(12) 特許協力条約に基づいて公開された国際出願

(19) 世界知的所有権機関
国際事務局

(43) 国際公開日
2014 年 3 月 27 日(27.03.2014)

WIPO | PCT

(10) 国際公開番号
WO 2014/045373 A1

(51) 国際特許分類:
B21C 1/12 (2006.01) *B21C 1/08* (2006.01)

(21) 国際出願番号: PCT/JP2012/074083

(22) 国際出願日: 2012 年 9 月 20 日(20.09.2012)

(25) 国際出願の言語: 日本語

(26) 国際公開の言語: 日本語

(71) 出願人: 株式会社エフ・エー電子 (FAE Inc.) [JP/JP]; 〒5640044 大阪府吹田市南金田二丁目１６番１号 Osaka (JP).

(72) 発明者: 竹本　康介 (TAKEMOTO, Kosuke); 〒5640044 大阪府吹田市南金田二丁目１６番１号 株式会社エフ・エー電子内 Osaka (JP).

(74) 代理人: 稲葉　良幸, 外 (INABA, Yoshiyuki et al.); 〒1066123 東京都港区六本木６－１０－１　六本木ヒルズ森タワー２３階　ＴＭＩ総合法律事務所 Tokyo (JP).

(81) 指定国 (表示のない限り、全ての種類の国内保護が可能): AE, AG, AL, AM, AO, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BH, BN, BR, BW, BY, BZ, CA, CH, CL, CN, CO, CR, CU, CZ, DE, DK, DM, DO, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, GT, HN, HR, HU, ID, IL, IN, IS, JP, KE, KG, KM, KN, KP, KR, KZ, LA, LC, LK, LR, LS, LT, LU, LY, MA, MD, ME, MG, MK, MN, MW, MX, MY, MZ, NA, NG, NI, NO, NZ, OM, PA, PE, PG, PH, PL, PT, QA, RO, RS, RU, RW, SC, SD, SE, SG, SK, SL, SM, ST, SV, SY, TH, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA, UG, US, UZ, VC, VN, ZA, ZM, ZW.

(84) 指定国 (表示のない限り、全ての種類の広域保護が可能): ARIPO (BW, GH, GM, KE, LR, LS, MW, MZ, NA, RW, SD, SL, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), ユーラシア (AM, AZ, BY, KG, KZ, RU, TJ, TM), ヨーロッパ (AL, AT, BE, BG, CH, CY, CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR, GB, GR, HR, HU, IE, IS, IT, LT, LU, LV, MC, MK, MT, NL, NO, PL, PT, RO, RS, SE, SI, SK, SM, TR), OAPI (BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GQ, GW, ML, MR, NE, SN, TD, TG).

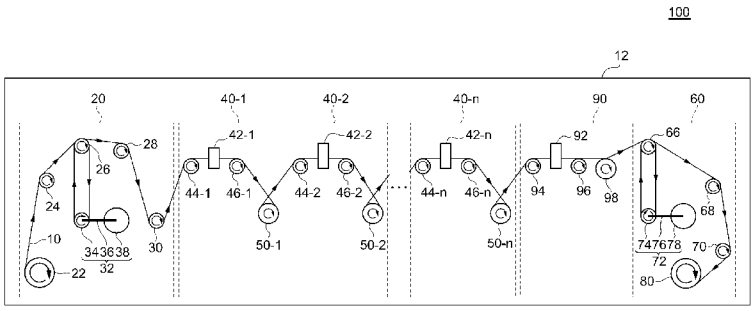
添付公開書類:

— 国際調査報告（条約第 21 条(3)）

(54) **Title**: WIRE DRAWING MACHINE AND WIRE DRAWING METHOD

(54) 発明の名称 : 伸線機及び伸線方法

[図1]



(57) **Abstract**: [Problem] To provide a non-slip-type wire drawing machine having few differences in levels. [Solution] This wire drawing machine is provided with: a first wire drawing die that draws a metal wire by reducing the diameter of the metal wire that passes through the first wire drawing die; a back tension control part that controls a first back tension of the metal wire that passes through the first wire drawing die; a first capstan that pulls out the metal wire that passes through the first wire drawing die in a non-slip manner from the first wire drawing die at a first front tension; a first front tension measuring part that measures the first front tension; a first capstan control part that controls the rotary torque of the first capstan on the basis of the first front tension that was measured; and a take-up part that takes up the metal wire that has been drawn.

(57) 要約: 【課題】　ダンサの少ないノンスリップ型伸線機を提供する。 【解決手段】　通過する金属線の径を縮小して当該金属線を伸線する、第１の伸線ダイスと、第１の伸線ダイスを通過する金属線の第１のバックテンションを制御するバックテンション制御部と、第１の伸線ダイスを通過する金属線を、第１のフロントテンションで第１の伸線ダイスからノンスリップで引き抜く第１のキャプスタンと、第１のフロントテンションを測定する第１のフロントテンション測定部と、測定された第１のフロントテンションに基づいて、第１のキャプスタンの回転トルクを制御する、第１のキャプスタン制御部と、伸線された金属線を巻き取る巻取部とを備えた伸線機。

WO 2014/045373 A1

明　細　書

発明の名称 ： 伸線機及び伸線方法

技術分野

[0001] 本発明は、金属線を伸線する伸線機及び伸線方法に関する。特に本発明は、金属線をノンスリップで伸線する伸線機及び伸線方法に関する。

背景技術

[0002] 従来の伸線機として、例えば、特開２００３－５３４１８号公報（特許文献１）に記載された、スリップ型伸線機と呼ばれるものがある。上記従来のスリップ型伸線機では、キャプスタンの回転速度を金属線の線速度よりも速く設定して、キャプスタンと該金属線との間にスリップを起こしつつ、キャプスタンによって伸線ダイスから該金属線を引き抜いて、該金属線を伸線していた。

先行技術文献

特許文献

[0003] 特許文献1：特開２００３－５３４１８号公報

発明の概要

発明が解決しようとする課題

[0004] しかし、上記従来のスリップ型伸線機では、スリップ率を厳密に制御しなければならないところ、特に線径が細い金属線を伸線する場合には、スリップ率を制御することが困難であるという問題が生じていた。

課題を解決するための手段

[0005] 上記課題を解決するために、本発明の第１の形態によれば、通過する金属線の径を縮小して当該金属線を伸線する、第１の伸線ダイスと、前記第１の伸線ダイスを通過する前記金属線の第１のバックテンションを制御するバックテンション制御部と、前記第１の伸線ダイスを通過する前記金属線を、第１のフロントテンションで前記第１の伸線ダイスからノンスリップで引き抜く第１のキャプスタンと、前記第１のフロントテンションを測定する第１の

フロントテンション測定部と、測定された前記第１のフロントテンションに基づいて、前記第１のキャプスタンの回転トルクを制御する、第１のキャプスタン制御部と、伸線された前記金属線を巻き取る巻取部とを備えた伸線機を提供する。

[0006] また、上記伸線機は、前記第１のキャプスタンと前記巻取り部との間に設けられ、前記第１のキャプスタンによって引き抜かれた前記金属線が通過し、通過した当該金属線の径を縮小して当該金属線を伸線する、第２の伸線ダイスをさらに備え、前記第１のキャプスタンは、前記金属線をノンスリップで前記第２の伸線ダイスに送り出し、前記第１のキャプスタン制御部は、前記第２の伸線ダイスを通過する前記金属線の第２のバックテンションが所定の値となるように、前記第１のフロントテンションに基づいて前記第１のキャプスタンの回転トルクを制御してもよい。

[0007] また、上記伸線機は、前記第２の伸線ダイスを通過する前記金属線を、第２のフロントテンションで前記第２の伸線ダイスからノンスリップで引き抜く第２のキャプスタンと、前記第２のキャプスタンと前記巻取り部との間に設けられ、前記第２のキャプスタンによって引き抜かれた前記金属線が通過し、通過した当該金属線の径を縮小して当該金属線を伸線する、第３の伸線ダイスと、前記第２のフロントテンションを測定する第２のフロントテンション測定部と、測定された前記第２のフロントテンションに基づいて、前記第２のキャプスタンの回転トルクを制御する、第２のキャプスタン制御部とをさらに備え、前記第２のキャプスタン制御部は、前記第３の伸線ダイスを通過する前記金属線の第３のバックテンションが所定の値となるように、前記第２のフロントテンションに基づいて前記第２のキャプスタンの回転トルクを制御してもよい。

[0008] また、上記伸線機は、前記金属線を前記第１の伸線ダイスに送り出す巻出部をさらに備え、前記バックテンション制御部は、前記巻出部と前記第１の伸線機との間において、前記金属線の前記第１のバックテンションを制御するダンサであってもよい。

[0009] 本発明の第２の形態によれば、通過する金属線の径を縮小して当該金属線を伸線する、第１の伸線ダイスと、前記第１の伸線ダイスを通過する前記金属線の第１のバックテンションを制御するバックテンション制御部と、前記第１の伸線ダイスを通過する前記金属線を、前記第１の伸線ダイスからノンスリップで引き抜く第１のキャプスタンと、前記第１のキャプスタンの回転トルクを制御して、前記金属線を前記第１の伸線ダイスから引き抜く第１のキャプスタン制御部と、伸線された前記金属線を巻き取る巻取部とを備え、前記第１のキャプスタン制御部は、前記第１のキャプスタンを速度制御で回転させて前記金属線を前記第１の伸線ダイスから引き抜いたときにおける、当該金属線の第１のフロントテンションを予め記憶しており、当該第１のフロントテンションに基づいて、前記第１のキャプスタンの回転トルクを制御して、前記金属線を前記第１の伸線ダイスから引き抜く、伸線機を提供する。

[0010] 上記伸線機において、前記第１のキャプスタン制御部は、前記第１のキャプスタンを速度制御で所定の期間回転させて前記金属線を前記第１の伸線ダイスから引き抜いたときの当該第１のキャプスタンの平均トルクを、前記第１のフロントテンションとして記憶してもよい。

[0011] また、上記伸線機は、前記第１のキャプスタンと前記巻取り部との間に設けられ、前記第１のキャプスタンによって引き抜かれた前記金属線が通過し、通過した当該金属線の径を縮小して当該金属線を伸線する、第２の伸線ダイスと、前記第２の伸線ダイスを通過する前記金属線の第２のバックテンションを測定するバックテンション測定部とをさらに備え、前記第１のキャプスタンは、前記金属線をノンスリップで前記第２の伸線ダイスに送り出し、前記第１のキャプスタン制御部は、測定された前記第２のバックテンションが所定の値となるように、前記第１のキャプスタンの回転トルクを制御してもよい。

[0012] 本発明の第３の形態によれば、伸線ダイスを通過させて金属線の径を縮小して、当該金属線を伸線する伸線方法であって、前記伸線ダイスを通過する

前記金属線のバックテンションを制御するステップと、キャプスタンを用いて、前記伸線ダイスを通過する前記金属線を、所定のフロントテンションで前記伸線ダイスからノンスリップで引き抜くステップと、前記フロントテンションを測定するステップと、測定された前記フロントテンションに基づいて、前記キャプスタンの回転トルクを制御するステップとを備えた伸線方法を提供する。

[0013] 本発明の第４の形態によれば、伸線ダイスを通過させて金属線の径を縮小して、当該金属線を伸線する伸線方法であって、前記伸線ダイスを通過する前記金属線のバックテンションを制御するステップと、キャプスタンを用いて、前記伸線ダイスを通過する前記金属線を、前記伸線ダイスからノンスリップで引き抜くステップと、前記キャプスタンの回転トルクを制御する制御ステップとを備え、前記制御ステップは、前記キャプスタンを速度制御で回転させて前記金属線を前記伸線ダイスから引き抜いたときにおける、当該金属線のフロントテンションを予め記憶するステップと、前記フロントテンションに基づいて、前記キャプスタンの回転トルクを制御して、前記金属線を前記第１の伸線ダイスから引き抜くステップとを含む、伸線方法を提供する。

図面の簡単な説明

[0014] [図1]本発明の一実施形態に係る伸線機１００の構成を示す模式図である。

[図2]伸線機１００を制御する制御ユニット２００の構成を示すブロック図である。

発明を実施するための形態

[0015] 以下、図面を参照しつつ、発明の実施形態を通じて本発明を説明するが、以下の実施形態は特許請求の範囲に係る発明を限定するものではなく、また、実施形態の中で説明されている特徴の組み合わせのすべてが発明の解決手段に必須であるとは限らない。

[0016] （伸線機１００の構成）

図１は、本発明の一実施形態に係る伸線機１００の構成を示す模式図であ

る。また、図２は、該実施形態に係る伸線機１００を制御する制御ユニット２００の構成を示すブロック図である。

[0017] 本実施形態において、伸線機１００は、筐体１２と、巻出ユニット２０と、伸線ユニット４０及び９０と、巻取ユニット６０と、各ユニットを制御する制御ユニット２００を備えて構成される。伸線機１００においては、金属線１０が送り出され、伸線され、巻き取られる経路（以下「通過経路」という。）に沿って、上流側から下流側に（図１における左から右に）、巻出ユニット２０、伸線ユニット４０及び９０並びに巻取ユニット６０が順番に設けられている。そして、伸線機１００は、巻出ユニット２０から送り出された金属線を、各伸線ユニット４０及び９０において、順次、その径を縮小して伸線し、伸線された金属線１０を、巻取ユニット６０において巻き取る。

[0018] 制御ユニット２００は、伸線機１００の動作を制御する。制御ユニット２００は、システムコントローラ１１０と、巻出ユニットコントローラ１２０と、伸線ユニットコントローラ１４０と、巻取ユニットコントローラ１６０とを有して構成される。システムコントローラ１１０は、巻出ユニットコントローラ１２０、伸線ユニットコントローラ１４０、及び巻取ユニットコントローラ１６０と接続されており、各ユニットコントローラを統括的に制御する。

[0019] 巻出ユニットコントローラ１２０、伸線ユニットコントローラ１４０、及び巻取ユニットコントローラ１６０は、それぞれ、巻出ユニット２０、伸線ユニット４０及び９０、並びに巻取ユニット６０に設けられた各種構成と接続されており、各ユニットを制御する。なお、図２では、伸線ユニットコントローラ１４０が１つしか図示されていないが、伸線ユニットコントローラ１４０は、ｎ段（ｎは正の整数）の伸線ユニット４０－１～ｎ及び９０のそれぞれについて設けられている。

[0020] このように、制御ユニット２００に設けられた、システムコントローラ１１０並びに巻出ユニットコントローラ１２０、伸線ユニットコントローラ１４０、及び巻取ユニットコントローラ１６０が、巻出ユニット２０、伸線ユ

ニット４０、及び巻取ユニット６０を制御して、金属線１０を、巻出ユニット２０から送り出し、各伸線ユニット４０－１～ｎ及び９０を通過させて伸線し、巻取ユニット６０において巻き取る。

[0021] 図１及び図２に基づいて、伸線機１００の各構成について説明する。なお、本実施形態では、図１に示すとおり、巻出ユニット２０と巻取ユニット６０との間に、金属線１０が送り出される経路に沿って、ｎ段の伸線ユニット４０及び伸線ユニット９０が、金属線１０を順次伸線するように、直列に設けられている。以下、各伸線ユニット４０を、巻出ユニット２０から巻取ユニット６０に向かって、それぞれ、伸線ユニット４０－１～ｎという。

[0022] （巻出ユニット２０）

巻出ユニット２０は、巻出ボビン２２と、ガイドローラ２４、２６、２８及び３０と、ダンサ部３２とを有して構成される。巻出ユニット２０において、金属線１０は、巻出ボビン２２、ガイドローラ２４、ガイドローラ２６、ダンサローラ３４、ガイドローラ２６、ガイドローラ２８の順に、これらにわたって所定の張力がかかった状態で掛け渡されている（以下「張架」という。）。

[0023] 巻出ボビン２２は、伸線機１００の筐体１２に回転可能に設けられている。巻出ボビン２２は、巻出モータ１２２が接続されており、その駆動により回転する。これにより、巻出ボビン２２に巻かれた金属線１０が引き出され、通過経路に送り出される。本実施形態において、巻出ボビン２２は、巻出モータ１２２によって速度制御で駆動される。すなわち、巻出ユニットコントローラ１２０は、巻出ボビン２２が所定の速度で回転するように、巻出モータ１２２の駆動を制御する。

[0024] ガイドローラ２４、２６、２８及び３０は、伸線機１００の筐体１２に回転可能に設けられている。ガイドローラ２４、２６、２８及び３０は、それぞれ、金属線１０をノンスリップで送り出すように所定の回数巻かれている。ガイドローラ２４、２６、２８及び３０は、伸線ユニット４０によって金属線１０に付加された張力によって回転し、巻出ボビン２２から送り出され

た金属線１０を、通過経路に沿って、ノンスリップで順次送り出す。

[0025] ダンサ部３２は、ダンサローラ３４と、ダンサアーム３６と、トルクモータ３８とを有して構成されており、巻出ボビン２２から送り出された金属線１０に、所望の張力を付加する。

[0026] ダンサローラ３４は、棒状に形成されるダンサアーム３６の一端側に回転可能に支持されている。金属線１０は、ガイドローラ２４、ガイドローラ２６、ダンサローラ３４、ガイドローラ２６、ガイドローラ２８の順に張架されており、ダンサローラ３４によって図中下方に向かう方向に、所定の張力が付加されている。

[0027] ダンサアーム３６は図中略水平に、すなわち、ダンサローラ３４によって金属線１０に張力が付加される方向と略垂直方向に配置されており、この水平に位置する状態をダンサアーム３６の基準位置としている。ダンサアーム３６の他端側は、トルクモータ３８の駆動軸に固定されて支持されており、トルクモータ３８の駆動軸がダンサアーム３６の回動軸となっている。

[0028] ポテンショメータ１３８（図２）は、トルクモータ３８の駆動軸に設けられており、ダンサアーム３６の回動角を検出する。また、ポテンショメータ１３８は、巻出ユニットコントローラ１２０と接続されており、ポテンショメータ１３８により検出された回動角を、伸線ユニットコントローラ１４０に供給する。なお、本実施形態では、ポテンショメータ１３８が、ダンサアーム３６の回動角を検出しているが、ダンサローラ３４の位置や変位、例えば、ダンサローラ３４が金属線１０に対して張力を付与する方向における、該ダンサローラ３４の位置や変位を検出してもよい。この場合、ダンサローラ３４を回動させずに、垂直移動（金属線に張力を付与する方向に直線移動）させて、金属線１０に張力を付与してもよい。

[0029] トルクモータ３８は、ダンサアーム３６及びダンサローラ３４を介して、金属線１０に所定の張力を付与する。すなわち、トルクモータ３８は、該トルクモータ３８の回転トルクを、ダンサアーム３６及びダンサローラ３４を介して金属線１０に伝達して、金属線１０に張力を付与する。トルクモータ

３８は、巻出ユニットコントローラ１２０と接続されており、該巻出ユニットコントローラ１２０の指令（トルク指令）に基づいて、所定の回転トルクを生成する。

[0030] ダンサ部３２は、かかる構成によって、トルクモータ３８が生成した所定のトルクを、ダンサアーム３６及びダンサローラ３４を介して金属線１０に伝達することにより、該金属線１０に所定の設定された張力を付与する。すなわち、巻出ユニット２０から送り出される金属線１０に付与される張力は、トルクモータ３８の回転トルクに応じて定まる。

[0031] 以上のとおり、本実施形態における巻出ユニット２０は、巻出ボビン２２から一定の速度で送り出された金属線１０に対して、ダンサ部３２が所定の張力を付与することによって、金属線１０が所望の張力を有した状態で、伸線ユニット４０－１に該金属線１０を送り出すことができる。

[0032] （伸線ユニット４０）

本実施形態において、伸線機１００は、巻出ユニット２０と巻取ユニット６０との間に、ｎ段の伸線ユニット４０－１～ｎ及び最終段の伸線ユニット９０を有して構成される。巻出ユニット２０、伸線ユニット４０－１～ｎ及び９０、並びに巻取ユニット６０は、連結して設けられている。そして、巻出ユニット２０から送り出された金属線１０は、伸線ユニット４０－１、４０－２、・・・４０－ｎ、９０の順番に通過して伸線される。伸線ユニット９０において伸線された金属線１０は、巻取ユニット６０に送り出される。なお、本実施形態において、伸線ユニット４０－１～ｎは、同一の構成を有するので、以下、伸線ユニット４０－１～ｎを個々に特定しない限り、伸線ユニット４０－１～ｎを「伸線ユニット４０」と総称して説明する。また、伸線ユニット４０－１～ｎに含まれる各構成についても、同様に総称して説明する。

[0033] 伸線ユニット４０は、伸線ダイス４２と、ガイドローラ４４及び４６と、駆動キャプスタン５０とを有して構成される。伸線ユニット４０において、金属線１０は、ガイドローラ４４、伸線ダイス４２、ガイドローラ４６、駆

動キャプスタン５０にわったって張架されている。

[0034] 伸線ダイス４２は、ガイドローラ４４とガイドローラ４６との間に設けられている。伸線ダイス４２は、金属線１０が張架される方向にダイス孔を有しており、金属線１０が該ダイス孔を通過して引き抜かれると、金属線１０の径が縮小し、金属線１０が伸線される。このとき、金属線１０の径の縮小率（断面積の減少率）は、伸線ダイス４２に設けられたダイス孔の径に応じて定まり、該縮小率に応じて、金属線１０が伸線される。伸線ユニット４０－１～ｎの各段の伸線ダイス４２のダイス孔の径は、最終段の伸線ユニットである伸線ユニット４０－ｎにおいて伸線された金属線１０が所望の線径となるように、適宜選択される。

[0035] 本実施形態において、伸線ユニット４０－１～ｎは、通過する金属線１０の径を徐々に縮小する。従って、伸線ダイス４２－ｎに設けられたダイス孔の径は、伸線ダイス４２－１に設けられたダイス孔よりも小さい。また、伸線ダイス４２－１に設けられたダイス孔の径は、伸線ダイス４２－１に設けられたダイス孔よりも小さい。

[0036] 本実施形態において、伸線ダイス４２は、筐体１２に固定されたダイスホルダに格納されている。伸線機１００は、金属線１０が伸線ダイス４２から引き抜かれて伸線されるときに、その引抜加工力を測定する手段を有してもよい。該手段は、例えば、伸線ダイス４２がダイスホルダを押圧する力を検出して該引抜加工力を測定する手段であってもよく、また、筐体１２に固定されたダイスホルダの歪みを検出して該引抜加工力測定する手段であってもよい。

[0037] なお、金属線１０及び／又は伸線ダイス４２を潤滑油に浸漬しておくと、伸線ダイス４２を通過する金属線１０の揺れ等を防止し、その安定性を向上させることができる。このため、金属線１０及び／又は伸線ダイス４２を潤滑油に浸漬するためのオイルタンクを設けてもよい。例えば、伸線ダイス４２とガイドローラ４４との間に、オイルタンクを配置し、該オイルタンクを金属線１０が通過するよう構成してもよい。この場合、伸線動作中に、潤滑

油がオイルタンクからオーバーフローするように、該潤滑油をオイルタンクに供給する手段を有することが好ましい。また、伸線ダイス４２をオイルタンク内に配置し、該オイルタンクを金属線１０が上下または水平方向に貫通するように配置してもよい。但し、貫通する部分にはシールが必要となる。

[0038] 金属線１０及び／又は伸線ダイス４２を潤滑油に浸漬することで、次のような利点がある。各伸線ユニット４０内の伸線ダイス４２において行う伸線加工に最適な潤滑油を使用することができる。潤滑油の組成は、伸線ダイス４２の消耗に対して大きな影響を与えるが、かかる構成を有することにより、伸線加工に特化した組成の潤滑油を安定して供給することが可能になる。また、金属線１０と駆動キャプスタン５０との摩擦による潤滑油の汚れの影響を低減するため潤滑油の循環や浄化システムが必要であったが、循環や浄化システムが簡易なものでよくなるため、生産コストの低減が可能となる。

[0039] ガイドローラ４４及び４６は、伸線機１００の筐体１２に回転可能に設けられている。ガイドローラ４４及び４６には、それぞれ、それらの軸部に、歪みゲージ１５２及び１５６並びにエンコーダ１５４及び１５８（図２参照）が設けられている。

[0040] 歪みゲージ１５２及び１５６は、それぞれ、ガイドローラ４４及び４６の歪を検出して、金属線１０の張力を検出する。すなわち、伸線機１００において張架された金属線１０は、各箇所において所定の張力を有しており、歪みゲージ１５２は、ガイドローラ４４の歪みを検出して、伸線ダイス４２を通過する前の金属線１０の張力（以下「フロントテンション」という。）を検出する。また、歪みゲージ１５６は、ガイドローラ４６の歪みを検出して、伸線ダイス４２を通過した後の金属線１０の張力（以下「バックテンション」という。）を検出する。具体的には、歪みゲージ１５２（１５６）は、金属線１０がガイドローラ４４（４６）に入るときに送られる方向における該金属線１０の張力と、金属線１０が該ガイドローラ４４（４６）から出るときに送られる方向における該金属線１０の張力との合力を、該歪みとして検出する。

[0041] エンコーダ１５４及び１５８は、それぞれ、ガイドローラ４４及び４６の回転数を検出して、金属線１０が送り出される速度を検出する。すなわち、エンコーダ１５４は、ガイドローラ４４の回転数を検出して、伸線ダイス４２の前方において金属線１０が送り出される速度を検出する。また、エンコーダ１５８は、ガイドローラ４６の回転数を検出して、伸線ダイス４２の後方において金属線１０が送られる速度を検出する。

[0042] 駆動キャプスタン５０は、伸線機１００の筐体１２に回転可能に設けられている。駆動キャプスタン５０は、駆動モータ１５０（図２参照）が接続されており、伸線ユニットコントローラ１４０からの指令に基づいて、所定のトルクで回転する。駆動キャプスタン５０は、該回転トルクによって、伸線ダイス４２から金属線１０を引き出し、次段の伸線ユニット４０又は伸線ユニット９０に、引き出した金属線１０を送り出す。

[0043] 駆動キャプスタン５０の外周面は、溶射加工されており、その表面硬度を上げて耐久性を高くするとともに、駆動キャプスタン５０の表面（金属線１０との接触面）と金属線１０との間に滑りが発生することを防止している。また、駆動キャプスタン５０の外周面は、摩擦係数の大きい弾性体（例えば、ウレタンやゴム等の樹脂）によって被覆されてもよい。このように、表面加工された駆動キャプスタン５０により、金属線１０がノンスリップで伸線ダイス４２から引き抜かれ、次段に送り出される。

[0044] （伸線ユニット９０）

伸線ユニット９０は、伸線ダイス９２と、ガイドローラ９４及び９６と、駆動キャプスタン９８とを有して構成される。伸線ユニット９０において、金属線１０は、ガイドローラ９４、伸線ダイス９２、ガイドローラ９６、駆動キャプスタン９８にわったって張架されている。

[0045] なお、ガイドローラ９４及び９６は、伸線ユニット４０のガイドローラ４４及び４６と略同一又は同様の構成を有する。また、駆動キャプスタン５０は、伸線ユニットコントローラ１４０によって速度制御される点を除き、伸線ユニット４０の駆動キャプスタン５０と略同一又は同様の構成を有する。

[0046] 伸線ダイス９２は、金属線１０の応力や歪みを適切に調整（付加又は低減）する機能を有する点を除き、伸線ユニット４０の伸線ダイス４２と略同一又は同様の構成を有する。具体的には、伸線ダイス９２は、金属線１０が引き抜かれる方向に対して、ダイス孔の中心軸の角度を自在に調整できるように設けられている。また、伸線ダイス９２は、金属線１０が引き抜かれる方向に対して略垂直な方向に、ダイス孔の位置を自在に調整できるように設けられている。これにより、金属線１０を真直化したり、必要に応じてカールさせたりすることができる。また、金属線１０の伸線方向に応じてダイス孔の軸方向を調整することができるので、ダイスの偏磨耗を抑制することができる。

[0047]（巻取ユニット６０）

巻取ユニット６０は、ガイドローラ６６、６８及び７０と、ダンサ部７２と、巻取ボビン８０とを有して構成される。巻取ユニット６０において、金属線１０は、ガイドローラ６６、ダンサローラ７４、ガイドローラ６６、６８、７０、巻取ボビン８０の順に張架されている。

[0048] ガイドローラ６６、６８及び７０は、伸線機１００の筐体１２に回転可能に設けられている。ガイドローラ６６、６８及び７０は、それぞれ、金属線１０をノンスリップで送り出すように所定の回数巻かれている。ガイドローラ６６、６８及び７０は、巻取ボビン８０の回転によって金属線１０に付加された張力によって回転し、伸線ユニット９０において伸線された金属線１０を、通過経路に沿って、ノンスリップで順次送り出す。

[0049] ダンサ部７２は、ダンサローラ７４と、ダンサアーム７６と、トルクモータ７８とを有して構成されており、伸線ユニット９０において伸線された金属線１０に、所望の張力を付加する。

[0050] ダンサローラ７４は、棒状に形成されるダンサアーム７６の一端側に回転可能に支持されている。金属線１０は、ガイドローラ６６、ダンサローラ７４、ガイドローラ６６、ガイドローラ６８、ガイドローラ７０の順に張架されており、ダンサローラ７４によって図中下方に向かう方向に、所定の張力

が付加されている。

[0051] ダンサアーム７６は図中略水平に、すなわち、ダンサローラ７４によって金属線１０に張力が付加される方向と略垂直方向に配置されており、この水平に位置する状態をダンサアーム７６の基準位置としている。ダンサアーム７６の他端側は、トルクモータ７８の駆動軸に固定されて支持されており、トルクモータ７８の駆動軸がダンサアーム７６の回動軸となっている。

[0052] ポテンショメータ１７８（図２）は、トルクモータ７８の駆動軸に設けられており、ダンサアーム７６の回動角を検出する。また、ポテンショメータ１７８は、巻取ユニットコントローラ１６０と接続されており、ポテンショメータ１７８により検出された回動角を、巻取ユニットコントローラ１６０に供給する。

[0053] トルクモータ７８は、ダンサアーム７６及びダンサローラ７４を介して、金属線１０に所定の張力を付与する。すなわち、トルクモータ７８は、該トルクモータ７８の回転トルクを、ダンサアーム７６及びダンサローラ７４を介して金属線１０に伝達して、金属線１０に張力を付与する。トルクモータ７８は、巻取ユニットコントローラ１６０と接続されており、該巻取ユニットコントローラ１６０の指令（トルク指令）に基づいて、所定の回転トルクを生成する。

[0054] 巻取ボビン８０は、伸線機１００の筐体１２に回転可能に設けられている。巻取ボビン８０は、巻取モータ１８０が接続されており、その駆動により回転する。これにより、伸線ユニット９０において伸線された金属線１０、巻取ボビン８０に巻き取られる。本実施形態において、巻取ボビン８０は、巻取モータ１８０によって速度制御で駆動される。すなわち、巻取ユニットコントローラ１６０は、巻取ボビン８０が所定の速度で回転するように、巻取モータ１８０の駆動を制御する。具体的には、巻取ユニットコントローラ１６０は、駆動キャプスタン９８の回転速度及びダンサアーム７６の回動角に基づいて、巻取モータ１８０の回転速度を制御する。

[0055] 以上のとおり、本実施形態における巻取ユニット６０では、ダンサ部７２

が伸線ユニット９０から送り出された金属線１０に所定の張力を付与しつつ、巻取ボビン８０が一定の速度で金属線１０を巻き取っている。

[0056]（伸線機１００の伸線動作）

次に、以上のように構成された伸線機１００が、金属線１０を伸線する動作を、図１及び図２に基づいて説明する。なお、以下の例においては、ｎ段の伸線ユニット４０のうち、ｉ段目の伸線ユニット４０の伸線ダイス４２によって伸線される金属線１０のバックテンションをＢＴｉ、フロントテンションをＦＴｉ、駆動キャプスタン５０の回転トルクをＣＴｉとする（ｉはｎ以下の正の整数）。

[0057]（第１実施例）

第１実施例では、各伸線ユニット４０における金属線１０のフロントテンションに基づいて、駆動キャプスタン５０の回転トルクを制御して、金属線１０を伸線する。具体的には、巻出ユニット２０、伸線ユニット４０及び巻取ユニット６０の各構成に金属線１０を張架した後に、各構成を以下のとおり制御して、金属線１０を伸線する。

[0058]（巻出ユニット２０の動作）

まず、巻出ユニット２０は、金属線１０を、巻出ユニット２０から略一定の速度で送り出す。すなわち、巻出ユニットコントローラ１２０は、巻出ユニット２０から金属線１０が送り出される速度（以下、金属線１０が通過経路の各位置において送られる速度を「線速度」という。）が、駆動キャプスタン９０から金属線１０が送り出される速度に応じた、略一定の速度に維持されるように、巻出モータ１２２の回転数を制御する。

[0059] 本実施形態において、巻出ユニットコントローラ１２０は、ガイドローラ４４における金属線１０の線速度をフィードフォワード信号とし、ダンサアーム３６の回動角をフィードバック信号として、巻出モータ１２２の回転数を制御する。具体的には、巻出ユニット２０から金属線１０が送り出される速度、つまり、ガイドローラ４４を通過する金属線１０の線速度は、ガイドローラ４４に設けられたエンコーダ１５４によって検出され、伸線ユニット

コントローラ１４０に供給される。そして、巻出ユニットコントローラ１２０は、該線速度を示す速度信号をフィードフォワード信号として、巻出モータ１２２に供給して、巻出モータ１２２の回転を制御する。

[0060] 他方で、ダンサアーム３６が回動して、巻出ボビン２２から送り出された金属線１０に所定の張力が付与されると、巻出ボビン２２から送り出された金属線１０の線速度と、ガイドローラ４４を通過する金属線１０の線速度との間に、所定の誤差が生じる。巻出ユニットコントローラ１２０は、ポテンショメータ１３８によって検出された該回動角に基づくフィードバック信号を生成し、巻出モータ１２２の回転を制御して、該誤差による線速度のずれを補正し、巻出ユニット２０から送り出される金属線１０の線速度を略一定に維持する。

[0061] 具体的に説明すると、巻出ユニットコントローラ１２０は、ポテンショメータ１３８が検出した、ダンサアーム３６の該回動角と、ダンサアーム３６が基準位置にあるときの回動角との回動角偏差を演算する。そして、巻出ユニットコントローラ１２０は、該回動角偏差がゼロに近づくように、巻出モータ２２の回転速度を決定して、それに基づく回転速度指令を巻出モータ１２２に供給する。巻出ユニットコントローラ１２０は、該回動角偏差をフィードバック信号として、例えば、Ｐ制御、ＰＩ制御、ＰＩＤ制御等の制御によって、巻出モータ２２の回転速度を制御する。

[0062] 巻出ボビン２２に巻かれた金属線１０を一定速度で送り出すためには、巻出ボビン２２に巻かれた金属線１０の巻き直径に応じて、巻出ボビン２２の回転数を制御する必要があるところ、巻出ユニット２０は、以上の動作により、巻出ユニット２０から送り出される金属線１０の線速度を略一定に維持しつつ、該金属線１０が予め設定された張力を有するように、所定の張力を付与する。該張力は、伸線ダイス４２－１を通過する金属線１０のバックテンションＢＴ１となる。例えば、巻出ユニットコントローラ１２０は、巻出ユニット２０を制御して、ＢＴ１が巻出ボビン２２に巻かれた金属線１０の降伏応力の１０％程度となるように、金属線１０に所定の張力を付与する。

[0063] なお、本実施形態では、巻出ユニットコントローラ１２０が、巻出モータ１２２の回転数を制御して金属線１０の線速度を略一定に維持しつつ、ダンサアーム３６の回動角を制御して金属線１０に所定の張力を付与しているが、ダンサ部３２を設けずに、巻出ユニットコントローラ１２０が、巻出モータ１２２の回転数及び／又は回転トルクを制御するよう構成して、金属線１０の張力及び／又は線速度を制御してもよい。これにより、伸線機１００において、ダンサ部３２の数をさらに低減させることができる。

[0064] また、巻出ユニット２０において、例えば、ガイドローラ２８又は３０に歪みゲージ等を設けて、金属線１０が有する張力を測定してもよい。この場合、巻出ユニットコントローラ１２０は、設定された張力と該歪みゲージ等で測定された張力との差をフィードバック信号として、トルクモータ３８の回転トルクをフィードバック制御してもよい。これにより、金属線１０が有する張力が、設定された張力にさらに近くなるように、金属線１０に所定の張力を付与することができる。

[0065] （伸線ユニット４０の動作）

次に、各伸線ユニット４０が、巻出ユニット２０から送り出された金属線１０を伸線する動作について説明する。

[0066] 第１段の伸線ユニット４０－１は、伸線ダイス４２－１を通過する金属線１０のフロントテンションＦＴ１に基づいて、駆動キャプスタン５０－１の回転トルクＣＴ１を制御して、金属線１０を伸線する。具体的には、駆動キャプスタン５０－１の回転トルクＣＴ１は、伸線ダイス４２－１を通過する金属線１０のフロントテンションＦＴ１、及び、第２段の伸線ユニット４０－２の伸線ダイス４２－１を通過する金属線１０のバックテンションＢＴ２と以下の関係を有する。

ＣＴ１＝ＦＴ１－ＢＴ２

従って、第１段のフロントテンションＦＴ１を測定できれば、第１段の回

転トルクＣＴ１を制御して、第２段のバックテンションＢＴ２を所定の値に制御することができる。本実施例では、伸線ユニットコントローラ１４０は、ガイドローラ４６－１に設けられた歪みゲージ１５６によって測定された、金属線１０のフロントテンションＦＴ１に基づいて、第２段のバクッテンションＢＴ２が所定の値となるように、駆動キャプスタン５０－１の回転トルクＣＴ１を制御する。すなわち、伸線ユニットコントローラ１４０は、フロントテンションＦＴ１に基づいて、回転トルクＣＴ１をフィードフォワード制御する。これにより、金属線１０は、駆動キャプスタン５０－１によって伸線ダイス４２－１から、フロントテンションＦＴ１の引き抜き力で、ノンスリップで引き抜かれるとともに、バックテンションＢＴ２が付与された状態で、伸線ユニット４０－２にノンスリップで送り出される。例えば、バックテンションＢＴ２は、伸線ダイス４２－１から引き抜かれた金属線の降伏応力の１０％程度である。

[0067] 第２段の伸線ユニット４０－２は、第１段の伸線ユニット４０－１と同様に、金属線１０をさらに伸線する。すなわち、伸線ユニットコントローラ１４０は、ガイドローラ４６－２に設けられた歪みゲージ１５６によって測定された、金属線１０のフロントテンションＦＴ２に基づいて、第３段のバクッテンションＢＴ３が所定の値となるように、駆動キャプスタン５０－２の回転トルクＣＴ２を制御する。

$$CT2 = FT2 - BT3$$

[0068] 同様に、伸線ユニットコントローラ１４０は、第ｉ段の伸線ユニット４０－ｉにおいて、ガイドローラ４６－ｉに設けられた歪みゲージ１５６によって測定された、金属線１０のフロントテンションＦＴｉに基づいて、第３段のバクッテンションＢＴｉ＋１が所定の値となるように、駆動キャプスタン５０ｎの回転トルクＣＴｉを制御する。

ＣＴ（ｉ）＝ＦＴ（ｉ）－ＢＴ（ｉ＋１）

これにより、金属線１０は、駆動キャプスタン５０ｉによって伸線ダイス４２ｉから、フロントテンションＦＴｉの引き抜き力で、ノンスリップで引き抜かれるとともに、バックテンションＢＴｉ＋１が付与された状態で、伸線ユニット４０ｉ＋１（又は伸線ユニット９０）にノンスリップで送り出される。なお、上式において、ｉ＝ｎの場合、伸線ユニット９０の伸線ダイス９２によって伸線される金属線１０のバックテンションをＢＴ（ｉ＋１）とする。

[0069] なお、本実施例では、伸線ユニットコントローラ１４０は、バックテンションＢＴｉ＋１を設定値として、駆動キャプスタン５０の回転トルクＣＴを制御しているが、フロントテンションＦＴｉ及びバックテンションＢＴｉ＋１の双方を測定して、駆動キャプスタン５０の回転トルクＣＴを制御してもよい。また、各伸線ダイス４２において引抜加工力ＤＴを測定し、駆動キャプスタン５０の回転トルクＣＴを制御してもよい。これにより、伸線ダイス４２における引抜加工力を、伸線動作時に測定することができる。

[0070] 本実施例によれば、駆動キャプスタン５０が、実測されたフロントテンションＦＴｉに基づいて、次段のバックテンションＢＴｉ＋１を設定する。すなわち、本実施例では、各段においてフロントテンションを実測しているため、当該段のバックテンションにおいて発生した誤差（バックテンションの設定値と実際値との差）が、当該段のフロントテンション（又はそれ以降の段のバックテンション及
びフロントテンション）に引き継がれ、累積されることがない。また、バックテンションの設定値と実際値との間で誤差が発生する要因は、駆動キャプスタン５０における機械的な誤差に過ぎない。従って、本実施例によれば、バックテンションの設定値と実際値との間の誤差がきわめて少ない伸線機を提供することができる。

[0071] （伸線ユニット９０の動作）

次に、伸線ユニット９０が、伸線ユニット４０－ｎから送り出された金属線１０を伸線する動作について説明する。なお、以下では、伸線ユニット４０の動作と異なる点を中心に、伸線ユニット９０の動作について説明する。

[0072] 伸線ユニット９０は、伸線ユニット４０－ｎにおいて伸線された金属線１０の応力や歪みを適切に調整するとともに、金属線１０が巻取ユニット６０へ送られる線速度を決定する。

[0073] 具体的には、まず、伸線ユニット４０－ｎの伸線ダイス４２－ｎによって伸線された金属線１０は、特に伸線ダイスの減面率が大きい場合には、金属線１０が送り出される方向に対して垂直方向に応力ないし歪みを有する。伸線ダイス９２は、金属線１０に対して、その周囲から伸線ダイス４２－ｎよりも均一に引抜加工力を付与して、かかる応力ないし歪みを適切に調整する。

[0074] また、駆動キャプスタン９８は、伸線機１００における金属線１０の線速度を決定する。すなわち、伸線ユニットコントローラ１４０は、金属線１０の線速度が予め設定された速度となるように、回転速度指令を駆動モータ１９８に供給し、駆動モータ１９８を回転制御する。駆動モータ１９８は、該指令に基づいて、駆動キャプスタン９８の回転数を制御する。例えば、伸線ユニットコントローラ１４０は、金属線１０が巻取ユニット６０へ送られる線速度が１０００ｍ／分となるように、駆動キャプスタン９８の回転数を制御する。

[0075] なお、伸線ユニットコントローラ１４０は、ガイドローラ９６に設けられたエンコーダ１５８によって検出された、該ガイドローラ９６の回転数に基づいて、駆動キャプスタン９８から送り出された金属線１０の線速度を測定し、該線速度をフィードバック信号として、駆動モータ１９８の回転数をフィードバック制御してもよい。

[0076] 本実施例によれば、伸線ユニット４０の駆動キャプスタン５０をトルク制御するとともに、伸線ユニット９０の駆動キャプスタン９８を速度制御するので、伸線動作において、金属線１０が有する張力及び金属線１０の線速度

の双方を、より安定させることができる。

[0077] （巻取ユニット６０の動作）

巻取ユニット６０は、巻出ユニット２０から送り出され、各伸線ユニット４０において伸線された金属線１０の線速度が略一定となるように、該金属線１０を巻き取る。すなわち、巻取ユニットコントローラ１６０は、巻取ユニット６０に供給される金属線１０の線速度が略一定に維持されるように、巻取モータ１８０の回転数を制御する。

[0078] 本実施形態において、巻取ユニットコントローラ１６０は、例えば、巻取ユニット６０の前段にある駆動キャプスタン９８の回転数、すなわち、金属線１０の線速度をフィードフォワード信号とし、ダンサアーム７６の回動角をフィードバック信号として、巻取モータ１８０の回転数を制御する。具体的には、駆動キャプスタン９８を通過する金属線１０の線速度は、駆動キャプスタン９８に設けられたエンコーダによって検出され、伸線ユニットコントローラ１４０に供給される。そして、巻取ユニットコントローラ１６０は、該線速度を示す速度信号をフィードフォワード信号として、巻取モータ１８０に供給して、巻取モータ１８０の回転を制御する。

[0079] また、巻取ユニットコントローラ１６０は、ポテンショメータ１７８によって検出された該回動角に基づくフィードバック信号を生成し、巻取モータ１８０の回転を制御する。

[0080] 具体的に説明すると、巻取ユニットコントローラ１６０は、ポテンショメータ１７８が検出した、ダンサアーム７６の該回動角と、ダンサアーム７６が基準位置にあるときの回動角との回動角偏差を演算する。そして、巻取ユニットコントローラ１６０は、該回動角偏差がゼロに近づくように、巻取モータ１８０の回転速度を決定して、それに基づく回転速度指令を巻取モータ１８０に供給する。巻取ユニットコントローラ１６０は、該回動角偏差をフィードバック信号として、例えば、Ｐ制御、ＰＩ制御、ＰＩＤ制御等の制御によって、巻取モータ１８０の回転速度を制御する。

[0081] 巻取ユニット６０は、以上の動作により、巻取ボビン８０において既に巻

き取られた金属線１０の巻取量に拘らず、伸線ユニット４０－ｎから送り出される金属線１０の線速度（すなわち、駆動キャプスタン９８における金属線１０の線速度）を略一定に維持し、他方で、当該線速度とガイドローラ６８及び７０を通過する金属線１０の線速度との間にずれが生じないように、該金属線１０を巻取ボビン８０において巻き取ることができる。

[0082] 以上の動作により、伸線機１００は、巻出ボビン２２に巻かれた金属線１０を、伸線ユニット４０及び９０において伸線し、巻取ボビン８０において巻き取ることができる。例えば、伸線機１００が５段の伸線ユニット４０を有し（すなわち、ｎ＝５）、巻出ボビン２２に巻かれた金属線１０が１２０μｍの直径を有するピアノ線であり、５つの伸線ダイス４２が、それぞれ、１１１μｍ、１０２μｍ、９４μｍ、８７μｍ、８０μｍのダイス孔径を有する場合、巻取ボビン８０において巻き取られる金属線１０の直径は８０μｍとなる。

[0083]（第２実施例）

第２実施例では、各伸線ユニット４０において駆動キャプスタン５０を速度制御で回転させたときに測定された、金属線１０のフロントテンションの値（以下「サンプル値」という。）を予め取得し、それに基づいて、駆動キャプスタン５０を速度制御ではなくトルク制御で回転させて、金属線１０を伸線ダイス４２から引き抜いて、伸線する。

[0084] 伸線機１００では、伸線動作を行う前に、まず、金属線１０を各伸線ユニット４０に張架する。本実施例では、各伸線ユニット４０において、金属線１０の先端部を細く加工して伸線ダイス４２のダイス孔を通過させた後、駆動キャプスタン５０を速度制御で回転させ、金属線１０を伸線ダイス４２から引き抜いて、駆動キャプスタン５０に所定の長さ巻きつける動作を行う（以下「仕掛け運転」という。）。本実施例では、かかる仕掛け運転時に、金属線１０を速度制御で伸線ダイス４２から引き抜いたときにおける、金属線１０のフロントテンションを、該フロントテンションのサンプル値ＦＴ’として、伸線動作を行う。

[0085]（仕掛け運転の動作）

本実施例では、まず、巻出ユニット２０において金属線１０を張架した後に、伸線ユニット４０－１において、金属線１０を、ガイドローラ４４－１、伸線ダイス４２－１、ガイドローラ４６－１に張架する。そして、伸線ユニットコントローラ１４０は、駆動キャプスタン５０－１を速度制御により略一定の速度で回転させて、金属線１０を所定の長さ（又は一定時間）駆動キャプスタン５０－１に巻きつける。伸線ユニットコントローラ１４０は、このときに、ガイドローラ４６に設けられた歪みゲージ１５６において検出された、金属線１０のフロントテンションＦＴ１を、フロントテンションＦＴ１のサンプル値ＦＴ１’として記憶する。ＦＴ１’は、該フロントテンションＦＴ１の瞬間値であってもよく、平均値であってもよい。

[0086] 同様に、伸線ユニットコントローラ１４０は、伸線ユニット４０－２及びＣにおいても、金属線１０のフロントテンションＦＴ２及びＦＴ３のサンプル値ＦＴ２’及びＦＴ３’を取得し、記憶する。

[0087] 次に、本実施例において、伸線機１００が金属線１０を伸線する動作について説明する。なお、本実施例において、巻出ユニット２０、伸線ユニット９０及び巻取ユニット６０は、第１実施例と同様に動作するため、以下では、伸線ユニット４０の動作について説明する。

[0088]（伸線ユニット４０の動作）

第１段の伸線ユニット４０－１は、予め取得された、フロントテンションＦＴ１のサンプル値ＦＴ１’に基づいて、駆動キャプスタン５０－１の回転トルクＣＴ１を制御して、金属線１０を伸線する。本実施例において、ＦＴ１’は、金属線１０のバックテンションとして設定値ＢＴ１が付加された状態で取得されたサンプル値である。従って、伸線ダイス４２－１の引抜加工力のサンプル値ＤＴ１’は、以下に基づいて算出できる。

ＤＴ１’＝ＦＴ１’－ＢＴ１

[0089] 駆動キャプスタン５０－１の回転トルクＣＴ１は、伸線ダイス４２－１を通過する金属線１０のフロントテンションＦＴ１、及び、第２段の伸線ユニット４０－２の伸線ダイス４２－１を通過する金属線１０のバックテンションＢＴ２と以下の関係を有する。

ＣＴ１＝ＦＴ１－ＢＴ２

また、フロントテンションＦＴ１、バックテンションＢＴ１及び引抜加工力ＤＴ１は、以下の関係を有する。

ＦＴ１＝ＢＴ１＋ＤＴ１

従って、本実施例において、駆動キャプスタン５０－１の回転トルクＣＴ１は、バックテンションＢＴ１及びＢＴ２（共に設定値）並びに引抜加工力ＤＴ１’（サンプル値）に基づいて、以下のとおりとなる。

ＣＴ１＝ＢＴ１＋ＤＴ１’－ＢＴ２

[0090] 本実施例において、伸線ユニットコントローラ１４０は、上式によって、バックテンションＢＴ１の設定値及び予め取得された引抜加工力のサンプル値ＤＴ１’に基づいて、バックテンションＢＴ２が所定の値となるように、駆動キャプスタン５０－１の回転トルクＣＴ１をフィードフォワード制御する。これにより、金属線１０は、駆動キャプスタン５０－１によって伸線ダイス４２－１から、ＦＴ１’の引き抜き力で、ノンスリップで引き抜かれるとともに、設定上、バックテンションＢＴ２が付与される状態で、伸線ユニット４０－２にノンスリップで送り出される。

[0091] 第２段の伸線ユニット４０－２は、第１段の伸線ユニット４０－１と同様に、下式によって、バックテンションＢＴ２の設定値及び予め取得された引

抜加工力のサンプル値ＤＴ２’に基づいて、バックテンションＢＴ３が所定の値となるように、駆動キャプスタン５０－２の回転トルクＣＴ２をフィードフォワード制御する。

ＣＴ２＝ＢＴ２＋ＤＴ２’－ＢＴ３

[0092] 同様に、伸線ユニットコントローラ１４０は、下式によって、第ｉ段のバックテンションＢＴｉの設定値及び予め取得された引抜加工力のサンプル値ＤＴｉ’に基づいて、バックテンションＢＴｉ＋１が所定の値となるように、駆動キャプスタン５０ｉの回転トルクＣＴｉをフィードフォワード制御する。

ＣＴ（ｉ）＝ＢＴ（ｉ）＋ＤＴ（ｉ）’－ＢＴ（ｉ＋１）

これにより、金属線１０は、駆動キャプスタン５０ｉによって伸線ダイス４２ｉから、ＦＴｉ’の引き抜き力で、ノンスリップで引き抜かれるとともに、設定上、バックテンションＢＴｉ＋１が付与される状態で、伸線ユニット４０ｉ＋１（又は伸線ユニット９０）にノンスリップで送り出される。なお、上式において、ｉ＝ｎの場合、伸線ユニット９０の伸線ダイス９２によって伸線される金属線１０のバックテンションをＢＴｉ＋１とする。

[0093] なお、本実施例では、伸線動作において、ＤＴ１’が引抜加工力のサンプル値であり、すなわち、引抜加工力が伸線動作において実測されていないため、仮に駆動キャプスタン５０に巻きつけられた金属線１０が緩んだとしても、ＤＴ１’は変化しない。従って、本実施例において、伸線機１００は、駆動キャプスタン５０に巻きつけられた金属線１０を、駆動キャプスタン５０に対して押圧する構成をさらに有することが好ましい。該押圧する構成は、例えば、ローラであってもよい。

[0094] また、本実施例では、仕掛け運転時におけるフロントテンションの値をサ

ンプル値として取得しているが、サンプル値の取得方法は、これに限られるものではない。

[0095] 本実施例によれば、駆動キャプスタン５０の回転トルクＣＴがサンプル値によって制御され、伸線動作においてフロントテンションやバックテンション等を実測する構成を有する必要がないため、構成が簡略な伸線機を提供することができる。また、本実施例によれば、駆動キャプスタン５０の回転トルクＣＴがサンプル値によって制御され、駆動キャプスタン５０の回転トルクＣＴが外乱によって変動することがないため、動作が安定した伸線機を提供することができる。

[0096] （第３実施例）

第３実施例では、第２実施例に加えて、さらに金属線１０のバックテンションＢＴを測定する。そして、本実施例では、所定段における駆動キャプスタン５０の回転トルクを、同段のフロントテンションＦＴ及び次段のバックテンションＢＴに基づいてフィードフォワード制御する。また、本実施例では、測定されたバックテンションＢＴが所定の値となるようにフィードバック制御する。

[0097] 以下、本実施例において、伸線機１００が金属線１０を伸線する動作について説明するが、本実施例において、巻出ユニット２０、伸線ユニット９０及び巻取ユニット６０は、第１実施例と同様に動作し、また、サンプル値の取得は第２実施例と同様に行われるため、以下では、伸線動作時における伸線ユニット４０の動作について説明する。

[0098] （伸線ユニット４０の動作）

第１段の伸線ユニット４０－１は、予め取得された、フロントテンションＦＴ１のサンプル値ＦＴ１’に基づいて、駆動キャプスタン５０－１の回転トルクＣＴ１を制御して、金属線１０を伸線する。本実施例において、ＦＴ１’は、金属線１０のバックテンションとして測定値ＢＴ１’が付加された状態で取得されたサンプル値である。従って、伸線ダイス４２－１の引抜加工力のサンプル値ＤＴ１’は、以下に基づいて算出できる。

ＤＴ１’（サンプル値）＝ＦＴ１’（サンプル値）－ＢＴ１’（測定値）

[0099] 駆動キャプスタン５０－１の回転トルクＣＴ１は、伸線ダイス４２－１を通過する金属線１０のフロントテンションＦＴ１、及び、第２段の伸線ユニット４０－２の伸線ダイス４２－１を通過する金属線１０のバックテンションＢＴ２と以下の関係を有する。

ＣＴ１＝ＦＴ１－ＢＴ２

伸線ユニットコントローラ１４０は、上式によって、駆動キャプスタン５０－１の回転トルクＣＴ１をフィードバック制御する。すなわち、伸線ユニットコントローラ１４０は、バックテンションＢＴ２の測定値が設定値に近づくように、駆動キャプスタン５０－１の回転トルクＣＴ１を制御する。

[0100] また、フロントテンションＦＴ１、バックテンションＢＴ１及び引抜加工力ＤＴ１は、以下の関係を有する。

ＦＴ１＝ＢＴ１＋ＤＴ１

本実施例において、駆動キャプスタン５０－１の回転トルクは、さらにフィードフォワード制御されており、そのフィードフォワード量ＣＴ１’は、バックテンションＢＴ１及びＢＴ２（共に設定値）並びに引抜加工力ＤＴ１’（サンプル値）に基づいて、以下のとおりとなる。

ＣＴ１’＝ＢＴ１（設定値）＋ＤＴ１’（サンプル値）－ＢＴ２（設定値）

[0101] 本実施例において、伸線ユニットコントローラ１４０は、上式によって、バックテンションＢＴ１の設定値及び予め取得された引抜加工力のサンプル値ＤＴ１’に基づいて、バックテンションＢＴ２が所定の値となるように、駆動キャプスタン５０－１の回転トルクＣＴ１をフィードフォワード制御する。これにより、金属線１０は、駆動キャプスタン５０－１によって伸線ダイス４２－１から、ＦＴ１’の引き抜き力で、ノンスリップで引き抜かれるとともに、設定上、バックテンションＢＴ２が付与される状態で、伸線ユニット４０－２にノンスリップで送り出される。

[0102] 第２段の伸線ユニット４０－２は、第１段の伸線ユニット４０－１と同様に、下式によって、バックテンションＢＴ２の設定値及び予め取得された引抜加工力のサンプル値ＤＴ２’に基づいて、バックテンションＢＴ３が所定の値となるように、駆動キャプスタン５０－２の回転トルクＣＴ２をフィードフォワード制御する。

ＣＴ２＝ＢＴ２＋ＤＴ２’－ＢＴ３

[0103] 同様に、伸線ユニットコントローラ１４０は、下式によって、第ｉ段のバックテンションＢＴｉの設定値及び予め取得された引抜加工力のサンプル値ＤＴｉ’に基づいて、バックテンションＢＴｉ＋１が所定の値となるように、駆動キャプスタン５０ｉの回転トルクＣＴｉをフィードフォワード制御する。

ＣＴ（ｉ）＝ＢＴ（ｉ）＋ＤＴ（ｉ）’－ＢＴ（ｉ＋１）

これにより、金属線１０は、駆動キャプスタン５０ｉによって伸線ダイス４２ｉから、ＦＴｉ’の引き抜き力で、ノンスリップで引き抜かれるとともに、設定上、バックテンションＢＴｉ＋１が付与される状態で、伸線ユニッ

ト４０ｉ＋１（又は伸線ユニット９０）にノンスリップで送り出される。なお、上式において、ｉ＝ｎの場合、伸線ユニット９０の伸線ダイス９２によって伸線される金属線１０のバックテンションをＢＴｉ＋１とする。

[0104] 本実施例によれば、金属線１０のバックテンションをフィードバック制御するので、第１実施例と同様に、引抜加工力やフロントテンションのサンプル値と実際値との誤差が、次段のバックテンションに引き継がれ、累積されることを防ぐことができる。また、本実施例では、バックテンションを測定するので、測定されたバックテンション及び駆動キャプスタン５０の回転トルクに基づいて、伸線ダイス４２の引抜加工力を算出することができる。

[0105] 以上説明した伸線機及び伸線方法によれば、伸線ユニットにダンサを設ける必要がないため、その構成を簡易なものとすることができる。また、バックテンションや金属線の減面率を任意に設定できる等、伸線加工条件を任意に調整できる伸線機を提供することができる。従って、本実施形態の伸線機及び伸線方法によれば、バックテンションを任意に設定して伸線ダイスの損耗を低減させることができ、また、減面率を任意に設定して伸線ダイスの使用数を減らせる等の優れた作用効果を奏することができる。さらに、本実施形態の伸線機及び伸線方法によれば、伸線速度、バックテンション、フロントテンション等の伸線加工条件を任意に調整できるので、線径やカール径等において種々の特性を有する金属線や、従来よりも破断荷重や引張強さ等の特性が優れた金属線を作成することができる。

[0106] 上記発明の実施形態を通じて説明された実施例や応用例は、用途に応じて適宜に組み合わせて、又は変更若しくは改良を加えて用いることができ、本発明は上述した実施形態の記載に限定されるものではない。そのような組み合わせ又は変更若しくは改良を加えた形態も本発明の技術的範囲に含まれ得ることが、特許請求の範囲の記載から明らかである。

符号の説明

[0107] １０・・・金属線、１１・・・金属線、２０・・・巻出ユニット、２２・・・巻出ボビン、２２・・・巻出モータ、２４、２６、２８・・・ガイドロー

ラ、３２・・・ダンサ部、３４・・・ダンサローラ、３６・・・ダンサアーム、３８・・・トルクモータ、４０・・・伸線ユニット、４２・・・伸線ダイス、４４、４６・・・ガイドローラ、５０・・・駆動キャプスタン、６０・・・巻取ユニット、６６、６８、７０・・・ガイドローラ、７２・・・ダンサ部、７４・・・ダンサローラ、７６・・・ダンサアーム、７８・・・トルクモータ、８０・・・巻取ボビン、９２・・・伸線ダイス、９４、９６・・・ガイドローラ、９８・・・駆動キャプスタン、１００・・・伸線機、１１０・・・システムコントローラ、１２０・・・巻出ユニットコントローラ、１２２・・・巻出モータ、１３８・・・ポテンショメータ、１４０・・・伸線ユニットコントローラ、１５０・・・駆動モータ、１５２、１５６・・・歪みゲージ、１５４、１５８・・・エンコーダ、１６０・・・巻取ユニットコントローラ、１７８・・・ポテンショメータ、１８０・・・巻取モータ、２００・・・制御ユニット、ＢＴ・・・バックテンション、ＣＴ・・・回転トルク、ＤＴ・・・引抜加工力、ＦＴ・・・フロントテンション

請求の範囲

[請求項1] 通過する金属線の径を縮小して当該金属線を伸線する、第１の伸線ダイスと、

前記第１の伸線ダイスを通過する前記金属線の第１のバックテンションを制御するバックテンション制御部と、

前記第１の伸線ダイスを通過する前記金属線を、第１のフロントテンションで前記第１の伸線ダイスからノンスリップで引き抜く第１のキャプスタンと、

前記第１のフロントテンションを測定する第１のフロントテンション測定部と、

測定された前記第１のフロントテンションに基づいて、前記第１のキャプスタンの回転トルクを制御する、第１のキャプスタン制御部と、

伸線された前記金属線を巻き取る巻取部と

を備えた伸線機。

[請求項2] 前記第１のキャプスタンと前記巻取り部との間に設けられ、前記第１のキャプスタンによって引き抜かれた前記金属線が通過し、通過した当該金属線の径を縮小して当該金属線を伸線する、第２の伸線ダイスをさらに備え、

前記第１のキャプスタンは、前記金属線をノンスリップで前記第２の伸線ダイスに送り出し、

前記第１のキャプスタン制御部は、前記第２の伸線ダイスを通過する前記金属線の第２のバックテンションが所定の値となるように、前記第１のフロントテンションに基づいて前記第１のキャプスタンの回転トルクを制御する、請求項１記載の伸線機。

[請求項3] 前記第２の伸線ダイスを通過する前記金属線を、第２のフロントテンションで前記第２の伸線ダイスからノンスリップで引き抜く第２のキャプスタンと、

前記第２のキャプスタンと前記巻取り部との間に設けられ、前記第２のキャプスタンによって引き抜かれた前記金属線が通過し、通過した当該金属線の径を縮小して当該金属線を伸線する、第３の伸線ダイスと

前記第２のフロントテンションを測定する第２のフロントテンション測定部と、

測定された前記第２のフロントテンションに基づいて、前記第２のキャプスタンの回転トルクを制御する、第２のキャプスタン制御部とをさらに備え、

前記第２のキャプスタン制御部は、前記第３の伸線ダイスを通過する前記金属線の第３のバックテンションが所定の値となるように、前記第２のフロントテンションに基づいて前記第２のキャプスタンの回転トルクを制御する、請求項２記載の伸線機。

［請求項4］ 前記金属線を前記第１の伸線ダイスに送り出す巻出部をさらに備え、

前記バックテンション制御部は、前記巻出部と前記第１の伸線機との間において、前記金属線の前記第１のバックテンションを制御するダンサである、請求項１記載の伸線機。

［請求項5］ 通過する金属線の径を縮小して当該金属線を伸線する、第１の伸線ダイスと、

前記第１の伸線ダイスを通過する前記金属線の第１のバックテンションを制御するバックテンション制御部と、

前記第１の伸線ダイスを通過する前記金属線を、前記第１の伸線ダイスからノンスリップで引き抜く第１のキャプスタンと、

前記第１のキャプスタンの回転トルクを制御して、前記金属線を前記第１の伸線ダイスから引き抜く第１のキャプスタン制御部と、

伸線された前記金属線を巻き取る巻取部と

を備え、

前記第１のキャプスタン制御部は、

前記第１のキャプスタンを速度制御で回転させて前記金属線を前記第１の伸線ダイスから引き抜いたときにおける、当該金属線の第１のフロントテンションを予め記憶しており、

当該第１のフロントテンションに基づいて、前記第１のキャプスタンの回転トルクを制御して、前記金属線を前記第１の伸線ダイスから引き抜く、伸線機。

［請求項6］ 前記第１のキャプスタン制御部は、前記第１のキャプスタンを速度制御で所定の期間回転させて前記金属線を前記第１の伸線ダイスから引き抜いたときの当該第１のキャプスタンの平均トルクを、前記第１のフロントテンションとして記憶する、請求項５記載の伸線機。

［請求項7］ 前記第１のキャプスタンと前記巻取り部との間に設けられ、前記第１のキャプスタンによって引き抜かれた前記金属線が通過し、通過した当該金属線の径を縮小して当該金属線を伸線する、第２の伸線ダイスと、

前記第２の伸線ダイスを通過する前記金属線の第２のバックテンションを測定するバックテンション測定部と

をさらに備え、

前記第１のキャプスタンは、前記金属線をノンスリップで前記第２の伸線ダイスに送り出し、

前記第１のキャプスタン制御部は、測定された前記第２のバックテンションが所定の値となるように、前記第１のキャプスタンの回転トルクを制御する、請求項５記載の伸線機。

［請求項8］ 伸線ダイスを通過させて金属線の径を縮小して、当該金属線を伸線する伸線方法であって、

前記伸線ダイスを通過する前記金属線のバックテンションを制御するステップと、

キャプスタンを用いて、前記伸線ダイスを通過する前記金属線を、

所定のフロントテンションで前記伸線ダイスからノンスリップで引き抜くステップと、

前記フロントテンションを測定するステップと、

測定された前記フロントテンションに基づいて、前記キャプスタンの回転トルクを制御するステップと

を備えた伸線方法。

[請求項9] 伸線ダイスを通過させて金属線の径を縮小して、当該金属線を伸線する伸線方法であって、

前記伸線ダイスを通過する前記金属線のバックテンションを制御するステップと、

キャプスタンを用いて、前記伸線ダイスを通過する前記金属線を、前記伸線ダイスからノンスリップで引き抜くステップと、

前記キャプスタンの回転トルクを制御する制御ステップと

を備え、

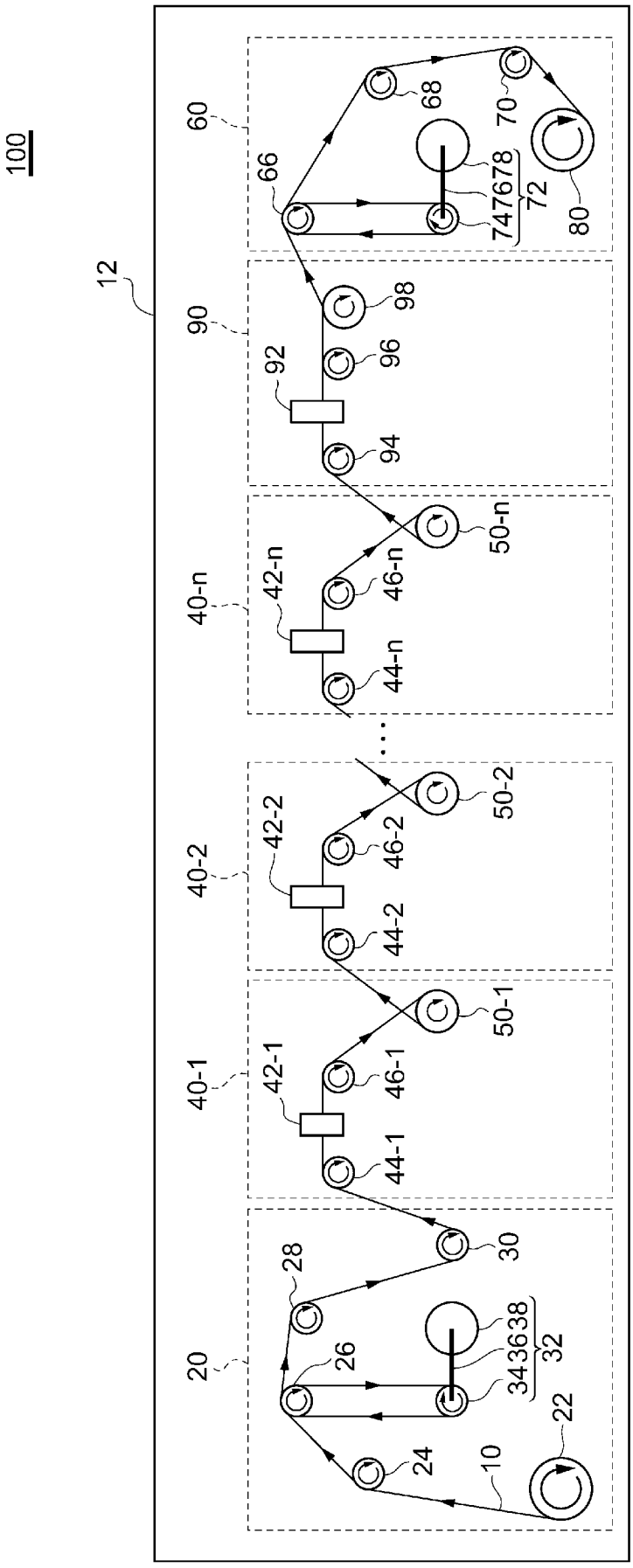
前記制御ステップは、

前記キャプスタンを速度制御で回転させて前記金属線を前記伸線ダイスから引き抜いたときにおける、当該金属線のフロントテンションを予め記憶するステップと、

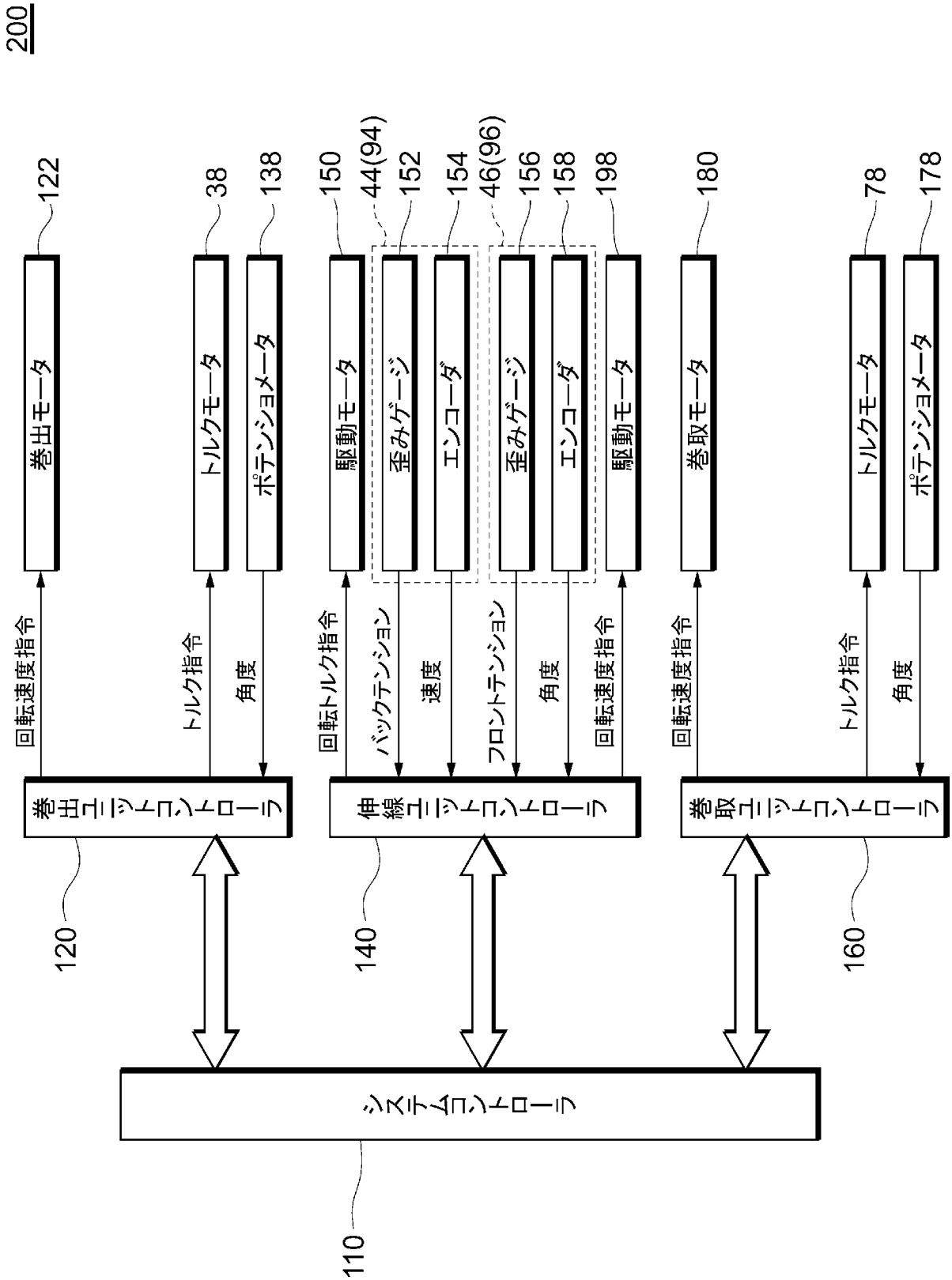
前記フロントテンションに基づいて、前記キャプスタンの回転トルクを制御して、前記金属線を前記第１の伸線ダイスから引き抜くステップと

を含む、伸線方法。

[図1]


100
12
60
66
68
70
74
76
78
72
80
90
92
94
96
98
40-n
42-n
44-n
46-n
50-n
40-2
42-2
44-2
46-2
50-2
40-1
42-1
44-1
46-1
50-1
20
22
24
26
28
30
32
34
36
38
10

[図2]


200
122
38
138
150
44(94)
152
154
46(96)
156
158
198
180
78
178
巻出モータ
トルクモータ
ポテンショメータ
駆動モータ
歪みゲージ
エンコーダ
歪みゲージ
エンコーダ
駆動モータ
巻取モータ
トルクモータ
ポテンショメータ
回転速度指令
トルク指令
角度
回転トルク指令
バックテンション
速度
フロントテンション
角度
回転速度指令
回転速度指令
トルク指令
角度
巻出コントローラ
伸線コントローラ
巻取コントローラ
120
140
160
システムコントローラ
110

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.
PCT/JP2012/074083

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER
B21C1/12(2006.01)i, *B21C1/08*(2006.01)i

According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC

B. FIELDS SEARCHED

Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)
B21C1/12, B21C1/08

Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched

Jitsuyo Shinan Koho	1922-1996	Jitsuyo Shinan Toroku Koho	1996-2012
Kokai Jitsuyo Shinan Koho	1971-2012	Toroku Jitsuyo Shinan Koho	1994-2012

Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practicable, search terms used)

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
Y	JP 8-24939 A (Marusan Kikai Co., Ltd.), 30 January 1996 (30.01.1996), paragraphs [0002] to [0006]; fig. 1 (Family: none)	1-4,8
Y	JP 2005-103623 A (Yugen Kaisha FA Denshi), 21 April 2005 (21.04.2005), paragraphs [0064] to [0065], [0087] (Family: none)	1-4,8
Y	JP 60-162519 A (Gosudarusutouennui), 24 August 1985 (24.08.1985), page 4, upper right column (Family: none)	1-4,8

☒ Further documents are listed in the continuation of Box C. ☐ See patent family annex.

* Special categories of cited documents:
"A" document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance
"E" earlier application or patent but published on or after the international filing date
"L" document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified)
"O" document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means
"P" document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed
"T" later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention
"X" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone
"Y" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art
"&" document member of the same patent family

Date of the actual completion of the international search	Date of mailing of the international search report
04 December, 2012 (04.12.12)	18 December, 2012 (18.12.12)
Name and mailing address of the ISA/ Japanese Patent Office Facsimile No.	Authorized officer Telephone No.

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.
PCT/JP2012/074083

C (Continuation). DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
A	JP 2000-33413 A (Maschinenfabrik Niehoff GmbH & Co. KG), 02 February 2000 (02.02.2000), entire text & US 6116068 A & EP 965394 A1 & DE 59801770 D & BR 9901598 A & ES 2163822 T & PT 965394 E	1-9

国際調査報告

国際出願番号　ＰＣＴ／ＪＰ２０１２／０７４０８３

Ａ．　発明の属する分野の分類（国際特許分類（ＩＰＣ））

Int.Cl.　B21C1/12(2006.01)i, B21C1/08(2006.01)i

Ｂ．　調査を行った分野

調査を行った最小限資料（国際特許分類（ＩＰＣ））

Int.Cl.　B21C1/12, B21C1/08

最小限資料以外の資料で調査を行った分野に含まれるもの

日本国実用新案公報	１９２２－１９９６年
日本国公開実用新案公報	１９７１－２０１２年
日本国実用新案登録公報	１９９６－２０１２年
日本国登録実用新案公報	１９９４－２０１２年

国際調査で使用した電子データベース（データベースの名称、調査に使用した用語）

Ｃ．　関連すると認められる文献

引用文献のカテゴリー＊	引用文献名　及び一部の箇所が関連するときは、その関連する箇所の表示	関連する請求項の番号
Y	JP 8-24939 A（株式会社マルサン機械）1996.01.30, 段落【０００２】－【０００６】，図１（ファミリーなし）	1-4,8
Y	JP 2005-103623 A（有限会社エフ・エー電子）2005.04.21, 段落【００６４】－【００６５】，【００８７】（ファミリーなし）	1-4,8
Y	JP 60-162519 A（ゴスダルストウエンヌイ）1985.08.24, 第４頁右上欄（ファミリーなし）	1-4,8

☑　Ｃ欄の続きにも文献が列挙されている。

☐　パテントファミリーに関する別紙を参照。

＊　引用文献のカテゴリー
「Ａ」特に関連のある文献ではなく、一般的技術水準を示すもの
「Ｅ」国際出願日前の出願または特許であるが、国際出願日以後に公表されたもの
「Ｌ」優先権主張に疑義を提起する文献又は他の文献の発行日若しくは他の特別な理由を確立するために引用する文献（理由を付す）
「Ｏ」口頭による開示、使用、展示等に言及する文献
「Ｐ」国際出願日前で、かつ優先権の主張の基礎となる出願の日の後に公表された文献
「Ｔ」国際出願日又は優先日後に公表された文献であって出願と矛盾するものではなく、発明の原理又は理論の理解のために引用するもの
「Ｘ」特に関連のある文献であって、当該文献のみで発明の新規性又は進歩性がないと考えられるもの
「Ｙ」特に関連のある文献であって、当該文献と他の１以上の文献との、当業者にとって自明である組合せによって進歩性がないと考えられるもの
「＆」同一パテントファミリー文献

国際調査を完了した日 ０４．１２．２０１２	国際調査報告の発送日 １８．１２．２０１２
国際調査機関の名称及びあて先 日本国特許庁（ＩＳＡ／ＪＰ） 郵便番号１００－８９１５ 東京都千代田区霞が関三丁目４番３号	特許庁審査官（権限のある職員）　３Ｐ　３７３０ 宇田川　辰郎 電話番号　０３－３５８１－１１０１　内線　３３６４

Ｃ（続き）．　関連すると認められる文献

引用文献のカテゴリー＊	引用文献名　及び一部の箇所が関連するときは、その関連する箇所の表示	関連する請求項の番号
A	JP 2000-33413 A (マシーネンファブリーク・ニーホフ・ゲーエムベーハー・ウント・コー・カーゲー) 2000.02.02, 文献全体 & US 6116068 A & EP 965394 A1 & DE 59801770 D & BR 9901598 A & ES 2163822 T & PT 965394 E	1-9