

(19)日本国特許庁(JP)

(12)特許公報(B2)

(11)特許番号
特許第7066880号
(P7066880)

(45)発行日 令和4年5月13日(2022.5.13)

(24)登録日 令和4年5月2日(2022.5.2)

(51)国際特許分類	F I			
B 2 1 F 11/00 (2006.01)	B 2 1 F	11/00	F	
B 2 1 F 35/00 (2006.01)	B 2 1 F	11/00	B	
	B 2 1 F	35/00	A	

請求項の数 16 (全20頁)

(21)出願番号	特願2020-570383(P2020-570383)	(73)特許権者	000004640 日本発條株式会社 神奈川県横浜市金沢区福浦3丁目10番地
(86)(22)出願日	令和1年11月26日(2019.11.26)	(74)代理人	110001737 特許業務法人スズエ国際特許事務所
(86)国際出願番号	PCT/JP2019/046219	(72)発明者	佐藤 拓也 日本国神奈川県横浜市金沢区福浦3丁目10番地 日本発條株式会社内
(87)国際公開番号	WO2020/161998	(72)発明者	山内 雄一郎 日本国神奈川県横浜市金沢区福浦3丁目10番地 日本発條株式会社内
(87)国際公開日	令和2年8月13日(2020.8.13)	(72)発明者	古瀬 武志 日本国神奈川県横浜市金沢区福浦3丁目10番地 日本発條株式会社内
審査請求日	令和3年6月17日(2021.6.17)		
(31)優先権主張番号	特願2019-19754(P2019-19754)		
(32)優先日	平成31年2月6日(2019.2.6)		
(33)優先権主張国・地域又は機関	日本国(JP)		

最終頁に続く

(54)【発明の名称】 コイリングマシン、コイルばねの製造方法およびコイルばね

(57)【特許請求の範囲】

【請求項1】

螺旋状に成形されたワイヤに対してレーザ光を照射することにより前記ワイヤの一部を加熱するレーザ加熱機と、

前記レーザ光の照射が停止された後において、前記レーザ光が照射される前よりも高温になっている前記ワイヤの部位を切断する切断部品と、

を備えるコイリングマシン。

【請求項2】

前記切断部品は、500以上を加熱された前記ワイヤの前記部位を切断する、請求項1に記載のコイリングマシン。

【請求項3】

前記レーザ加熱機は、前記ワイヤに前記レーザ光を照射することにより、前記ワイヤに溶融プールとその周囲の熱影響部とを形成し、前記ワイヤの前記熱影響部を切断する、請求項1に記載のコイリングマシン。

【請求項4】

前記切断部品は、

螺旋状に成形された前記ワイヤの内周面を支持するマンドレルと、

前記マンドレルの端部から突出した前記ワイヤの外周面に対して衝撃を与えて前記ワイヤを切断するカットと、

を備える、請求項1に記載のコイリングマシン。

【請求項 5】

前記カッタと前記マンドレルの前記端部との間には、前記ワイヤの送り方向においてクリアランスが設けられ、
前記カッタが前記ワイヤに対して衝撃を与える際に、前記クリアランスの中心と、前記ワイヤにおける前記レーザー光の照射領域の中心とが前記送り方向においてずれている、
請求項 4 に記載のコイルングマシン。

【請求項 6】

前記照射領域の中心は、前記送り方向において前記クリアランスの中心よりも前記カッタ側に位置する、
請求項 5 に記載のコイルングマシン。

10

【請求項 7】

前記レーザー加熱機は、前記ワイヤに前記レーザー光を照射することにより、前記ワイヤに溶融プールとその周囲の熱影響部とを形成し、
前記カッタが前記ワイヤに対して衝撃を与える際に、前記マンドレルの前記端部と、前記熱影響部のうち前記溶融プールよりも前記送り方向の上流側に位置する部分とが前記カッタの移動方向において重なる、
請求項 6 に記載のコイルングマシン。

【請求項 8】

螺旋状に成形されたワイヤに対してレーザー光を照射し、前記ワイヤの一部を加熱することと、
前記レーザー光の照射が停止された後において、前記レーザー光が照射される前よりも高温になっている前記ワイヤの部位を切断することと、
を含むコイルばねの製造方法。

20

【請求項 9】

前記ワイヤの前記部位を切断する際に、前記部位が 500 以上に加熱されている、
請求項 8 に記載のコイルばねの製造方法。

【請求項 10】

螺旋状に成形された前記ワイヤの内周面を支持するマンドレルとカッタの間に前記ワイヤを送ることと、
前記ワイヤの切断に際し、前記マンドレルの端部から突出した前記ワイヤの外周面に対して衝撃を与えることと、
をさらに含む、請求項 8 に記載のコイルばねの製造方法。

30

【請求項 11】

前記カッタと前記マンドレルの前記端部との間には、前記ワイヤの送り方向においてクリアランスが設けられ、
前記カッタが前記ワイヤに対して衝撃を与える際に、前記クリアランスの中心と、前記ワイヤにおける前記レーザー光の照射領域の中心とが前記送り方向においてずれている、
請求項 10 に記載のコイルばねの製造方法。

【請求項 12】

前記照射領域の中心は、前記送り方向において前記クリアランスの中心よりも前記カッタ側に位置する、
請求項 11 に記載のコイルばねの製造方法。

40

【請求項 13】

前記ワイヤに前記レーザー光が照射されることにより、前記ワイヤに溶融プールとその周囲の熱影響部とが形成され、
前記カッタが前記ワイヤに対して衝撃を与える際に、前記マンドレルの前記端部と、前記熱影響部のうち前記溶融プールよりも前記送り方向の上流側に位置する部分とが前記カッタの移動方向において重なる、
請求項 12 に記載のコイルばねの製造方法。

【請求項 14】

50

第 1 端末と、前記第 1 端末の反対側の第 2 端末とを有するワイヤにより形成されたコイルばねであって、

前記第 1 端末は、レーザ光の第 1 照射痕を有し、

前記第 1 照射痕は、前記ワイヤの母材よりも硬い焼入硬化部と、前記母材よりも軟らかい前記焼入硬化部の周囲の第 1 熱影響部と、を含み、

前記第 1 熱影響部は、前記第 1 端末の端面の少なくとも一部に及んでいる、コイルばね。

【請求項 15】

前記第 2 端末は、前記第 1 照射痕よりも小さいレーザ光の第 2 照射痕を有し、

前記第 2 照射痕は、前記母材よりも軟らかい第 2 熱影響部を含み、

前記第 2 熱影響部は、前記第 2 端末の端面の少なくとも一部に及んでいる、

請求項 14 に記載のコイルばね。

【請求項 16】

前記第 1 端末は、前記第 1 照射痕と重なる打痕を外周面に有している、

請求項 14 に記載のコイルばね。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

この発明は、コイルばねを製造するためのコイリングマシンと、コイルばねの製造方法と、コイルばねに関する。

【背景技術】

【0002】

コイルばねを製造する装置として、例えば特許文献 1 に記載されているコイルばね成形機が知られている。このコイルばね成形機は、螺旋状に成形されるワイヤの長さに基づいて切断部位の位置を予め算出し、その切断部位を高周波加熱によって軟化させた状態でワイヤを切断する。

【0003】

一方、特許文献 2 に記載されているばね製造装置のように、螺旋状に成形されるワイヤをレーザ光により切断するコイリングマシンも知られている。

【先行技術文献】

【特許文献】

【0004】

【文献】特開昭 62 - 50028 号公報
特開平 6 - 218476 号公報

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

【0005】

特許文献 1 のコイルばね成形機では、高周波加熱によって切断部位を加熱していることから、切断部位の加温の応答性が良くない。しかも、高周波加熱によって切断部位の加熱を継続している状態で切断することから、切断に用いる部材に高周波加熱の影響が及ぶことがある。さらに、高周波加熱は、切断部位の加熱の応答性が十分でないことや、ワイヤが部分的に加熱された状態でコイリングされることから、ばねの成形精度を一定に維持することが難しくなる虞がある。

【0006】

一方、特許文献 2 のばね製造装置では、ワイヤを切断することが可能な高出力のレーザ光が必要となる。この場合、レーザ光の照射に起因したスパッタが発生し得るし、レーザ光がワイヤだけでなくばね製造装置の各部にも照射され得るため、これらの対策を講じなければならない。

【0007】

本発明は、螺旋状に成形されたワイヤを容易に切断することができるコイリングマシンお

10

20

30

40

50

よびコイルばねの製造方法を提供すること、さらには品質に優れたコイルばねを提供することを目的の一つとする。

【課題を解決するための手段】

【0008】

本発明に係るコイリングマシンは、螺旋状に成形されたワイヤに対してレーザ光を照射することにより前記ワイヤの一部を加熱するレーザ加熱機と、前記レーザ光の照射が停止された後において、前記レーザ光が照射される前よりも高温になっている前記ワイヤの部位を切断する切断部品と、を備える。

【0009】

本発明に係るコイルばねの製造方法は、螺旋状に成形されたワイヤに対してレーザ光を照射し、前記ワイヤの一部を加熱することと、前記レーザ光の照射が停止された後において、前記レーザ光が照射される前よりも高温になっている前記ワイヤの部位を切断することと、を含む。

10

【0010】

本発明に係るコイルばねは、第1末端と、前記第1末端の反対側の第2末端とを有するワイヤにより形成され、前記第1末端は、レーザ光の第1照射痕を有し、前記第1照射痕は、前記ワイヤの母材よりも硬い焼入硬化部と、前記母材よりも軟らかい前記焼入硬化部の周囲の第1熱影響部と、を含み、前記第1熱影響部は、前記第1末端の端面の少なくとも一部に及んでいる。

【発明の効果】

20

【0011】

本発明によれば、螺旋状に成形されたワイヤを容易に切断することができるコイリングマシンおよびコイルばねの製造方法を提供することができる。さらに、本発明によれば、品質に優れたコイルばねを提供することができる。

【図面の簡単な説明】

【0012】

【図1】図1は、第1実施形態に係るコイリングマシンの概略的な斜視図である。

【図2】図2は、図1のコイリングマシンの概略的な正面図である。

【図3】図3は、第1実施形態に係るコイリングマシンの動作に関するフローチャートである。

30

【図4】図4は、第1実施形態に係るコイリングマシンによりワイヤを螺旋状に成形する工程を示す概略的な斜視図である。

【図5】図5は、加熱ユニット（レーザ加熱機）によってワイヤの一部を加熱して軟化させる工程を示す概略的な斜視図である。

【図6】図6は、ワイヤの一部を加熱して軟化させる方法の第1例を示す斜視図である。

【図7】図7は、図6のV I I - V I I線に沿うワイヤの断面図である。

【図8】図8は、ワイヤの一部を加熱して軟化させる方法の第2例を示す斜視図である。

【図9】図9は、図8のI X - I X線に沿うワイヤの断面図である。

【図10】図10は、切断ユニットによってワイヤを切断する工程を示す概略的な斜視図である。

40

【図11】図11は、第2実施形態に係るコイリングマシンにおいてレーザ光が照射されたワイヤの概略的な断面図である。

【図12】図12は、カッタ、マンドレルおよびレーザ光の照射領域の好適な位置関係の一例を示す断面図である。

【図13】図13は、図12に示す状態からカッタを下降させてワイヤを切断した状態を示す断面図である。

【図14】図14は、ワイヤから切断されたコイルばねの概略的な側面図である。

【図15】図15は、第1照射痕、第2照射痕および打痕の第1例を示すコイルばねの概略的な断面図である。

【図16】図16は、第1照射痕、第2照射痕および打痕の第2例を示すコイルばねの概

50

略的な断面図である。

【図 17】図 17 は、第 1 照射痕、第 2 照射痕および打痕の第 3 例を示すコイルばねの概略的な断面図である。

【図 18】図 18 は、図 6 に示した形状のレーザ光が照射された後のワイヤの概略的な平面図である。

【発明を実施するための形態】

【0013】

以下、コイルマシン、コイルばねの製造方法およびコイルばねに関するいくつかの実施形態につき、図面を参照しながら説明する。

【0014】

[第 1 実施形態]

図 1 は、第 1 実施形態に係るコイルマシン 100 の要部を示す概略的な斜視図である。図 2 は、図 1 のコイルマシン 100 の概略的な正面図である。図 1 および図 2 に示すように、X 方向、Y 方向、Z 方向および 方向を定義する。X 方向、Y 方向および Z 方向は、互いに直交する。X 方向は、ワイヤの送り出し方向である。Z 方向は、コイルばねの螺旋が形成される方向である。 方向は、コイルばねを構成するワイヤが巻かれる方向である。

【0015】

コイルマシン 100 は、螺旋成形ユニット 10 と、加熱ユニット（レーザ加熱機 20）と、切断ユニット 30 と、制御ユニット 40 とを備えている。

【0016】

螺旋成形ユニット 10 は、図 1 および図 2 に示すように、コイルばねの材料であるワイヤ 1 を送りながら螺旋状に成形する。このような螺旋成形ユニット 10 は、一对の駆動ローラ 11、一对の従動ローラ 12、ワイヤガイド 13、第 1 成形ローラ 14、第 2 成形ローラ 15 およびピッチツール 16 を備えている。

【0017】

各駆動ローラ 11 と各従動ローラ 12 は、隙間を介して対向している。各駆動ローラ 11 が回転すると、ワイヤ 1 を介して各従動ローラ 12 が回転する。各駆動ローラ 11 と各従動ローラ 12 によって挟み込まれたワイヤ 1 は、図 1 および図 2 に示す X 方向に移動する。ワイヤガイド 13 には、ワイヤ 1 が挿入されている。ワイヤガイド 13 は、ワイヤ 1 が X 方向に直進するようにガイドして、ワイヤ 1 を第 1 成形ローラ 14 に導く。

【0018】

第 1 成形ローラ 14、第 2 成形ローラ 15 およびピッチツール 16 は、 方向において順に配置され、かつ、上方から見た場合に Z 方向に向かってこれらの位置が異なっている。第 1 成形ローラ 14 は、X 方向に移動するワイヤ 1 を図 1 に示す Y 方向に円弧状に湾曲させながら移動させつつ、第 2 成形ローラ 15 に導く。第 2 成形ローラ 15 は、円弧状に移動するワイヤ 1 をさらに円弧状に湾曲させながら、ピッチツール 16 に導く。ピッチツール 16 によってガイドされたワイヤ 1 は、螺旋状に成形された状態で、図 1 に示す Z 方向に移動する。

【0019】

レーザ加熱機 20 は、図 2 に示すように、螺旋状に成形されたワイヤ 1 の一部が加熱されるようにレーザ光を照射する。このレーザ光の照射により、ワイヤ 1 に他の部分よりも高温の加熱部位 1V が形成される。このようなレーザ加熱機 20 は、レーザ発振器 21、光ファイバ 22 およびビームスポット調整器 23 を備えている。

【0020】

レーザ発振器 21 には、例えば、レーザ光を生成する半導体レーザを用いることができる。光ファイバ 22 は、レーザ発振器 21 で生成されたレーザ光をビームスポット調整器 23 まで伝送する。ビームスポット調整器 23 は、レーザ光のビーム形状を矩形や円形に調整する。ビームスポット調整器 23 としては、例えば、ビームホモジナイザなどの光学素子を用いることができる。

10

20

30

40

50

【 0 0 2 1 】

レーザ加熱機 2 0 は、加熱部位 1 V の温度を測定する測定器 2 4 をさらに備えてもよい。測定器 2 4 は、例えば、ワイヤ 1 の加熱部位 1 V の温度を検出するセンサを備えている。測定器 2 4 は、切断ユニット 3 0 との干渉を避けるために、切断ユニット 3 0 の側方に設けられてもよい。測定器 2 4 は、後述するカッタ 3 1 との干渉を避けるために、カッタ 3 1 の作動と連動して、カッタ 3 1 から離れるように移動させる構成とすることもできる。測定器 2 4 による測定結果は、例えば、切断ユニット 3 0 によるワイヤ 1 の切断タイミングの制御に用いることができる。

【 0 0 2 2 】

なお、測定器 2 4 は、必須の構成ではない。すなわち、測定器 2 4 を用いることなく、予めワイヤ 1 の切断に関する各種の条件を設定しておき、当該条件に基づいて切断ユニット 3 0 が加熱部位 1 V を切断してもよい。

10

【 0 0 2 3 】

レーザ加熱機 2 0 は、ビームスポット調整器 2 3 をワイヤ 1 の加熱部位 1 V に接近および離間させる移動ステージをさらに備えてもよい。移動ステージは、例えば、直動ステージやロボットハンドによって構成することができる。ビームスポット調整器 2 3 の作動距離を十分に長く設定したり、切断ユニット 3 0 との干渉が回避できたりすれば、移動ステージを用いる必要はない。

【 0 0 2 4 】

切断ユニット 3 0 は、図 2 に示すように、レーザ光の照射が停止された後においてレーザ光が照射される前よりも高温になっているワイヤ 1 の加熱部位 1 V を切断する。このような切断ユニット 3 0 は、カッタ 3 1 およびマンドレル 3 2 を備えている。

20

【 0 0 2 5 】

カッタ 3 1 は、第 2 成形ローラ 1 5 とピッチツール 1 6 との間であって、それらよりの Y 方向の上方に配置されている。カッタ 3 1 は、刃先が Z 軸方向に沿う鋭利な切断刃を先端に有している。カッタ 3 1 は、図示せぬ直動ステージによって Y 方向に沿って上下に移動可能に構成されている。マンドレル 3 2 は、円弧状に配置された第 1 成形ローラ 1 4、第 2 成形ローラ 1 5 およびピッチツール 1 6 の内側に配置されている。マンドレル 3 2 は、例えば図 2 に示すように X - Y 平面に沿う形状が半円状であり、Z 方向に長尺に延びている。マンドレル 3 2 は、螺旋状に成形されたワイヤ 1 の内周面を円弧面の上方で支持する。

30

【 0 0 2 6 】

制御ユニット 4 0 は、螺旋成形ユニット 1 0、レーザ加熱機 2 0 および切断ユニット 3 0 を制御する。このような制御ユニット 4 0 は、コントローラ 4 1 を備えている。

【 0 0 2 7 】

コントローラ 4 1 は、ROM (Read Only Memory)、CPU (Central Processing Unit) および RAM (Random Access Memory) を含んでいる。ROM は、螺旋成形ユニット 1 0、レーザ加熱機 2 0 および切断ユニット 3 0 を制御するためのコンピュータプログラムを格納している。CPU は、ROM に格納されているコンピュータプログラムを実行する。RAM は、CPU によるコンピュータプログラムの実行中に、当該コンピュータプログラムの実行に伴って発生する様々なデータを一時的に記憶する。

40

【 0 0 2 8 】

続いて、本実施形態に係るコイルリングマシン 1 0 0 を用いたコイルばね 2 の製造工程を、図 3 から図 1 0 を参照して説明する。

【 0 0 2 9 】

図 3 は、コイルリングマシン 1 0 0 の動作に関するフローチャートである。このフローチャートに示す動作は、主にコントローラ 4 1 がコンピュータプログラムを実行することにより実現される。コイルリングマシン 1 0 0 によるコイルばね 2 の製造工程は、螺旋成形工程 S 0 1 と、加熱工程 S 0 2 と、切断工程 S 0 3 とを含む。

【 0 0 3 0 】

螺旋成形工程 S 0 1 においては、ワイヤ 1 が螺旋状に成形される。螺旋成形工程 S 0 1 が

50

完了した後の加熱工程 S 0 2 においては、ワイヤ 1 の一部にレーザー光が照射され、これによりワイヤ 1 に加熱部位 1 V が形成される。加熱部位 1 V は、ワイヤ 1 の他の部分（母材）よりも軟化した部分を含む。加熱工程 S 0 2 が完了した後の切断工程 S 0 3 においては、ワイヤ 1 の加熱部位 1 V が切断される。

【 0 0 3 1 】

図 4 は、螺旋成形工程 S 0 1 の具体例を示すコイリングマシン 1 0 0 の概略的な斜視図である。螺旋成形工程 S 0 1 において、螺旋成形ユニット 1 0 は、駆動ローラ 1 1 と従動ローラ 1 2 によってワイヤ 1 を X 方向に直進させてワイヤガイド 1 3 に導く。ワイヤガイド 1 3 から導出されたワイヤ 1 は、第 1 成形ローラ 1 4 および第 2 成形ローラ 1 5 によって円弧状に成形される。円弧状に成形されたワイヤ 1 は、ピッチツール 1 6 によって所定のピッチの螺旋状に成形されるようにガイドされる。このような動作により、螺旋状のワイヤ 1 が Z 方向に徐々に伸長する。

10

【 0 0 3 2 】

図 5 から図 9 を参照して、加熱工程 S 0 2 について説明する。図 5 は、加熱工程 S 0 2 の具体例を示すコイリングマシン 1 0 0 の概略的な斜視図である。加熱工程 S 0 2 において、レーザー加熱機 2 0 は、例えば螺旋状に成形されたワイヤ 1 のうちマンドレル 3 2 の端部の上方（カタ 3 1 の下方）に位置する部分に対して直接的にレーザー光を照射する。このレーザー光のエネルギーによってワイヤ 1 の母材が加熱されるとともに軟化した加熱部位 1 V が形成される。

【 0 0 3 3 】

加熱工程 S 0 2 の実行時には、螺旋成形ユニット 1 0 によるワイヤ 1 の送り出しが停止している。レーザー加熱機 2 0 は、例えば所定位置に固定的に配置されており、この位置から停止したワイヤ 1 の一部に向けてレーザー光を照射する。他の例として、上述の移動ステージをレーザー加熱機 2 0 が有する場合、レーザー加熱機 2 0 は、図 5 に示すようにビームスポット調整器 2 3 をワイヤ 1 に対して近づけてからレーザー光を照射してもよい。また、加熱工程 S 0 2 の実行時に、螺旋成形ユニット 1 0 によるワイヤ 1 の送り出しを停止させず、コイリングによる切断位置の移動に追従してレーザー光の照射位置が移動するように、レーザー加熱機 2 0 の動きを制御してもよい。

20

【 0 0 3 4 】

図 6 は、ワイヤ 1 の一部を加熱して軟化させる方法の第 1 例を示すワイヤ 1 の斜視図である。レーザー加熱機 2 0 は、ワイヤ 1 の表面にレーザー光 L 1 を照射する。レーザー光 L 1 は、ワイヤ 1 の幅方向に長尺なビームプロファイルを有している。このレーザー光 L 1 が照射されたワイヤ 1 の照射領域 1 a やその周囲には、加熱部位 1 V が形成される。

30

【 0 0 3 5 】

図 7 は、図 6 における V I I - V I I 線に沿うワイヤ 1 の断面図である。加熱部位 1 V は、ワイヤ 1 の表面における照射領域 1 a の周囲だけでなく、ワイヤ 1 の内部にも及んでいる。この図の例において、ワイヤ 1 の幅方向におけるレーザー光 L 1 の幅 W D 1 は、ワイヤ 1 の直径 R よりも小さい。したがって、レーザー光 L 1 のほとんどがワイヤ 1 に照射される。

【 0 0 3 6 】

図 8 は、ワイヤ 1 の一部を加熱して軟化させる方法の第 2 例を示すワイヤ 1 の斜視図である。レーザー加熱機 2 0 は、ワイヤ 1 の表面にレーザー光 L 2 を照射する。レーザー光 L 2 は、例えば円形のビームプロファイルを有している。このレーザー光 L 2 が照射されたワイヤ 1 の照射領域 1 a やその周囲には、第 1 例と同様に加熱部位 1 V が形成される。

40

【 0 0 3 7 】

図 9 は、図 8 における I X - I X 線に沿うワイヤ 1 の断面図である。加熱部位 1 V は、ワイヤ 1 の表面における照射領域 1 a の周囲だけでなく、ワイヤ 1 の内部にも及んでいる。例えば、レーザー光 L 2 の幅 W D 2 は、ワイヤ 1 の直径 R よりも十分に小さい。したがって、レーザー光 L 2 のほとんどがワイヤ 1 に照射される。

【 0 0 3 8 】

なお、図 6 ないし図 9 の例においては、Y 方向と平行なレーザー光 L 1 , L 2 がワイヤ 1 の

50

Y方向における上面に照射されているが、レーザ光L1, L2の照射方向はこれに限られない。例えば、レーザ光L1, L2は、Y方向と交差する方向からワイヤ1に照射されてもよい。また、レーザ光L1, L2は、ワイヤ1のY方向における下面に照射されてもよい。

【0039】

加熱部位1Vは、図7および図9に示した例よりもワイヤ1のより内部にまで及んでもよい。レーザ加熱機20が発するレーザ光の形状は、第1例および第2例に限られない。レーザ光は、ワイヤ1の1箇所にも照射されてもよいし、複数個所に照射されてもよい。

【0040】

第1例および第2例の双方において、加熱部位1Vは、ワイヤ1の母材がレーザ光のエネルギーにより溶融した溶融プールを含んでもよい。この場合において、溶融プールは、照射領域1aだけでなくその周囲に広がってもよい。

10

【0041】

図10を参照して、切断工程S03について説明する。図10は、切断工程S03の具体例を示すコイリングマシン100の概略的な斜視図である。切断工程S03は、レーザ光の照射が停止された後に実行される。切断工程S03においては、レーザ光が照射される前よりも高温になっているワイヤ1の加熱部位1Vが切断ユニット30により切断される。これにより、コイルばね2が製造される。

【0042】

具体的には、切断工程S03では、ワイヤ1のマンドレル32によって支持されている部分の近傍に向けてカッタ31を下降させる。このときカッタ31によって与えられる衝撃により、ワイヤ1が切断される。

20

【0043】

加熱部位1Vが溶融プールを含む場合、レーザ光の照射が停止してからカッタ31が動作するまでの間に当該溶融プールが凝固してもよい。また、カッタ31の動作後、カッタ31がワイヤ1の表面に接触した際に加熱部位1Vの熱がカッタ31により奪われることで溶融プールが凝固してもよい。このように、カッタ31の動作前あるいは動作中に溶融プールが凝固することで、溶融した金属がカッタ31に付着することを抑制できる。

【0044】

切断工程S03では、測定器24による加熱部位1Vの温度の測定結果に基づいてカッタ31を動作させることもできる。すなわち、レーザ光の照射の後、加熱部位1Vの温度が予め定められた目標温度まで低下した際にカッタ31が動作してもよい。上記目標温度は、例えば溶融した母材が凝固する温度であってもよい。もちろん、切断工程S03では、レーザ光の照射停止からカッタ31の動作開始までの遅延時間を予め決めておくことで、測定器24を用いることなく加熱部位1Vが切断されてもよい。

30

【0045】

切断されたコイルばね2は、第1端面51aを含む第1端末51と、第2端面52aを含む第2端末52とを有している。1つのコイルばね2が製造された後、上述の螺旋成形工程S01、加熱工程S02および切断工程S03が再度実行されて次のコイルばね2が製造される。そのため、第1端末51および第2端末52は、いずれも上述の各工程を経て切断されている。

40

【0046】

ワイヤを切断するために必要なせん断力は、ワイヤを加熱して昇温させる程低下する。また、ワイヤが融点に達していない場合であってもせん断力を低下させることができる。さらに、このような傾向はワイヤの直径によらない。一例として、カッタ31によりワイヤ1を切断する際に、加熱部位1Vの少なくとも一部の温度が500以上であることが好ましい。

【0047】

続いて、本実施形態に係るコイリングマシン100およびコイルばね2の製造方法の効果について説明する。本実施形態においては、螺旋状に成形されたワイヤ1の一部がレーザ

50

光によって加熱され、レーザー光の照射が停止された後においてレーザー光が照射される前よりも高温になっている部位（加熱部位 1 V）が切断部品（カッタ 3 1 およびマンドレル 3 2）により切断される。ワイヤ 1 が加熱されていれば切断に要するせん断力も小さくなる。したがって、本実施形態によればワイヤ 1 を容易に切断することができる。

【 0 0 4 8 】

本実施形態のようにレーザー加熱機 2 0 を用いる場合、切断すべき部位をレーザー光によって選択的かつ急速に加熱することができる。レーザー加熱機 2 0 を用いる場合、レーザー発振器 2 1 の駆動電流の調整により、レーザー光を照射する部位に対する入熱量を任意に設定することができる。また、駆動電流の調整に速やかに追従してレーザー光の出力を上下させることができる。さらに、レーザー加熱機 2 0 によるレーザー光の照射を止めることで、加熱部位 1 V を急速に自己冷却させることができる。なお、急速な自己冷却とは、冷却のための部材や装置を用いて積極的に加熱部位 1 V を冷却しなくても、加熱部位 1 V が急冷することを意味する。また、レーザー加熱機 2 0 は、ワイヤ 1 に対するレーザー光の照射角度を調整したり、レンズやミラーを用いたりすることによって、ワイヤ 1 におけるレーザー光の照射領域 1 a および加熱部位 1 V を任意に設定することができる。したがって、レーザー加熱機 2 0 は、ワイヤ 1 の太さや材料および要求されているタクト等に合せて、ワイヤ 1 の任意の領域を高い応答性によって任意の温度に加熱することができる。

10

【 0 0 4 9 】

また、本実施形態の構成によれば、高温で軟化している状態の加熱部位 1 V を切断することから、カッタ 3 1 やマンドレル 3 2 が切断時にワイヤ 1 から受ける反力が低減される。このため、カッタ 3 1 およびマンドレル 3 2 の消耗や破損を抑制することができる。その結果、カッタ 3 1 およびマンドレル 3 2 の交換周期を従来よりも伸ばしてランニングコストを削減したり、カッタ 3 1 およびマンドレル 3 2 の材料に必要とされる耐摩耗性等の仕様を下げて従来よりも廉価にこれらを形成したりすることができる。また、カッタ 3 1 およびマンドレル 3 2 の交換に伴ってコイリングマシン 1 0 0 の稼働率が低下することを抑制できる。

20

【 0 0 5 0 】

また、本実施形態の構成によれば、直径が相対的に太いワイヤ 1 を用いる場合であっても、切断に必要な時間を過剰に増大させることなく当該ワイヤ 1 を切断することができる。さらに、コイリングマシン 1 0 0 は、直径が相対的に太いワイヤ 1 を用いる場合であっても、カッタ 3 1 やマンドレル 3 2 に相対的に高い切断機能を与える必要がない。したがって、相対的に太いワイヤ 1 を用いる場合においても、量産性を保つことができるとともに、カッタ 3 1 やマンドレル 3 2 に必要なコストを抑制することができる。

30

【 0 0 5 1 】

また、本実施形態においてはレーザー光の照射のみでワイヤ 1 を切断するのではなく、カッタ 3 1 をさらに用いてワイヤ 1 を切断する。このような構成によれば、レーザー光の強度を抑制することができる。すなわち、レーザー加熱機 2 0 は、ワイヤ 1 を切断するためではなく軟化させるためにレーザー光を照射することから、レーザー光のみでワイヤ 1 を切断する場合と比較してレーザー光の強度を低くすることができる。この結果、強いレーザー光をワイヤ 1 に照射する場合に生じ得るスパッタやドロスを抑制することができ、さらにアシストガスの吹き付けのための設備やコストが不要となる。したがって、製造されるコイルばね 2 の清浄度を保って洗浄を不要としたり、コイリングマシン 1 0 0 自体に付着したスパッタの除去に関するメンテナンスの作業等を軽減したりして、コイリングマシン 1 0 0 の稼働率を上げることができる。さらに、スパッタの除去に必要な吸引装置等の設備を簡略化したり、廃止したりすることができる。

40

【 0 0 5 2 】

また、本実施形態の構成によれば、ワイヤ 1 に対するレーザー光の照射範囲を限定することができる。すなわち、レーザー加熱機 2 0 は、ワイヤ 1 を切断するためではなく軟化させるためにレーザー光を照射することから、切断が予定される位置の全面にレーザー光を照射する必要はなく、例えば図 6 ないし図 9 に示すようにワイヤ 1 の幅方向における一部に対して

50

レーザー光を照射できればよい。具体的には、レーザー加熱機 20 は、例えば、図 6 および図 8 に示したように、ワイヤ 1 の幅方向における両端部を避けて中央部にレーザー光を照射することができる。この場合、ワイヤ 1 に対してレーザー光を照射する位置がずれたとしても、ワイヤ 1 の両端部からレーザー光がはみ出してワイヤ 1 へのレーザー光の照射量が不足したり、コイルマシン 100 自体に熱的な影響を及ぼしたりすることを抑制できる。

【0053】

また、ワイヤ 1 に照射されるレーザー光がワイヤ 1 の反対側から漏れることも抑制できる。すなわち、レーザー加熱機 20 は、ワイヤ 1 を切断するためではなく軟化させるためにレーザー光を照射することから、ワイヤ 1 を貫通して分断するようにレーザー光を照射する必要がない。したがって、レーザー光によりワイヤを切断する従来のコイルマシンと比較して、レーザー光の遮蔽のための構成を大幅に簡略化したり、廃止したりすることができる。

10

【0054】

また、本実施形態の構成によれば、特に、冷間加工によって螺旋状に成形された後のワイヤ 1 を加熱して切断する場合、温間加工の場合と比較して、コイルばね 2 の形状精度を高く保つことができる。

【0055】

仮にレーザー光のみによってワイヤ 1 を切断する場合、レーザー光の強度を相対的に高める必要があることから、第 1 端面 51a および第 2 端面 52a を平らに形成することは難しい。また、レーザー光を用いずにカッタのみによってワイヤ 1 を切断する場合、強いせん断力をワイヤ 1 に加える必要があることから各端面 51a, 52a に大きな凹凸が生じやすい。これらに対し、本実施形態においてはレーザー光の照射だけでなくカッタ 31 を用いてワイヤ 1 を切断することから、レーザー光の強度を低くかつカッタ 31 によるせん断力を小さくできるので、各端面 51a, 52a を平らに形成することが可能となる。結果として、品質に優れたコイルばね 2 を得ることができる。

20

【0056】

上述のようにカッタ 31 による切断時において加熱部位 1V が少なくとも部分的に 500 以上の温度に加熱されていれば、十分に軟化している（加工抵抗が十分に低減されている）高温の固体状態においてワイヤ 1 を切断することができる。ワイヤ 1 の材料として一般的な炭素鋼は、約 500 以上に加熱することによって引張強度（TS：Tensile Strength）が常温時の約 1/2 以下になり、カッタ 31 によって容易に切断することができる。

30

【0057】

上述のように加熱部位 1V に溶融プールが形成される場合には、加熱部位 1V をワイヤ 1 の深部まで到達させることができる。これにより、ワイヤ 1 が深部まで軟化し、カッタ 31 による切断が一層容易になる。

以上の他にも、本実施形態からは種々の好適な効果を得ることができる。

【0058】

[第 2 実施形態]

第 2 実施形態について説明する。本実施形態においては主に、上述のコイルマシン 100 を用いてワイヤ 1 を切断するにあたっての好適な条件を開示する。コイルマシン 100 の構成や、コイルマシン 100 によるコイルばねの製造方法の流れは、第 1 実施形態と同様である。

40

【0059】

図 11 は、レーザー光が照射されたワイヤ 1 の概略的な断面図である。ここでは、図 8 に示した形状のレーザー光 (L2) がワイヤ 1 の表面に照射され、溶融プールが形成される場合を想定する。図中の O は、ワイヤ 1 の外周面におけるレーザー光の照射領域の中心を示す。一例として、この照射中心 O は、レーザー光のビームプロファイルにおいて最も高強度のピーク部分が照射される位置に相当する。また、照射中心 O は、溶融プールの中心と考えることもできる。

【0060】

上述の通り、レーザー光がワイヤ 1 に照射されると加熱部位 1V が形成される。レーザー光の

50

照射中あるいは照射直後においては、照射中心 O の周囲に溶融プールが形成される。その後の冷却により、溶融プールが凝固して焼入硬化部 1 C が形成される。溶融プールの周囲には、溶融はしていないがレーザー光の照射時の熱によりワイヤ 1 の母材から特性が変化した熱影響部 1 H (H A Z : Heat Affected Zone) が形成される。このように、加熱部位 1 V は、焼入硬化部 1 C および熱影響部 1 H を含む。

【 0 0 6 1 】

図 1 1 においては、焼入硬化部 1 C、熱影響部 1 H およびワイヤ 1 の母材のそれぞれについてピッカース硬さ [H V] を測定した結果を示している。焼入硬化部 1 C は、全体的に母材に比べて大きい硬さを有している。一方、熱影響部 1 H は、全体的に母材に比べて小さい硬さを有している。熱影響部 1 H の硬さは、焼入硬化部 1 C の近傍から母材に向けて

10

【 0 0 6 2 】

このように、加熱部位 1 V においても硬さの分布が一様でない。そのため、カッタ 3 1 およびマンドレル 3 2 の位置と、レーザー光の照射領域との関係を適切に定める必要がある。

【 0 0 6 3 】

図 1 2 は、カッタ 3 1、マンドレル 3 2 およびレーザー光の照射領域の好適な位置関係の一例を示す断面図である。上述の螺旋成形工程 S 0 1 においては、螺旋状に成形されたワイヤ 1 がカッタ 3 1 とマンドレル 3 2 の間に送られる。ワイヤ 1 の送り方向 (方向) において、カッタ 3 1 の端部 3 1 a とマンドレル 3 2 の端部 3 2 a の間には、クリアランス G が設けられている。以下、 方向におけるクリアランス G の中心を、クリアランス中心 C と呼ぶ。

20

【 0 0 6 4 】

図 1 2 の例においては、クリアランス中心 C と照射中心 O とが 方向にずれている。具体的には、照射中心 O は、クリアランス中心 C よりもカッタ 3 1 側 (方向の下流側) に位置している。

【 0 0 6 5 】

図 1 2 の例において、加熱部位 1 V は、凝固後に上述の焼入硬化部 1 C となる溶融プール 1 P を含む。例えば、溶融プール 1 P は、クリアランス中心 C と重なっている。また、溶融プール 1 P は、カッタ 3 1 の端部 3 1 a と Y 方向において重なっている。

【 0 0 6 6 】

一方で、溶融プール 1 P は、マンドレル 3 2 の端部 3 2 a と Y 方向において重なっていない。図 1 2 の例においては、マンドレル 3 2 の端部 3 2 a と、熱影響部 1 H のうち溶融プール 1 P よりも 方向の上流側に位置する部分とが Y 方向において重なっている。

30

【 0 0 6 7 】

図 1 3 は、図 1 2 に示す状態からカッタ 3 1 を Y 方向に下降させてワイヤ 1 を切断した状態を示す断面図である。上述のように、カッタ 3 1 によってワイヤ 1 を切断する際には、既に溶融プール 1 P が凝固しているか、あるいはカッタ 3 1 との接触により熱が奪われて溶融プール 1 P が凝固する。したがって、切断中には焼入硬化部 1 C が形成されている。なお、切断に際し、加熱部位 1 V の内部に溶融プール 1 P が一部残存していてもよい。

【 0 0 6 8 】

マンドレル 3 2 の端部 3 2 a から突出したワイヤ 1 の外周面に対してカッタ 3 1 の先端部が衝撃を与えると、加熱部位 1 V とその周囲にせん断力が加わり、ワイヤ 1 が破断する。カッタ 3 1 は、例えば最大でワイヤ 1 の軸付近まで降下する。切断されたワイヤ 1、すなわちコイルばね 2 には、カッタ 3 1 による打痕 B (凹部) が形成される。図 1 3 の例においては、焼入硬化部 1 C および熱影響部 1 H が打痕 B と重なっているが、これらが互いにずれていてもよい。

40

【 0 0 6 9 】

上述のように、熱影響部 1 H は、焼入硬化部 1 C およびワイヤ 1 の母材よりも軟らかい。そのため、カッタ 3 1 がワイヤ 1 に衝撃を与えた際に、加熱部位 1 V においては熱影響部 1 H が破断しやすい。特に、図 1 2 に示したように照射中心 O がクリアランス中心 C より

50

もカッタ 3 1 側にずれていれば、熱影響部 1 H のうち溶融プール 1 P よりも 方向の上流側に位置する部分に効果的に負荷を与え、当該部分に沿ってワイヤ 1 を破断させることができる。

【 0 0 7 0 】

図 1 4 は、図 1 2 および図 1 3 に示した方法でワイヤ 1 から切断されたコイルばね 2 の概略的な側面図である。コイルばね 2 は、第 1 端面 5 1 a を含む第 1 端末 5 1 と、第 2 端面 5 2 a を含む第 2 端末 5 2 とを有している。

【 0 0 7 1 】

第 1 端面 5 1 a は、図 1 3 においてワイヤ 1 から切り離されたコイルばね 2 の破断面に相当する。第 1 端末 5 1 は、レーザ光の第 1 照射痕 M 1 と、カッタ 3 1 の打痕 B とを有している。第 1 照射痕 M 1 は、焼入硬化部 1 C および熱影響部 1 H (第 1 熱影響部) を含む。

10

【 0 0 7 2 】

第 2 端面 5 2 a は、このコイルばね 2 の前に製造されるコイルばね 2 を切り離した際に、マンドレル 3 2 の上方に残されたワイヤ 1 の破断面に相当する。第 2 端末 5 2 は、レーザ光の第 2 照射痕 M 2 を有している。第 2 照射痕 M 2 は、熱影響部 1 H (第 2 熱影響部) を含む。図 1 3 に示したようにワイヤ 1 が切断された場合、第 2 照射痕 M 2 は焼入硬化部 1 C を含まない。ただし、第 2 照射痕 M 2 は、例えば第 1 照射痕 M 1 よりも少量の焼入硬化部 1 C を含んでもよい。

【 0 0 7 3 】

第 1 照射痕 M 1 に含まれる熱影響部 1 H は、第 1 端面 5 1 a の少なくとも一部に及んでいる。また、第 2 照射痕 M 2 に含まれる熱影響部 1 H は、第 2 端面 5 2 a の少なくとも一部に及んでいる。一方で、第 1 照射痕 M 1 に含まれる焼入硬化部 1 C は、第 1 端面 5 1 a に及んでいない。ただし、焼入硬化部 1 C の一部が第 1 端面 5 1 a に及んでいてもよい。この場合、第 1 端面 5 1 a において、焼入硬化部 1 C の面積が熱影響部 1 H の面積より小さいことが好ましい。

20

【 0 0 7 4 】

続いて、第 1 照射痕 M 1、第 2 照射痕 M 2 および打痕 B の位置関係につき、いくつかの態様を例示する。

図 1 5 は、第 1 照射痕 M 1、第 2 照射痕 M 2 および打痕 B の第 1 例であり、第 1 端末 5 1 および第 2 端末 5 2 の各々におけるコイルばね 2 の概略的な断面図を示している。図中左側に示す断面は、図 1 4 における C A - C A 線に沿う第 1 端末 5 1 の断面に相当する。図中右側に示す断面は、図 1 4 における C B - C B 線に沿う第 2 端末 5 2 の断面に相当する。第 1 端末 5 1 および第 2 端末 5 2 の各々において、図中上方の面はコイルばね 2 の外周面 2 a であり、図中下方の面はコイルばね 2 の内周面 2 b である。

30

【 0 0 7 5 】

図中の破線矢印は、加熱時におけるレーザ光の照射方向 D 1 を表す。実線矢印は、切断時におけるカッタ 3 1 の移動方向 D 2 を表す。この図の例においては、照射方向 D 1 および移動方向 D 2 がいずれも図中の上方から各端末 5 1、5 2 に向かっていている。ただし、図 1 5 に示す断面とは異なる方向から各端末 5 1、5 2 を見た場合に、これら方向 D 1、D 2 が交差していてもよい。

40

【 0 0 7 6 】

図中左側に示す第 1 端末 5 1 において、第 1 照射痕 M 1 は、焼入硬化部 1 C および熱影響部 1 H を含む。また、第 1 照射痕 M 1 の表面全体が打痕 B と重なっている。図中右側に示す第 2 端末 5 2 において、第 2 照射痕 M 2 は、熱影響部 1 H を含み、焼入硬化部 1 C を含んでいない。また、第 2 端末 5 2 には打痕 B が形成されていない。第 1 照射痕 M 1、第 2 照射痕 M 2 および打痕 B は、いずれも外周面 2 a に形成されている。

【 0 0 7 7 】

図 1 6 は、第 1 照射痕 M 1、第 2 照射痕 M 2 および打痕 B の第 2 例であり、図 1 5 と同じく第 1 端末 5 1 および第 2 端末 5 2 の各々におけるコイルばね 2 の概略的な断面図を示している。この図の例においては、照射方向 D 1 と移動方向 D 2 が鋭角 (例えば 40 度) を

50

成している。そのため、第1端末51においては、第1照射痕M1が打痕Bと重なる部分と打痕Bと重ならない部分を含んでいる。このような構成の場合、切断時にカッタ31が加熱部位1V以外の硬い部分(母材)にも触れるので、第1例に比べて打痕Bを小さくできる。

【0078】

図17は、第1照射痕M1、第2照射痕M2および打痕Bの第3例であり、図15と同じく第1端末51および第2端末52の各々におけるコイルばね2の概略的な断面図を示している。この図の例においては、照射方向D1と移動方向D2が互いに反対方向である。第1照射痕M1および第2照射痕M2は、内周面2bに形成されている。打痕Bは、外周面2aに形成されている。第1端末51においては、第1照射痕M1の全体が打痕Bと重なっていない。このような構成の場合、切断時にカッタ31が加熱部位1Vに触れないので、第2例に比べて打痕Bをさらに小さくできる。

10

【0079】

以上の他にも、第1照射痕M1、第2照射痕M2および打痕Bは種々の態様で形成され得る。例えば、打痕Bは、第1端末51だけでなく、第2端末52に及んでもよい。この場合において、第2端末52の打痕Bは、第1端末51の打痕Bより小さくてもよい。

【0080】

なお、ここまでは図8に示した形状のレーザ光(L2)がワイヤ1に照射される場合を想定したが、図6に示した形状のレーザ光(L1)がワイヤ1に照射される場合であっても同様の構成を適用できる。

20

【0081】

図18は、図6に示した形状のレーザ光が照射された後のワイヤ1の概略的な平面図である。レーザ光の照射中心Oは、ワイヤ1の軸方向と直交する方向に延びている。したがって、このレーザ光の照射により形成される加熱部位1Vにおいて、溶融プール1P(または凝固後の焼入硬化部1C)は、ワイヤ1の幅方向に長尺な形状を有している。同様に、焼入硬化部1Cの周囲の熱影響部1Hは、ワイヤ1の幅方向に長尺な形状を有している。図18の例においては、熱影響部1Hがワイヤ1の幅方向における一端から他端まで広がっているが、この例に限られない。

【0082】

このような加熱部位1Vが形成されたワイヤ1の切断に際して、照射中心Oをクリアランス中心Cよりもカッタ31側(図中左側)にずらすことにより、照射中心Oとクリアランス中心Cの間に距離Dを設ける。図18の例においては、クリアランス中心Cが溶融プール1Pと重なっている。また、マンドレル32の端部32aが熱影響部1Hのうち溶融プール1Pよりも方向の上流側に位置する部分と重なっている。

30

【0083】

このような状態でカッタ31によりワイヤ1を切断すると、図12および図13の例と同じく熱影響部1Hのうち溶融プール1Pよりも方向の上流側に位置する部分に効果的にせん断力を与え、当該部分を破断させることができる。

【0084】

以上説明したように、本実施形態においては、照射中心Oとクリアランス中心Cとをずらすことにより、他の部分に比べて軟らかい熱影響部1Hにおいてワイヤ1を破断させることができる。この場合、例えば焼入硬化部1Cでワイヤ1を破断させる場合に比べ、ワイヤ1のせん断力を小さくすることができる。

40

【0085】

なお、発明者らは、照射中心Oとクリアランス中心Cを一致させた場合、照射中心Oをクリアランス中心Cよりもカッタ31側にずらした場合、照射中心Oをクリアランス中心Cよりもマンドレル32側にずらした場合の各々につきワイヤ1を切断する実験を複数回にわたって行った。その結果、照射中心Oをクリアランス中心Cよりもカッタ31側にずらした場合の破断面が最も平坦となり、次いで照射中心Oとクリアランス中心Cを一致させた場合の破断面が平坦となった。この結果から、本実施形態のように照射中心Oをクリア

50

ランス中心Cよりもカッタ31側にずらすことで、より平坦な第1端面51aおよび第2端面52aを有するコイルばね2を得られることが分かる。

【0086】

ワイヤ1を螺旋状に成形してさらにカッタ31によりワイヤ1を切断する場合、コイルばね2の第1端面51aおよび第2端面52aには一定の残留応力が発生する。このような残留応力は、各端面51a, 52aの割れの原因となる。また、コイルばね2を通電により昇温させる工程を経れば残留応力を除去し得る。ただし、この手法においてはコイルばね2の端末の温度が上昇しづらいので、種々の工夫を凝らす必要がある。

【0087】

この点に関し、本実施形態のような条件でワイヤ1を切断して製造されたコイルばね2においては、第1端面51aおよび第2端面52aに熱影響部1Hが広範囲に及んでいる。この場合、熱影響部1Hが他の部分に比べて軟らかいことから、残留応力が低減される。また、上述のような残留応力を除去するための工程も省略することができる。

10

【0088】

図18に示した例においては、熱影響部1Hがワイヤ1の幅方向における一端から他端まで広がっている。この場合においては、破断面のより広い範囲に熱影響部1Hが及ぶ。したがって、各端面51a, 52aの割れを抑制する効果をより顕著に得ることができる。

【0089】

なお本発明を実施するに当たり、コイリングマシン100が備える各要素の構成や配置等の態様を必要に応じて種々に変更して実施できることは言うまでもない。

20

【0090】

各実施形態においては、コイリングマシン100がカッタ31を用いてワイヤ1の加熱部位1Vを切断する構成を例示した。コイリングマシン100は、このような構成に限定されることなく、回転鋸刃を用いた切削によってワイヤ1の加熱部位1Vを切断してもよい。

【0091】

コイリングマシン100によって製造されるコイルばね2の形態は様々であり、例えばコイル径とピッチがコイルばねの軸線方向に変化していてもよい。すなわち、コイリングマシン100によって製造されるコイルばね2は、円筒コイルばねをはじめとして、たる形コイルばね、鼓形コイルばね、テーパコイルばね、不等ピッチコイルばね、マイナスピッチの部分を持つコイルばね等など、様々な形態のコイルばねであってもよい。

30

【符号の説明】

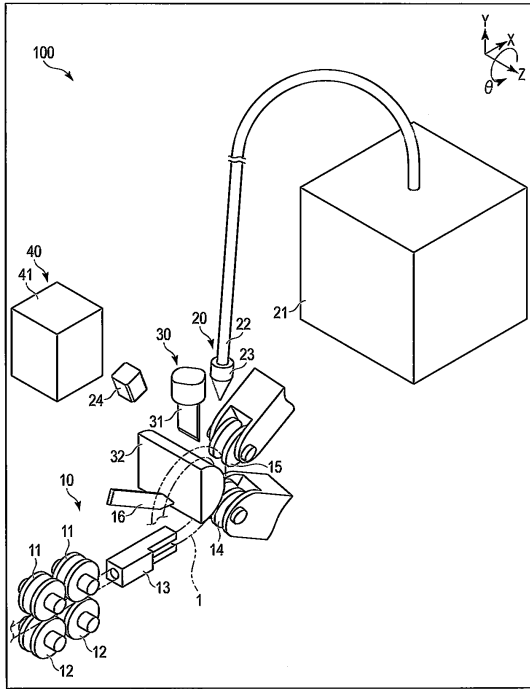
【0092】

1...ワイヤ、1V...加熱部位、1P...溶融プール、1C...焼入硬化部、1H...熱影響部、2...コイルばね、10...螺旋成形ユニット、11...駆動ローラ、12...従動ローラ、13...ワイヤガイド、14...第1成形ローラ、15...第2成形ローラ、16...ピッチツール、20...レーザ加熱機、21...レーザ発振器、22...光ファイバ、23...ビームスポット調整器、24...測定器、30...切断ユニット、31...カッタ、32...マンドレル、40...制御ユニット、41...コントローラ、51...第1端末、51a...第1端面、52...第2端末、52a...第2端面、100...コイリングマシン、L1, L2...レーザ光、S01...螺旋成形工程、S02...加熱工程、S03...切断工程、M1...第1照射痕、M2...第2照射痕、B...打痕。

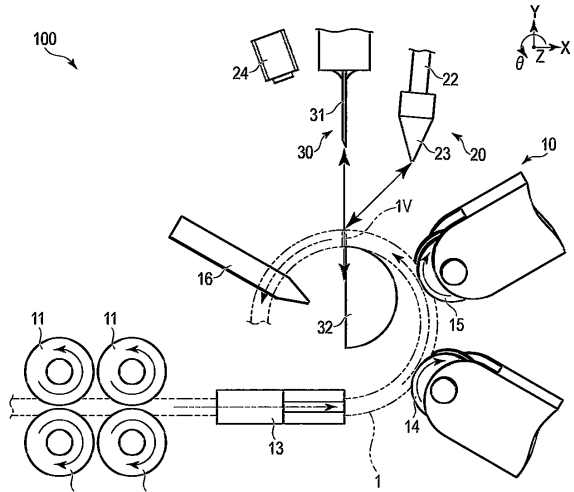
40

【 図面 】

【 図 1 】



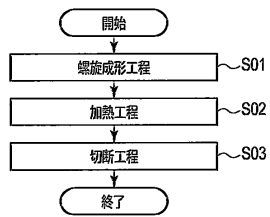
【 図 2 】



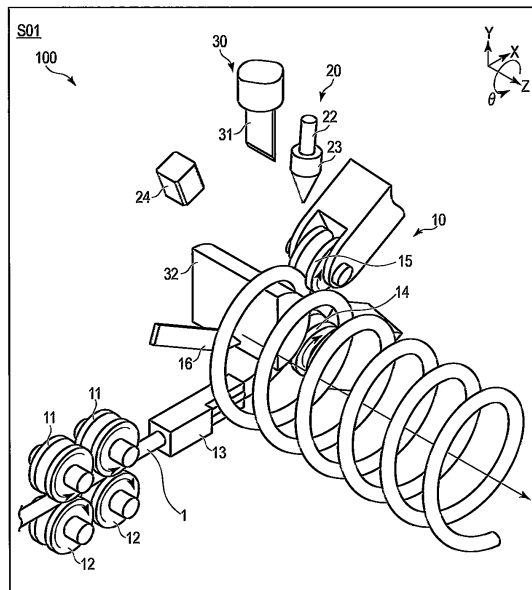
10

20

【 図 3 】



【 図 4 】

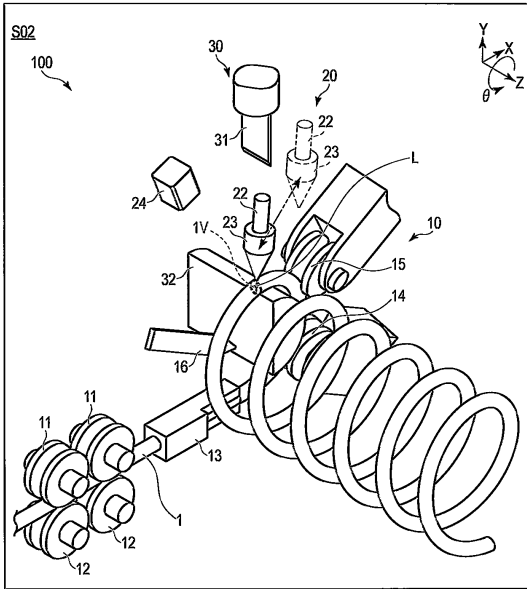


30

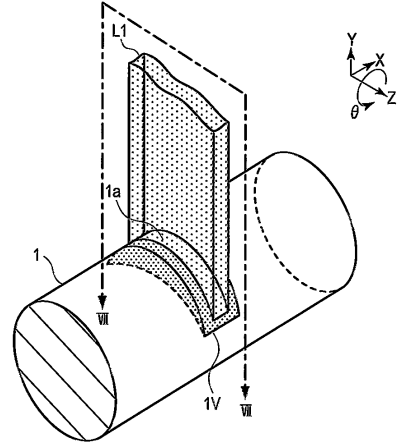
40

50

【 図 5 】



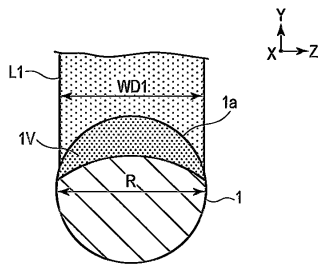
【 図 6 】



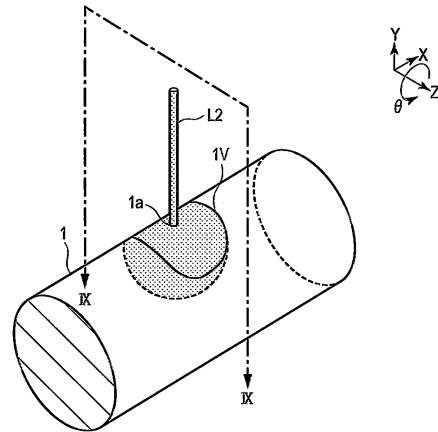
10

20

【 図 7 】



【 図 8 】

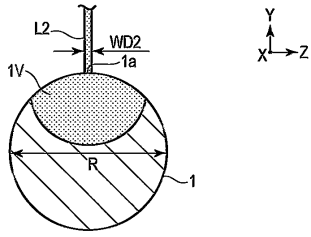


30

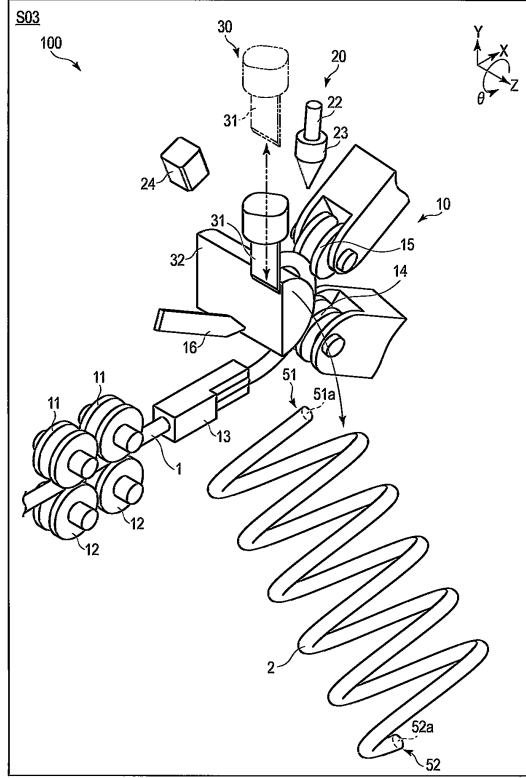
40

50

【 図 9 】



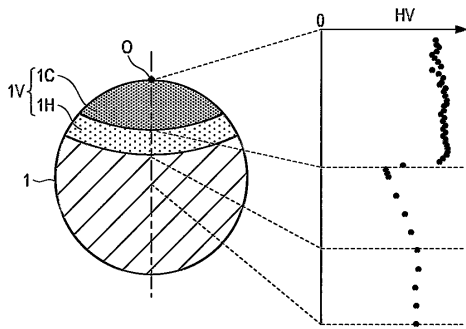
【 図 10 】



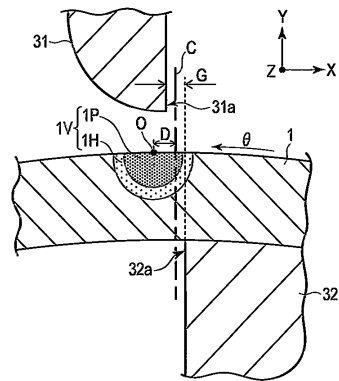
10

20

【 図 11 】



【 図 12 】

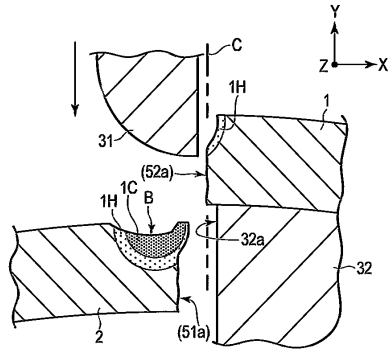


30

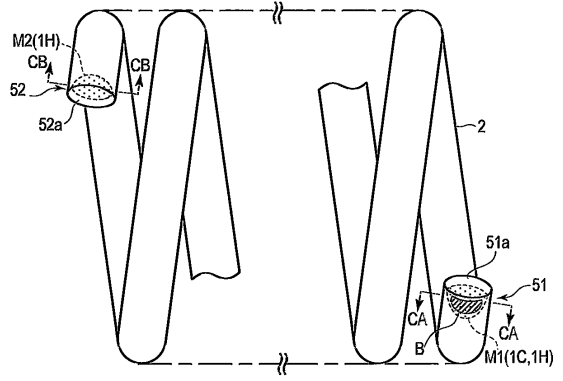
40

50

【 図 1 3 】

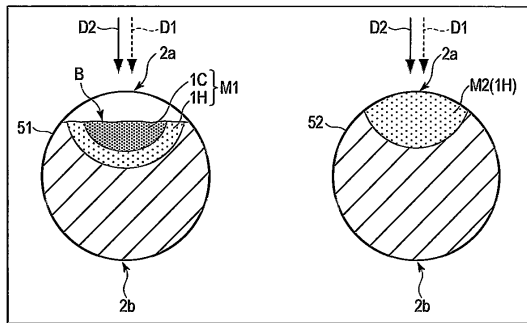


【 図 1 4 】

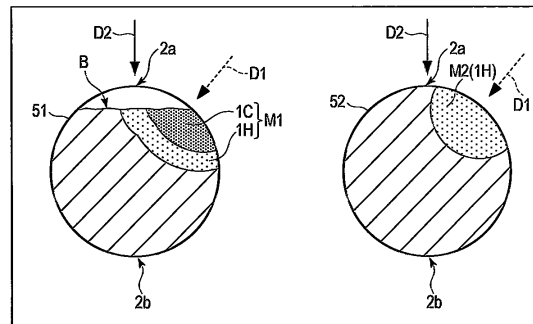


10

【 図 1 5 】



【 図 1 6 】



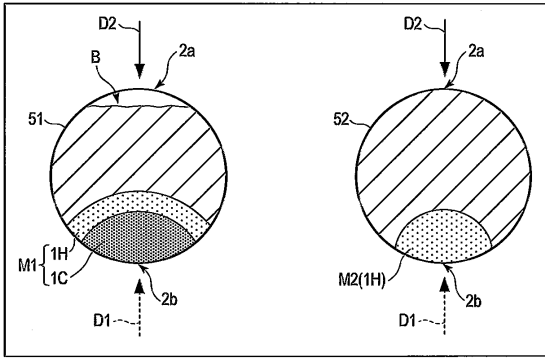
20

30

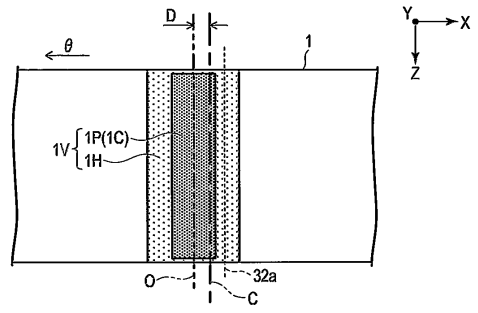
40

50

【 図 17 】



【 図 18 】



10

20

30

40

50

フロントページの続き

(72)発明者 田中 怜

日本国神奈川県横浜市金沢区福浦3丁目10番地 日本発條株式会社内

審査官 山本 裕太

(56)参考文献 特開2000-107827(JP,A)

特開2013-036113(JP,A)

特開2014-055343(JP,A)

特開2016-024022(JP,A)

特開2004-330209(JP,A)

(58)調査した分野 (Int.Cl., DB名)

B21F 11/00

B21F 35/00