(19)日本国特許庁(JP)　(12)特　許　公　報(B2)　(11)特許番号

特許第6529730号
(P6529730)

(45)発行日　令和1年6月12日(2019.6.12)　(24)登録日　令和1年5月24日(2019.5.24)

(51)Int.Cl.			F I		
H05B	6/10	(2006.01)	H05B	6/10	331
C21D	9/02	(2006.01)	C21D	9/02	B
C21D	1/42	(2006.01)	C21D	9/02	A
C21D	1/18	(2006.01)	C21D	1/42	J
			C21D	1/18	K

請求項の数 32　外国語出願　(全 21 頁)

(21)出願番号　特願2014-185469(P2014-185469)
(22)出願日　平成26年9月11日(2014.9.11)
(65)公開番号　特開2016-58318(P2016-58318A)
(43)公開日　平成28年4月21日(2016.4.21)
審査請求日　平成29年9月8日(2017.9.8)

(73)特許権者　503041362
バーンズ　グループ　インコーポレーテッド
アメリカ合衆国コネチカット州　０６０１０　ブリストル　メイン　ストリート　１２３
(74)代理人　100095407
弁理士　木村　満
(74)代理人　100109449
弁理士　毛受　隆典
(74)代理人　100132883
弁理士　森川　泰司
(74)代理人　100148633
弁理士　桜田　圭

最終頁に続く

(54)【発明の名称】ばねの誘導加熱

(57)【特許請求の範囲】
【請求項１】
内面と外面と長手方向軸とを有するばねを硬化するための、ばねの硬化装置であって、
ａ．前記ばねを支持する回転支持システムであって、前記回転支持システムは第１及び第２のばね支持部と駆動装置とを含み、前記第１及び第２のばね支持部のそれぞれは長手方向軸を有し、前記第１のばね支持部は第１の外面を有する第１のローラを含み、前記駆動装置は前記第１のローラを回転させるように構成され、前記第１及び第２のばね支持部は前記ばねを支持するように構成され、前記ばねの前記長手方向軸は前記第１及び第２のばね支持部の前記長手方向軸の少なくとも１つと平行であり、前記第１のローラの前記第１の外面は、前記ばねの前記外面と接し、前記ばねを少なくとも部分的に支持し、前記第１のローラが回転するときに前記ばねをばねの長手方向軸の周りで回転させるように構成され、前記回転支持システムは、前記第１及び第２のばね支持部をそれぞれ移動させて互いの間隔を調整可能であり、前記第１及び第２のばね支持部の間から前記ばねを落下させて焼入れするために、前記第１及び第２のばね支持部の間隔を拡げるように構成される、回転支持システムと、
ｂ．前記ばねが前記回転支持システムに支持されるときに前記ばねを加熱する誘導加熱システムであって、前記誘導加熱システムは誘導コイルシステムを含み、前記ばねの少なくとも一方の側部が前記回転支持システムに支持されるときに、前記ばねの加熱の間に前記誘導コイルシステムの一部が前記ばねの少なくとも一方の側部に位置するように前記誘導コイルシステムが配置され、前記誘導コイルシステムは、少なくとも一部が誘導加熱領

域を形成する第１、第２及び第３の誘導コイル部を含み、前記第３の誘導コイル部は、前記第１の誘導コイル部と隣接し且つ平行な位置にあり、前記第２の誘導コイル部は、前記第１及び第３の誘導コイル部と隣接し且つ非平行な位置にあり、前記第１及び第３の誘導コイル部は、前記ばねが前記誘導コイルシステムによって加熱される前記誘導加熱領域内にあるときに、前記ばねの長手方向の長さに沿って配向し、前記ばねの長手方向の長さより長く、前記ばねの直径より大きい間隔で配置され、前記第１の誘導コイル部及び前記第２の誘導コイル部の内の少なくとも１つは、前記ばねが前記第１の誘導コイル部及び前記第２の誘導コイル部の内の少なくとも１つの下方に供給されて前記誘導加熱領域内にあるように、前記回転支持システムに対して配向される、誘導加熱システムと、

を備える、ばねの硬化装置。

【請求項２】

前記第２の誘導コイル部は、前記ばねが前記ばねの長手方向軸と平行に前記誘導加熱領域内に供給されるときに、前記ばねが前記第２の誘導コイル部の下方で前記誘導加熱領域内に供給されるように、前記回転支持システムに対して配向されており、前記第１及び第３の誘導コイル部は、前記ばねが前記ばねの長手方向軸と平行に前記誘導加熱領域内に供給されるときに、前記ばねが前記第１及び第３の誘導コイル部の下方で前記誘導加熱領域内に供給されることを阻止する前記回転支持システムに対して配向されている、請求項１に記載の装置。

【請求項３】

前記誘導コイルシステムは、前記第２の誘導コイル部と平行に配置された第４の誘導コイル部を含む、請求項１又は２に記載の装置。

【請求項４】

前記第１の誘導コイル部は、前記第２の誘導コイル部に接続され、前記第２の誘導コイル部は前記第３の誘導コイル部に接続されている、請求項１～３のいずれか１項に記載の装置。

【請求項５】

前記回転支持システムは、前記ばねを前記ばねの長手方向軸に沿って前記誘導加熱領域内に移動させるように構成される、請求項１～４のいずれか１項に記載の装置。

【請求項６】

前記第１のローラは、前記誘導加熱領域の長手方向の長さ及び前記第１のローラの少なくとも一部分が前記誘導加熱領域の外周を越えて延びる長さより長い、長手方向長さを有する、請求項１～５のいずれか１項に記載の装置。

【請求項７】

前記ばねは、らせん形の形状を有する、請求項１～６のいずれか１項に記載の装置。

【請求項８】

前記第１のローラの前記第１の外面は、非導電性材料から形成される、請求項１～７のいずれか１項に記載の装置。

【請求項９】

前記第２のばね支持部は、第２のローラであって、前記ばねの前記外面に接し、前記ばねを少なくとも部分的に支持し、前記第２のローラが回転するときに前記ばねをばねの長手方向軸の周りで回転させる第２の外面を有するように構成される第２のローラを含む、請求項１～８のいずれか１項に記載の装置。

【請求項１０】

前記第２のローラの前記第２の外面は、非導電性材料から形成される、請求項９に記載の装置。

【請求項１１】

前記誘導コイルシステムは、前記ばねの加熱の間に前記ばねから間隔を置いて配置される、請求項１～１０のいずれか１項に記載の装置。

【請求項１２】

前記回転支持システムは、前記ばねの加熱の間に前記ばねを一定の回転速度で回転させ

る、請求項１～１１のいずれか１項に記載の装置。
【請求項１３】
前記回転支持システムは、前記ばねの加熱の間に前記ばねを可変の回転速度で回転させる、請求項１～１１のいずれか１項に記載の装置。
【請求項１４】
前記第１及び第２の誘導コイル部は、前記ばねが前記誘導加熱システムによって加熱されるときに、前記ばねの前記外面から同一距離で離隔している、請求項１～１３のいずれか１項に記載の装置。
【請求項１５】
前記回転支持システムは、垂直方向に運動する垂直駆動装置と、前記垂直駆動装置の前記垂直方向の運動を前記第１及び第２のばね支持部の間隔の変化の運動に変換するばね支持部移動装置と、を備える、請求項１～１４のいずれか１項に記載の装置。
【請求項１６】
焼入れタンクを含み、前記焼入れタンクは、加熱された前記ばねを受けるように構成される、請求項１～１５のいずれか１項に記載の装置。
【請求項１７】
ばねを硬化させる方法であって、
ａ．内面と外面と長手方向とを有するばねを用意する工程と、
ｂ．前記ばねを支持する回転支持システムを用意する工程であって、前記回転支持システムは、第１及び第２のばね支持部と駆動装置とを含み、前記第１及び第２のばね支持部のそれぞれは、長手方向軸を有し、前記第１のばね支持部は、第１の外面を有する第１のローラを含み、前記駆動装置は、前記第１のローラを回転させるように構成され、前記第１及び第２のばね支持部は、前記ばねを支持するように構成され、前記ばねの前記長手方向軸は、前記第１及び第２のばね支持部の前記長手方向軸の内の少なくとも１つと平行であり、前記第１のローラの前記第１の外面は、前記ばねの前記外面と接し、前記ばねを少なくとも部分的に支持し、前記第１のローラが回転するときに前記ばねをばねの長手方向軸の周りで回転させるように構成され、前記回転支持システムは、前記第１及び第２のばね支持部をそれぞれ移動させて互いの間隔を調整可能であり、前記第１及び第２のばね支持部の間から前記ばねを落下させて焼入れするために、前記第１及び第２のばね支持部の間隔を拡げるように構成される、回転支持システムを用意する工程と、
ｃ．前記ばねが前記回転支持システムに支持されるときに前記ばねを加熱するための誘導加熱システムを用意する工程であって、前記誘導加熱システムは、誘導コイルシステムを含み、前記誘導コイルシステムは、前記ばねの少なくとも一方の側部が前記回転支持システムに支持されるときに、前記ばねの加熱の間に前記誘導コイルシステムの一部が前記ばねの少なくとも一方の側部上に位置するように配置され、前記誘導コイルシステムは、少なくとも一部が誘導加熱領域を形成する第１、第２及び第３の誘導コイル部を含み、前記第３の誘導コイル部は、前記第１の誘導コイル部と隣接し且つ平行な位置にあり、前記第２の誘導コイル部は、前記第１及び第３の誘導コイル部と隣接し且つ非平行な位置にあり、前記第１及び第３の誘導コイル部は、前記ばねが前記誘導コイルシステムによって加熱される前記誘導加熱領域内にあるときに、前記ばねの長手方向の長さに沿って配向し、前記ばねの長手方向の長さより長く、前記ばねの直径より大きい間隔で配置され、前記第１の誘導コイル部及び前記第２の誘導コイル部の内の少なくとも１つは、前記ばねが前記第１の誘導コイル部及び前記第２の誘導コイル部の内の少なくとも１つの下方に供給されて前記誘導加熱領域内にあるように、前記回転支持システムに対して配向される、誘導加熱システムを用意する工程と、
ｄ．前記回転支持システムの前記第１のローラ上に少なくとも部分的に前記ばねの前記外面を位置付ける工程と、
ｅ．前記誘導加熱システムが前記ばねを加熱するときに、前記回転支持システムによって前記ばねを回転させる工程と、
ｆ．前記回転支持システムの前記第１及び第２のばね支持部をそれぞれ互いとの間隔が

拡がる方向に移動させ、加熱された前記ばねを前記第１及び第２のばね支持部の間から落下させて焼入れる工程と、
を備える、ばねの硬化方法。
【請求項１８】
前記第２の誘導コイル部は、前記ばねが前記ばねの長手方向軸と平行に前記誘導加熱領域内に供給されるときに、前記ばねが前記第２の誘導コイル部の下方で前記誘導加熱領域内に供給されるように、前記回転支持システムに対して配向し、前記第１及び第３の誘導コイル部は、前記ばねが前記ばねの長手方向軸と平行に前記誘導加熱領域内に供給されるときに、前記ばねが前記第１及び第３の誘導コイル部の下方で前記誘導加熱領域内に供給されることを阻止する前記回転支持システムに対して配向し、前記ばねを前記第２の誘導コイル部の下方で前記誘導加熱領域内に供給する工程をさらに含む、請求項１７に記載の方法。
【請求項１９】
前記誘導コイルシステムは、前記第２の誘導コイル部と平行に配置された第４の誘導コイル部を含む、請求項１７又は１８に記載の方法。
【請求項２０】
前記第１の誘導コイル部は前記第２の誘導コイル部に接続され、前記第２の誘導コイル部は前記第３の誘導コイル部に接続されている、請求項１７～１９のいずれか１項に記載の方法。
【請求項２１】
前記回転支持システムの使用によって、前記ばねを長手方向軸に沿って前記誘導加熱領域内に移動させる工程をさらに含む、請求項１７～２０のいずれか１項に記載の方法。
【請求項２２】
前記第１のローラは、前記誘導加熱領域の長手方向の長さ及び前記第１のローラの少なくとも一部分が前記誘導加熱領域の外周を越えて延びる長さより長い、長手方向長さを有する、請求項１７～２１のいずれか１項に記載の方法。
【請求項２３】
前記回転支持システムは、垂直方向に運動する垂直駆動装置と、前記垂直駆動装置の前記垂直方向の運動を前記第１及び第２のばね支持部の間隔の変化の運動に変換するばね支持部移動装置と、を備える、請求項１７～２２のいずれか１項に記載の方法。
【請求項２４】
前記第１及び第２のばね支持部の前記長手方向軸が、前記ばねの加熱の間に前記ばねの中心軸の下方に位置する、請求項１７～２３のいずれか１項に記載の方法。
【請求項２５】
前記ばねは、らせん形の形状を有する、請求項１７～２４のいずれか１項に記載の方法。
【請求項２６】
前記第１のローラの前記第１の外面は、非導電性材料から形成される、請求項１７～２５のいずれか１項に記載の方法。
【請求項２７】
前記第２のばね支持部は、第２のローラであって、前記ばねの前記外面に接し、前記ばねを少なくとも部分的に支持し、前記第２のローラが回転するときに前記ばねをばねの長手方向軸の周りで回転させるように構成された第２の外面を有するように構成される第２のローラを含む、請求項１７～２６のいずれか１項に記載の方法。
【請求項２８】
前記第２のローラの前記第２の外面は、非導電性材料から形成される、請求項２７に記載の方法。
【請求項２９】
前記誘導コイルシステムは、前記ばねの加熱の間に前記ばねから間隔を置いて配置される、請求項１７～２８のいずれか１項に記載の方法。

【請求項３０】
前記回転支持システムは、前記ばねの加熱の間に前記ばねを一定の回転速度で回転させる、請求項１７～２９のいずれか１項に記載の方法。
【請求項３１】
前記回転支持システムは、前記ばねの加熱の間に前記ばねを可変の回転速度で回転させる、請求項１７～２９のいずれか１項に記載の方法。
【請求項３２】
焼入れタンクを含み、前記焼入れタンクは加熱された前記ばねを受けるように構成される、請求項１７～３１のいずれか１項に記載の方法。
【発明の詳細な説明】
【技術分野】
【０００１】
本発明は、一般に金属ばねの硬化に関し、特に誘導加熱処理の使用によるばねの金属硬化に関する。
【背景技術】
【０００２】
金属硬化処理は、ばねの製造に用いられる標準的な処理である。一の普及している硬化処理は、伝統的な雰囲気炉からなる。そのような硬化処理は、非常にゆっくりである。ばねは、種々の金属（例えば、ステンレス鋼、炭素鋼、合金鋼、等）から形成することができる。ばねの金属が適正に硬化され及び焼き戻しされるとき、硬さ及び微小構造のような具体的な金属学的パラメータが達成され得る。
【０００３】
ばねが伝統的な雰囲気炉によって硬化されるとき、ばねは、先ずある温度に設定されたオーブン内に特定の時間置かれる。その後、ばねは取り出されて、油又はその他の焼入れ液にて焼入れされる。この初期硬化処理の後、ばねの硬さは一般的に所望のものより高い。従って、ばねが所望の物理的性質を得るまで、ばねは一般的に焼き戻し処理に供される。ばねが適正に処理されるとき、鋼の結晶構造のいくらかは、ばねの所望の中心構造及びばねの所望の表面硬さを与えるように、多量の炭化物が溶解した焼き戻しマルテンサイトに変化する。
【０００４】
ばねの硬化に用いられる他の処理は、誘導加熱である。誘導加熱処理は、ばねの導電性材料内に電磁場を誘導することにより起こる。渦電流は、抵抗がジュール熱を引き起こす導電性材料内に発生する。誘導加熱は、加熱の要求が製品をオーステナイト化するのに十分な程度より高ければ、鋼の融点まで鋼を加熱するために用いることができる。
【０００５】
誘導加熱処理は、伝統的な雰囲気炉による加熱よりも速い加熱サイクル時間を提供することができる。また、誘導加熱処理は、ばねの原材料の取扱いを単純化することができるとともに、硬化処理におけるばねの原材料の取扱いの自動化を潜在的に可能にすることができる。誘導加熱は伝統的な雰囲気炉に対していくつかの利点を有するが、ばねの誘導加熱は、ばねの長さ方向全体に亘るばねの均等な加熱、ばねの端部の過熱、及び誘導コイルの効率の維持について、問題点を有する。
【０００６】
ばねの硬化の技術の現状に鑑み、伝統的な雰囲気炉を介する硬化よりも少ない労働力で少ない時間消費であって、ばねの長さ方向全体に亘ってばねを均等に加熱する、改良された硬化処理の要求がある。
【発明の概要】
【課題を解決するための手段】
【０００７】
本発明は、新規な誘導加熱処理の使用による金属ばねの硬化に関する。本発明の硬化処理は、コイルばねとともに用いる従来の誘導加熱処理の欠点に対し、克服し及び対処する

。発明は特に、まっすぐな、円筒状の圧縮ばね（例えば、らせんばね、等）又は蜂の巣形の圧縮ばねに関する。しかしながら、本発明の硬化処理を他の種類のばねの硬化に用いることができる。本発明の硬化処理は、伝統的な雰囲気炉による加熱よりも顕著に短い継続時間でばねの均等な加熱分布を生じさせるとともに、本発明の硬化処理が伝統的な雰囲気炉を用いる伝統的な硬化処理によって硬化されたばねに対し金属学的に同等又は優れたばねを生産する、ばねの誘導加熱の使用を含む。

【０００８】

本発明の一の非限定的な観点では、誘導コイルのための新規な誘導コイル構成が提供される。誘導コイルは一般的に液冷式である。しかしながら、誘導コイルは他の又は追加の方法により冷却されることとしてよい。発明の一の非限定的な実施形態では、誘導コイルは、少なくともばねの長手方向長さの一部に沿ってばねの２つの側部に位置する。理解され得るように、誘導コイルのコイルは、ばねの２つの側部の他にも位置することができる。一般的に、複数の誘導コイルは、少なくともばねの長手方向長さの一部に沿って互いにほぼ一定距離だけ離隔する。典型的には、複数の誘導コイルは、ばねの長手方向長さの全部に沿って互いにほぼ一定距離だけ離隔する。多くの異なる誘導コイル構成がばねの加熱に用いられ得る。一の非限定的な設計では、誘導コイルはほぼ正方形又は長方形の形状を有する。発明の他の非限定的な実施形態では、誘導コイルは１回以上の巻きを備えることで減少する内径を有する。そのような構成では、少なくともばねの長手方向長さの一部に沿って少なくとも２つのコイルが位置し、並びに、ばねの対向する側部に及び少なくともばねの長手方向長さの一部に沿って少なくとも１つのコイルが位置する。誘導コイル構成のいずれかについて理解され得るように、ａ）ばねの各側部のコイルの数は同一の又は異なるものであってもよい、ｂ）ばねの１つ以上の長手方向の側部の１つ以上のコイルの長さは同一であってもよく又は異なっていてもよい、ｃ）ばねの１つ以上の長手方向の側部の１つ以上のコイルの長さは同一の又は異なるものであってもよい、ｄ）１つ以上のコイルの長さはばねの長手方向長さに対し大きい、等しい又は小さいものであってもよい、ｅ）コイルの長手方向長さに沿った１つ以上のコイルの断面積は一定の又は変化するものであってもよい、ｆ）２つ以上のコイルの断面積は同一の又は異なるものであってもよい、ｇ）ばねの長手方向長さに沿ったばねからの１つ以上のコイルの間隔は一定の又は変化するものであってもよい、及び／又は、ｈ）２つ以上のコイルは、ばねの長手方向長さの過半部分又は全てに沿って同一の又は平行な面内にあってもよい。発明のさらに他の非限定的な実施形態では、１つより多い誘導コイルがばねの加熱に用いられ得る。新規な誘導コイル構成は、ばねの誘導加熱の間に発生した渦電流が加熱領域の２つの高度に集中した「ビーム（beams）」に集まり、それによってばねの効率的な加熱を起こすことを可能とする。ばねを通る自然な導電作用と結び付く加熱効果は、一貫し且つ急速なばねの加熱を与える。

【０００９】

本発明の他の及び／又は代替の非限定的な観点では、ばねの誘導加熱の間にばねはゆっくりと回転する。ばねは、いかなる方向に回転することとしてもよい。誘導加熱の間のばねの回転速度は、一般的に約１００ｒｐｍより小さく、典型的には約５０ｒｐｍより小さく、より典型的には約０．２５～４０ｒｐｍであり、さらにより典型的には約１～３０ｒｐｍである。ばねの回転速度は、ばねの誘導加熱の間に一定の又は変化するものであり得る。誘導加熱の間のばねのゆっくりとした回転速度は、誘導加熱の間のばねの加熱のより適正な分布をもたらすことが見出された。高すぎる回転速度は、誘導加熱の間にばねの端部の過熱を招くことが見出された。そのような過熱は、誘導加熱の間にばねの端部コイルの一部との溶接を招き、及び／又は、ばねの微小構造を不利に変化させる可能性がある。加えて、回転及び加熱の間にばねをその側部にて支持することによって、加熱処理の間のばねの自身の重量に基づく撓み及び変形も抑制又は防止されることが見出された。発明の一の非限定的な実施形態では、ばねの加熱の間にばねを回転させるためにローラが用いられる。１つ以上のばねが２つ以上のローラ上に置かれる。ローラは、一般的に、１つ以上のばねの加熱の間に１つ以上のばねに対してホットポイントを作らないよう、１つ以上の

誘導コイルによって加熱されない材料（例えば、セラミック、等）から形成される。理解され得るように、他の又は追加の材料がローラの１つ以上の部分を形成するために用いられ得る。ローラが用いられるとき、ばねは、一般的に加熱及び回転の処理の間ローラ上に置かれローラに支持される。しかしながら、これは必須ではない。ローラはまた、ローラの長手方向長さに沿って１つ以上のばねを移動させるために用いることができる。しかしながら、これは必須ではない。１つ以上のローラの回転速度及び／又は回転方向は、インダクタの１つ以上のコイルの方に向けて、コイル間を、及び／又はコイルから離れるように、ばねを移動させるように制御され得る。しかしながら、これは必須ではない。

【００１０】

本発明のさらに他の及び／又は代替の非限定的な観点では、誘導コイルの１つ以上のコイルは、ばねが加熱されるときにばねの中心軸の上方又は下方に位置する。誘導コイルのそのような位置決めは、ばねのより均一な加熱を与えることが見出された。一般的に、１つ以上の誘導コイルの中心軸はばねの中心軸からばねの直径の５～５０％だけオフセットし、典型的にはばねの直径の１０～４５％であり、さらにより典型的にはばねの直径の１０～４０％である。

【００１１】

本発明のさらに他の及び／又は代替の非限定的な観点では、ばねの自動加熱を促進するために、加熱処理の間にばねが誘導コイルの長手方向長さに沿って連続的に移動できるように、誘導コイルが構成され得る。指標付けられた配置は、ローラ上の複数のばねの供給及び／又は位置決めを促進するために、選択的に用いることができる。そのような配置は、ばねの加熱の自動化を促進するために用いることができる。

【００１２】

本発明のさらにまた他の及び／又は代替の非限定的な観点では、ばねを回転させるローラは、ローラの長手方向長さに沿ってばねを移動させるために様々な速度で回転するように設計され得る。しかしながら、これは必須ではない。

【００１３】

本発明のさらなる及び／又は代替の非限定的な観点では、ばねを回転させる複数のローラは、互いに向かうように及び／又は互いから離れるように移動することができる。しかしながら、これは必須ではない。そのような配置において、複数のローラは、ばねがローラ間に落ちることができるように、互いに離隔するよう設計され得る。例えば、ばねは、ばねの加熱後にローラ間から焼入れタンク内に落下することができる。しかしながら、これは必須ではない。理解され得るように、１つ以上のばねは、様々な方法（例えば、焼入れ液の噴射、焼入れタンク内への挿入、等）で焼入れされることとしてよい。

【００１４】

一般的に、誘導加熱のための２つの基本的なアプローチがある。第１のアプローチは、表面の加熱を発生させるために高周波電源を用いることである。この種の加熱において、ばねの表面は加熱が集中する領域である。誘導がばねの表面だけで発生するとき、ばねの断面全体に亘る導電作用が完全な加熱を可能にする。この加熱方法はより速い。第２のアプローチは、深い浸透加熱又は表面下の加熱を発生させるために低周波電源を用いることである。この種の加熱は、通常はより遅いが、ばねの断面全体が同一の割合で温度上昇するのでより完全である。加熱のための「コア（core）」が非常に少ないので、ばねの熱処理として表面加熱は表面下の加熱よりも望ましい。

【００１５】

本発明のさらなる及び／又は代替の非限定的な観点では、焼入れタンクが、加熱されたばねを部分的に又は全体的に焼入れするために用いられる。本発明の一の非限定的な実施形態では、焼入れタンクは、ローラの下方に位置し、加熱されたばねがローラ間を通過し又はローラの端からそれて通過したときに、加熱されたばねを受けるように設計されている。焼入れ流体は、一般的に油であるか又は油を含む。しかしながら、他の又は追加の焼入れ流体を用いることができる。

【００１６】

本発明のまたさらなる及び／又は代替の非限定的な観点では、温度モニタが、加熱されたばねの温度を監視するために用いられる。

【００１７】

本発明のまたさらなる及び/又は代替の非限定的な観点では、ばねを硬化するための誘導コイル構成は、一般的に以下の特徴の１つ以上又は全てを有する。

・ばねを加熱するために単一の誘導コイルが用いられるとき、誘導コイルの形状は一般的に「丸められた長方形」又は「角ばった長方形」の構成を有する。誘導コイルが１回より多い巻きを含むとき、誘導コイルは減少する内径を有し、すべてのコイル区分でほぼ同一の平面内に保たれる。

・誘導コイルの水の入口は、誘導コイルの最大有効加熱長さと干渉しないように、一般的に誘導コイルの一方の側にオフセットして位置する。

・誘導コイルの有効加熱長さ（すなわち、ばねが誘導コイル間に置かれ得る長さ）は、一般的に誘導コイルの丸められていない部分を含まない。

・多数のばねが誘導コイルによって同時に加熱されるとき、別々のばねの端部同士は、一方又は両方のばねの端部の望ましくない過熱を抑制又は防止するために、互いにばねのワイヤ直径の少なくとも約０．２５～５倍で離隔すべきである。

・ばねの側部は、内側の誘導コイルループの表面からばねのワイヤ直径の約０．２５～３倍に置かれるべきである。一般的に、ばねの均一な加熱が得られるように、内側の誘導コイルループからのばねの両方の側部の間隔はほぼ同一である。

・誘導コイルの丸められていない誘導ループ部分間の間隔は、一般的に丸められていない誘導ループ部分の長手方向長さの全部に沿って一定に保たれており、隣接する丸められていない誘導ループ部分間の間隔は、丸められていない誘導ループ部分の平均幅（例えば、管の直径）の約０．０１～１倍である。

・ばねを加熱するために単一の誘導コイルが用いられるとき、誘導コイルにおける誘導コイルループの数は、一般的に１～５個であり、典型的には加熱されるばねのワイヤ直径に依存する。ばねのより大きいワイヤ直径は、誘導コイルにおいてより多い数の誘導コイルループを必要とする。

【００１８】

本発明の一の非限定的な目的は、ばねの加熱が改良された誘導加熱装置を提供することである。

【００１９】

本発明の他の及び／又は代替の非限定的な目的は、２つ以上のローラに支持される１つ以上のばねを加熱する誘導加熱装置を提供することである。

【００２０】

本発明のさらに他の及び／又は代替の非限定的な目的は、少なくとも２つのコイル部分であって、２つのコイル部分の少なくとも一部が互いに平行で、１つ以上のばねがそのような平行な部分間に位置することを可能とするように設計され、そのような平行な部分間に少なくとも部分的に位置するときに１つ以上のばねを加熱するように設計された、少なくとも２つのコイル部分を含む誘導加熱装置を提供することである。

【００２１】

本発明のさらに他の及び／又は代替の非限定的な目的は、ばねの加熱の間にばねの回転速度を制御する誘導加熱装置を提供することである。

【００２２】

本発明のさらにまた他の及び／又は代替の非限定的な目的は、ばねを適正に加熱するように、誘導加熱装置の１つ以上のコイル部分からのばねの距離を制御するために用いられる誘導コイル構成を含む誘導加熱装置を提供することである。

【００２３】

本発明の他の及び／又は代替の非限定的な目的は、ばねの加熱に悪影響を及ぼさないように、加熱処理の間に２つ以上のばねが互いに十分な距離を保つ誘導加熱装置を提供することである。

【００２４】
本発明のさらに他の及び／又は代替の非限定的な目的は、１つ以上の誘導コイルがほぼ「丸められた長方形若しくは正方形」、「角ばった長方形」又は「正方形」の構成を有する誘導加熱装置を提供することである。
【００２５】
本発明のさらに他の及び／又は代替の非限定的な目的は、１回より多い巻きを有する誘導コイルを含み、誘導コイルは減少する内径を有し全てのコイル区分がほぼ同一の水平面内にある、誘導加熱装置を提供することである。
【００２６】
本発明のさらにまた他の及び／又は代替の非限定的な目的は、誘導コイルの最大有効加熱長さと干渉しないように、一般的に誘導コイルの一方の側へオフセットして位置する水の入口を有する誘導コイルを含む、誘導加熱装置を提供することである。
【００２７】
本発明の他の及び／又は代替の非限定的な目的は、一般的に非丸め部分を含まない有効加熱長さを有する誘導コイルを含む、誘導加熱装置を提供することである。
【００２８】
本発明の他の及び／又は代替の非限定的な目的は、複数のばねの一方又は両方の望ましくない過熱を抑制又は防止するように、多数のばねが互いに十分に離隔するよう隣接した端部を有する、誘導加熱装置を提供することである。
【００２９】
本発明のさらに他の及び／又は代替の非限定的な目的は、ばねを適正に加熱するために、ばねから十分な距離で離隔した誘導コイルを含む、誘導加熱装置を提供することである。
【００３０】
本発明のさらにまた他の及び／又は代替の非限定的な目的は、ばねを適正に加熱するために、ばねから均一に離隔した誘導コイルを含む、誘導加熱装置を提供することである。
【００３１】
本発明の他の及び／又は代替の非限定的な目的は、従来の加熱処理が施されたばねよりも低い残留応力を有するようにばねを処理する誘導加熱装置を提供することである。
【００３２】
これらの及び他の目的及び利点は、添付の図面とともに以下の説明から明らかになるだろう。
【００３３】
物理的形態において、またある部品及び部品の配置において、発明が採る種々の実施形態を図示する図面への参照は、以下のようになされる。
【図面の簡単な説明】
【００３４】
【図１】本発明によるばねの処理のための一の非限定的な装置を示す側面図である。
【図２】本発明によるばねのための一の非限定的な加熱装置を図示する図１の拡大図である。
【図３】図１の線３－３に沿った断面図である。
【図４】ばねがローラ間を通過することできるように複数のローラが離れていることを除いて、図３と同様の断面図である。
【図５】図１の線５－５に沿った断面図である。
【図６】複数のローラが離れていることを除いて、図５と同様の断面図である。
【図７】本発明によってばねを加熱するために用いられ得る一の非限定的な誘導コイルを示す立面図である。
【図８】本発明によってばねを加熱するために用いられ得る他の非限定的な誘導コイルを示す立面図である。
【図９】本発明の硬化処理によるばねの深さに対し硬化したばねの残留応力について、従

来の硬化処理と比較するグラフである。

【発明を実施するための形態】

【００３５】

発明の非限定的な実施形態を図示する目的のみであって発明を限定する目的ではない開示である図面を参照すると、図１～６は、本発明によるばねの加熱及び硬化のための一の非限定的な処理装置１００を示す。処理装置１００は、１つ以上のばねの加熱及び硬化のためのバッチ処理として図示されている。理解され得るように、処理装置１００は、連続的な非バッチ処理によってばねを加熱及び硬化するように構成することができる。しかしながら、これは必須ではない。処理装置１００によって加熱され及び硬化したばねは、典型的にはらせん形又は蜂の巣形であり、発明はそのようなばねを特に参照して説明されるだろう。しかしながら、他の種類のばねが加熱され及び硬化してもよいことは理解され得る。また、理解され得るように、ほぼ円形の断面形状を有する金属製の棒又は管はまた、処理装置１００によって加熱され及び硬化することができる。処理装置１００によって加熱され及び硬化したらせん形又は蜂の巣形のばねは、らせん形又は蜂の巣形のばねの長手方向長さの過半部分又は全体に沿って、ほぼ一定の形状で一定の断面形状及び／又は断面積を有する。しかしながら、これは必須ではない。らせん形又は蜂の巣形の少なくとも一部は、誘導コイルによって発生する磁界により加熱され得る導電性材料から形成される。典型的には、らせん形又は蜂の巣形のばねの過半部分又は全てが、誘導コイルによって発生する磁界により加熱され得る導電性材料から形成される。らせん形又は蜂の巣形のばねの長さ、及び／又は、らせん形又は蜂の巣形のばねのワイヤの厚さは、非限定的である。一般的に、らせん形又は蜂の巣形のばねのワイヤの厚さは、らせん形又は蜂の巣形のばねの長手方向長さに沿って一定である。しかしながら、これは必須ではない。２つ以上のらせん形又は蜂の巣形のばねが処理装置１００によって加熱され及び硬化するとき、そのようならせん形又は蜂の巣形のばねは一般的に同一の長さ、形状、断面形状、断面積及びワイヤ厚さを有する。しかしながら、これは必須ではない。

【００３６】

図１を参照すると、誘導装置２００、焼入れ装置７００及び制御装置８００を含む処理装置１００が図示されている。誘導装置は、誘導処理機器の種々の部品が取り付けられた処理フレーム２１０を含む。処理フレーム２１０は、床面Ｇ上に位置する脚部２２０を含むものとして図示されている。脚部は、床面に取り付けられてもよい。しかしながら、これは必須ではない。処理フレームはまた、処理フレームに堅牢性を与えるために脚部間に結合される、支持バー２３０を有するものとして図示されている。理解され得るように、処理フレームの構成は非限定的である。処理フレームは、一般的に金属のような耐久性材料から形成される。しかしながら、他の材料も使用され得る。処理フレームの材料は、非中空材料、管状材料、等から形成され得る。処理フレームは、脚部に結合される上部レール２４０を含む。

【００３７】

図１及び２に示すように、コイル支持及び回転システム３００は、処理フレームの上部レールに結合される。理解され得るように、コイル支持及び回転システムは、処理フレームに結合されることが必須ではない。コイル支持及び回転システム３００は、処理フレームの上部レールに結合される２つの端板３１０，３１２を有するものとして図示されている。端板のそれぞれに結合されているのは、１対のローラ支持脚部３２０，３２２，３３０，３３２である。ローラ支持脚部は、２つのローラ３４０，３４２を回転可能に支持する。２つのローラは互いに平行に位置しており、各ローラの長手方向軸はほぼ同一の水平面内にある。しかしながら、これは必須ではない。１つ以上の駆動装置Ｍは、ローラの一方又は両方を回転させるために用いられる。制御装置８００は、一方又は両方のローラの回転速度及び／又は回転方向を制御するために用いることができる。一般的に、２つのローラは、同一の直径を有しており同一の速度で回転する。しかしながら、これは必須ではない。

【００３８】

図１及び２に示すように、複数のローラは、ローラがらせんばね４００，４１０を支持できるように、ある距離だけ互いに離隔する。１つ以上のらせん形又は蜂の巣形のばねは、ローラ上に位置する間に一度に処理され得る。ローラの長さ、ばねの長さ、大きさ及び重量、並びに、誘導コイル５００の大きさ及び構成は、一般的にローラにおいて同時に加熱し得るばねの最大個数を決定する。

【００３９】

図１及び２に示すように、２つのらせんばねは、ローラの外面上に位置し支持される。２つのらせんばねは、一般的に、同一の長さ、同一のワイヤサイズ、並びに、同一の断面形状及び断面積を有するものとして図示される。しかしながら、これは必須ではない。ローラ上に１つより多いばねが位置するとき、ばねの適正な加熱を阻害しないように、複数のばねの端部は一般的に互いに離隔する。ローラ上の３つ以上のばねの間隔は、同一である必要はないが、ばね間の最小ばね間隔は維持されるべきである。一般的に、多数のばねがローラ上で同時に加熱されるとき、別々のばね同士の端部は、ばねの一方又は両方の端部の望ましくない過熱を抑制又は防止するために、最大ワイヤ直径のばねのワイヤ直径の少なくとも約０．２５倍だけ離隔すべきである。典型的には、別々のばね同士の端部は最大ワイヤ直径のばねのワイヤ直径の少なくとも約０．５倍だけ離隔し、より典型的には最大ワイヤ直径のばねのワイヤ直径の少なくとも約１倍だけ離隔し、さらにより典型的には最大ワイヤ直径のばねのワイヤ直径の少なくとも約２倍だけ離隔し、さらにより典型的には最大ワイヤ直径のばねのワイヤ直径の少なくとも約３倍だけ離隔し、さらにまたより典型的には最大ワイヤ直径のばねのワイヤ直径の少なくとも約４倍だけ離隔する。ばね同士の端部が離隔し得る最大距離は、非限定的である。

【００４０】

図２及び３を参照すると、ローラ上の１つ以上のらせんばねは、誘導コイル５００のコイル脚部５１０，５１２間に位置する。コイル脚部５１０，５１２は、互いにほぼ平行である。また、コイル脚部５１０，５１２は、それぞれほぼ同一面内にある長手方向軸を有する。しかしながら、これは必須ではない。図２に示すように、２つのローラの長手方向軸の水平面は、コイル脚部５１０，５１２の長手方向軸の水平面とほぼ平行である。そのような配置は、ローラ上のらせんばねの中心軸と平行な軸上にコイル脚部５１０，５１２が整列することを確保する。コイル脚部の長手方向軸は、らせんばねがローラ上に位置し及び支持されるときに、らせんばねの長手方向の中心軸に対して上方、下方又は同一の高さに位置し得る。図３に示すように、コイル脚部の長手方向軸は、らせんばねがローラ上に位置し及び支持されるときに、らせんばねの長手方向の中心軸に対して同一の高さに位置する。

【００４１】

コイル脚部５１０，５１２からローラ上の１つ以上のらせんばねの外面までの距離は、らせんばねの均一な加熱が得られるように制御される。一般的に、コイル脚部５１０，５１２かららせんばねの外面までの間隔Ｓは、図３に示されるものと同一である。一般的に、誘導コイルのコイル脚部かららせんばねの外面までの間隔は、らせんばねのワイヤ直径の少なくとも約０．２５倍である。誘導コイル脚部間の間隔は、一般的にワイヤの直径及び／又はらせんばねの直径に依存する。ばねの長手方向長さ又は長手方向軸に沿って一定の断面形状及び／又は断面積を有しないばねのために、誘導コイルの形状は、ばねの外面と誘導コイルとの適正な間隔を保つためにカスタマイズすることができる。従って、調整可能な誘導コイルは、異なる形状のばねを適合させるために用いられ得る。一般的に、ばねの長さの過半部分はばねの外面と誘導コイルとの間で一定間隔を有し、典型的にはばねの長さの少なくとも約７０％がばねの外面と誘導コイルとの間で一定間隔を有し、より典型的にはばねの長さの少なくとも約７５％がばねの外面と誘導コイルとの間で一定間隔を有し、さらにより典型的にはばねの長さの少なくとも約８０％がばねの外面と誘導コイルとの間で一定間隔を有し、さらにより典型的にはばねの長さの少なくとも約８５％がばねの外面と誘導コイルとの間で一定間隔を有し、さらにまたより典型的にはばねの長さの少なくとも約９０％がばねの外面と誘導コイルとの間で一定間隔を有し、さらにまたより典

型的にはばねの長さの少なくとも約９５％がばねの外面と誘導コイルとの間で一定間隔を有し、さらにまたより典型的にはばねの長さの約９６～１００％がばねの外面と誘導コイルとの間で一定間隔を有する。典型的には、誘導コイルのコイル脚部かららせんばねの外面までの間隔はらせんばねのワイヤ直径の約０．２５～１０倍であり、より典型的には誘導コイルのコイル脚部かららせんばねの外面までの間隔はらせんばねのワイヤ直径の約０．２５～５倍であり、さらにより典型的には誘導コイルのコイル脚部かららせんばねの外面までの間隔はらせんばねのワイヤ直径の約０．５～３倍であり、さらにより典型的には誘導コイルのコイル脚部かららせんばねの外面までの間隔はらせんばねのワイヤ直径の約０．５～２倍であり、さらにまたより典型的には誘導コイルのコイル脚部かららせんばねの外面までの間隔はらせんばねのワイヤ直径の約１～２倍である。

【００４２】

ローラ上の１つ以上のらせんばねの加熱に用いられる誘導コイルの形状は、非限定的である。図２及び７は、本発明にて用いることができる誘導コイルの一の非限定的な構成を示す。図８は、本発明にて用いることができる誘導コイルの他の非限定的な構成を示す。図２，７及び８に示された誘導コイルの構成のそれぞれにおいて、誘導加熱コイルのコイル脚部は、互いに平行に位置する。コイル脚部のそのような平行配置は、そのようならせんばねがローラ上に位置するときにらせんばねの均一な加熱をひき起こすことが見出された。

【００４３】

図２及び７を参照すると、誘導コイル５００は、コイル脚部５１０，５１２と、２つのスペーサ５２０，５２２と、端部５３０と、接続板５５０，５５２をそれぞれ含む接続脚部５４０，５４２と、を含む。接続板５５０，５５２は、図１及び２に示されるように、電力及び冷却流体源６００に接続するように設計される。接続板は、電力及び冷却流体源６００の接続パネル６１０，６１２に接続するために用いられる開口部５６０，５６２を含む。誘導コイルは、銅のような、しかし限定されない、一般的に導電性の金属から形成される。誘導コイルは、電流が誘導コイルに流れるときに管を冷却するため管内に冷却流体を流せるように、一般的に管状である。スペーサ５２０，５２２は、セラミック材料のような、しかし限定されない、一般的に非導電性の材料から形成される。端部５３０及び接続脚部５４０，５４２の形状及び大きさは、非限定的である。コイル脚部５１０，５１２の断面形状及び断面積は、非限定的である。一般的に、コイル脚部５１０，５１２の断面形状及び断面積は、同一であって、コイル脚部の長手方向長さに沿って一定である。しかしながら、これは必須ではない。コイル脚部の断面形状は、ほぼ円形として図示されている。しかしながら、他の断面形状（例えば、楕円形、正方形、長方形、他の多角形、等）を用いることができることは理解され得る。

【００４４】

図２及び７に示された誘導コイル５００が１回巻きの誘導コイルであるのに対し、図８を参照すると、誘導コイル９００は２回巻きの誘導コイルである。誘導コイル９００は、内側コイル脚部９１０，９１２と、外側コイル脚部９２０，９２２と、４つのコイルスペーサ９３０，９３２，９３４，９３６と、端部９４０，９４２と、中間部９４４と、接続板９６０，９６２をそれぞれ含む接続脚部９５０，９５２と、を含む。接続板９６０，９６２は、電力及び冷却流体源６００に接続するよう設計される。接続板は、電力及び冷却流体源６００の接続パネル６１０，６１２に接続するために用いられる開口部９７０，９７２を含む。誘導コイル９００を形成するために用いられる材料は、誘導コイル５００を形成するために用いられる上述の材料と同様である。スペーサは、内側コイル脚部と外側コイル脚部との間隔を維持するものとして図示されている。しかしながら、内側コイル脚部間の間隔をも維持するために、又は内側コイル脚部間の間隔だけを維持するために、１つ以上のスペーサを用いることができることは理解され得る。内側コイル脚部及び外側コイル脚部は、互いに平行であるものとして図示されている。内側コイル脚部及び外側コイル脚部の断面形状及び断面積は、非限定的である。一般的に、内側コイル脚部及び外側コイル脚部の断面形状及び断面積は、同一であって、コイル脚部の長手方向長さに沿って一

定である。しかしながら、これは必須ではない。内側コイル脚部及び外側コイル脚部の中心の長手方向軸は、ほぼ同一平面内にある。しかしながら、これは必須ではない。隣接して位置する内側コイル脚部と外側コイル脚部との間隔は、内側コイル脚部及び外側コイル脚部の長手方向長さの全体に沿ってほぼ一定に維持される。一般的に、隣接して位置する内側コイル脚部と外側コイル脚部との間隔は、内側コイル脚部及び／又は外側コイル脚部の平均幅（例えば、管状脚部の直径）の少なくとも約０．０１倍である。典型的には、隣接して位置する内側コイル脚部と外側コイル脚部との間隔は内側コイル脚部及び／又は外側コイル脚部の平均幅の約０．０１～３倍であり、より典型的には内側コイル脚部及び／又は外側コイル脚部の平均幅の約０．０１～２倍であり、さらにより典型的には内側コイル脚部及び／又は外側コイル脚部の平均幅の約０．０１～１倍であり、さらにまたより典型的には内側コイル脚部及び／又は外側コイル脚部の平均幅の約０．０５～０．５倍である。端部９４０，９４２、中間部９４４及び接続脚部９５０，９５２の形状及び大きさは、非限定的である。端部９４０，９４２は、内側コイル脚部及び外側コイル脚部の水平面から上方にカーブするものとして図示されている。しかしながら、これは必須ではない。理解され得るように、端部は代替として下方にカーブすることができる。端部の上方にカーブする構成は、１つ以上のらせんコイルを内側コイル脚部間及び外側コイル脚部間に供給することができるように用いられ得る。しかしながら、これは必須ではない。例えば、一方又は両方のローラの回転速度及び／又は回転方向は、ローラの長手方向長さに沿った１つ以上のらせんばねに用いることができる。１つ以上のローラは、１つ以上の非平滑領域（例えば、溝、畝、等）を選択的に含んでおり、それはローラの長手方向長さに沿って１つ以上の非平滑領域において運動を促進するためである。端部の構成は、そのような供給装置にて用いることができる。理解され得るように、中間部９４４もまた、ローラ上のらせんばねの長手方向の運動を促進するために上方又は下方にカーブすることができる。誘導コイル９００は、「丸められた長方形」の形状を有する。コイル同士が互いのわずかに内側に位置するとき、このコイル構成が、加熱中のらせんばね内での渦電流を増強し、より集中した表面加熱パターンを与えることが見出された。この誘導コイル構成は、キュリー温度の全体に亘って非常に一貫した熱分布を与え、らせんばねを温度上昇させ１～２分以内にオーステナイト化することを可能とした。誘導コイルのコイルは、２つのコイルのそれぞれの巻きが次第に小さくなるとき実質的に同一水平面内にあるように図示されている。

【００４５】

誘導コイル９００は、２回より多い巻きを有するように変更することができる。また、誘導コイル９００は、誘導コイルのそれぞれの側で異なる数の脚部となるように変更することができる（例えば、一方の側に１つのコイル脚部で他方に２つのコイル脚部、等）。

【００４６】

図示されない、用いられ得る他の種類の誘導コイルは、各コイル脚部が複数の脚区分に分割される、２組のコイル脚部を含む誘導コイルである。各コイル脚部は、複数の脚区分から形成することができる（例えば、２つの脚区分、３つの脚区分、４つの脚区分、５つの脚区分、等）。２つのコイル脚部のための脚区分は、一般的に同一の長さ、断面形状及び断面サイズを有することができる。しかしながら、これは必須ではない。コイル脚部の断面形状は、非限定的である（例えば、正方形、円形、楕円形、他の多角形、等）。コイル脚部の脚区分は、一般的に、対面するように互いに整列し、対向する区分と同一の長さ、断面形状及び断面サイズを有する。しかしながら、これは必須ではない。各コイル脚部の脚区分の中心軸は、一般的に同一軸にある。しかしながら、これは必須ではない。２つの脚区分の中心軸は、一般的に、互いに平行であって同一水平面内にある。しかしながら、これは必須ではない。中間結合部は、コイル脚部の脚区分同士を結合するために用いることができる。しかしながら、これは必須ではない。中間結合部の形状及び大きさは、非限定的である。誘導コイルは、２つのコイル脚部同士を結合する端部を含むことができる。しかしながら、これは必須ではない。それぞれが結合板を含む２つの結合脚部は、２つのコイル脚部に結合することができる。２つの結合脚部の構成及び機能は、図２，７及び

８に示された結合脚部と同一とすることができる。しかしながら、これは必須ではない。誘導コイルを形成するために用いられる材料は、誘導コイル５００及び／又は９００を形成するために用いられる上述の材料と同様とすることができる。しかしながら、これは必須ではない。１つ以上のスペーサは、コイル脚部間の間隔を維持するために用いることができる。しかしながら、これは必須ではない。対面する各脚区分は、単一のらせんばねを加熱するように設計することができる。従って、３組の対面する脚区分を有する誘導コイルは、３つのらせんばねを同時に加熱するために用いることができる。理解され得るように、そのような誘導コイルは、一度に１つのらせんばね又は一度に２つのらせんばねを加熱するのみのために用いることができる。２つ以上のばねが同時に加熱されるとき、らせんばねの適正な加熱を確保するため、互いの脚区分の間隔は、脚区分の対向する各対間に位置するらせんばねが互いに十分な距離での離隔を確保するように用いることができる。

【００４７】

再び図１を参照すると、制御装置８００は、誘導コイルへの電力、誘導コイルの冷却、及び／又は、一方若しくは両方のローラの回転速度を制御するために用いられる。理解され得るように、制御装置８００は、他の又は追加の機能を有することができる。制御装置８００は、処理フレーム２１０と結合するように図示されている。しかしながら、これは必須ではない。図２は、電力及び冷却流体源６００もまた処理フレーム２１０と結合されることを示す。しかしながら、これは必須ではない。制御装置８００は、らせんばねの加熱及び硬化を監視及び／又は制御するための、１つ以上のスイッチ８０２、表示パネル８０４、ソフトウェアプログラム、プロセッサ、等を含むことができる。誘導システムの動作は周知であり、それゆえ本明細書では詳細を説明されないだろう。制御装置８００は、らせんばねの温度の監視に用いられ得る温度モニタ８１０を選択的に含むことができる。温度情報は、らせんばねの加熱を制御するために用いることができる。

【００４８】

図３を参照すると、ローラ３４０，３４２は、らせんばねが誘導コイルによって加熱されるときに矢印で示される回転をするよう設計される。図３は、誘導コイルから離隔して誘導コイルの下方に位置するローラを示す。ローラが回転するとき、そのような回転は、らせんばねに矢印で示される回転を引き起こす。らせんばねが加熱される間、らせんばねは時計回り及び／又は反時計回りに回転することができる。らせんばねの回転速度は、ローラの回転速度の制御によって制御され得る。らせんばねは、らせんばねの加熱処理の前、途中、及び／又は後に回転することとしてよい。一般的に、らせんばねが加熱される時間の少なくとも過半部分の間らせんばねは回転し、典型的にはらせんばねが加熱される時間の少なくとも約７０％であり、より典型的にはらせんばねが加熱される時間の少なくとも約７５％であり、さらにより典型的にはらせんばねが加熱される時間の少なくとも約８０％であり、さらにより典型的にはらせんばねが加熱される時間の少なくとも約９０％であり、さらにまたより典型的にはらせんばねが加熱される時間の少なくとも約９５％であり、さらにまたより典型的にはらせんばねが加熱される時間の１００％である。一般的に、らせんコイルの加熱の間、らせんコイルは加熱処理の全体に亘って一定の速度で回転する。しかしながら、これは必須ではない。回転速度がらせんばねの加熱に影響を及ぼすことが見出された。らせんばねがあまりに速く回転すると、らせんばねは不適正に加熱され得ることが見出された。誘導加熱中のらせんばねの回転速度は、一般的に約１００ｒｐｍより遅く、典型的には約５０ｒｐｍより遅く、より典型的には約０．２５～４０ｒｐｍであり、さらにより典型的には約１～３０ｒｐｍであり、さらにより典型的には約２～２０ｒｐｍである。

【００４９】

ローラ同士の間隔は、誘導コイルのコイル脚部に対してらせんばねを適正に位置決めすることで調整することができる。しかしながら、これは必須ではない。ローラ同士の間隔を減少させて誘導コイルのコイル脚部に対してらせんコイルを上げることができ、又は、ローラ間隔を増加させて誘導コイルのコイル脚部に対してらせんコイルを下げることができる。図２，５及び６を参照すると、ローラ支持脚部３２０，３２２，３３０，３３２の

間隔は、調整フランジ３５０によって調整することができる。調整されるフランジは、駆動装置３６０によって上下動するように設計される。駆動装置は、ケーブル３６２，３６４を経由して給電され及び／又は制御される電気モータとすることができる。制御装置８００は、駆動装置の動作を制御するために用いられ得る。しかしながら、これは必須ではない。理解され得るように、駆動装置は手動機構であることができる。調整されるフランジの一の非限定的な構成は、図２，５及び６に示されている。調整フランジの上部３５２は、カーブするように図示されている。しかしながら、これは必須ではない。調整フランジの本体３５４は、鉛直スロット３５６を含み、ピン３５８，３６０がスロット内をスライドする。ピンはまた、端板３１０に調整フランジを固定するために用いられ得る。しかしながら、これは必須ではない。調整フランジの上部は、ローラ支持脚部３２０，３２２上の肩部３２３，３２５と係合するように設計される。ローラ支持脚部３２０，３２２は、端板３１０に対して旋回可能に取り付けられる。ローラ支持脚部は、スロット３２７，３２９を含み、スロット３２７，３２９の中でピン３１４，３１５が移動できる。ローラ支持脚部３２０，３２２は、ピン３１６，３１７によって端板３１０に取り付けられ、ピン３１６，３１７の周りで旋回する。スロット３２７，３２９の大きさは、ローラ支持脚部の互いに対する運動量を規制する。付勢ばね３７０，３７２は、ローラ支持脚部同士を付勢するために用いられ得る。しかしながら、これは必須ではない。ばね取付部３７４，３７６は付勢ばねの一方の端と係合するように端板３１０に結合されることができ、付勢ばねの他方の端はローラ支持脚部のばねスロット３７７，３７８に挿入されることができる。図６に示すように、調整フランジ３５０が上方に移動するとき、調整フランジの上部は、ローラ支持脚部３２０，３２２の肩部３２３，３２５と係合し、ローラ支持脚部を互いと分離させる。スロット３５６及びピン３５８，３６０は、調整フランジの運動範囲を規制するために用いられる。調整フランジが下方に移動するとき、調整フランジの上部は下方に移動してローラ支持脚部３２０，３２２の肩部３２３，３２５との係合を解除し、付勢ばねは図５に示すようにローラ支持脚部を互いの方に向かって移動させる。同様の配置が、図１で部分的に示される端板３１２のローラ支持脚部３３０，３３２に用いられる。しかしながら、これは必須ではない。理解され得るように、互いのローラの間隔が調整されるように、ローラ支持脚部を互いの方に向かって又は互いから離れて移動させるために多様な配置を用いることができる。

【００５０】

処理装置１００の動作の間、らせんばねは、ローラ上に手動で若しくは自動的に挿入されることができ、及び／又は、誘導コイルに対してローラ上に位置決めされることができる。らせんばねの加熱処理は、手動で又は自動的に制御することとしてよい。

【００５１】

ローラ上の１つ以上のらせんばねが加熱された後、硬化処理を完了するためらせんばねは典型的には焼入れされる。一般的に、ばねは、焼入れ液でスプレーされ及び／又は焼入れ液に浸漬される。用いられる焼入れ液の典型例は、非限定的である。図１に示すように、焼入れ装置７００は、ローラ及び誘導コイルの下方に位置する。理解され得るように、焼入れ装置７００は、他の場所に位置することができる。焼入れ装置７００は、焼入れ流体７１０を含む焼入れタンク７０２を含むものとして図示されている。焼入れタンクが移動できるように、焼入れタンクは脚部７０４及び車輪７０６を含む。しかしながら、これは必須ではない。焼入れタンクから焼入れ流体を排出するため、焼入れタンクは排出弁７０８を含むことができる。しかしながら、これは必須ではない。焼入れタンクの大きさ及び構成は、非限定的である。図１に示された非限定的な実施形態では、らせんばねが加熱後に焼入れされるように、らせんばねは焼入れタンク内に落下する。らせんばねが図４に示されたローラ間に落下し焼入れタンク内の焼入れ液７１０に落下するように、ローラは図６に示されたように互いから離れて移動する。焼入れタンク内にらせんばねが落下すると、新たならせんばねが誘導コイルによって加熱できるように、複数のローラは近づくことができる。らせんばねが適正に焼入れされた後、焼入れタンク内のらせんばねを焼入れ液から手動で又は自動的に取り除くことができる。

【００５２】
本発明によるらせんばねの加熱及び硬化の処理は、従来のオーブンで加熱されたらせんばねに対し同等又は改良された特性を有する硬化ばねをもたらした。本発明の処理によって加熱されたらせんばねの微小硬度プロファイルは、らせんばね材料の全体に亘り且つ均一な硬化を有し、従来の加熱オーブンで加熱されたらせんばねに比べて改良された微小硬度を示した。本発明によるらせんばねの加熱及び硬化の処理はまた、従来の加熱オーブンで加熱されたらせんばねに比べて同等の結晶成長を備える同等のマルテンサイト結晶構造を有する硬化ばねをもたらした。本発明によるらせんばねの加熱及び硬化の処理はまた、伝統的な加熱オーブンで加熱されたらせんばねに比べて改良されたばね損失率を有する硬化ばねをもたらした。従って、本発明による処理で加熱され及び硬化したらせんばねは、伝統的な加熱オーブンで加熱された同等のらせんばねに比べてより長い動作寿命を有する。図９は、本発明による処理で加熱され及び硬化したらせんばねと、伝統的な又は従来の加熱オーブンで加熱されたらせんばねと、の残留応力のレートを示す。本発明による処理で加熱され及び硬化したらせんばねは、伝統的な加熱オーブンで加熱されたらせんばねに比べて改良された残留応力のレートを示した。従って、図９は、本発明による誘導加熱処理で加熱され及び硬化したらせんばねが、らせんばねのワイヤの厚さ全体に亘って、より低い残留応力で且つ負の残留応力を有することを示す。２つのばねはまた、焼入れ処理とショットピーニング処理とによって仕上げられた。従来のオーブンで加熱された同一のばねは、より高い残留応力を示し、約０．００６インチのワイヤ深さで残留応力が正の数値となった。従って、本発明による処理で加熱され及び硬化したらせんばねは、伝統的な加熱オーブンで加熱された同等のらせんばねに比べて潜在的により長い動作寿命を有する。

【００５３】
理解され得るように、本発明の処理によってらせんばねが加熱されると、らせんばねの所望の最終特性に至るまで、らせんばねはさらに処理されることができる。そのようなさらなる処理は、誘導加熱後のらせんばねの焼入れ、誘導加熱後のらせんばねの応力解放（例えば、焼ならし、等）、ばねの圧縮残留応力を導入するためのらせんばねのショットピーニング（シングルショットピーニング若しくはダブルショットピーニング）、らせんばねの研削、及び／又は、ショットピーニング後のらせんばねの降伏点をリセットするためのらせんばねの熱間セッティング、を含むことができる。熱間セッティングは、用いられるとき、らせんばねにねじり残留応力も形成する。本発明の誘導加熱処理と組み合わせられるこれらの追加処理は、伝統的な加熱オーブンで熱処理された同等のらせんばねに対して、改良された特性を有する硬化らせんばねの形成をもたらす。

【００５４】
このようにして、上記説明から明らかになったものの中で、前述の目的は効率的に達成されることが分かるであろう、また、本発明の精神及び範囲から逸脱することなく、前述の構成に、ある一定の変更をなし得るため、上記の説明に記載され、添付の図面に示す事柄は全て説明を目的とし、限定的な意味に解釈されないものとする。好ましい実施形態及び代替の実施形態を参照して本発明を説明してきた。本明細書に記載されている本発明の詳細な説明を読み、理解することによって、当業者には変更及び変形が明らかになるであろう。本発明は、このような変更及び変形が本発明の範囲内にある限り、このような変更及び変形を全て包含するものとする。下記の特許請求の範囲は、本明細書に記載の本発明の一般的な特徴及び具体的特徴を全て、並びに本発明の範囲に関する記載を全て包含するものであり、専門用語では、それらは本発明の範囲に入ると記載され得る。

（付記）

（付記１）

内面と外面と長手方向軸とを有するばねを硬化するための、ばねの硬化装置であって、

ａ．前記ばねを支持する回転支持システムであって、前記回転支持システムは第１及び第２のばね支持部と駆動装置とを含み、前記第１及び第２のばね支持部のそれぞれは長手方向軸を有し、前記第１のばね支持部は外面を有する第１のローラを含み、前記駆動装置は前記第１のローラを回転させるように設計され、前記第１及び第２のばね支持部は前記

ばねの前記長手方向軸が前記第１及び第２のばね支持部の前記長手方向軸と平行であるときに前記ばねを支持するように設計され、前記第１のローラの前記外面は、前記ばねの前記外面と接し、前記ばねを少なくとも部分的に支持し、前記第１のローラが回転するときに前記ばねをばねの長手方向軸の周りで回転させる、回転支持システムと、

ｂ．前記ばねが前記回転支持システムに支持されるときに前記ばねを加熱する誘導加熱システムであって、前記誘導加熱システムは誘導コイルシステムを含み、前記ばねの少なくとも一方の側部が前記回転支持システムに支持されるときに、前記ばねの加熱の間に前記誘導コイルシステムの一部が前記ばねの少なくとも一方の側部に位置するように前記コイルシステムが配置され、前記誘導コイルシステムは単一の誘導コイルを選択的に含む、誘導加熱システムと、

を備える、ばねの硬化装置。

（付記２）

前記第１のローラの前記外面は、非導電性材料から形成される、付記１に記載のばねの硬化装置。

（付記３）

前記回転支持システムは、前記ばねが前記誘導加熱システムによって加熱されるときに前記ばねを支持するとともに回転させる、付記１又は２に記載のばねの硬化装置。

（付記４）

前記回転支持システムは、前記ばねの加熱の間に前記ばねを一定の回転速度で回転させる、付記１～３のいずれか１つに記載のばねの硬化装置。

（付記５）

前記回転支持システムは、前記ばねの加熱の間に前記ばねを可変の回転速度で回転させる、付記１～３のいずれか１つに記載のばねの硬化装置。

（付記６）

前記回転支持システムは外面を有する第２のローラを含み、前記第１及び第２のローラの前記外面は、前記ばねの前記外面と接し、前記ばねを少なくとも部分的に支持し、前記第１のローラの長手方向軸の周りを少なくとも前記第１のローラが回転するときに前記ばねをばねの長手方向軸の周りで回転させる、付記１～５のいずれか１つに記載のばねの硬化装置。

（付記７）

ローラ機構を含み、前記ローラ機構は、前記第１及び第２のローラの間を前記ばねが通過可能にするために、前記第１及び第２のローラを互いに分離させるように設計される、付記１～６のいずれか１つに記載のばねの硬化装置。

（付記８）

前記誘導コイルシステムは、第１及び第２の誘導コイル部であって、ａ）互いに平行に位置し、ｂ）それぞれが前記ばねの長手方向長さの過半部分より大きい長さを有し、ｃ）前記ばねが前記誘導加熱システムによって加熱され及び回転するときに前記ばねの長手方向軸と平行な面内にある、第１及び第２の誘導コイル部を含み、前記第１及び第２の誘導コイル部は、前記ばねが加熱され及び前記回転支持システムによって回転するときに前記ばねの前記外面から同一距離だけ選択的に離隔する、付記１～７のいずれか１つに記載のばねの硬化装置。

（付記９）

前記誘導コイルシステムは第３及び第４の誘導コイル部を含み、前記第３の誘導コイル部は前記第１の誘導部と近接し且つ平行であり、前記第４の誘導コイル部は前記第２の誘導部と近接し且つ平行であり、前記ばねが前記誘導加熱システムによって加熱されるときに前記第３及び第４の誘導コイル部は前記ばねの前記外面から同一距離だけ選択的に離隔し、前記第３の誘導コイル部は、前記第４の誘導コイル部が前記第２の誘導部から離れて位置する距離と同一の距離だけ前記第１の誘導部から選択的に離れて位置する、付記８に記載のばねの硬化装置。

（付記１０）

焼入れタンクを含み、前記焼入れタンクは、前記ばねが前記第１及び第２のローラ間を通過した後に、加熱された前記ばねを受けるように設計される、付記１～９のいずれか１つに記載のばねの硬化装置。

（付記１１）

ａ．らせん形又は蜂の巣形の形状と外面と内面とを有するばねを用意する工程と、

ｂ．付記１～１０のいずれか１つに記載の回転支持システムを用意する工程と、

ｃ．付記１～１０のいずれか１つに記載の、前記ばねを加熱するための誘導加熱システムを用意する工程と、

ｄ．前記第１及び第２のばね支持部の前記外面上に前記ばねの前記外面を位置付ける工程と、

ｅ．前記誘導コイルの一部がばねの両方の側部に位置するまで、前記ばねを前記コイルシステムの前記離隔した領域内に位置付ける工程と、

ｆ．前記コイルシステムが前記ばねを誘導加熱するときに、少なくとも前記第１のローラによって前記ばねを回転させ及び支持する工程と、

を備える、ばねの硬化方法。

（付記１２）

前記回転支持システムは、前記ばねの加熱の間に前記ばねを一定の回転速度で回転させる、付記１１に記載のばねの硬化方法。

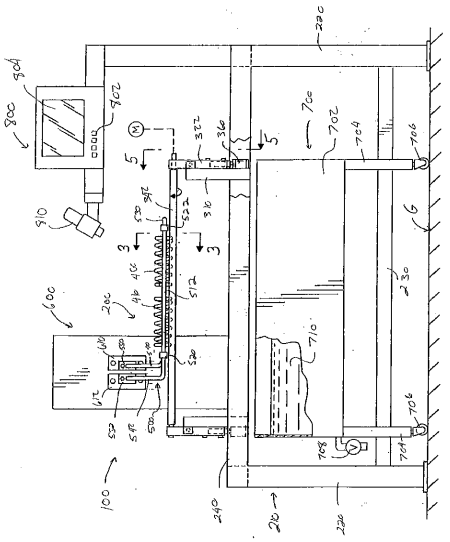
（付記１３）

前記回転支持システムは、前記ばねの加熱の間に前記ばねを可変の回転速度で回転させる、付記１１に記載のばねの硬化方法。

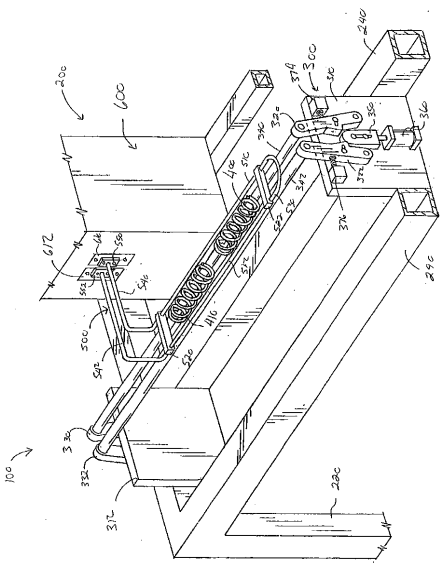
（付記１４）

焼入れタンクを含み、前記焼入れタンクは前記ばねが加熱された後に前記ばねを受けるように設計され、前記ばねが加熱された後に前記ばねを前記焼入れタンク内に移動させる工程をさらに備える、付記１１～１３のいずれか１つに記載のばねの硬化方法。

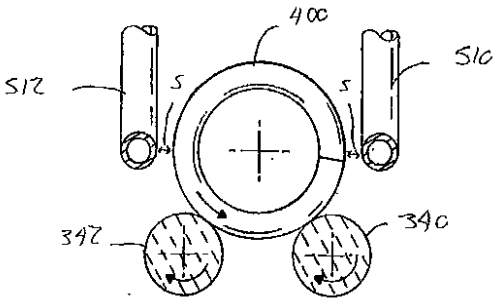
【図１】



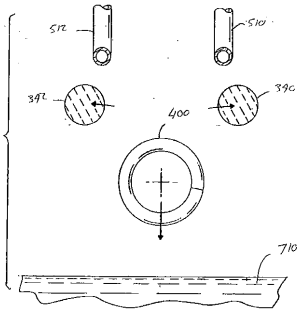
【図２】



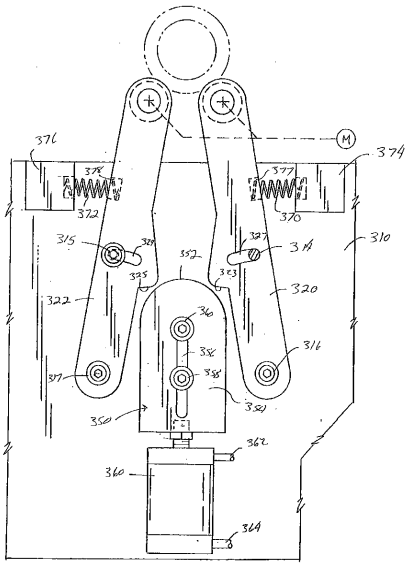
【図３】


400
512
510
S
S
342
340

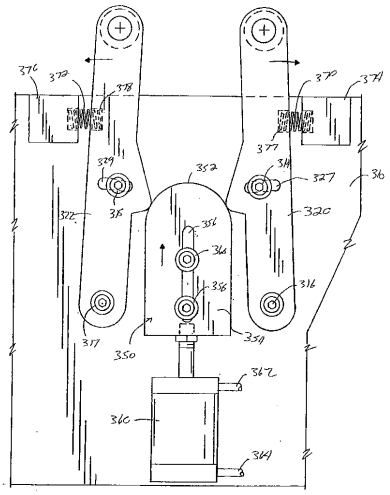
【図４】


512
510
342
340
400
710

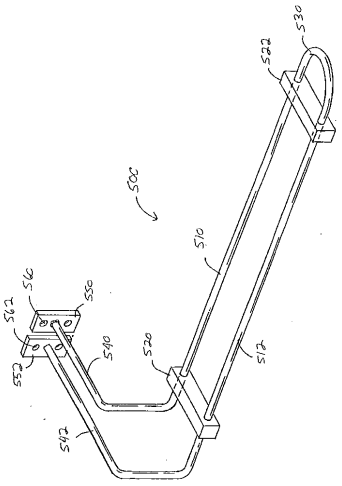
【図５】


376
374
378
377
372
370
315
327
314
310
352
325
323
322
320
360
316
356
358
317
350
354
362
360
364

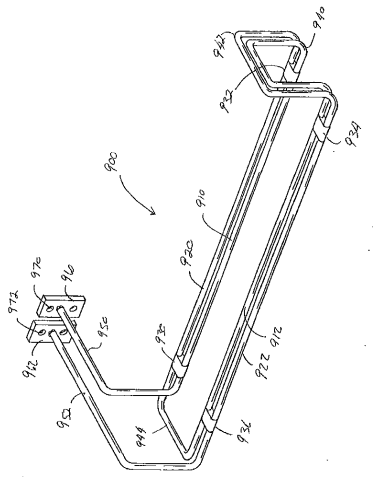
【図６】


376
372
378
370
374
377
329
352
314
327
36
322
318
320
356
360
358
316
317
350
354
362
360
364

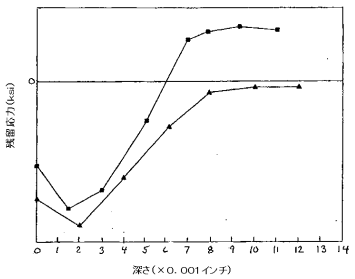
【図７】


530
522
500
510
516
550
562
540
520
512
552
542

【図８】



【図９】



フロントページの続き

(72)発明者　スコット　クリロー
アメリカ合衆国　４８１８３　ミシガン州　トレントン　ウエストフィールドロード１９６１
(72)発明者　メヒエディン　ラバベ
アメリカ合衆国　４８１２６　ミシガン州　ディアボーン　パルマーストリート４８９４

審査官　沼田　規好

(56)参考文献　実開昭５１－１４４８４９（ＪＰ，Ｕ）
実開平０７－００９９６６（ＪＰ，Ｕ）
実開平０７－０３６３９５（ＪＰ，Ｕ）
特開２００５－２２２７４５（ＪＰ，Ａ）
特開２０００－３２６０３６（ＪＰ，Ａ）
特開２００５－０６０８００（ＪＰ，Ａ）
特開昭５１－１２６５３６（ＪＰ，Ａ）
米国特許第０３６５９０６９（ＵＳ，Ａ）

(58)調査した分野(Int.Cl.，ＤＢ名)
Ｈ０５Ｂ　　６／１０
Ｃ２１Ｄ　　１／１８
Ｃ２１Ｄ　　１／４２
Ｃ２１Ｄ　　９／０２