、基台 1 1 の前面に固定された増設板 4 1、4 1 に取り付けられている。そして、一方の傾斜直動機構 4 0 は、心金工具 1 3 から線材送給装置 2 0 と反対側の斜め上方に延び、他方の傾斜直動機構 4 0 は、一方の傾斜直動機構 4 0 の下方に配置されて、心金工具 1 3 から離れるに従って斜め上方に向かうように延びている。各傾斜直動機構 4 0 には、それらが延びた方向に直動するスライダ 4 3 が備えられている。スライダ 4 3 のうち心金工具 1 3 から離れた側の端部にはリンク部材 4 2 の一端部が回動可能に連結され、そのリンク部材 4 2 の他端部が、回動円盤 4 5 の偏心軸 4 5 J に回動可能に連結されている。回動円盤 4 5 は、増設板 4 1 に対して回動可能に軸支され、その回転中心から偏心した位置に偏心軸 4 5 J が配置されている。そして、増設板 4 1 の裏面側に取り付けられた上下動用サーボモータ 4 6 によって回動円盤 4 5

が回転駆動され、これによりスライダ４３が直動する。

【００２２】

各傾斜直動機構４０のスライダ４３の心金工具１３側には工具取付具４３Ａが取り付けられており、この工具取付具４３Ａには成形工具１６がそれぞれ固定されている。図２に示すように、一方の傾斜直動機構４０に備えた成形工具１６は、心金工具１３に対して斜め上方から突き合わされ、他方の傾斜直動機構４０に備えた成形工具１６が、心金工具１３に対して斜め下方から突き合わされている。また、これら成形工具１６、１６の先端面には、図示しない丸溝が上下方向に延びている。そして、線材送給装置２０から送給された線材９０が各成形工具１６、１６の丸溝に案内されて上方に向けられ、これにより線材９０が心金工具１３を取り囲むように円弧状に成形されてコイルばね９１になり、図４に示すようにそのコイルばね９１が基台１１から離れる方向に成長していく。

10

【００２３】

図１及び図３に示すように上下直動機構３０、３０は、心金工具１３を間に挟んで上下に対称に配置されている。各上下直動機構３０には、傾斜直動機構４０のスライダ４３と同様にスライダ３１が備えられ、そのスライダ３１が、リンク部材３２を介して回動円盤３４の偏心軸３４Ｊに連結されている。そして、サーボモータ３５にて回動円盤３４を回転駆動することでスライダ３１が直動する。

【００２４】

上側の上下直動機構３０におけるスライダ３１には工具取付金具３１Ａが固定され、工具取付金具３１Ａには切断工具１５が固定されている。切断工具１５は角柱状をなし、工具取付金具３１Ａから鉛直下方に延びている。そして、切断工具１５を降下すると心金工具１３の平坦な側面１３Ａに隣接して擦れ違い、切断工具１５のエッジと心金工具１３のエッジとの間で線材９０が切断される。

20

【００２５】

下側の上下直動機構３０におけるスライダ３１には工具取付金具３１Ａが固定され、工具取付金具３１Ａには、ピッチ工具１４が固定されている。図４に示すようにピッチ工具１４の先端部のうち基台１１と反対側には、鉛直方向に対して傾斜した傾斜面１４Ａが備えられ、この傾斜面１４Ａがコイルばね９１を構成する線材９０に対して巻回軸方向で基台１１側から当接している。そして、ピッチ工具１４を上方に移動することで、コイルばね９１を構成する線材９０を基台１１から離れる方向に押して、コイルばね９１のピッチ

30

【００２６】

図３及び図４に示すように心金工具１３の同軸延長線上には、ガイドバー１７が設けられて心金工具１３の先端面に突き合わされている。このガイドバー１７は、断面円形をなしかつ先端にはテーパ部１７Ａを備えている。また、ガイドバー１７の基端部は、例えば、図示しない架台に着脱可能かつ心金工具１３に向かって前後移動可能に取り付けられている。そして、基台１１から離れるように成長したコイルばね９１がガイドバー１７の外側に挿通され、そのガイドバー１７の回りを回転しながら成長していく（図１６参照）。

【００２７】

なお、コイルばね９１が完成して、切断工具１５により後続の線材９０から切り離されると、ガイドバー１７が高速で後退し、コイルばね９１はガイドバー１７から外され自然落下する。

40

【００２８】

図５には、ばね成形機１０を駆動するための制御装置６０が示されている。制御装置６０の制御回路６０Ｃ（本発明に係る「制御部」に相当する）にはＣＰＵ６１、ＲＯＭ６２、ＲＡＭ６３、フラッシュメモリ６４が備えられている。そして、フラッシュメモリ６４に記憶したＮＣプログラムを実行することで、線材送給装置２０、上下直動機構３０、３０、傾斜直動機構４０、４０等が駆動されて線材９０からコイルばね９１が成形される。図６には、そのＮＣプログラムの一部の一例が示されている。同図に示すように、ＮＣプ

50

プログラムでは、工具の移動コマンドである「G O 1」に、指定工具番号「Z 1」～「Z 3」と、その指定された工具の目標位置データD 1～D 3とが並記されている。ここで、例えば、「Z 1」は一方の成形工具1 6を指し、「Z 2」は他方の成形工具1 6を指し、「Z 3」はピッチ工具1 4を指している。そして、指定工具番号「Z 1」の右横には、目標位置データD 1から補正值H 1を減算する補正演算式が記載され、指定工具番号「Z 2」の右横には、目標位置データD 2から補正值H 2を減算する補正演算式が記載され、さらに、指定工具番号「Z 3」の右横には、目標位置データD 3から補正值H 3を減算する補正演算式が記載されている。そして、この補正演算式の演算結果の数値で特定される位置に、各指定工具番号「Z 1」～「Z 3」の工具が位置決め制御される。即ち、目標位置データD 1～D 3が、補正值H 1～H 3の減算により補正可能な構成になっている。

10

【0029】

制御回路6 0 Cは、本発明に係る「送給ずれ量計測手段」に相当し、送給用サーボモータ2 2に備えた回転センサ（図示せず）の検出値を受け、計測開始から計測終了までの間における検出値の差分に基づいて線材9 0の送給量を計測し、制御回路6 0 Cに備えたC P U 6 1が、後述するコイル径補正プログラムP G 4のステップS 4 5を実行することで、実際の送給量と理論上の送給量とのずれ量を求める。

【0030】

図1に示すように、このばね成形機1 0には、ガイドバー1 7を挟んでレーザ投光器5 3とレーザ受光器5 4とが設けられ、これらレーザ投光器5 3とレーザ受光器5 4とが制御装置6 0に備えた投受光制御部5 5に接続されてばね長計測装置5 6（本発明に係る「ばね長計測手段」に相当する）が構成されている。このばね長計測装置5 6では、図4に示すようにガイドバー1 7から側方にオフセットした走査ラインL 3に沿ってコイルばね9 1の線材9 0を横切るように、レーザ投光器5 3がレーザ光を走査する。すると、そのレーザ光をレーザ受光器5 4が受光し、コイルばね9 1によってレーザ光が遮られた位置に基づいて、投受光制御部5 5がコイルばね9 1のばね長を検出する。

20

【0031】

このばね成形機1 0には、画像処理用のカメラ5 0（具体的には、C C Dカメラ）が備えられている。カメラ5 0は、ガイドバー1 7の軸方向と直交する方向に光軸を有し、ガイドバー1 7に対して斜め上方に配置されている。そして、カメラ5 0は、図1 4に示すようにガイドバー1 7に沿って成長していくコイルばね9 1を、逐次、側方から撮影する。なお、このカメラ5 0には、環状の照明器5 1（図1参照）が図示しないブラケットにて一体に固定されている。

30

【0032】

カメラ5 0で撮影した画像は制御装置6 0に備えた画像処理装置5 2に取り込まれる。その画像は縦横に複数の画素データをマトリックス状に並べてなり、各画素データは、「白」と「黒」とからなる2値信号の情報を有している。そして、画素データの「黒」の画素データの密集度により、画像上における影の濃淡が表されている。画像処理装置5 2には、取り込んだ画像を視認可能とするためのモニタ5 2 Mが接続されている。図7及び図8には、画像処理装置5 2が取り込んだ画像が概念的に示されている。ここで、コイルばね9 1は、断面円形であるから、カメラ5 0側の照明器5 1からコイルばね9 1に向かった光は、コイルばね9 1の周方向における位置の相違により反射の程度が異なる。そして、カメラ5 0側から見て線材9 0の幅方向の中央部分では、カメラ5 0への反射光が強いために明るくなる。また、ガイドバー1 7も断面円形であるから、ガイドバー1 7の幅方向の両側部分でカメラ5 0への反射光が弱くなり、暗くなる。また、コイルばね9 1は、ガイドバー1 7に比べて径が大きいので、ガイドバー1 7の両側の黒い部分の画像上にはコイルばね9 1の中央部の白い部分が写し出される。これにより、そのガイドバー1 7を背景にして線材9 0の側部輪郭線R 1が明確に区別可能になっている。

40

【0033】

画像処理装置5 2は、図1 0に示した画像処理プログラムP G 1を実行して、画像処理を行う。すると、まず基準線設定処理（S 1 1）を実行して、図7に示すように、取り込

50

んだ画像上に、第1基準線L1及び第2基準線L2を設定する。具体的には、例えば、ガイドバー17の幅方向における両側部の輪郭線(図7のR3)からガイドバー17の幅方向の中心線を求め、その中心線を上下にオフセットして、これら第1基準線L1及び第2基準線L2を設定する。これにより、第1基準線L1及び第2基準線L2は、コイルばね91の巻回軸方向に延びかつ、ガイドバー17を背景にした線材90の側部輪郭線R1を横切った状態になる。

【0034】

次いで、画素データ抽出処理(図10のS12)を実行して、第1基準線L1及び第2基準線L2に沿って並んだ画素データ群を取り出す。具体的には、例えば、1ビットの幅で、第1基準線L1に沿って並んだ画素データ群を取り込むと共に、1ビットの幅で、第2基準線L2に沿って並んだ画素データ群を取り込む。図9には、第1基準線L1に沿って並んだ1ビット幅の線状の画素データ群の一部が示されている。同図において、正方形の升の1つが1つの画素データG1に相当する。

10

【0035】

次いで、先頭交点特定処理(図10のS13:本発明に係る「先頭交点検出手段」に相当する)を実行して、第1基準線L1と線材90の側部輪郭線R1との交点のうちコイルばね91の先頭に位置した第1先頭交点P1を求めると共に、第2基準線L2と線材90の側部輪郭線R1との交点のうちコイルばね91の先頭に位置した第2先頭交点P2を求める。具体的には、第1基準線L1に沿って並んだ1ビット幅の線状の画素データ群に対して、基台11から離れた側から所定のビットパターンを検索していく。その一例としては、例えば、図9に示すように基台11から離れた側(図9の右側)から検索していき、同図の符号A1で示した部位のように、「黒」の画素データが3ビット以上連続した後、「白」の画素データが3ビット以上連続したビットパターンを最初に認定した場合に、それら連続した「白」の画素データの先頭の画素データG1の位置を、第1先頭交点P1として求める。第2先頭交点P2に関しても同様にして求める。

20

【0036】

次いで、交点間ずれ量演算処理(図10のS14:本願発明に係る「交点間ずれ量検出手段」に相当する)を実行して、第1先頭交点P1と第2先頭交点P2との間でコイルばね91の巻回軸方向におけるずれ量を、交点間ずれ量Zpとして求める。具体的には、第1基準線L1及び第2基準線L2において上記した所定のビットパターンの検索開始位置を、コイルばね91の巻回軸方向における同一位置に設定しておき、その検索開始位置から第1先頭交点P1までのビット長と、検索開始位置から第2先頭交点P2までのビット長との差分を上記した交点間ずれ量Zpとして求める。

30

【0037】

次いで、状態検出処理(S15:本発明に係る「計測可能状態検出手段」に相当する)を実行して、交点間ずれ量Zpが、予め設定された所定の閾値以上であるか否かを判別し、閾値以上であった場合を計測可能状態として検出して状態検出信号Jkを制御回路60Cに出力する。

【0038】

ここで、図7に示すようにコイルばね91の先端部分のシルエットは、線材90の先端切り口92を挟んで段差状になるから、線材の先端切り口92が第1基準線L1と第2基準線L2との間に位置した場合には(図8参照)、それ以外の場合(図7参照)に比べて交点間ずれ量Zpが大きくなる。そこで、上記閾値は、先端切り口92が第1基準線L1と第2基準線L2との間に位置した場合(図8参照)の交点間ずれ量Zpより常に小さく、先端切り口92が第1基準線L1と第2基準線L2との間に位置しなかった場合(図7参照)の交点間ずれ量Zpより常に大きな値に設定されている。そして、交点間ずれ量Zpが閾値以上であった場合に、状態検出信号Jkを出力し、そうではなかった場合には状態検出信号Jkを出力しない。

40

【0039】

なお、図14には、横軸を例えば線材90の送給量Xに対する、コイルばね91の基端

50

部から第1先頭交点P1までの巻回軸方向における距離Y1のグラフGf1と、コイルばね91の基端部から第2先頭交点P2までの巻回軸方向における距離Y2のグラフGf2とが示されている。同図では、一定の間隔で両グラフGf1, Gf2の縦軸方向の間隔が広がり、この広がるタイミングで、線材90の先端切り口92が第1基準線L1と第2基準線L2との間を通過してコイルばね91が1回転することが分かる。

【0040】

制御装置60の制御回路60Cは、画像処理装置52から状態検出信号Jkを取得したことを条件にして、コイルばね91のばね長Bjと線材90の送給量Xjとを実測する。具体的には、制御回路60CのCPU61が、前記したNCプログラムにより線材90を1つつ成形する毎に、図10～図13に示したカウンタ更新プログラムPG2と、ばね長補正プログラムPG3と、コイル径補正プログラムPG4とをマルチタスク機能により同時に実行する。

10

【0041】

そして、カウンタ更新プログラムPG2を実行すると、図11に示すように、検出信号カウンタNが初期値の「0」にリセットされ(S21)、その後、画像処理装置52から状態検出信号Jkを取得する度に(S22: YES)、検出信号カウンタNを1つインクリメントする(S23)。これにより、コイルばね91が、ガイドバー17の回りを1回転して、先端切り口92が所定の位置(第1基準線L1と第2基準線L2との間)を通過する度に検出信号カウンタNがインクリメントされていく。

【0042】

20

また、ばね長補正プログラムPG3を実行すると、図12に示すように、カウンタiが初期値の「0」にリセットされると共に、成形前のばね長Bj(0)が「0」に設定される(S31)。そして、検出信号カウンタNが、「2」、「5」、「8」又は「12」の何れかの値になるまで待機し(S32: NOのループ)、何れかの値になったときに(S32: YES)に、カウンタiを1つインクリメントして(S33)、ばね長計測装置56にてばね長の計測を行い、その計測結果をBj(i)に取り込む(S34)。

【0043】

次いで、そのばね長Bj(i)からその前に計測したばね長Bj(i-1)を減算し、或いは、最初に計測したばね長Bj(1)の場合には、成形前のばね長Bj(0)を減算して区間ばね長Bjを求める(S35)。

30

【0044】

次いで、予めデータテーブルに記憶しておいた区間ばね長の理論値Br(i)を、区間ばね長Bjから減算して実測値と理論値とのずれ量Bを求める(S36)。ここで、区間ばね長の理論値Br(i)は、例えば、コイルばね91の一部の区間に含まれる巻回数と設計上のピッチとの積として求めることができる。そして、ずれ量Bに所定の係数K3を乗じた値を、前記したNCプログラムにおける補正值H3に設定し(S37)、上記ステップS32に戻る。これにより、1つのコイルばね91の成形中において、検出信号カウンタNが、「2」、「5」、「8」又は「12」になる計4回のタイミングで、ピッチ工具14の目標位置データD3が補正される。

【0045】

40

コイル径補正プログラムPG4が実行されると、図13に示すように検出信号カウンタNが「2」になるまで待機し(S41: NOのループ)、検出信号カウンタNが「2」になったこと(S41: YES)を開始条件にして、線材送給装置20により線材90の送給量Xjの計測を開始する(S42)。そして、検出信号カウンタNが「5」になるまで送給量を計測し続け(S43: NOのループ)、検出信号カウンタNが「5」になったこと(S43: YES)を終了条件にして送給量Xjの計測を終了する(S44)。

【0046】

次いで、予めデータテーブルに記憶しておいた線材90の理論上の送給量Xr(i)を、実測した送給量Xjから減算してずれ量Xを求める(S45)。ここで、理論上の送給量Xr(i)は、検出信号カウンタNが「2」から「5」になるまでの巻回数「3」を

50

設計上のコイル径とピッチとの関数に乗じて求めることができる。そして、ずれ量 X に所定の係数 K_1 を乗じた値を、前記した NC プログラムにおける補正值 H_1 に設定すると共に、ずれ量 X に所定の係数 K_2 を乗じた値を補正值 H_2 に設定し ($S46$)、このコイル径補正プログラム $PG4$ を終了する。これにより、1つのコイルばね 91 の成形中において初期の段階で成形工具 16 、 16 の目標位置データ D_1 、 D_2 が補正される。

【0047】

本実施形態のばね成形機 10 の構成は以上である。

ばね成形機 10 の動作を説明する。ばね成形機 10 は、 NC プログラムを繰り返して実行することで線材 90 からコイルばね 91 を成形して後続の線材 90 から切り離す動作を繰り返す。このとき、各コイルばね 91 は、ガイドバー 17 の外側に挿通されて、ガイドバー 17 の回りを回転しながら成長し、コイルばね 91 の先頭部分が基台 11 から離れる方向に移動していく。そして、この成長していくコイルばね 91 の画像が、所定周期で、逐次、側方からカメラ 50 により撮影され、それら撮影された画像が、逐次、画像処理装置 52 に取り込まれる。

【0048】

画像処理装置 52 は、取り込んだ画像を、所定周期で、順次、以下のように処理していく。即ち、取り込んだ画像のうちガイドバー 17 を背景にした線材 90 の側部輪郭線 R_1 を横切るように第1基準線 L_1 と第2基準線 L_2 とを設定する (図7参照)。そして、第1基準線 L_1 と線材 90 の側部輪郭線 R_1 との交点のうちコイルばね 91 の先頭に位置した第1先頭交点 P_1 と、第2基準線 L_2 と線材 90 の側部輪郭線 R_1 との交点のうちコイルばね 91 の先頭に位置した第2先頭交点 P_2 とを特定し、それら第1先頭交点 P_1 と第2先頭交点 P_2 との間で巻回軸方向における交点間ずれ量 Z_p を求める。ここで、コイルばね 91 の先頭部分のシルエットは、線材 90 の先端切り口 92 を挟んで段差状になるから、図8に示すように、先端切り口 92 が第1基準線 L_1 と第2基準線 L_2 との間に位置した場合には、図7に示すように先端切り口 92 が第1基準線 L_1 と第2基準線 L_2 との間から外れた場合に比べて交点間ずれ量 Z_p が大きくなって閾値以上になる。そして、交点間ずれ量 Z_p が閾値以上になった状態を計測可能状態として検出し、状態検出信号 J_k を出力する。

【0049】

ここで、本実施形態では、図15の最下段に示すように、コイルばね 91 全体で少なくとも12巻き以上巻回される。換言すれば、コイルばね 91 はガイドバー 17 の回りを12回以上回転して先端切り口 92 が第1基準線 L_1 を12回以上通過し、ばね成形機 10 の制御回路 $60C$ は画像処理装置 52 から12回以上の状態検出信号 J_k を受信する。そして、制御回路 $60C$ の $CPU61$ は、コイルばね 91 の成形開始から所定番目の状態検出信号 J_k を受けたことを条件にして、コイルばね 91 の成形開始から終了迄の間に、コイルばね 91 のばね長 B_j をばね長計測装置 56 にて複数回計測する。そして、ばね長 B_j の計測を行った各区間毎の区間ばね長を求めて理論値と比較し、ピッチ工具 14 の目標位置データ D_3 を補正するから、成形されたコイルばね 91 のばね長のばらつきが抑えられる。

【0050】

また、 $CPU61$ は、コイルばね 91 の成形開始から所定番目の状態検出信号 J_k を受けたことを開始条件にして、線材 90 の送給量 X_j の計測を開始し、その後所定の巻回数分の線材 90 を送給してから状態検出信号 J_k を受けたことを終了条件にして送給量 X_j の計測を終了する。ここで、画像処理装置 52 は、コイルばね 91 がガイドバー 17 の回りの一定の回転位置に位置した場合にのみ状態検出信号 J_k を出力する (即ち、計測可能状態を検出する) ので、開始条件から終了条件までの間に実際に成形された巻回数のばらつきは抑えられる。また、線材の送給量 L は、コイル径を D 、ピッチを P 、巻回数を N 、座巻き部分の線材長さを a とすると、

$$L = ((\pi \cdot D)^2 + P^2)^{0.5} \times N + a$$

であるから、上記の如く巻回数のばらつきが小さいと、線材 90 の送給量の理論値と実測

値とのずれ量 X にコイル径及びピッチのばらつきが反映される。そして、そのずれ量を低減させるように成形工具 16, 16 の目標位置データ $D1$, $D2$ を補正するから、成形された線材 90 のコイル径のばらつきも抑えられる。

【0051】

上記の如く、線材 90 は成形中に形状がばらついても、ピッチ工具 14 の目標位置データ $D3$ 及び / 又は成型工具 16, 16 の位置データ $D1$, $D2$ を補正することにより、そのばらつきの要因が迅速に排除される。そして、12 回以上の所定回数分巻回されてからコイルばね 91 を後続の線材 90 から切断することでコイルばね 91 が完成する。

【0052】

このように本実施形態のばね成形機 10 によれば、コイルばね 91 の先頭部分における線材 90 の先端切り口 92 が第 1 基準線 $L1$ と第 2 基準線 $L2$ との間に位置して交点間ずれ量 Zp が閾値以上になったことを条件して、コイルばね 91 のばね長又は線材 90 の送給量 Xj を計測するので、計測時におけるコイルばね 91 の回転位置が安定し、従来より正確な計測が可能になる。これにより、コイルばね 91 の形状のばらつきが抑えられ、歩留まりを向上させることができる。

【0053】

[他の実施形態]

本発明は、前記実施形態に限定されるものではなく、例えば、以下に説明するような実施形態も本発明の技術的範囲に含まれ、さらに、下記以外にも要旨を逸脱しない範囲内で種々変更して実施することができる。

【0054】

(1) 前記実施形態において、送給量 Xj を計測するための開始条件及び終了条件が成立する手前で線材送給装置 20 による線材送給速度を減速することが好ましい。これにより、線材 90 の先端切り口 92 が第 1 基準線 $L1$ と第 2 基準線 $L2$ との間に比較的ゆっくり進入し、画像処理装置 52 が計測可能状態を検出する際のコイルばね 91 の回転位置がより一層安定し、より精度が高い計測を行うことが可能になる。

【0055】

(2) 前記実施形態では、コイル径補正のために、制御回路 60C の CPU 61 が、画像処理装置 52 から状態検出信号 Jk を取得したことを開始条件にして送給量 Xj の計測を開始したが、新たにコイルばね 91 の成形を開始したことを開始条件にして送給量 Xj の計測を開始する構成にしてもよい。

【0056】

(3) 前記実施形態では、開始条件から終了条件までに送給される理論上の線材 90 の送給量 $Xr(i)$ と実際の送給量 Xj とのずれ量 X を求め、そのずれ量 X に基づいてコイル径を補正していたが、以下のように構成してしてもよい。即ち、コイルばね 91 の成形を開始したことを開始条件にして線材 90 の送給量 Xj の計測を開始し、図 17 (A) に示すように、線材 90 の送給量 Xj が終了条件に至る長さより理論上、所定の基準送給量 Sr だけ不足した長さになる基準位置 $Q1$ まで通常の送給速度で線材 90 を送給する。そして、基準位置 $Q1$ から低速で線材 90 を送給して、画像処理装置 52 が状態検出信号 Jk を出力した終了位置 (先端切り口 92 が第 1 基準線 $L1$ に達した位置) までの間の実際の送給量 Sj を計測すると共に、実際の送給量 Sj と理論上の送給量 Sr とのずれ量 $S (= Sj - Sr)$ を求め、このずれ量 S に基づいてコイル径を補正する。次いで、その終了位置の通過を開始条件にして、そこから、図 17 (B) に示すように、線材 90 の送給量 Xj が終了条件に至る長さより理論上、所定の基準送給量 Sr だけ不足した基準位置 $Q1$ まで通常の送給速度で線材 90 を送給し、その基準位置 $Q1$ から低速で線材 90 を送給して終了位置までの間の実際の送給量 Sj と理論上の送給量 Sr とのずれ量 S を求め、このずれ量 S に基づいてコイル径を補正する。以下、これを繰り返す。

【0057】

(4) 前記実施形態では、ばね長計測装置 56 によりコイルばね 91 のばね長を計測していたが、画像処理にてばね長を計測してもよい。

【 0 0 5 8 】

(5) 前記実施形態のばね成形機 1 0 は、ピッチ工具 1 4 及び成形工具 1 6 , 1 6 の目標位置データ D 1 ~ D 3 の全部を補正していたが、何れか 1 つ又は 2 つの目標位置データを補正する構成にしてもよい。そのために、例えば、コイルばねのばね長のみを計測する構成、線材の送給量のみを計測する構成にしてもよい。

【 0 0 5 9 】

(6) 前記実施形態の理論値には、設計上の数値から算出された値のみならず、良品のコイルばねを成形する過程において求められた経験値も含まれる。

【図面の簡単な説明】

【 0 0 6 0 】

10

【図 1】本発明の一実施形態に係るばね成形機の正面図

【図 2】ばね成形機の一部を拡大した部分拡大正面図

【図 3】ばね成形機の側面図

【図 4】ばね成形機の一部を拡大した部分拡大側面図

【図 5】ばね成形機の制御上の構成を示した概念図

【図 6】NC プログラムの一部を示したプログラムリスト

【図 7】ガイドバーとコイルばねの画像の概念図

【図 8】ガイドバーとコイルばねの画像の概念図

【図 9】第 1 基準線に沿った画素データ群の概念図

【図 10】画像処理プログラムのフローチャート

20

【図 11】カウンタ更新プログラムのフローチャート

【図 12】ばね長補正プログラムのフローチャート

【図 13】コイル径補正プログラムのフローチャート

【図 14】送給量と第 1 先頭交点及び第 2 先頭交点との位置関係を示したグラフ

【図 15】送給量と各先頭交点の位置と関係を示したグラフ

【図 16】送給量とばね長との関係を示したグラフ

【図 17】他の実施形態のばね成形機の一部を拡大した部分拡大側面図

【図 18】コイルばねの側面図

【符号の説明】

【 0 0 6 1 】

30

1 0 ばね成形機

1 1 基台

1 4 ピッチ工具

1 6 成形工具

1 7 ガイドバー

2 0 線材送給装置

5 0 カメラ

5 2 画像処理装置

5 3 レーザ投光器

5 4 レーザ受光器

40

5 6 ばね長計測装置（ばね長計測手段）

6 0 制御装置

6 0 C 制御回路（制御部）

9 0 線材

9 1 コイルばね

9 2 先端切り口

D 1 ~ D 3 目標位置データ

L 1 第 1 基準線

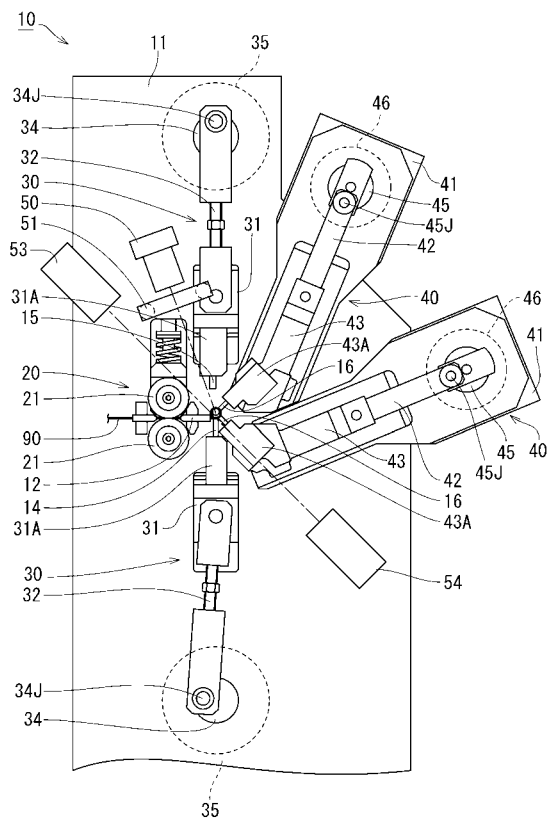
L 2 第 2 基準線

L 3 走査ライン

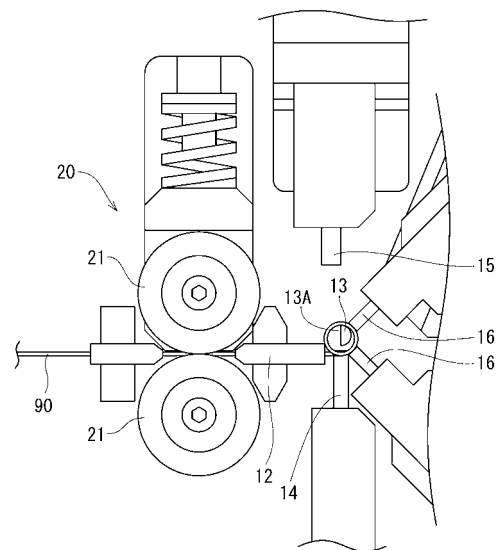
50

- P 1 第 1 先頭交点
 P 2 第 2 先頭交点
 R 1 側部輪郭線
 Z p 交点間ずれ量
 B , X、 S ずれ量

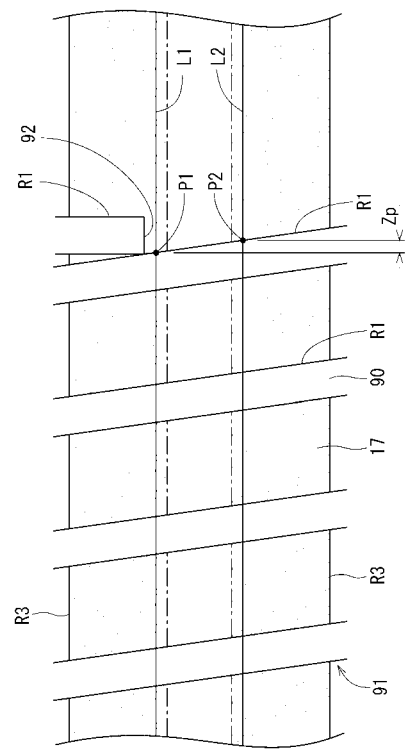
【図 1】



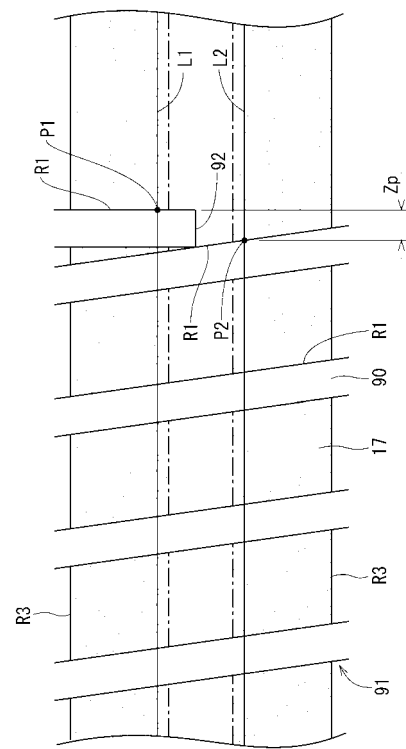
【図 2】



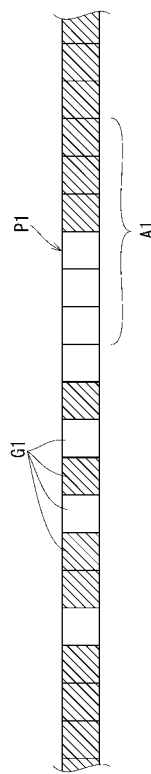
【図 7】



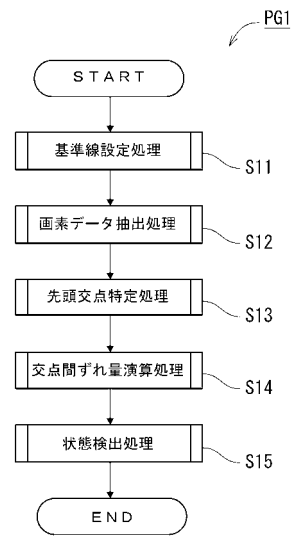
【図 8】



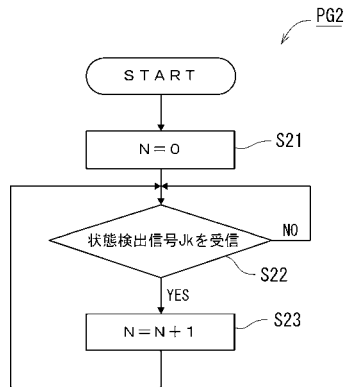
【図 9】



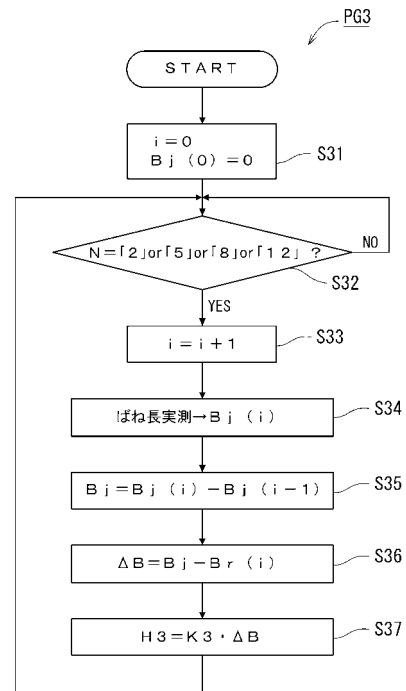
【図 10】



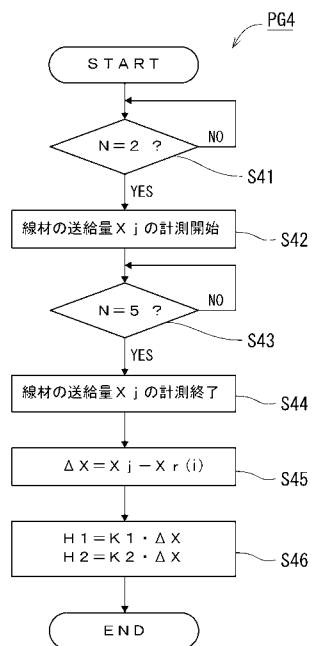
【図 1 1】



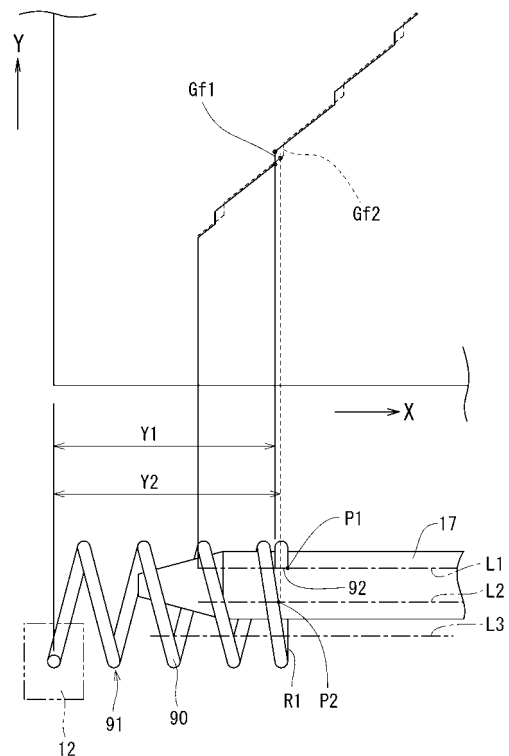
【図 1 2】



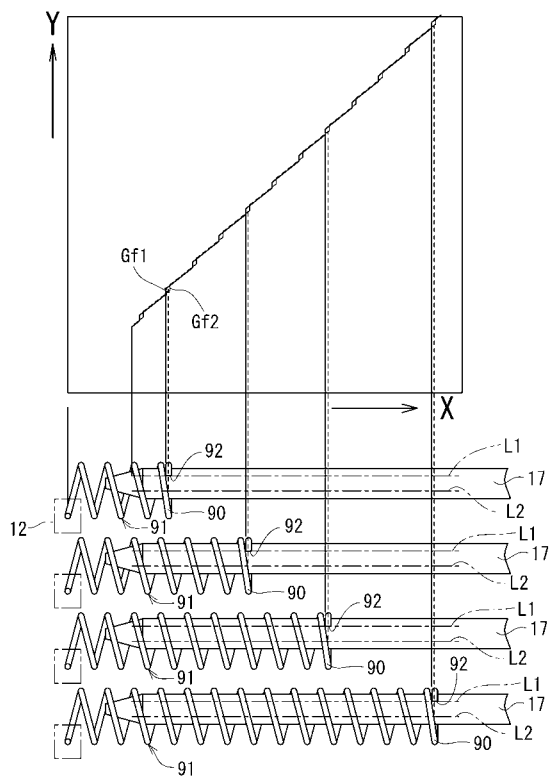
【図 1 3】



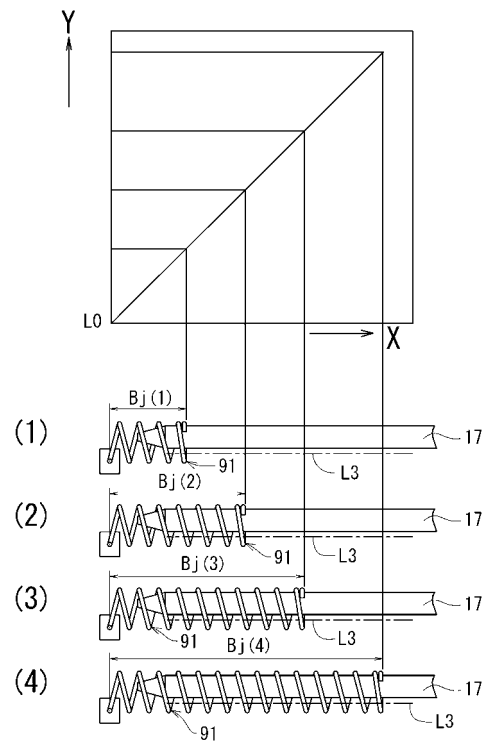
【図 1 4】



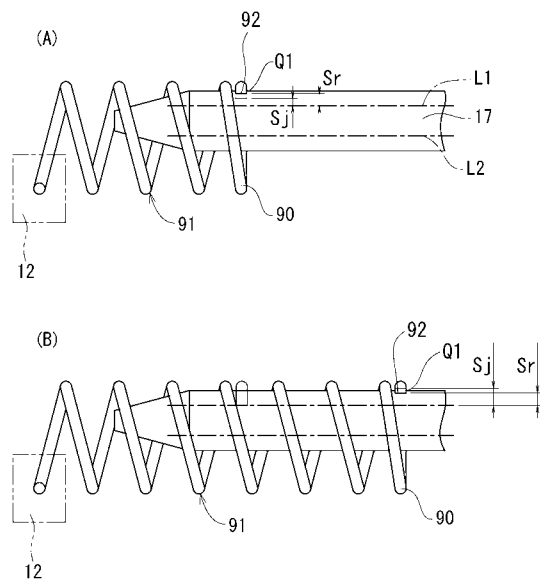
【図 15】



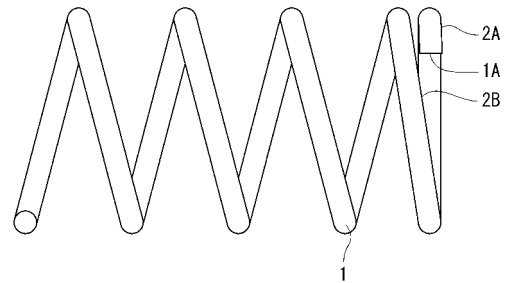
【図 16】



【図 17】



【図 18】



フロントページの続き

- (72)発明者 杉山 寛
愛知県尾張旭市旭前町新田洞5050番地の1 旭精機工業株式会社内
- (72)発明者 安江 章一
愛知県名古屋市熱田区池内町2番2号 株式会社東海スプリング製作所内
- (72)発明者 早川 秀夫
愛知県名古屋市熱田区池内町2番2号 株式会社東海スプリング製作所内
- (72)発明者 渡邊 芳晃
愛知県名古屋市熱田区池内町2番2号 株式会社東海スプリング製作所内

審査官 清藤 弘晃

- (56)参考文献 特開平06-294631(JP,A)
特開平09-269208(JP,A)
特開昭53-123363(JP,A)
特開平07-286822(JP,A)
特開平10-030911(JP,A)
特開平8-110208(JP,A)

- (58)調査した分野(Int.Cl., DB名)
G01B11/00-11/30
B21F 1/00-99/00
F16F 1/00-3/10