

(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
2011年7月14日(14.07.2011)



(10) 国際公開番号

WO 2011/083817 A1

(51) 国際特許分類:
H05B 6/36 (2006.01) *H05B 6/10* (2006.01)
C21D 1/42 (2006.01)

(21) 国際出願番号: PCT/JP2011/050093

(22) 国際出願日: 2011年1月6日(06.01.2011)

(25) 国際出願の言語: 日本語

(26) 国際公開の言語: 日本語

(30) 優先権データ:
特願 2010-001384 2010年1月6日(06.01.2010) JP

(71) 出願人(米国を除く全ての指定国について): 住友金属工業株式会社(SUMITOMO METAL INDUSTRIES, LTD.) [JP/JP]; 〒5410041 大阪府大阪市中央区北浜4丁目5番33号 Osaka (JP).

(72) 発明者; および

(75) 発明者/出願人(米国についてのみ): 岡田 信宏 (OKADA Nobuhiro) [JP/JP]; 〒5410041 大阪府大阪市中央区北浜4丁目5番33号 住友金属工業株式会社内 Osaka (JP). 富澤 淳(TOMIZAWA

Atsushi) [JP/JP]; 〒5410041 大阪府大阪市中央区北浜4丁目5番33号 住友金属工業株式会社内 Osaka (JP). 鳴田 直明 (SHIMADA Naoaki) [JP/JP]; 〒5410041 大阪府大阪市中央区北浜4丁目5番33号 住友金属工業株式会社内 Osaka (JP).

(74) 代理人: 広瀬 章一(HIROSE Shoichi); 〒1030023 東京都中央区日本橋本町4丁目4番2号東山ビル Tokyo (JP).

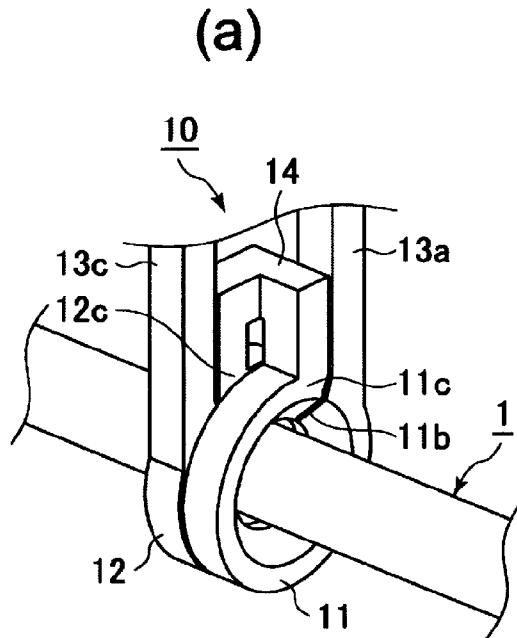
(81) 指定国(表示のない限り、全ての種類の国内保護が可能): AE, AG, AL, AM, AO, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BH, BR, BW, BY, BZ, CA, CH, CL, CN, CO, CR, CU, CZ, DE, DK, DM, DO, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, GT, HN, HR, HU, ID, IL, IN, IS, JP, KE, KG, KM, KN, KP, KR, KZ, LA, LC, LK, LR, LS, LT, LU, LY, MA, MD, ME, MG, MK, MN, MW, MX, MY, MZ, NA, NG, NI, NO, NZ, OM, PE, PG, PH, PL, PT, RO, RS, RU, 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.

[続葉有]

(54) Title: INDUCTION HEATING COIL, DEVICE FOR MANUFACTURING OF WORKPIECE, AND MANUFACTURING METHOD

(54) 発明の名称: 誘導加熱コイル、加工部材の製造装置および製造方法

[図1]



(57) Abstract: Disclosed is an induction heating coil capable of heating a steel tube that is conveyed non-rotationally in the axial direction thereof uniformly in the circumferential direction thereof and stably in a narrow range in the axial direction thereof. An induction heating coil (10), having a configuration that encircles the exterior circumference of a long metallic material (1), which is the object to be heated, in the circumferential direction thereof, comprises two or more coil loops: a first coil loop coil main body (11) and a second coil loop coil main body (12). The coils have an interior circumferential length L_n (the non-efficacious coil length) wherein the number of effective coil loops when the coils are projected in the circumferential direction is less than the total number of coil loops, and the interior circumferential length of the projected coil main body being L_0 (the interior circumferential coil length), where L_n/L_0 is less than or equal to 0.05; and the coil main body (11) and the coil main body (12) further comprise insulator portions (11b and 12b) upon connection portions thereof, wherein the insulator portions are present in locations separated between 5 and 45 degrees upon the central angles of the coil main bodies.

(57) 要約:

[続葉有]



- (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, SD, SL, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), ユーラシア (AM, AZ, BY, KG, KZ, MD, 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))

非回転で軸方向へ搬送される鋼管を周方向に均一にかつ軸方向に狭い範囲で安定して加熱することができる誘導加熱コイルを提供する。被加熱体である長尺の金属材 1 の外周を周方向に取り巻く構成の誘導加熱コイル 10 は、1巻き目のコイル本体 11 と 2巻き目のコイル本体 12 という 2つ以上の1巻きコイルを有し、これらコイルを軸方向に投影した場合の実質的なコイル巻き数がコイル全体の巻き数未満となる内周長さ L_n (非実効コイル長) とし、投影したコイル本体の内周長さ L_0 (内周コイル長) とし、 L_n/L_0 が 0.05 以下となり、コイル本体 11 とコイル本体 12 は接続部に絶縁部 11 b と 12 b を有し、絶縁部はコイル本体の中心角で 5 ~ 45 度離れた位置に存在する。

明 細 書

発明の名称：

誘導加熱コイル、加工部材の製造装置および製造方法

技術分野

[0001] 本発明は、誘導加熱コイル、加工部材の製造装置および製造方法にする。本発明は、例えば焼入れ鋼管等の焼入れ鋼材を製造する際に好適に用いられる誘導加熱コイルと、この誘導加熱コイルを備える加工部材の製造装置と、この誘導加熱コイルを用いる加工部材の製造方法とに関する。

背景技術

[0002] 金属製の強度部材、補強部材または構造部材が自動車や各種機械に用いられる。高強度、軽量かつ小型であることがこれらの部材に要求される。これらの部材は、従来より、鋼製のプレス加工品の溶接、厚鋼板の打ち抜き、さらにはアルミニウム合金の鍛造等によって、製造されてきた。これらの製造方法により達成される軽量化および小型化は、限界に達している。

[0003] これらの部材は、さらに軽量化および小型化するため、例えば非特許文献1に開示されるハイドロフォームによっても製造される。ハイドロフォームは、金型の内部に配置される金属管の内部に高圧の加工液を供給して金属管を膨出変形させ、金属管を金型の内面に沿って変形させることによって、複雑な形状を有する成形品を製造する。ハイドロフォームは、冷間加工であるため、例えば引張強度が780 MPa以上といった延性が低い素材を複雑な形状に成形することが難しい。ハイドロフォームは、通常、曲げ、プリフォームおよびハイドロフォームの3工程を要するため、工程が比較的煩雑になる。さらに、ハイドロフォームは、加工機が大型かつ比較的高価である。

[0004] 本出願人は、特許文献1により曲げ部材の製造装置を開示した。図6は、この製造装置Oの概略を示す説明図である。

金属管1（以降の説明では、金属管が鋼管である場合を例にとる）は、支持機構2によって軸方向へ移動自在に支持される。送り機構3は、鋼管1を

上流側から下流側へ向けて送る。製造装置0は、支持機構2の下流において鋼管1に曲げ加工を行うことによって、曲げ部材8を製造する。

- [0005] 支持機構2の下流において、誘導加熱コイル5は、軸方向へ送られる鋼管1を部分的に焼入れ可能温度域（ A_{c_3} 点以上）へ急速に誘導加熱する。水冷機構6は、誘導加熱コイル5の直ぐ下流において鋼管1を急速に冷却する。これらにより、鋼管1の軸方向へ移動する高温部1aが、誘導加熱コイル5と水冷機構6との間の鋼管1に部分的に形成される。高温部1aの変形抵抗は、他の部分の変形抵抗よりも著しく小さい。
- [0006] 可動ローラダイス4は、ロール対4aを少なくとも一組有する。ロール対4aは、鋼管1を送りながら支持する。可動ローラダイス4は、水冷機構6の下流の領域において、鋼管1を支持しながら二次元又は三次元の方向へ移動することによって、高温部1aに曲げモーメントを与える。
- [0007] 製造装置0は、比較的安価な構成機器2～6を用いた単純な工程によって、鋼管1に高い作業能率で曲げ加工を行って、所望の形状を有する高強度（例えば780 MPa以上の引張強度）の曲げ部材8を製造する。

先行技術文献

特許文献

- [0008] 特許文献1：国際公開第2006／093006号パンフレット

非特許文献

- [0009] 非特許文献1：自動車技術No.v. 57, No. 6 (2003) 23～28頁

発明の開示

発明が解決しようとする課題

- [0010] 一般的に、例えば棒材といった中実かつ金属製の被加熱部材を誘導加熱コイルにより誘導加熱する際には、誘導加熱は、被加熱部材をその周方向へ均一に加熱するために、被加熱部材を中心軸回りに回転しながら、行われる。しかし、製造装置0において鋼管1をその中心軸回りに回転することは、支持機構2の下流において移動させる可動ローラダイス4の移動範囲に制限が

あるため、不可能である。このため、製造装置〇は、鋼管1を回転させずに軸方向へ送りながら、誘導加熱コイル5により鋼管1を誘導加熱する。このため、鋼管1を周方向へ均一に加熱することが難しい。

- [0011] 誘導加熱における加熱電力は、誘導加熱コイル5に通電される電流値（A）と、誘導加熱コイル5の巻き数（Turn）との積であるアンペアターン（ATurn）によって、決定される。
- [0012] 製造装置〇は、鋼管1を精度良く加工することができる。鋼管1の軸方向への加熱幅は、製造装置〇による曲げ加工の精度をさらに高めるために、できるだけ狭いことが好ましい。この加熱幅は、誘導加熱コイル5の巻き数が多くなると、広くなる。このため、誘導加熱コイル5の巻き数は、加熱幅を狭くするために、できるだけ少ないことが好ましい。
- [0013] 一方、一つの誘導加熱コイル5に通電可能な電流値は、その材質および断面積に依存し、一般的には最大で10000A程度である。このため、誘導加熱コイル5の巻き数は、高い生産性と良好な寸法精度とを両立するためにより多くのエネルギーを必要とする場合には、2巻き以上にしなければならないことがある。
- [0014] 図7は、従来の技術的思想に基づく誘導加熱コイル5の一例を示す説明図である。図7（a）は、誘導加熱コイル5の斜視図である。図7（b）は、誘導加熱コイル5の1巻き目の本体9—1および2巻き目の本体9—2の、鋼管1の軸方向と平行な方向への間隔を広げて描くことによって誘導加熱コイル5の構造をわかり易く示す斜視図である。図7（c）は、鋼管1の軸方向への誘導加熱コイル5の投影を示す説明図であり、実線矢印は1巻き目の本体9—1における電流流れを示し、破線矢印は2巻き目の本体9—2における電流流れを示す。さらに、図7（d）は誘導加熱コイル5を用いて加熱された鋼管1の数値解析シミュレーションによる温度分布の一例を示す説明図である。
- [0015] 製造装置〇によって曲げ部材8を高い寸法精度で製造するためには、鋼管1の高温部1aが、鋼管1の軸方向へできるだけ狭く、かつ周方向へ均一に

形成される必要がある。

図7（a）～図7（c）に示すように、誘導加熱コイル5は環状の本体9-1、9-2を有する。本体9-1、9-2は、鋼管1の周囲に鋼管1から離れて配置される。本体9-1は絶縁板を挟むことにより形成される絶縁部9-1aを有するとともに、本体9-2は絶縁板を挟むことにより形成される絶縁部9-2aを有する。図7（c）に示すように、二つの絶縁部9-1a、9-2aは、本体9-1、9-2に交流電流を供給するための電極9-3a、9-3bの間に設けられる。

[0016] 図7（c）に実線の矢印により示すように、一方の電極9-3aを介して本体9-1に供給された交流電流は本体9-1を流れる。図7（c）に破線の矢印で示すように、本体9-1を流れた電流は本体9-2および電極9-3bの順に流れる。これにより、磁束が本体9-1、9-2の内部に発生する。流れる電流が交流であるため、磁束の大きさと向きが変化する。このため、渦電流が、その磁束の変化を打ち消すような磁束を発生するように、鋼管1に誘起される。この渦電流が鋼管1の電気抵抗によってジューク熱を発生し、これにより、鋼管1が加熱されるという誘導加熱（induction heating）が行われる。鋼管1の発熱は、いわゆる表皮効果によって、供給される交流電流の周波数が高いほど、鋼管1の表面層に集中する。

[0017] 図7（a）～図7（c）に示すように、誘導加熱コイル5の巻き数を2巻きにするためには、1巻き目の本体9-1と2巻き目の本体9-2とを接続するためのコイル接続部9-4を設ける必要がある。このため、絶縁板からなる2箇所の絶縁部9-1a、9-2aが設けられる。一般的に、コイルはらせん形状を有するため、被加熱体のできるだけ近くで、かつ最短距離で1巻き目の本体9-1と2巻き目の本体9-2とを接続することが当業者の常識である。

[0018] 図7（c）に示すように、鋼管1の軸方向への誘導加熱コイル5の投影では、コイル接続部9-4が配置される領域S（絶縁部9-1aおよび9-2

a の間の領域)において、電流は鋼管 1 の軸方向へ流れる。このため、領域 Sにおいては、円周方向へ流れる電流は 1 方向となるために、誘導加熱コイル 5 の巻き数は実質的に 1 である。これに対し、領域 S 以外の残余の領域においては、円周方向へ流れる電流は 2 方向となるために、誘導加熱コイル 5 の巻き数は実質的に 2 である。このように、誘導加熱コイル 5 の巻き数は、本体 9-1、9-2 の周方向の位置に関して同じではない。

[0019] このため、誘導加熱コイル 5 を用いて鋼管 1 を誘導加熱すると、鋼管 1 の周方向への温度差が不可避的に発生する。例えば、外径（直径）31.8 m m、肉厚 1.8 mm の普通鋼製の鋼管 1 を、80 mm/sec の搬送速度でその軸方向へ非回転で搬送しながら、誘導加熱コイル 5 の内部を通過させることによって誘導加熱する場合、図 7 (d) に示すように、コイル接続部 9-4 が配置される領域 S（絶縁部 9-1 a および 9-2 a の間の領域）に相当する部分の鋼管 1 の加熱温度と、領域 S 以外の残余の領域に相当する部分の鋼管 1 の加熱温度との差が最大で約 240°C にも達する。このように、誘導加熱コイル 5 は、鋼管 1 を、その周方向へ均一に、かつ軸方向への狭い範囲で、安定して加熱することができない。

[0020] 本発明の目的は、例えば鋼管等の金属材を、その周方向へ均一に、かつ軸方向への狭い範囲で安定して加熱することができる誘導加熱コイルを提供することであり、さらに、この誘導加熱コイルを用いることによって高い寸法精度を有する加工部材を安定して確実に製造することができる加工部材の製造装置および製造方法を提供することである。

課題を解決するための手段

[0021] 本発明による誘導加熱コイルの構成は、図 1 に例示される通りであり、(i) 長尺の金属材 1 の外周を周方向に取り囲み、金属材 1 から離れて配置される第 1 の絶縁部 1-1 b および第 1 の電気伝導体を備えた第 1 の 1 巻きコイル本体 1-1 と、(ii) 第 1 の 1 巻きコイル本体 1-1 の内周形状と実質的に同一の内周形状を有し、金属材 1 から離れて金属材 1 の軸方向へ第 1 の 1 巻きコイル本体 1-1 と並列して配置される第 2 の絶縁部 1-2 b および第 2 の電

気伝導体を備えた第2の1巻きコイル本体12と、(iii) 第1の絶縁部11bに周方向へ隣接する第1の隣接部分11c、および第2の絶縁部12bに周方向へ隣接する第2の隣接部分12cを接続する本体接続部14とを備え、かつ、金属材1に対して相対的に金属材1の軸方向へ移動しながら金属材1を誘導加熱する誘導加熱コイル10において、実効コイル長L_eの誘導加熱コイルの内周コイル長L₀の関係が、(L₀-L_e) / L₀が0.05以下である。

[0022] ここで、「内周コイル長 (Inner-Coil-Length) L₀」とは、第1の1巻きコイル本体11または第2の1巻きコイル本体12の内側表面の1周分（絶縁部を含む）の長さをいい、「実効コイル長 (Effective-coil-length) L_e」とは、金属材1に対する誘導加熱コイル10の相対的な移動方向に直交する断面に第1の電気伝導体および第2の電気伝導体を投影したときに重畳する（重なり合う）領域の内周長さ、すわなち、実質的な周方向の巻き数がコイル全体の巻き数と等しくなる内周長さをいう。

[0023] 例えば、内周コイル長は、内径Rの円形コイルでは $2\pi R$ となり、内側短辺aおよび内側長辺bの長方形コイルでは $2 \times (a + b)$ となる。図1に示す本発明において、実効コイル長L_eは、内周コイル長L₀から2カ所の絶縁部11b、12bの周方向長さL₁、L₂の和(L₁+L₂)を減じた「 $2\pi R - L_1 - L_2$ 」である。さらに、非実効コイル長 (Noneffective-coil-length) L_nとは、実質的に周方向長さの巻き数がコイル全体の巻き数未満となる領域のコイル内周長さをいい、L_n=L₀-L_eとなる。

[0024] したがって、本発明は、望ましくは、被加熱体である長尺の金属材の外周を周方向に取り巻く第1の1巻きコイル本体および第2の1巻きコイル本体を少なくとも有し、回転を伴わない長尺の金属材に対して相対的に移動しながら当該金属材を誘導加熱する加熱コイルであって、前記金属材に対する相対的な移動方向へコイルを投影した場合の実質的なコイル巻き数が、コイル

全体の巻き数未満となる領域のコイル内周長さを L_n とするとともに前記投影したコイル内周の長さを L_0 とした場合に、 L_n/L_0 が 0.05 以下であることを特徴とする誘導加熱コイルである。

- [0025] さらに、本発明では、第1の隣接部分 11c と、第2の隣接部分 12c とが、前記断面内において、互いに異なる位置に存在すること、具体的には、第1の1巻きコイル本体 11 または第2の1巻きコイル本体 12 の中心角で 5～45 度離れた位置に存在することが望ましい。
- [0026] 従来の技術的思想に基づく誘導加熱コイルでは、被加熱体とコイルとの距離を均一とし、加熱効率を高めるためにコイル全長が最短となるように設計することが常識であった。しかし、本発明による誘導加熱コイルは、図1に例示されるように、従来の当業者の常識により想到される形状とは、顕著に異なる形状を有する。すなわち、本発明は、コイル全長が増加することや、コイルと被加熱体の距離が大きくなることを厭わずに、周方向に関してコイル巻き数が均一となることを最も重要視した結果、完成したものであって、非回転の被加熱体の外周を均一に加熱できるという予期せぬ効果を得られる。
- [0027] 別の観点からは、本発明は、図2に例示されるように、誘導加熱コイル 10 と、誘導加熱コイル 10 とともに金属材 1 に対して相対的に移動しながら、誘導加熱コイル 10 により誘導加熱された金属材 1 を冷却することによって、金属材 1 の軸方向へ移動する高温部 1a を金属材 1 に形成する冷却機構 23 と、高温部 1a に曲げモーメントを与える加工機構 24、29 を備えることを特徴とする加工部材の製造装置 20 である。
- [0028] さらに別の観点からは、本発明は、図2に例示されるように、誘導加熱コイル 10 を、中心軸回りに回転しない長尺の金属材 1 に対して相対的に金属材 1 の軸方向へ移動しながら金属材 1 を誘導加熱するとともに、誘導加熱コイル 10 とともに金属材 1 に対して相対的に移動する冷却機構 23 により、誘導加熱コイル 10 により誘導加熱された金属材 1 を冷却することによって、金属材 1 の軸方向へ移動する高温部 1a を金属材 1 に形成した後に、高温

部 1 a に曲げモーメントを与えることを特徴とする加工部材の製造方法である。

[0029] これらの本発明では、金属材 1 が、閉じた横断面形状を有する中空の鋼材であること、例えば鋼管であることが望ましい。

発明の効果

[0030] 本発明によれば、金属材をその周方向に均一にかつ軸方向への狭い範囲で安定して加熱することが可能になるので、高い寸法精度で加工部材を安定して確実に製造することができるようになる。

図面の簡単な説明

[0031] [図1]図 1 は、本発明に係る誘導加熱コイルの一例を示す説明図であり、図 1 (a) は、誘導加熱コイルの斜視図であり、図 1 (b) は、誘導加熱コイルの第 1 の 1 巻きコイル本体および第 2 の 1 巻きコイル本体の、鋼管の軸方向と平行な方向への間隔を広げて描くことによって誘導加熱コイルの構造をわかり易く示す斜視図であり、図 1 (c) は、鋼管の軸方向への誘導加熱コイルの投影を示す説明図であり、図 1 (d) は誘導加熱コイルを用いて加熱された鋼管の数値解析シミュレーションによる温度分布の一例を示す説明図である。

[図2]図 2 は、本発明に係る誘導加熱コイルを適用された加工部材の製造装置を模式的に示す説明図である。

[図3]図 3 (a) および図 3 (b) は、いずれも、本発明に係る誘導加熱コイルおよび鋼管の位置関係を示す説明図であり、図 3 (a) は、第 1 の 1 巻きコイル本体および第 2 の 1 巻きコイル本体と鋼管との間隔が均等に 3. 0 m m となる場合であり、図 3 (b) は、第 1 の 1 巻きコイル本体および第 2 の 1 巻きコイル本体それぞれの絶縁部と鋼管との間隔が 2. 0 mm であるとともに、絶縁部以外の部位における誘導加熱コイルと鋼管との間隔が 2. 0 ~ 4. 0 mm の範囲で不均一となる場合である。

[図4]図 4 は、本発明に係る誘導加熱コイルにより鋼管を加熱した場合の軸方向の温度分布を示すグラフである。

[図5]図5は、比較例に係る誘導加熱コイルにより鋼管を加熱した場合の軸方向の温度分布を示すグラフである。

[図6]図6は、特許文献1により開示された曲げ加工装置の概略を示す説明図である。

[図7]図7は、従来の技術的思想に基づく誘導加熱コイルの一例を示す説明図であり、図7(a)は、誘導加熱コイルの斜視図であり、図7(b)は、誘導加熱コイルの1巻き目の本体および2巻き目の本体の、鋼管の軸方向と平行な方向への間隔を広げて描くことによって誘導加熱コイルの構造をわかり易く示す斜視図であり、図7(c)は、鋼管の軸方向への誘導加熱コイルの投影を示す説明図であり、図7(d)は誘導加熱コイルを用いて加熱された鋼管の数値解析シミュレーションによる温度分布の一例を示す説明図である。

符号の説明

[0032] 〇 曲げ加工装置

- 1 鋼管
 - 2 支持機構
 - 3 送り機構
 - 4 可動ローラダイス
 - 4 a ロール対
 - 5 誘導加熱コイル
 - 6 水冷機構
 - 8 曲げ部材
 - 9-1 1巻き目の本体
 - 9-2 2巻き目の本体
 - 9-1 a、9-2 a 絶縁部
 - 9-3 a、9-3 b 電極
 - 9-4 コイル接続部
- 10 本発明に係る誘導加熱コイル

11 第1の1巻きコイル本体

11 b 第1の絶縁部

11 c 第1の隣接部分

12 第2の1巻きコイル本体

12 b 第2の絶縁部

12 c 第2の隣接部分

13 a、13 c 電極

14 本体接続部

20 本発明に係る製造装置

21 送り機構

22 支持機構

23 冷却機構

24 把持機構

25 つかみ機構

26 本体

27 第1の基盤

28 第2の基盤

29 移動機構

発明を実施するための形態

[0033] 以降の説明では、本発明における金属材が鋼管である場合を例にとる。本発明は、金属材が鋼管である場合に限定されない。本発明は、閉じた横断面形状を有する金属製の中空部材に適用される。例えば、矩形、楕円形、長円形、多角形、多角形と円の組み合わせの横断面形状、または、多角形と楕円の組み合わせの横断面形状を有する中空の金属材が、この中空部材として例示される。

[0034] [誘導加熱コイル10]

図1は、本発明に係る誘導加熱コイル10の一例を示す説明図である。図1(a)は、誘導加熱コイル10の斜視図であり、図1(b)は、誘導加熱

コイル10の第1の1巻きコイル本体11および第2の1巻きコイル本体12の、鋼管1の軸方向と平行な方向への間隔を広げて描くことによって誘導加熱コイル10の構造をわかり易く示す斜視図であり、図1(c)は、鋼管1の軸方向への誘導加熱コイル10の投影を示す説明図であり、図1(d)は誘導加熱コイル10を用いて加熱された鋼管1の数値解析シミュレーションによる温度分布の一例を示す説明図である。図1(d)において、凡例における一番上のデザインは950°C超1000°C以下であることを示し、上から2番目のデザインは900°C超950°C以下であることを示し、以下同様であって、一番下のデザインは550°C以下であることを示す。

[0035] 誘導加熱コイル10は、鋼管1の軸方向へ鋼管1に対して相対的に移動しながら、鋼管1を誘導加熱する。

誘導加熱コイル10は、第1の1巻きコイル本体11および第2の1巻きコイル本体12を備える。誘導加熱コイル10は、1巻きの第1の加熱コイル11と1巻きの第2の加熱コイル12とを備えることに、実質的に同じである。

[0036] 長尺の鋼管1は、中心軸回りに回転せずにその軸方向へ向けて送られる。

第1の1巻きコイル本体11は、銅合金製であり、環状の外形を備える。第1の1巻きコイル本体11は、第1の電気伝導体と、周方向の一部に第1の絶縁部11bとを有する。第1の絶縁部11bの厚みは薄いことが望ましい。第1の絶縁部11bの厚みは、絶縁性を確実に確保するために、1~2mm程度であることが例示される。第1の1巻きコイル本体11は、鋼管1の周囲に鋼管1から所定距離離れて、かつ鋼管1の全周を覆って、配置される。

[0037] 電極13aが、第1の絶縁部11bの隣に位置する、第1の電気伝導体の第1の隣接部分11cに設けられる。電極13aから第1の1巻きコイル本体11へ供給された交流電流は、第1の1巻きコイル本体11の第1の電気伝導体を周回した後、後述する本体接続部14を介して第2の1巻きコイル本体12の第2の電気伝導体へ流れる。これにより、磁束が第1の1巻きコ

イル本体11の内部に発生する。流れる電流が交流であるため磁束の大きさと向きが変化し、渦電流が、その磁束の変化を打ち消すような磁束を発生するように、鋼管1に誘起される。このとき、渦電流が鋼管1の電気抵抗によってジュール熱を発生し、これにより鋼管1が加熱されるという誘導加熱(*induction heating*)が行われる。

[0038] 第2の1巻きコイル本体12は、銅合金製であり、環状の外形を有する。第2の1巻きコイル本体12は、第2の電気伝導体と、周方向の一部に第2の絶縁部12bとを有する。第2の絶縁部12bの厚みは薄いことが望ましい。絶縁性を確実に確保するために、第2の絶縁部12bの厚みは1～2mm程度であることが例示される。第2の1巻きコイル本体12は、鋼管1の周囲に鋼管1から所定距離離れて、かつ鋼管1の全周を覆って、配置される。第2の1巻きコイル本体12は、鋼管1の軸方向へ第1の1巻きコイル本体11と一緒に配置される。

[0039] 第2の1巻きコイル本体12は、第1の1巻きコイル本体11の内周形状と同一の内周形状を有する。また、第2の1巻きコイル本体12は、第1の1巻きコイル本体11の外周形状と同一の外周形状を有する。

[0040] 電極13cが、第2の絶縁部12bの隣に位置する、第2の電気伝導体の第2の隣接部分12cに設けられる。後述する本体接続部14から第2の1巻きコイル本体12の第2の電気伝導体に供給された交流電流は、第2の1巻きコイル本体12の第2の電気伝導体を周回した後、電極13cへ流れる。これにより、磁束が第2の1巻きコイル本体12の内部に発生する。流れる電流が交流であるため磁束の大きさと向きが変化し、渦電流が、その磁束の変化を打ち消すような磁束を発生するように、鋼管1に誘起される。このとき、渦電流が鋼管1の電気抵抗によってジュール熱を発生し、これにより鋼管1が加熱されるという誘導加熱(*induction heating*)が行われる。

[0041] 本体接続部14は、第1の絶縁部11bに周方向へ隣接する第1の隣接部分11cと、第2の絶縁部12bに周方向へ隣接する第2の隣接部分12c

とを接続する。

後述するように、鋼管1に対する誘導加熱コイル10の相対的な移動方向に直交するとともに鋼管1の軸方向へ投影された断面（以降、本明細書では「投影横断面」と省略して記載する）において、第1の隣接部分11cと、第2の隣接部分12cとが互いに異なる位置に存在するため、図1（a）および図1（b）に示すように、本体接続部14は、略L字型に90度屈曲した断面形状を有する。

- [0042] 本体接続部14は、第1の1巻きコイル本体11の第1の隣接部分11cから流れ込む交流電流を、第2の1巻きコイル本体の第2の隣接部分12cを介して、第2の1巻きコイル本体12に供給する。
- [0043] 誘導加熱コイル10では、図1（c）に示すように、実質的な周方向のコイル巻き数が全体のコイル巻き数未満となる非実効コイル長 L_n が、第2の絶縁部12bの幅と第1の絶縁部11bの L_2 との合計長さ（ $L_1 + L_2$ ）であり、非実効コイル長 L_n が内周コイル長 L_0 の5%以下である。望ましくは、 $L_n \leq 0.03 \times L_0$ である。
- [0044] また、誘導加熱コイル10では、図1（c）に示すように、第1の隣接部分11cと、第2の隣接部分12cとが、投影横断面において、互いに異なる位置に存在すること、具体的には、第1の1巻きコイル本体11または第2の1巻きコイル本体12の中心角で5～45度離れた位置に存在することが望ましい。
- [0045] 図7（c）に示す従来の技術的思想による高周波誘導加熱コイル5では、コイル巻き数が実質的に1となる非実効コイル長は、コイル接続部9-4が配置される領域S（絶縁部9-1aおよび9-2aの間の領域）に絶縁部9-1aおよび絶縁部9-2aを加えた長さであり、コイル幅と同程度の広い幅となる。これに対し、本発明の図1（c）に示す誘導加熱コイル10においてコイル巻き数が実質的に1となる領域は、第1の絶縁部11bが存在する領域、および第2の絶縁部12bが存在する領域だけとなり、円周方向へ流れる電流が実質的に1巻き分となる領域は、大幅に削減される。

[0046] 例えば、第1の絶縁部11b、および第2の絶縁部12bの厚みがいずれも2mmである場合、鋼管1の直径を31.8mmとするとともに第1の1巻きコイル本体11または第2の1巻きコイル本体12の内径を37.8mmとすると、第2の絶縁部12bの幅L1と、第1の絶縁部11bの幅L2との合計長さ（L1+L2）は、第1の1巻きコイル本体11または第2の1巻きコイル本体12の内側コイル長118.75mmの約3.4%となる。

[0047] また、鋼管1の直径を25.4mmとするとともに第1の1巻きコイル本体11または第2の1巻きコイル本体12の内径を31.4mmとすると、合計長さ（L1+L2）は、第1の1巻きコイル本体11または第2の1巻きコイル本体12の内側コイル長の約4.1%となる。

[0048] なお、従来の技術的思想に基づく誘導加熱コイル5では、非実効コイル長はコイル幅とほぼ等しくなる。1巻き目の本体9-1の内径が31.4mmであるとともにコイル幅が15mmである場合に、その非実効コイル長は、内側コイル長の約15%である。

[0049] 図1(d)および図7(d)を対比することにより理解されるように、本発明の誘導加熱コイル10を用いて鋼管1を誘導加熱すると、従来の技術的思想に基づく誘導加熱コイル5を用いて鋼管1を誘導加熱する場合よりも、鋼管1の周方向の温度差が顕著に低減される。例えば、外径(直径)31.8mm、肉厚1.8mmの普通鋼製の鋼管1を、80mm/secの搬送速度でその軸方向へ非回転で搬送しながら、誘導加熱コイル10または誘導加熱コイル5の内部を通過させることにより誘導加熱する。すると、鋼管1に生じる周方向の温度差は、誘導加熱コイル5では約240°Cであるが、誘導加熱コイル10では約80°C程度に低減される。このように、誘導加熱コイル10は、鋼管1を周方向に均一にかつ狭い範囲で安定して加熱することができる。

[0050] 以上の説明は、誘導加熱コイル10が2つの1巻きコイル本体11、12を備える形態を例にとった。本発明はこの形態には制限されない。本発明の

誘導加熱コイルは、3つ以上の1巻きコイル本体を有していてもよい。第3の1巻コイル本体は、第1の1巻きコイル本体11および第2の1巻きコイル本体12の間や、第1の1巻きコイル本体12または第2の1巻きコイル本体12の隣に、第1の1巻きコイル本体11および第2の1巻きコイル本体12と一列に、配置される。加熱幅を狭くすることや設置場所の制約等の理由により、1巻きコイル本体の設置数は2つもしくは3つであることが望ましい。

[0051] また、誘導加熱コイルの形状は円形に限定されるものではなく、例えば、矩形、橢円形、長円形、多角形、多角形と円の組み合わせの横断面形状、または、多角形と橢円の組み合わせの横断面形状でよい。

[0052] [製造装置20および製造方法]

誘導加熱コイル10を曲げ加工装置0に適用して、加工部材を製造する状況を説明する。

[0053] 図2は、本発明に係る誘導加熱コイル10を適用された加工部材の製造装置20を模式的に示す説明図である。

同図に示すように、この製造装置20は、送り機構21と、支持機構22と、誘導加熱コイル10と、冷却機構23と、把持機構24とを備える。これらの構成機器を順次説明する。

[0054] [送り機構21]

送り機構21は、鋼管1をその長手方向へ送る。

電動サーボシリンダーを用いた機構が送り機構21として例示される。送り機構21は、特定の型式の機構には限定されない。例えば、ボールネジを用いた機構やタイミングベルトやチェーンを用いた機構といった、鋼管1のこの種の送り機構として公知の機構が等しく用いられる。

[0055] 鋼管1は、つかみ機構25で移動自在に支持される。送り機構21は、所定の送り速度で鋼管1をその軸方向（長手方向）へ送る。つかみ機構25は、鋼管1を送るために鋼管1を支持する。つかみ機構25は、後述する支持機構22が設置される場合には省略してもよい。

[0056] 製造装置 20 では、送り機構 21 が鋼管 1 をその軸方向へ送るとともに、誘導加熱コイル 10 および冷却機構 23 が固定して設置される。しかし、本発明はこの形態には限定されない。誘導加熱コイル 10 および冷却装置 23 が鋼管 1 に対して相対的に移動自在に設置されればよい。例えば、(a) 鋼管 1 を送らずに固定して配置するとともに、誘導加熱コイル 10 および冷却機構 23 が鋼管 1 に対して移動することや、(b) 鋼管 1 をその軸方向へ送るとともに、誘導加熱コイル 10 および冷却機構 23 が鋼管 1 に対してさらに移動することも許容される。

[0057] [支持機構 22]

支持機構 22 は、送り機構 21 により軸方向へ送られる鋼管 1 を、第 1 の位置 A において移動自在に支持する。

[0058] 固定ガイドが支持機構 22 として例示される。支持機構 22 は、特定の型式の機構には限定されない。例えば、対向して配置される一対あるいは一対以上の非駆動のロールが支持機構 22 として用いられてもよい。この種の支持機構として公知の機構が支持機構 22 として等しく用いられる。

[0059] 鋼管 1 は、支持機構の設置位置 A を通過して、軸方向へ送られる。支持機構 22 は、つかみ機構 25 により代用されてもよい。

[誘導加熱コイル 10]

誘導加熱コイル 10 は、第 1 の位置 A よりも鋼管 1 の送り方向の下流に位置する第 2 の位置 B において、鋼管 1 を急速に加熱する。

[0060] 誘導加熱コイル 10 は、第 1 の 1巻きコイル本体 11 および第 2 の 1巻きコイル本体 12 に、周波数が 5 ~ 100 kHz の交流電流を供給されることによって、5 ~ 150 mm/sec の送り速度で送られる鋼管 1 を、第 2 の位置 B において誘導加熱する。

[0061] 鋼管 1 に対する誘導加熱コイル 10 の、鋼管 1 の軸方向と直交する方向と平行な方向への距離を変更することによって、鋼管 1 の一部をその周方向へ不均一に加熱することができる。

[0062] 図 3 (a) および図 3 (b) は、いずれも、誘導加熱コイル 10 および鋼

管1の位置関係を示す説明図であり、図3(a)は、第1の1巻きコイル本体11および第2の1巻きコイル本体12と鋼管1との間隔が均等に3.0mmとなる場合であり、図3(b)は、第1の1巻きコイル本体11の絶縁部11bおよび第2の1巻きコイル本体の第2の絶縁部12bと鋼管1との間隔が2.0mmであるとともに、第1の絶縁部11bおよび第2の絶縁部12b以外の部位における誘導加熱コイル10と鋼管1との間隔が2.0~4.0mmの範囲で不均一となる場合である。

- [0063] 図3(a)に示す場合には、第1の絶縁部11bおよび第2の絶縁部12b付近における鋼管1の温度が他の位置の鋼管1の温度よりも低くなり、鋼管1の周方向の温度差は80°C程度となる。
- [0064] これに対し、図3(b)に示す場合には、第1の絶縁部11bおよび第2の絶縁部12b付近における鋼管1の温度と、他の位置の鋼管1の温度との差が小さくなり、鋼管1の周方向の温度差は40°C程度となる。
- [0065] 誘導加熱コイル10の上流側に少なくとも1つ以上設けられる鋼管1の予熱手段を併用することによって、鋼管1を複数回加熱することができる。これにより、鋼管1の周方向の温度差をさらに小さくすることができる。
- [0066] さらに、誘導加熱コイル10の上流側に少なくとも1つ以上設けられる鋼管1の予熱手段を併用することによって、送り出される鋼管1をその周方向または軸方向へ不均一に加熱することもできる。これにより、鋼管1の周方向の温度差をさらに小さくすることができる。
- [0067] 鋼管1は、誘導加熱コイル10により、図1(d)に例示するように、周方向の温度差を顕著に低減されながら、急速に加熱される。

[冷却機構23]

冷却機構23は、第2の位置Bよりも鋼管1の送り方向の下流の第3の位置Cに、配置される。冷却機構23は、加熱された鋼管1を冷却する。鋼管1は、冷却機構23により冷却されることにより、鋼管1の軸方向へ移動する高温部1aが部分的に形成される。高温部1aは、他の部分よりも変形抵抗が大幅に低下している。

[0068] 冷却機構 2 3 は、鋼管 1 を所望の冷却速度で冷却することができるものであればよく、特定の型式の冷却機構には限定されない。一般的には、冷却水を鋼管 1 の外表面の所定の位置に噴射することによって鋼管 1 を冷却する水冷機構が冷却機構 2 3 として例示される。

[0069] 図 1 に示すように、冷却水は、鋼管 1 の送り方向へ向けて傾斜して吹き付けられる。鋼管 1 に対する冷却機構 2 3 の、鋼管 1 の軸方向と直交する方向と平行な方向への距離を変更することによって、高温部 1 a の軸方向への長さを調整することができる。

[0070] [把持機構 2 4]

把持機構 2 4 は、第 3 の位置 C よりも鋼管 1 の送り方向の下流の領域 D に配置される。把持機構 2 4 は、鋼管 1 を把持しながら、第 3 の位置 C よりも鋼管 1 の送り方向の上流側の空間を含むワークスペース (work space) 内において三次元の方向へ移動する。これにより、把持機構 2 4 は、鋼管 1 に形成されている高温部 1 a に曲げモーメントを与える。一般的には、チャック機構が把持機構 2 4 として用いられる。

[0071] なお、本発明では、三次元に移動自在である把持機構 2 4 を二次元に移動することは当然可能である。把持機構 2 4 を二次元に移動することにより、曲げ方向が二次元的に異なる曲げ加工を行って屈曲部材、例えば S 字曲げのような曲げ方向が二次元的に異なる屈曲部材を製造することも可能である。

[0072] 「ワークスペース」とは、式 (1)、(2) および (3) により規定される三次元空間を意味する。

$$x < 0 \text{かつ} (y = 0 \text{または} y \geq 0.5D) \text{かつ} 0 \leq \theta < 360^\circ \quad \dots \dots \quad (1)$$

$$x^2 + (y - R_{min})^2 \geq R_{min}^2 \quad \dots \dots \quad (2)$$

$$x^2 + (y + R_{min})^2 \geq R_{min}^2 - (0.5D - R_{min})^2 + (0.5D + R_{min})^2 \quad \dots \dots \quad (3)$$

ただし、式 (1) ~ (3)において、D は屈曲部材の最小外形寸法 (mm) を意味し、R_{min} は屈曲部材の最小曲率半径 (mm) を意味し、x、y

、 θ は第2の位置を原点とする円柱座標系であって、屈曲部材の瞬間的な送り方向をxの正方向とし、xと水平面内で直交する方向をyとし、周方向の角度を θ とする。

[0073] 把持機構24がワークスペース内において三次元の方向へ移動することによって鋼管1に曲げ加工が行われ、これにより、屈曲部を長手方向へ向けて断続的又は連続的に備える屈曲部材が製造される。

[0074] ワークスペースは観念的に認識される空間であるので、このワークスペース内に例えば各種機構といった有体物が存在していてもよい。

把持機構24は、柱状の外形を有する本体26と移動機構29とを備える。

[0075] 本体26は中空体により構成される。中空体は、鋼管1の外周面に沿う形状の内周面を有する。本体26は、鋼管1の先端部の外面に当接して配置されることによって、鋼管1を把持する。

[0076] なお、本体26は、図1に示す例とは異なり、鋼管1の内周面に沿う形状の外周面を有する筒体により構成されていてもよい。この場合、本体26は、鋼管1の先端部の内部に挿入して配置されることによって、鋼管1を把持する。

[0077] 移動機構29は、第1の基盤27および第2の基盤28により構成される。第1の基盤27は、本体26を搭載するとともに第1の位置Aにおける鋼管1の送り方向と直交する方向（図1における上下方向）へ移動自在に配置される。第2の基盤28は、第1の基盤27に前記送り方向へ移動自在に配置される。

[0078] 第1の基盤27の移動、および、第2の基盤28の移動は、いずれも、ボールねじおよび駆動モータを用いて行われる。この移動機構29により本体26は、水平面内で二次元に移動自在に配置される。なお、図1における符号30はX軸チルトモータを示し、符号31はX軸シフトモータを示し、符号32はY軸チルトモータを示し、符号33はY軸シフトモータを示し、符号34はZ軸チルトモータを示し、さらに、符号35はZ軸シフトモータを

示す。

[0079] さらに、図2に示す移動機構29に替えて、少なくとも1軸以上の軸廻りに回動可能な関節を有する関節型ロボットが本体26を支持するようにしてもよい。関節型ロボットを用いることにより、本体26を三次元の方向へ移動自在に支持することが容易になる。

[0080] 製造装置20によって、三次元に屈曲する曲げ加工部を、長手方向へ向けて断続的又は連続的に備える加工製品を製造する状況を説明する。

閉じた断面形状を有する長尺の鋼管1を、支持機構22により第1の位置Aにおいて支持するとともに送り機構21によりその長手方向へ送る。

[0081] 第2の位置Bにおいて誘導加熱コイル10に周波数が5～100kHzの交流電流を供給することにより、5～150mm/secの送り速度で送られる鋼管1を誘導加熱する。

[0082] 第3の位置Cにおいて冷却機構23により鋼管1を冷却することにより、鋼管1に高温部1aを形成する。

さらに、領域Dで、把持機構24の位置を、第3の位置Cよりも鋼管1の送り方向の上流側の空間を含むワークスペース内において三次元の方向へ変更して、鋼管1の高温部1aに曲げモーメントを与えることを、目標とする製品形状に合わせて継続して行う。

[0083] これにより、三次元に屈曲する曲げ加工部を、長手方向へ向けて断続的又は連続的に備える曲げ加工製品が、連続的に製造される。

この場合に、第2の位置Bにおいて鋼管1を部分的に焼入れが可能な温度に加熱するとともに、第3の位置Cにおいて所定の冷却速度で冷却することにより、鋼管1の一部または全部を焼入れることができる。これにより、曲げ加工製品は、少なくとも長手方向及び／又はこの長手方向と交差する断面内における外周方向へ向けて、断続的又は連続的に焼入れ部を有する。

[0084] 製造装置20を、

(a) 電縫钢管製造ラインを構成する、帯状鋼板を連続的に繰り出すアンコイラーと、繰り出された帯状鋼板を所定の断面形状の管に成形する成形装置

と、突き合わされた帯状鋼板の両側縁を溶接して連続する管を形成する溶接装置と、溶接ビードの切削および必要に応じてポストアニールやサイジングをする後処理装置とを備える曲げ加工製品の連続製造装置における後処理装置の出側に、配置すること、または

(b) ロールフォーミングラインを構成する、帯状鋼板を連続的に繰り出すアンコイラーと、繰り出された帯状鋼板を所定の断面形状に成形する成形機構とを備える曲げ加工製品の連続製造装置における成形機構の出側に配置すること

によって、曲げ加工製品を連続的に製造することができる。

[0085] 本発明によれば、曲げ方向が3次元的に異なる曲げを行って曲げ加工製品を製造する場合であっても、さらに高強度の金属材の曲げ加工が必要な場合であっても、被加熱体である金属材の周方向に均一にかつ金属材の軸方向の狭い範囲に安定して加熱領域を形成することができる。

[0086] これにより、高強度で形状凍結性がよく、所定の硬度分布を有するとともに所望の寸法精度を有し、さらに、長手方向への曲率半径が一定ではなく、長手方向へ少なくとも二つの互いに異なる曲率半径の部分を有する曲げ加工製品を、効率的かつ安価に製造することができる。

[0087] しかも、例えば多関節型のロボット等により支持された把持手段によって金属材を把持して金属材に曲げ加工を行うことにより、曲げ加工の角度を大きく確保することができ、表面性状や表面疵を抑制することができ、また曲げ加工精度を確保することができるとともに、作業能率に優れた曲げ加工が可能になる。

[0088] 本発明は、例えば、さらに高度化する例えば自動車用の曲げ加工製品の曲げ加工技術として、広く適用される。

本発明により製造される焼入れ鋼材は、例えば、以下に例示する用途(i)～(viii)に対して適用可能である。

[0089] (i) 自動車のサスペンションのロアーアームやブレーキペダルといった自動車の強度部材、

- (iii) 自動車の各種レインフォース、ブレース等の補強部材、
- (iv) バンパー、ドアインパクトビーム、サイドメンバー、サスペンションマウントメンバー、ピラー、サイドシル等の自動車の構造部材、
- (v) 自転車や自動二輪車等のフレーム、クランク
- (vi) 電車等の車輛の補強部材、台車部品（台車枠、各種梁等）
- (vii) 船体等のフレーム部品、補強部材、
- (viii) 家電製品の強度部材、補強部材または構造部材

実施例

[0090] 図1に示す誘導加熱コイル10を図6に示す製造装置Oに適用した製造装置と、図7に示す比較例の誘導加熱コイル5を図6に示す製造装置Oに適用した製造装置とを用いて、外径（直径）31.8mm、肉厚1.8mmの普通鋼製の鋼管1を、80mm/secの搬送速度でその軸方向へ非回転で搬送しながら、誘導加熱コイル10または5の内部を通過させることにより誘導加熱した。そして、鋼管1の周方向の二箇所の部位P1、P2に熱電対を複数個装着し、鋼管1を搬送しながら、加熱時の鋼管1の温度を測定した。

[0091] 図4は、本発明例の結果を示すグラフであり、図5は、比較例の結果を示すグラフである。

なお、測定位置は、図4、5のグラフ中に併記した部位P1、P2である。部位P1は、横断面内において第1の絶縁部11bおよび第2の絶縁部12bに挟まれた領域の位置、すなわち比較例の誘導加熱コイル5ではコイル巻き数が実質的に一巻きとなる位置である。また部位P2は、部位P1から本体11の中心角で90度離れた位置である。図4、5のグラフにおける実線が部位Pの測定結果であり、破線が部位P2の測定結果である。

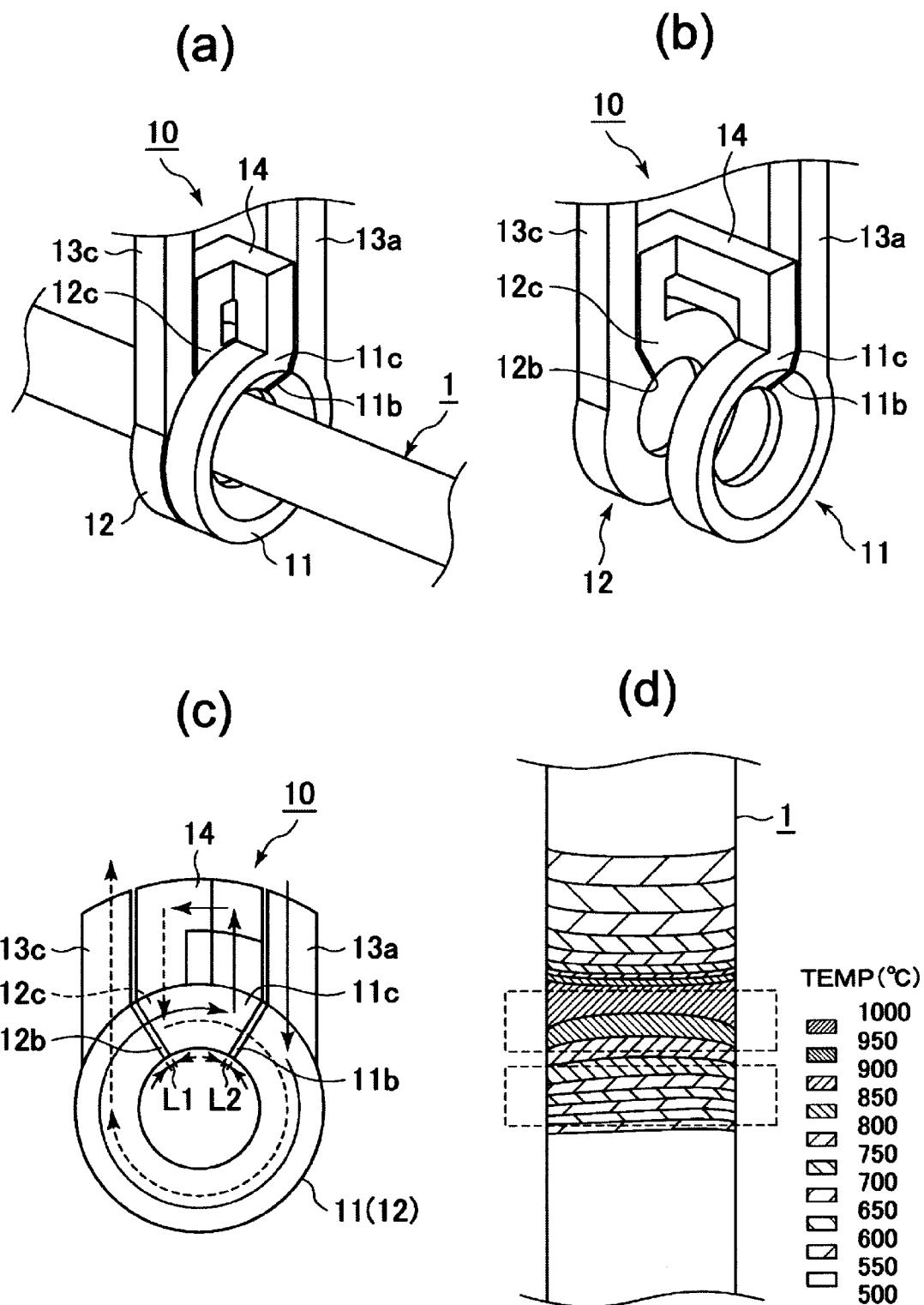
[0092] また、図4、5のグラフにおける縦軸Tは鋼管1の温度（°C）を示し、横軸SPは鋼管1の軸方向への送り位置（mm）を示す。

図5にグラフで示すように、比較例では鋼管1の周方向の温度差が約260°Cであるのに対し、図4にグラフで示すように本発明例によれば鋼管1の周方向の温度差は約80°Cに低減される。

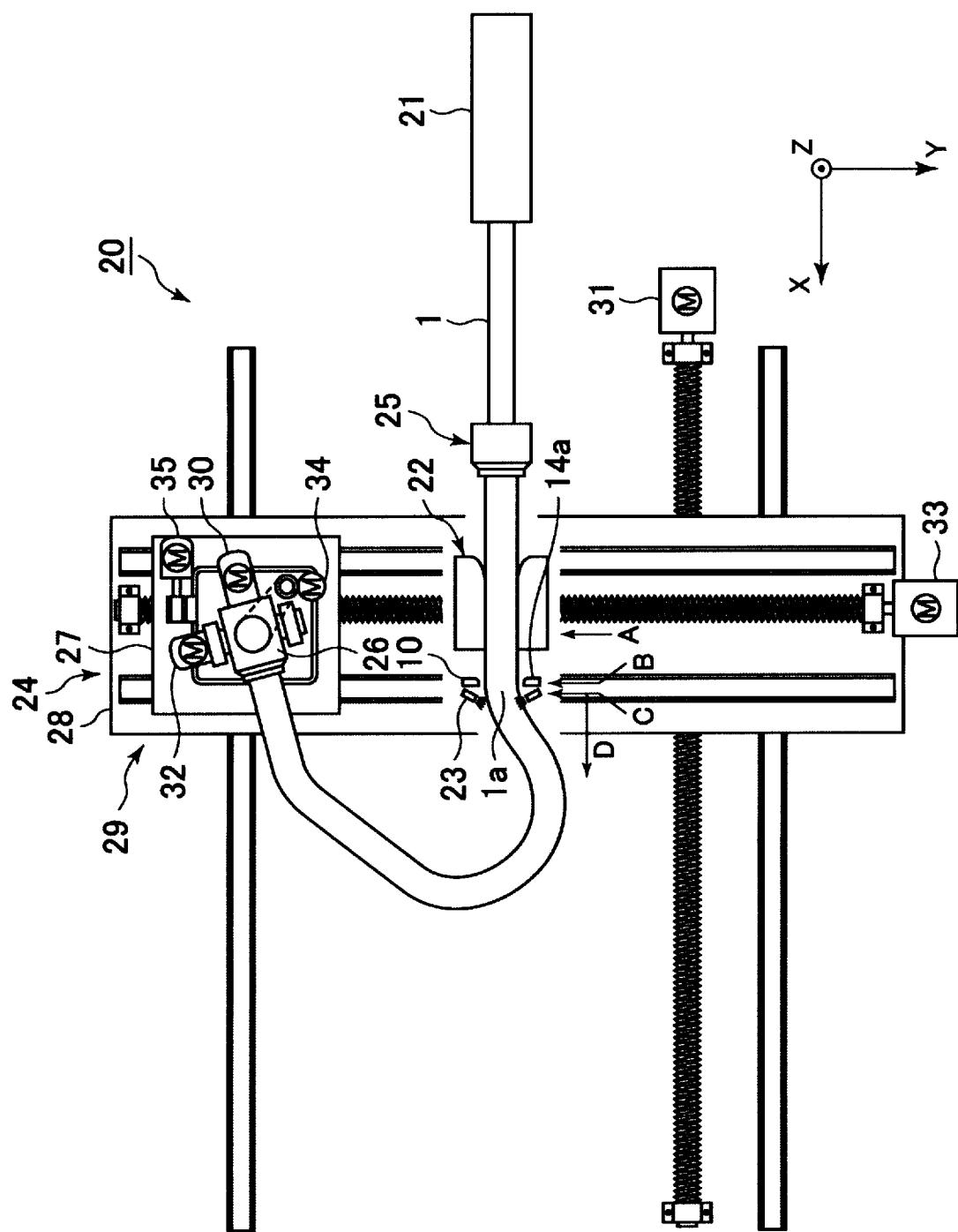
請求の範囲

- [請求項1] 回転を伴わない長尺の金属材に対して相対的に移動しながら当該金属材を誘導加熱する加熱コイルにおいて、
非実効コイル長を L_n とし、内周コイル長を L_O とした場合に、 $L_n / L_O \geq 0.05$ 以下であること
を特徴とする誘導加熱コイル。
- [請求項2] 請求項1に記載された誘導加熱コイルと、
前記誘導加熱コイルとともに前記金属材に対して相対的に移動しながら、前記誘導加熱コイルにより誘導加熱された前記金属材を冷却することによって、前記金属材の軸方向へ移動する高温部を前記金属材に形成する冷却機構と、
前記高温部に曲げモーメントを与える加工機構と
を備えることを特徴とする加工部材の製造装置。
- [請求項3] 請求項1に記載された誘導加熱コイルを、中心軸回りに回転しない長尺の金属材に対して相対的に該金属材の軸方向へ移動しながら当該金属材を誘導加熱するとともに、前記誘導加熱コイルとともに前記金属材に対して相対的に移動する冷却機構により、前記誘導加熱コイルにより誘導加熱された前記金属材を冷却することによって、前記金属材の軸方向へ移動する高温部を前記金属材に形成した後に、該高温部に曲げモーメントを与えることを特徴とする加工部材の製造方法。

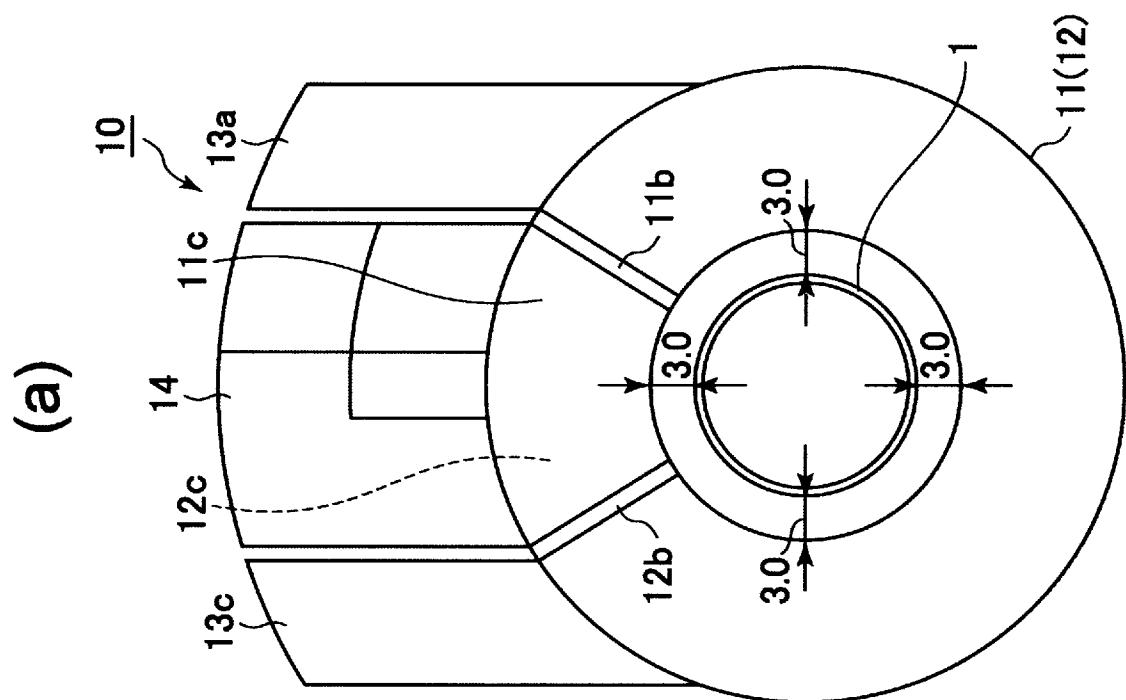
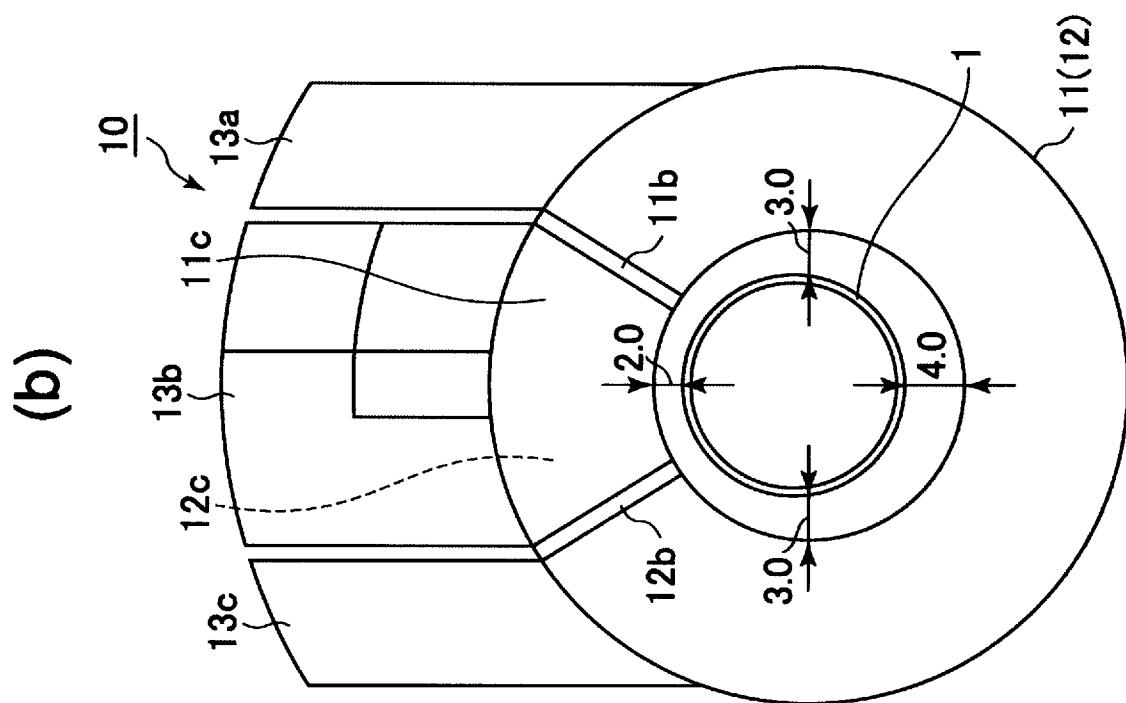
[図1]



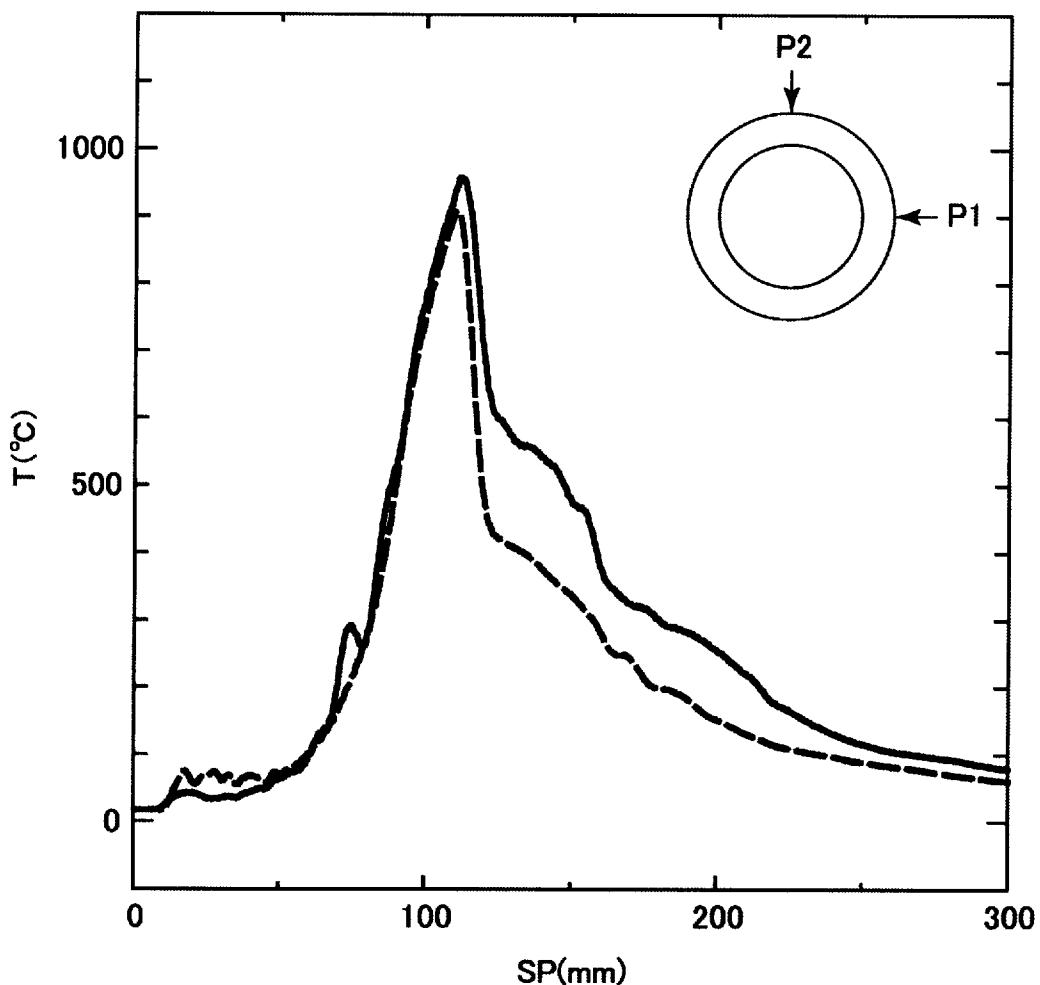
[図2]



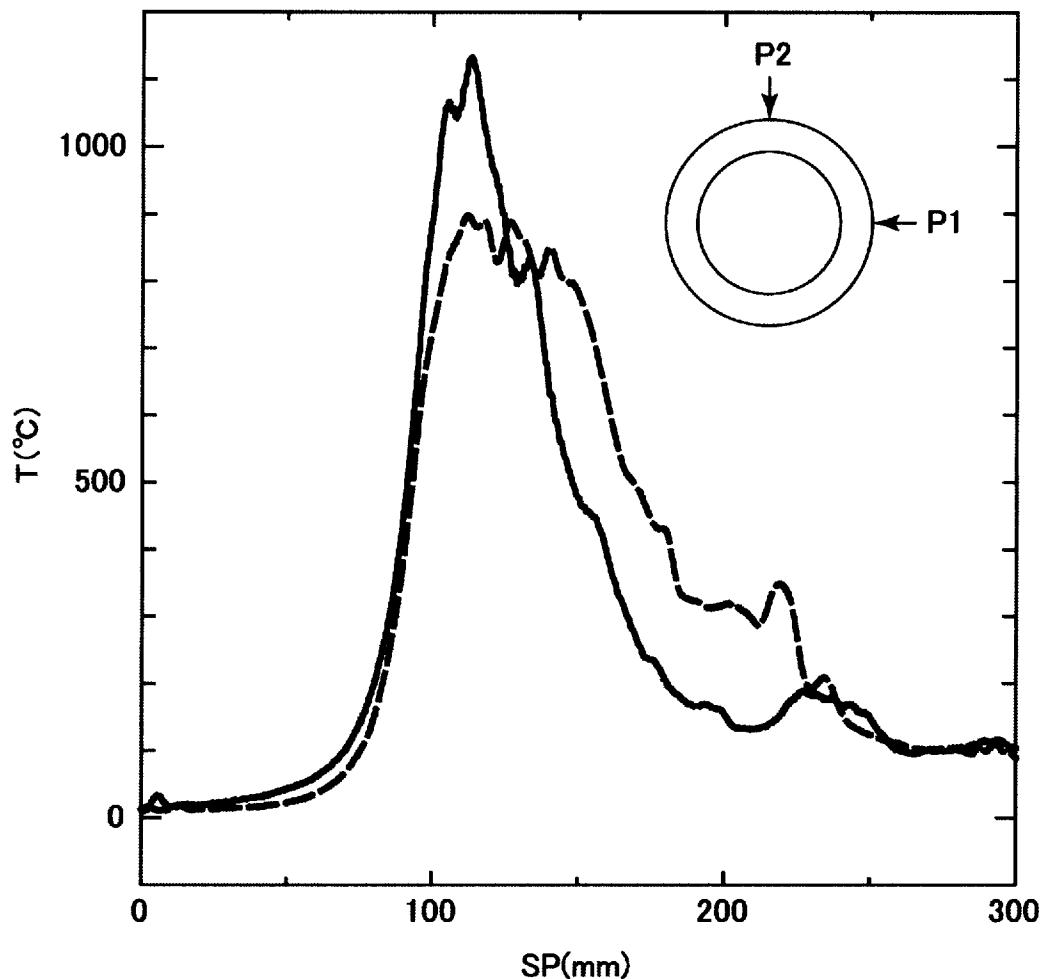
[図3]



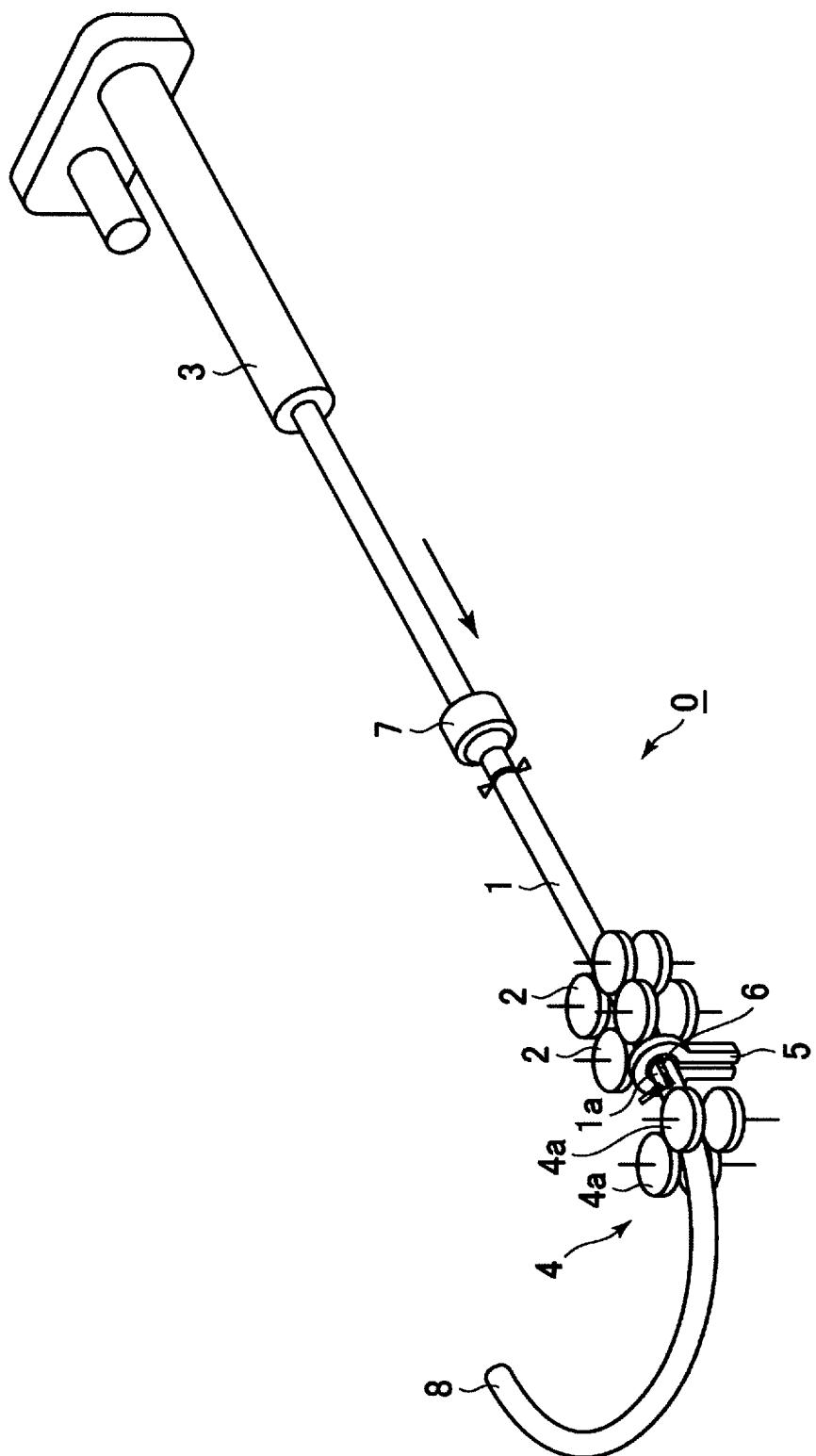
[図4]



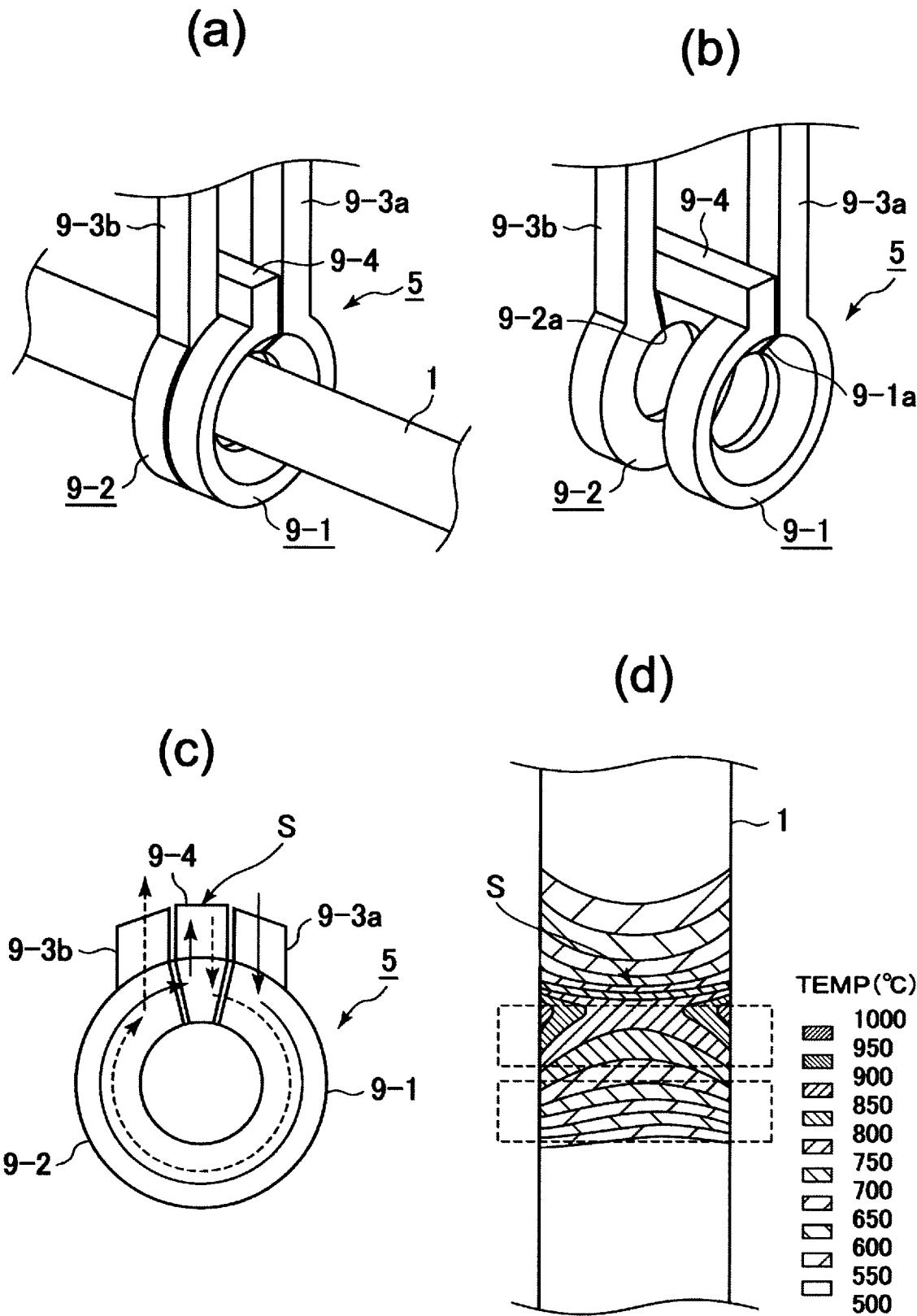
[図5]



[図6]



[図7]



INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2011/050093

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

H05B6/36(2006.01)i, C21D1/42(2006.01)i, H05B6/10(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)

H05B6/36, C21D1/42, H05B6/10

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

<i>Jitsuyo Shinan Koho</i>	<i>1922-1996</i>	<i>Jitsuyo Shinan Toroku Koho</i>	<i>1996-2011</i>
<i>Kokai Jitsuyo Shinan Koho</i>	<i>1971-2011</i>	<i>Toroku Jitsuyo Shinan Koho</i>	<i>1994-2011</i>

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.
X	JP 2-80125 A (<i>Hitachi, Ltd.</i>), 20 March 1990 (20.03.1990), page 2, lower right column, line 12 to page 3, lower left column, line 17; fig. 1 to 4 (Family: none)	1-3
A	JP 6-243960 A (<i>Metcal, Inc.</i>), 02 September 1994 (02.09.1994), entire text; all drawings & JP 6-243961 A & US 5304767 A & US 5376774 A & EP 599519 A1 & EP 602797 A1 & DE 69319311 C & CA 2102950 A & CA 2102965 A	1-3

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
23 March, 2011 (23.03.11)

Date of mailing of the international search report
05 April, 2011 (05.04.11)

Name and mailing address of the ISA/
Japanese Patent Office

Authorized officer

Facsimile No.

Telephone No.

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2011/050093

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 2006-523364 A (Celes), 12 October 2006 (12.10.2006), entire text; all drawings & US 2006/0151481 A1 & WO 2004/082336 A1 & DE 602004017143 D & FR 2852187 A1 & CA 2518269 A1 & CN 1778144 A & AT 411728 T & ES 2316967 T	1-3

A. 発明の属する分野の分類（国際特許分類（IPC））

Int.Cl. H05B6/36(2006.01)i, C21D1/42(2006.01)i, H05B6/10(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. H05B6/36, C21D1/42, H05B6/10

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	1971-2011年
日本国実用新案登録公報	1996-2011年
日本国登録実用新案公報	1994-2011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
X	JP 2-80125 A (株式会社日立製作所) 1990.03.20, 第2ページ右下欄第12行-第3ページ左下欄第17行, 第1-4図 (ファミリーなし)	1-3
A	JP 6-243960 A (メトカル インコーポレーテッド) 1994.09.02, 全文, 全図 & JP 6-243961 A & US 5304767 A & US 5376774 A & EP 599519 A1 & EP 602797 A1 & DE 69319311 C & CA 2102950 A & CA 2102965 A	1-3

 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 23.03.2011	国際調査報告の発送日 05.04.2011
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） 結城 健太郎 電話番号 03-3581-1101 内線 3337 3L 3024

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 2006-523364 A (セレス) 2006.10.12, 全文, 全図 & US 2006/0151481 A1 & WO 2004/082336 A1 & DE 602004017143 D & FR 2852187 A1 & CA 2518269 A1 & CN 1778144 A & AT 411728 T & ES 2316967 T	1 - 3