

(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
2010 年 9 月 16 日(16.09.2010)



PCT



(10) 国際公開番号
WO 2010/103872 A1

- (51) 国際特許分類:
H02K 15/04 (2006.01) H01F 41/06 (2006.01)
- (21) 国際出願番号: PCT/JP2010/051040
- (22) 国際出願日: 2010 年 1 月 27 日(27.01.2010)
- (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 2009-061744 2009 年 3 月 13 日(13.03.2009) JP
- (71) 出願人 (米国を除く全ての指定国について): アイシン・エイ・ダブリュ株式会社 (AISIN AW CO., LTD.) [JP/JP]; 〒4441192 愛知県安城市藤井町高根 1 〇 番地 Aichi (JP).
- (72) 発明者; および
- (75) 発明者/出願人 (米国についてのみ): 橋本伸吾 (HASHIMOTO Shingo) [JP/JP]; 〒4441192 愛知県安城市藤井町高根 1 〇 番地 アイシン・エイ・ダブリュ株式会社内 Aichi (JP). 齊藤正樹 (SAITO Masaki) [JP/JP]; 〒4441192 愛知県安城市藤井町高根 1 〇 番地 アイシン・エイ・ダブリュ株式会社内 Aichi (JP). 神野理文 (JINNO Masafumi) [JP/JP]; 〒4441192 愛知県安城市藤井町高根 1 〇 番

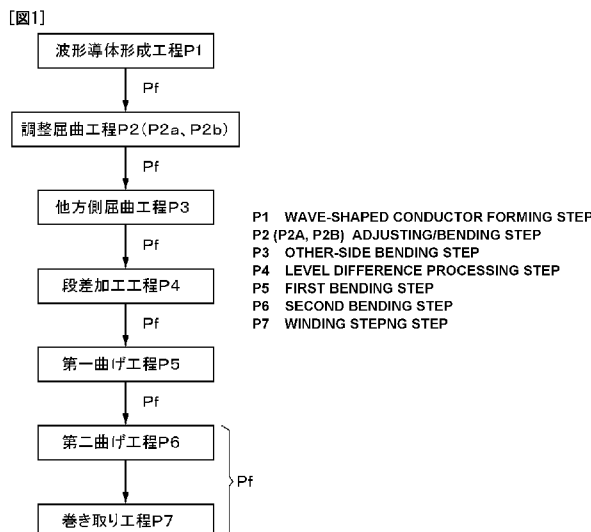
地 アイシン・エイ・ダブリュ株式会社内 Aichi (JP). 藤原裕尚 (FUJIWARA Hironao) [JP/JP]; 〒4441192 愛知県安城市藤井町高根 1 〇 番地 アイシン・エイ・ダブリュ株式会社内 Aichi (JP). 向坂英樹 (MUKAIZAKA Hideki) [JP/JP]; 〒4441192 愛知県安城市藤井町高根 1 〇 番地 アイシン・エイ・ダブリュ株式会社内 Aichi (JP). 菊地心一 (KIKUCHI Shinichi) [JP/JP]; 〒4441192 愛知県安城市藤井町高根 1 〇 番地 アイシン・エイ・ダブリュ株式会社内 Aichi (JP).

- (74) 代理人: 北村修一郎 (KITAMURA Shuichiro); 〒5300005 大阪府大阪市北区中之島三丁目 3 番 3 号 Osaka (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, 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: METHOD OF MANUFACTURING COIL AND DEVICE FOR MANUFACTURING COIL

(54) 発明の名称: コイル製造方法及びコイル製造装置



(57) Abstract: A method of manufacturing a coil for forming a linear conductor having a directional cross-sectional shape and manufacturing a substantially cylindrical wave-pattern winding coil comprises a conveyance step (P1) for conveying a wave-shaped conductor, which is made of a linear conductor formed in a substantially rectangular wavelike shape, and includes a plurality of linear edges extending in the wave width direction, and the one-side connection parts and the other-side connection parts which sequentially and alternately connect two edges on the one side and the other side respectively in the wave width direction; a first bending step (P5) and a second bending step (P6) for bending the one-side connection parts and the other-side connection parts so that the plurality of edges are arranged along the circumferential direction of the coil and the direction of the cross-sectional shape of the edge is made to be a fixed direction with respect to the radial direction of the coil; and a winding step (P7) for winding the wave-shaped conductor, which is bent through the above-said steps, around a bobbin.

(57) 要約: 断面形状が方向性を有する線状導体を成形して略円筒状の波巻コイルを製造するコイル製造方法であって、略矩形波状に形成された線状導体であり、波幅方向に延びる直

線状の複数の辺部と、波幅方向における一方側及び他方側のそれぞれにおいて2つの辺部間を1つ置きに順次接続する一方側接続部及び他方側接続部と、を有する波形導体を搬送する搬送工程Pfと、複数の前記辺部がコイル周方向に沿って配列されるとともに前記辺部の断面形状の向きがコイル径方向に対して一定の向きとなるように一方側接続部及び他方側接続部を曲げる第一曲げ工程P5及び第二曲げ工程P6と、これらの工程により曲げ加工を行った前記波形導体をボビンに巻き取る巻き取り工程P7と、を備える。



(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, 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 (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, 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))

明 細 書

発明の名称： コイル製造方法及びコイル製造装置

技術分野

[0001] 本発明は、断面形状が方向性を有する線状導体を成形して略円筒状の波巻コイルを製造するコイル製造方法及びコイル製造装置に関する。

背景技術

[0002] 略円筒状の波巻コイルを製造するコイル製造方法に関して、方向性を有しない円形断面の線状導体を複数周回分輪状に束ねてから折り曲げて所定の星形巻線ユニットを作成し、当該星形巻線ユニットを円筒形に成形して波巻コイルを成形する技術が知られている（例えば、下記の特許文献1参照）。ここで、星形巻線ユニットは、隣り合う直線状のスロット収納部の端部をコ字状のコイルエンド部により内周側および外周側で交互に連結する星形パターンが複数段に重なって構成された平面的な巻線ユニットである。この技術では、星形巻線ユニットのスロット収納部を構成する各線状導体を加圧成形機にセットし、円形断面の各線状導体を断面レーストラック状となるように変形させる断面扁平化工程を行う。そして、この断面扁平化工程の後、星形巻線ユニットを円筒形に成形して波巻コイルとする。

先行技術文献

特許文献

[0003] 特許文献1：国際公開第2004/062065号パンフレット

発明の概要

発明が解決しようとする課題

[0004] 上記のコイル製造方法では、複数周回分の線状導体を整列配置してなる星形巻線ユニットを折り曲げて円筒状に成形する際に、複数周回分の線状導体の束をねじりながら屈曲する工程が必須となる。このような加工工程は作業性が悪く、円筒状に成形した状態で複数周回分の線状導体を整列配置させることも難しい。特に、線材長さ方向の全体にわたって断面形状が方向性を有

する線状導体を用いる場合には、当該方向性を有する線状導体の一部がねじれた状態となるため、略円筒状の波巻コイルを構成する線状導体を整列配置させることがより難しくなる。従って、上記のコイル製造方法は、断面形状が方向性を有する線状導体を成形して略円筒状の波巻コイルを製造する方法としては適しておらず、このような方法で略円筒状の波巻コイルを量産することは困難である。

[0005] 本発明は、上記の課題に鑑みてなされたものであり、その目的は、断面形状が方向性を有する線状導体を順次成形し、線状導体が整列配置された略円筒状の波巻コイルを適切に製造することができるコイル製造方法及びコイル製造装置を提供することにある。

課題を解決するための手段

[0006] 上記目的を達成するための本発明に係る、断面形状が方向性を有する線状導体を成形して略円筒状の波巻コイルを製造するコイル製造方法の特徴構成は、略矩形波状に形成された線状導体であり、波幅方向に延びる直線状の複数の辺部と、波幅方向一方側端部において隣接する2つの辺部間を1つ置きに順次接続する一方側接続部と、波幅方向他方側端部において前記一方側接続部により接続されていない隣接する2つの辺部間を順次接続する他方側接続部と、を有する波形導体を搬送する搬送工程と、複数の前記辺部がコイル周方向に沿って配列されるとともに前記辺部の断面形状の向きがコイル径方向に対して一定の向きとなるように前記一方側接続部及び前記他方側接続部を曲げる工程であって、前記一方側接続部を曲げる第一曲げ工程及び前記他方側接続部を曲げる第二曲げ工程と、前記第一曲げ工程及び前記第二曲げ工程により曲げ加工を行った前記波形導体をボビンに巻き取る巻き取り工程と、を備える点にある。

[0007] なお、本願において「波幅方向」とは、略矩形波状の波形導体の波形振幅方向であり、波形導体が最終的に略円筒状の波巻コイルとして成形された状態では、コイル軸方向に略平行な方向となる。また、本願において「コイル周方向」とは、略円筒状の波巻コイルの周方向を意味し、「コイル径方向」

とは、略円筒状の波巻コイルの径方向を意味する。

[0008] この特徴構成によれば、断面形状が方向性を有する線状導体であって略矩形波状に形成された波形導体に対して、当該波形導体を構成する一方側接続部及び他方側接続部のそれぞれに対して適切に曲げ加工を行って巻き取ることにより、複数の辺部が適切な配置及び向きとなるように整列配置された略円筒状の波巻コイルを製造することができる。またこの際、1本の連続する線状導体を一方の端部側から順次成形して略円筒状の波巻コイルを成形することができる。従って、このコイル製造方法は、作業性が良く、量産化にも適した方法となっている。

[0009] ここで、前記搬送工程では、前記波形導体を間欠搬送し、当該間欠搬送された前記波形導体の前記一方側接続部に対して前記第一曲げ工程を行い、前記第一曲げ工程の後工程で前記第二曲げ工程を行うと好適である。

[0010] この構成によれば、波形導体を間欠搬送しながら一方側接続部及び他方側接続部に対して順次曲げ加工を行うことができる。従って、波形導体を一方の端部側から順次成形して略円筒状の波巻コイルを成形することができる。

[0011] また、前記巻き取り工程では、前記第二曲げ工程と同期して前記ボビンを回転及び移動させて前記波形導体を前記ボビンに巻き取ると好適である。

[0012] この構成によれば、第一曲げ工程の後工程で第二曲げ工程を行う場合において、第二曲げ工程と同期して波形導体をボビンに巻き取る際にボビンを回転及び移動させるので、波形導体に大きな応力が作用して波形導体が塑性変形することを抑制し、適切に波形導体をボビンに巻き取ることができる。また、第二曲げ工程と同期して巻き取り工程を行うので、波巻コイルの製造に要する時間の短縮も図ることができる。

[0013] また、前記搬送工程による前記波形導体の間欠搬送と同期して、前記第一曲げ工程による加工前の前記波形導体の搬送方向と平行な方向の移動量が前記間欠搬送の搬送量に応じた移動量となるように、前記ボビンを移動させると好適である。

なお、本願において波形導体の「搬送方向」とは、ボビンに巻き取られて

いる部分も含めて波形導体が搬送される経路に沿った方向である。

[0014] この構成によれば、搬送工程による波形導体の間欠搬送に際して、既にボビンに巻き取られた波形導体の部分と間欠搬送される波形導体の部分との間で変形が生じることを抑制できる。従って、波形導体に大きな応力が作用して波形導体が塑性変形することを抑制できる。

[0015] また、前記搬送工程による前記波形導体の間欠搬送は、前記第二曲げ工程と同期して行われると好適である。

[0016] この構成によれば、波形導体の間欠搬送を第二曲げ工程と同期して行うので、波巻コイルを製造に要する時間の短縮も図ることができる。

[0017] また、前記第二曲げ工程、前記巻き取り工程、及び前記搬送工程を同期して行う際に、前記巻き取り工程における前記ボビンの移動と前記搬送工程における前記ボビンの移動とを同時に行う際の前記ボビンの中心軸の移動軌跡に近似した直線上で、前記ボビンの中心軸を移動させると好適である。

[0018] この構成によれば、第二曲げ工程、巻き取り工程、及び搬送工程を同期して行う際に必要とされるボビンの移動軌跡に近似した軌跡に沿ってボビンを移動させることができるので、波形導体に大きな応力が作用して波形導体が塑性変形することを抑制しつつ、適切に第二曲げ工程、巻き取り工程、及び搬送工程を行うことができる。また、この際のボビンの移動軌跡を直線状に近似しているため、ボビンを移動させるための移動機構を簡略化することができる。

[0019] また、前記第一曲げ工程では、前記第一曲げ工程の加工位置を中心として前記波形導体の搬送方向下流側の部分が旋回するように加工を行うとともに、当該搬送方向下流側の部分における前記ボビンに巻き掛けられている部分の移動軌跡に応じて前記ボビンの中心軸を移動させると好適である。

[0020] この構成によれば、第一曲げ工程に際してその加工位置より搬送方向下流側の部分が旋回するように加工を行うことにより、第一曲げ工程の加工位置より搬送方向上流側の波形導体が移動することを抑制し、当該搬送方向上流側の工程に影響が出ることを抑制することができる。また、このような第一

曲げ工程による加工に際して大きく移動することになる波形導体の搬送方向下流側の部分の移動軌跡に合わせてボビンを移動させることができるので、波形導体に大きな応力が作用して波形導体が塑性変形することを抑制しつつ、適切に第一曲げ工程を行うことができる。

[0021] また、前記第一曲げ工程では、前記波形導体における前記ボビンに巻き掛けられている部分の移動軌跡に近似した直線上で、前記ボビンの中心軸を移動させると好適である。

[0022] この構成によれば、第一曲げ工程を行う際に必要とされるボビンの移動軌跡を直線状に近似しているため、ボビンを移動させるための移動機構を簡略化することができる。

[0023] また、前記第二曲げ工程は、前記波形導体の搬送方向に沿って前記波形導体の波形 1 周期分以上前記第一曲げ工程の加工位置に対して下流側に離れた位置で行うと好適である。

[0024] この構成によれば、第一曲げ工程の加工位置に対してある程度の間隔を空けて第二曲げ工程の加工を行うことができるので、第二曲げ工程を行うための空間を比較的容易に確保することができる。

[0025] また、前記ボビンは前記第一曲げ工程の加工位置に対して下方に配置され、前記第二曲げ工程は、前記波形導体の搬送方向に沿って前記ボビンの最下端位置よりも上流側の位置で行われると好適である。

[0026] この構成によれば、ボビンが第一曲げ工程の加工位置に対して下方に配置される場合において、第二曲げ工程に伴う巻き取り工程を波形導体の搬送方向に沿ってボビンの最下端位置よりも上流側の位置で行うことができる。従って、波形導体をボビンに巻き取る際に、重力の影響で波形導体が下方へ垂れ下がることによりボビンへの巻き取りが困難になることを抑制でき、波形導体を適切にボビンに巻き取ることが容易となる。

[0027] また、前記ボビンの外周面には、前記波形導体の前記辺部が保持される辺部保持機構が当該ボビンの周方向に沿って複数設けられており、前記第二曲げ工程は、前記ボビンに巻き取られた前記波形導体の搬送方向に沿って前記

第二曲げ工程の加工位置に対して搬送方向下流側の前記辺部が前記辺部保持機構に保持された状態で行い、前記巻き取り工程では、前記第二曲げ工程と同期して前記ボビンを回転及び移動させることにより、前記第二曲げ工程の加工位置に対して搬送方向上流側に隣接する前記辺部が前記辺部保持機構に保持されると好適である。

[0028] この構成によれば、第一曲げ工程及び第二曲げ工程を順に行いつつ、それらの工程による曲げ加工を行った波形導体をボビンに巻き取っていく際に、巻き取られた波形導体がスプリングバック等によりボビンから外れないように確実に保持することができる。そして、第二曲げ工程の加工位置より搬送方向下流側の辺部が保持された状態で第二曲げ工程を行い、当該第二曲げ工程の加工位置に対して搬送方向上流側に隣接する辺部を辺部保持機構に保持するので、第二曲げ工程による曲げ加工を行った波形導体を順にボビンに巻き取っていくことができる。

[0029] また、前記巻き取り工程では、前記ボビンに前記波形導体が複数周回巻き取られ、当該複数周回の巻き取り後には、前記波形導体の異なる周回の前記辺部がコイル径方向に複数配列されると好適である。

[0030] この構成によれば、2層巻以上の複数層巻の波巻コイルを適切に製造することができる。この際、第一曲げ工程及び第二曲げ工程による曲げ加工を行った波形導体を順にボビンに巻き取っていくため、周回数（層数）を増加してもほぼ同様の方法により複数層巻の波巻コイルを適切に製造することができる。

[0031] また、前記第一曲げ工程及び前記第二曲げ工程の一方又は双方において、周回毎に異なる形状となるように前記一方側接続部又は前記他方側接続部を曲げることにより、前記波形導体の異なる周回の前記一方側接続部又は前記他方側接続部がコイル径方向に複数並列配置されるように成形すると好適である。

[0032] この構成によれば、第一曲げ工程及び第二曲げ工程の一方又は双方における曲げ形状を周回毎に異なる形状とするだけの簡易な工程変更により、一方

側接続部及び他方側接続部の一方又は双方が、適切にコイル径方向に複数並列配置されるように成形することができる。

[0033] また、前記第二曲げ工程に対する前工程として、前記巻き取り工程による複数周回の巻き取り後に、前記他方側接続部が周回毎に異なるコイル径方向位置となるように、前記波形導体の前記他方側接続部近傍に対して周回毎に異なる形状の屈曲成形を行う調整屈曲工程を更に備えると好適である。

[0034] この構成によれば、第二曲げ工程を行う前に、他方側接続部が周回毎に異なるコイル径方向位置となるように予め屈曲成形しておくことができる。従って、第一曲げ工程及び第二曲げ工程が行われてボビンに巻き取られた際に、他方側接続部が周回毎に異なる径方向位置に配置され、当該他方側接続部が適切にコイル径方向に複数並列配置されるように成形することができる。

[0035] また、前記他方側接続部を含む前記波形導体の波幅方向他方側の一部をコイル径方向内側へ屈曲させる他方側屈曲工程を更に備えると好適である。

[0036] この構成によれば、略円筒状の波巻コイルの波幅方向他方側における一部を、コイル径方向内側へ屈曲されて波巻コイルの他方側端面を形成する他方側端面形成部位とすることができる。また、この構成によれば、他方側接続部が辺部に対してコイル径方向内側に位置することになる。従って、例えば、波巻コイルを、円筒状の電機子コアの内周面に設けられたスロットに挿入して電機子を構成する際に、当該電機子コアの軸方向に延びる溝状のスロットに容易に挿入可能な形状とすることができる。

[0037] また、直線状の線状導体を略矩形波状に成形して前記波形導体を形成する波形導体形成工程を更に備えると好適である。

[0038] この構成によれば、直線状の線状導体から略矩形波状の線状導体を成形して第一曲げ工程及び第二曲げ工程に供給することができる。従って、直線状の線状導体から略円筒状の波巻コイルを製造することができる。

[0039] また、前記第一曲げ工程は、前記一方側接続部の略全体を略円弧状に成形する工程であり、前記第二曲げ工程は、前記他方側接続部の一箇所を屈曲して略V字状に成形する工程であると好適である。

- [0040] この構成によれば、一方側接続部については、略全体を略円弧状として波巻コイルの外周に沿って配置される形状となるように曲げ加工を行うことができる。一方、他方側接続部については、一箇所を屈曲して略V字状に成形するだけの簡易な工程により適切な曲げ加工を行うことができる。このような他方側接続部の曲げ加工は、比較的小さい成形荷重により加工を行うことができるとともに、加工のために必要な空間を比較的小さく抑えることができる。従って、例えば、他方側接続部が辺部に対してコイル径方向内側に位置する場合等のように、他方側接続部の線材長さが比較的小さく、曲げ加工のために大きい空間を確保することが難しい場合にも適切に曲げ加工を行うことができる。
- [0041] また、前記辺部の断面形状の向きに関して、略円筒状に形成する前の前記波形導体の面に略直交する方向を基準方向とし、前記第一曲げ工程及び前記第二曲げ工程では、前記基準方向が前記コイル径方向に沿った向きとなるように前記一方側接続部及び前記他方側接続部を曲げるようにすると好適である。
- [0042] この構成によれば、断面形状が方向性を有する線状導体を用いる場合に、略円筒状に形成する前の波形導体の面に略直交する方向を基準として、略円筒状の波巻コイルを成形した後にコイル周方向に複数配列される複数の辺部の全てがコイル径方向に対して同じ向きとなるように適切に曲げ加工を行うことができる。
- [0043] また、断面形状が方向性を有する線状導体としては、例えば、断面形状が矩形状である線状導体がいられる。このような線状導体は、例えば、当該線状導体を電機子コアに形成されたスロット内に整列配置させる際に、スロット内における空隙部分を減少させ、コイルの占積率を向上させることができる利点がある。
- [0044] 本発明に係る、断面形状が方向性を有する線状導体を成形して略円筒状の波巻コイルを製造するコイル製造装置の特徴構成は、略矩形波状に形成された線状導体であり、波幅方向に延びる直線状の複数の辺部と、波幅方向一方

側端部において隣接する２つの辺部間を１つ置きに順次接続する一方側接続部と、波幅方向他方側端部において前記一方側接続部により接続されていない隣接する２つの辺部間を順次接続する他方側接続部と、を有する波形導体を間欠搬送する搬送機構と、複数の前記辺部がコイル周方向に沿って配列されるとともに前記辺部の断面形状の向きがコイル径方向に対して一定の向きとなるように前記一方側接続部及び前記他方側接続部を曲げる機構であって、前記一方側接続部を曲げる第一曲げ機構及び前記他方側接続部を曲げる第二曲げ機構と、前記第一曲げ機構及び前記第二曲げ機構により曲げ加工を行った前記波形導体を巻き取るボビンと、前記ボビンを中心軸周りに回転可能とするボビン回転機構と、前記ボビンの中心軸を所定の移動軌跡に沿って移動可能とするボビン移動機構と、を備える点にある。

[0045] この特徴構成によれば、断面形状が方向性を有する線状導体であって略矩形波状に形成された波形導体を間欠搬送しつつ、当該波形導体を構成する一方側接続部及び他方側接続部のそれぞれに対して順に第一曲げ機構及び第二曲げ機構により適切に曲げ加工を行うことができる。また、ボビンを回転及び移動させながら、第一曲げ機構及び第二曲げ機構により曲げ加工を行った波形導体をボビンに適切に巻き取ることができる。これにより、複数の辺部が適切な配置及び向きとなるように整列配置された略円筒状の波巻コイルを製造することができる。またこの際、１本の連続する線状導体を一方の端部側から順次成形して略円筒状の波巻コイルを成形することができる。

[0046] また、前記ボビンの外周面には、前記波形導体の辺部が保持される辺部保持機構が当該ボビンの周方向に沿って複数設けられていると好適である。

[0047] この構成によれば、第一曲げ機構及び第二曲げ機構による曲げ加工を順に行いつつ、それらの曲げ加工を行った波形導体をボビンに巻き取っていく際に、巻き取られた波形導体がスプリングバック等によりボビンから外れないように確実に保持することができる。従って、曲げ加工を行った後の波形導体をボビンに確実に巻き取りながら波巻コイルを製造することができる。

[0048] また、前記辺部保持機構は、前記ボビンの外周面に形成されて前記波形導

体の辺部が挿入される挿入溝と、当該挿入溝に挿入された前記辺部を係止する係止部材とを有する構成とすると好適である。

[0049] この構成によれば、ボビンの外周面に形成された挿入溝に波形導体の辺部を挿入し、係止部材により係止することができる。従って、辺部を確実に保持して波形導体をボビンに適切に巻き取ることができる。

[0050] また、前記ボビン移動機構は、前記第二曲げ機構による前記他方側接続部の曲げ加工、前記ボビンへの前記波形導体の巻き取り、及び前記搬送機構による間欠搬送を同期して行う際に必要とされる前記ボビンの中心軸の移動軌跡に近似した直線に沿って前記ボビンの中心軸を移動可能とする構成とすると好適である。

[0051] この構成によれば、第二曲げ機構による他方側接続部の曲げ加工、ボビンへの波形導体の巻き取り、及び搬送機構による間欠搬送を同期して行う際に必要とされるボビンの移動軌跡に近似した軌跡に沿ってボビンを移動させることができるので、波形導体に大きな応力が作用して波形導体が塑性変形することを抑制しつつ、適切に曲げ加工、巻き取り、及び間欠搬送を行うことができる。また、このボビン移動機構は、ボビンの中心軸を直線状に移動させる機構としているので、移動機構を簡略化して製造装置のコストを低く抑えることが可能となっている。

[0052] また、前記ボビンは、前記波形導体を複数周回巻き取り可能に構成され、前記第一曲げ機構及び前記第二曲げ機構の一方又は双方は、異なる形状で前記一方側接続部又は前記他方側接続部を曲げる複数の成形型を周回毎に交換可能に備えると好適である。

[0053] この構成によれば、2層巻以上の複数層巻の波巻コイルを適切に製造することができる。この際、第一曲げ機構及び前記第二曲げ機構の一方又は双方が、複数の成形型を周回毎に交換可能に備えているので、一方側接続部及び他方側接続部の一方又は双方に対して周回毎に異なる形状で適切に曲げ加工を行うことができる。従って、周回数（層数）が複数である場合にも一方側接続部及び他方側接続部の一方又は双方が適切に配列された波巻コイルを製

造することが容易となる。

[0054] また、前記第二曲げ機構は、前記波形導体の搬送方向に沿って前記波形導体の波形 1 周期分以上前記第一曲げ機構に対して搬送方向下流側に離れた位置に配置されていると好適である。

[0055] この構成によれば、第一曲げ機構の加工位置に対してある程度の間隔を空けて第二曲げ機構が配置されるので、第二曲げ機構による加工を行うための空間を比較的容易に確保することができる。

[0056] また、前記ポビンは前記第一曲げ機構に対して下方に配置され、前記第二曲げ機構は、前記波形導体の搬送方向に沿って前記ポビンの最下端位置よりも搬送方向上流側の位置に配置されていると好適である。

[0057] この構成によれば、ポビンが第一曲げ機構に対して下方に配置される場合において、第二曲げ機構による曲げ加工に伴う波形導体のポビンへの巻き取りを当該波形導体の搬送方向に沿ってポビンの最下端位置よりも上流側の位置で行うことができる。従って、波形導体をポビンに巻き取る際に、重力の影響で波形導体が下方へ垂れ下がることによりポビンへの巻き取りが困難になることを抑制でき、波形導体を容易にポビンに巻き取ることが可能な構成とすることができる。

[0058] また、前記辺部の断面形状の向きに関して、略円筒状に形成する前の前記波形導体の面に略直交する方向を基準方向とし、前記第一曲げ機構及び前記第二曲げ機構は、前記基準方向が前記コイル径方向に沿った向きとなるように前記一方側接続部及び前記他方側接続部を曲げる構成とすると好適である。

[0059] この構成によれば、断面形状が方向性を有する線状導体を用いる場合に、略円筒状に形成する前の波形導体の面に略直交する方向を基準として、略円筒状の波巻コイルを成形した後にコイル周方向に複数配列される複数の辺部の全てがコイル径方向に対して同じ向きとなるように適切に曲げ加工を行うことができる。

図面の簡単な説明

- [0060] [図1]本発明の実施形態に係るコイル製造方法の工程順を示す説明図である。
- [図2]本発明の実施形態に係る波形導体の加工工程を段階的に示す斜視図である。
- [図3]本発明の実施形態に係る波形導体の加工工程を段階的に示す斜視図である。
- [図4]本発明の実施形態に係る波形導体の加工工程を段階的に示す斜視図である。
- [図5]本発明の実施形態に係る波形導体の加工工程を段階的に示す斜視図である。
- [図6]本発明の実施形態に係る波形導体の加工工程を段階的に示す斜視図である。
- [図7]本発明の実施形態に係る波形導体の加工工程を段階的に示す斜視図である。
- [図8]本発明の実施形態に係る波形導体の加工工程を段階的に示す斜視図である。
- [図9]本発明の実施形態に係る波形導体の加工工程を段階的に示す斜視図である。
- [図10]本発明の実施形態に係る波形導体の加工工程を段階的に示す斜視図である。
- [図11]本発明の実施形態に係る波形導体の加工工程を段階的に示す斜視図である。
- [図12]図10の部分拡大図である。
- [図13]本発明の実施形態に係るコイル製造装置の全体構成を示す斜視図である。
- [図14]本発明の実施形態に係る波形導体形成工程及び波形導体形成機構の説明図である。
- [図15]本発明の実施形態に係る波形導体形成工程及び波形導体形成機構の説明図である。

[図16] 本発明の実施形態に係る波形導体形成工程及び波形導体形成機構の説明図である。

[図17] 本発明の実施形態に係る他方側調整屈曲工程及び他方側調整屈曲機構の説明図である。

[図18] 本発明の実施形態に係る他方側調整屈曲工程及び他方側調整屈曲機構の説明図である。

[図19] 本発明の実施形態に係る段差加工工程及び段差加工機構の説明図である。

[図20] 本発明の実施形態に係る段差加工工程及び段差加工機構の説明図である。

[図21] 本発明の実施形態に係る第一曲げ機構、第二曲げ機構、及び巻き取り機構の位置関係を示す正面図である。

[図22] 本発明の実施形態に係る第一曲げ機構、第二曲げ機構、及び巻き取り機構の位置関係を示す平面図である。

[図23] 本発明の実施形態に係る第一曲げ機構の構成を示す正面図である。

[図24] 本発明の実施形態に係る第一曲げ機構の構成を示す縦断面図である。

[図25] 本発明の実施形態に係る第一曲げ工程の動作を段階的に示す説明図である。

[図26] 本発明の実施形態に係る第一曲げ工程による加工前後のボビンの動作を示す図である。

[図27] 本発明の実施形態に係る第二曲げ工程の説明図である。

[図28] 本発明の実施形態に係る第二周回部に対する第二曲げ工程の説明図である。

[図29] 本発明の実施形態に係る第二曲げ工程による加工前後のボビンの動作を示す図である。

[図30] 本発明の実施形態に係る第二周回部に対する第一曲げ工程による加工前後のボビンの動作を示す図である。

[図31] 本発明の実施形態に係る第二周回部に対する第二曲げ工程による加工

前後のボビンの動作を示す図である。

[図32] 本発明の実施形態に係る辺部保持機構の構成を示す正面図である。

[図33] 本発明の実施形態に係る辺部保持機構の構成を示す側面図である。

[図34] 本発明の実施形態に係る波巻コイルの一部断面平面図である。

[図35] 本発明のその他の実施形態に係る第一曲げ工程の動作を段階的に示す説明図である。

[図36] 本発明のその他の実施形態に係る第二曲げ工程の加工位置の例を示す説明図である。

発明を実施するための形態

[0061] 本発明の実施形態に係るコイル製造方法及びコイル製造装置 1（図 1 3 参照）について図面に基づいて説明する。このコイル製造方法及びコイル製造装置 1 は、断面形状が方向性を有する線状導体 3 L（図 2 参照）を成形して略円筒状の波巻コイル 3 C（図 1 1 参照）を製造するための製造方法及び製造装置である。本実施形態では、1 本の連続する線状導体 3 L を一方の端部側から順次成形して略円筒状の波巻コイル 3 C を製造する。このような略円筒状の波巻コイル 3 C は、例えば、回転電機の電機子用コイルとして好適に用いられる。ここで、「回転電機」は、モータ（電動機）、ジェネレータ（発電機）、及び必要に応じてモータ及びジェネレータの双方の機能を果たすモータ・ジェネレータのいずれをも含む概念として用いている。以下では、まず本実施形態に係るコイル製造方法について概略的に説明し、その後、コイル製造装置 1 の構成及び当該コイル製造装置 1 を用いて行われる各製造工程の詳細について順に説明する。

[0062] 1. コイル製造方法の概略

本発明の実施形態に係るコイル製造方法は、図 1 に示すように、波形導体形成工程 P 1、調整屈曲工程 P 2、他方側屈曲工程 P 3、段差加工工程 P 4、第一曲げ工程 P 5、第二曲げ工程 P 6、及び巻き取り工程 P 7 を有する。また、このコイル製造方法は、各工程間或いは各工程の実行と同時に略矩形波状に形成された線状導体 3 L である波形導体 3 を搬送する搬送工程 P f も

有する。図2から図11には、波形導体形成工程P1により略矩形波状に形成された線状導体3Lでなる波形導体3が、調整屈曲工程P2から巻き取り工程P7までの各工程を経て最終的に略円筒状の波巻コイル3Cとなるまでの加工工程を段階的に示している。なお、以下の説明において、コイル周方向CCとは、最終的に形成される略円筒状の波巻コイル3Cの周方向を意味し、コイル径方向CRとは、当該波巻コイル3Cの径方向を意味する。

[0063] 本実施形態においては、断面形状が方向性を有する線状導体3Lとして、断面形状が矩形状のものをを用いる。具体的には、この線状導体3Lは、断面形状が長方形又は正方形であって、線材長さ方向LLに均一な断面形状を有する線状の導体である。この線状導体3Lは、銅やアルミニウム等の塑性加工を行うことが可能な導電性材料により構成され、表面に樹脂やセラミックス等により構成される絶縁皮膜が形成されている。そして、略直線状の線状導体3Lが波形導体形成工程P1に供給される。

[0064] 波形導体形成工程P1は、図2に示すように、略直線状の線状導体3Lを略矩形波状に形成する工程である。ここでは、略矩形波状に成形された線状導体3Lを波形導体3という。波形導体3は、波幅方向Wに延びる直線状の複数の辺部31と、当該辺部31の波幅方向一方側Waの端部において隣接する2つの辺部31間を1つ置きに順次接続する一方側接続部33と、波幅方向他方側Wbの端部において一方側接続部33により接続されていない隣接する2つの辺部31間を順次接続する他方側接続部35と、を有する。本実施形態では、この波形導体形成工程P1が行われた後の一方側接続部33及び他方側接続部35は、それぞれ辺部31に対して略直交する方向に延びる略直線状に形成されている。ここで、波幅方向Wとは、略矩形波状の波形導体3の振幅方向である。この波幅方向Wは、波形導体3が最終的に略円筒状の波巻コイル3Cとして成形された状態では、コイル軸方向に略平行な方向となる。

[0065] また、本実施形態では、1回の波形導体形成工程P1により、略直線状の線状導体3Lが屈曲されて波形1周期PT分の波形導体3が形成される。す

なわち、波形導体形成工程 P 1 では、1 回の工程で略直線状の線状導体 3 L の 4 箇所を略直角に屈曲して略 S 字状に成形することにより、波形 1 周期 P T 分の波形導体 3 を形成する。波形 1 周期 P T 分の波形導体 3 には、2 本の辺部 3 1 と各 1 本ずつの一方側接続部 3 3 及び他方側接続部 3 5 とが含まれている。後述するように、本実施形態では、波形導体 3 はポビン 7 1（図 13 参照）に 2 周回巻き取られる構成となっている。そのため、図 4 及び図 5 に示すように、波形導体形成工程 P 1 では、ポビン 7 1 に巻き取られた状態で径方向内側となる波形導体 3 の第一周回部 3 f と、径方向外側となる波形導体 3 の第二周回部 3 s とで互いに異なる形状となるように屈曲する。ここでは特に他方側接続部 3 5 の形状が異なっている。具体的には、第一周回部 3 f では、他方側接続部 3 5（第一周他方側接続部 3 5 F）は辺部 3 1 に対して単に略直角に屈曲されて形成されている。一方、第二周回部 3 s では、他方側接続部 3 5（第二周他方側接続部 3 5 S）は、クランク状に 2 回屈曲されてから辺部 3 1 に対して略直角に屈曲されて形成されている。これにより、他方側接続部 3 5 の線材長さ方向 L L の両端部における辺部 3 1 との接続部分に、波幅方向一方側 W a へ窪んだ凹部 3 5 a が形成されている。

[0066] 波形導体形成工程 P 1 により略矩形波状に形成された波形導体 3 は、搬送工程 P f により間欠搬送される。本実施形態では、当該波形導体 3 の波形 1 周期 P T を 1 ピッチとして間欠搬送を行う。この搬送工程 P f では、波形導体 3 は、複数の辺部 3 1 が含まれる面内における波幅方向 W に略直交する方向を搬送方向 F として搬送される。本実施形態では、搬送工程 P f による波形導体 3 の間欠搬送と波形導体形成工程 P 1 とが交互に実行される。すなわち、波形導体形成工程 P 1 により形成された波形 1 周期 P T 分の波形導体 3 が、1 回の波形導体形成工程 P 1 が行われる毎に搬送方向 F へ搬送される。

[0067] 波形導体形成工程 P 1 の後工程で、調整屈曲工程 P 2 が行われる。本実施形態では、図 3 に示すように、調整屈曲工程 P 2 は、波形導体形成工程 P 1 に対して 3 ピッチ（波形 3 周期）分搬送方向下流側 F b の位置で行われる。図 3 は、図 2 に対して 2 ピッチ間欠搬送した状態を示している。本実施形態

では、調整屈曲工程 P 2 は、一方側調整屈曲工程 P 2 a と他方側調整屈曲工程 P 2 b とを有している。本実施形態では、一方側調整屈曲工程 P 2 a と他方側調整屈曲工程 P 2 b とは、搬送方向 F に互いに隣接する一方側接続部 3 3 と他方側接続部 3 5 とのそれぞれに対して略同時に行う。一方側調整屈曲工程 P 2 a は、一方側接続部 3 3 近傍に対して屈曲成形を行う工程であり、他方側調整屈曲工程 P 2 b は、他方側接続部 3 5 近傍に対して屈曲成形を行う工程である。これらの調整屈曲工程 P 2 は、波形導体 3 が最終的に円筒状の波巻コイル 3 C として成形された状態で一方側接続部 3 3 及び他方側接続部 3 5 のコイル径方向 C R の位置が適切な位置となるように、一方側接続部 3 3 近傍又は他方側接続部 3 5 近傍の屈曲成形を行う工程である。本実施形態では、後述するように、波形導体 3 はボビン 7 1（図 1 3 参照）に 2 周回巻き取られる構成となっている。そこで、特に他方側調整屈曲工程 P 2 b では、他方側接続部 3 5 が周回毎に異なるコイル径方向 C R 位置となるように、波形導体 3 の他方側接続部 3 5 近傍に対して周回毎に異なる形状の屈曲成形を行う。

[0068] 具体的には、一方側調整屈曲工程 P 2 a では、一方側接続部 3 3 を辺部 3 1 に対してコイル径方向 C R 外側へオフセットさせるように屈曲成形を行う。本実施形態では、後述する第一曲げ工程 P 5 による加工位置よりも搬送方向上流側 F a では、波巻コイル 3 C として成形された状態でのコイル径方向 C R 外側が鉛直上方となる向きで波形導体 3 が搬送される。よって、この一方側調整屈曲工程 P 2 a では、一方側接続部 3 3 を辺部 3 1 に対して鉛直上方へ持ち上げるように屈曲成形を行う。ここでは、一方側接続部 3 3 の近傍の辺部 3 1 をクランク状に 2 回屈曲することにより段差部を形成し、一方側接続部 3 3 を辺部 3 1 に対して鉛直上方へオフセットさせる。なお、図 2 ～ 図 1 1 では、図における上方が鉛直上方に一致している。この一方側調整屈曲工程 P 2 a では、波形導体 3 の異なる周回となる第一周回部 3 f と第二周回部 3 s とで共通の形状に屈曲成形を行う。

[0069] 一方、他方側調整屈曲工程 P 2 b では、波形導体 3 の他方側接続部 3 5 近

傍に対して周回毎に異なる形状の屈曲成形を行う。本実施形態では、第二周回部 3 s を構成する他方側接続部 3 5（以下「第二周他方側接続部 3 5 S」という。）に対しては屈曲成形を行わず、第一周回部 3 f を構成する他方側接続部 3 5（以下「第一周他方側接続部 3 5 F」という。）のみに対して屈曲成形を行う。具体的には、第一周他方側接続部 3 5 F を、辺部 3 1 に対してコイル径方向 C R 外側へオフセットさせるように屈曲成形を行う。すなわち、この他方側調整屈曲工程 P 2 b では、他方側接続部 3 5 を辺部 3 1 に対して鉛直上方へ持ち上げるように屈曲成形を行う。この際他方側接続部 3 5 の辺部 3 1 に対するオフセット量は、波形導体 3 を構成する線状導体 3 L の線材幅に相等する量とする。なお、ここでの線状導体 3 L の線材幅とは、線状導体 3 L を構成する線材のコイル径方向 C R の幅（厚さ）である。ここでは、他方側接続部 3 5 の近傍の辺部 3 1 をクランク状に 2 回屈曲することにより段差部を形成し、他方側接続部 3 5 を辺部 3 1 に対して鉛直上方へオフセットさせる。

[0070] 調整屈曲工程 P 2 の後工程で、他方側屈曲工程 P 3 が行われる。本実施形態では、図 4 に示すように、他方側屈曲工程 P 3 は、他方側調整屈曲工程 P 2 b に対して 2 ピッチ（波形 2 周期）分搬送方向下流側 F b の位置で行われる。図 4 は、図 3 に対して 2 ピッチ間欠搬送した状態を示している。他方側屈曲工程 P 3 は、他方側接続部 3 5 を含む波形導体 3 の波幅方向他方側 W b の一部をコイル径方向 C R 内側（ここでは鉛直下方）へ屈曲させる工程である。ここでは、この他方側屈曲工程 P 3 により屈曲する波形導体 3 の波幅方向他方側 W b の一部の部位を、他方側端面形成部位 3 7 とする。他方側端面形成部位 3 7 は、他方側接続部 3 5 を全て含むとともに、当該他方側接続部 3 5 に近接する辺部 3 1 の一部を含んで構成される。また、本実施形態では、他方側端面形成部位 3 7 には、他方側調整屈曲工程 P 2 b により辺部 3 1 をクランク状に屈曲してなる段差部も含まれている。そして、この他方側屈曲工程 P 3 では、他方側端面形成部位 3 7 を、当該他方側端面形成部位 3 7 よりも波幅方向一方側 W a の辺部 3 1 に対して所定の屈曲角度となるように

屈曲する。本実施形態では、この屈曲角度は略直角としており、第一周回部 3 f と第二周回部 3 s とで同じ角度としている。

[0071] 他方側屈曲工程 P 3 の後工程で、段差加工工程 P 4 が行われる。本実施形態では、図 5 に示すように、段差加工工程 P 4 は、他方側屈曲工程 P 3 に対して 1 ピッチ（波形 1 周期 P T）分搬送方向下流側 F b の位置で行われる。図 5 は、図 4 に対して 2 ピッチ間欠搬送した状態を示している。段差加工工程 P 4 は、他方側接続部 3 5 の線材長さ方向 L L（搬送方向 F）における一箇所に段差部 3 5 b を形成する工程である。本実施形態では、他方側接続部 3 5 に波幅方向 W（コイル軸方向）の段差部 3 5 b を形成する。具体的には、他方側接続部 3 5 における段差部 3 5 b に対して搬送方向下流側 F b の部分が、それより搬送方向上流側 F a の部分に比べて波幅方向他方側 W b に位置するように段差部 3 5 b を形成する。図 9 にも示すように、この段差部 3 5 b は、第一周他方側接続部 3 5 F と第二周他方側接続部 3 5 S の双方に形成する。

[0072] 段差加工工程 P 4 の後工程で、第一曲げ工程 P 5 及び第二曲げ工程 P 6 が行われる。本実施形態では、図 5 に示すように、第一曲げ工程 P 5 は、一方側調整屈曲工程 P 2 a に対して 4 ピッチ（波形 4 周期）分搬送方向下流側 F b の位置で行われる。一方、図 6 に示すように、第二曲げ工程 P 6 は、他方側屈曲工程 P 3 に対して 3 ピッチ（波形 3 周期）分搬送方向下流側 F b の位置で行われる。第一曲げ工程 P 5 との比較では、第二曲げ工程 P 6 は、第一曲げ工程 P 5 に対して 1.5 ピッチ（波形 1.5 周期）分搬送方向下流側 F b の位置で行われる。

[0073] 第一曲げ工程 P 5 及び第二曲げ工程 P 6 は、図 3 4 等にも示すように、複数の辺部 3 1 がコイル周方向 C C に沿って配列されるとともに辺部 3 1 の断面形状の向きがコイル径方向 C R に対して一定の向きとなるように一方側接続部 3 3 及び他方側接続部 3 5 を曲げる工程である。これにより、図 9 から図 11 等にも示すように、この第一曲げ工程 P 5 及び第二曲げ工程 P 6 が終了した波形導体 3 の部分では、複数の辺部 3 1 が、最終的に形成される波巻コイ

ル 3 C の略円筒形状の外周面に沿ってコイル周方向 C C に配列される。またその状態で、各辺部 3 1 の断面形状が、当該波巻コイル 3 C の略円筒形状の径方向に沿った向きとなるように形成される。本実施形態では、辺部 3 1 の断面形状は矩形状であるので、当該矩形状断面における互いに平行な 2 本の辺がコイル径方向 C R に略平行となる向きを、コイル径方向 C R に沿った向きとする。ここでは、一方側接続部 3 3 を曲げる工程が第一曲げ工程 P 5 であり、他方側接続部 3 5 を曲げる工程が第二曲げ工程 P 6 である。第一曲げ工程 P 5 及び第二曲げ工程 P 6 は、いずれも一方側接続部 3 3 又は他方側接続部 3 5 をコイル径方向 C R 外側に向かって突状となるように曲げる工程となっている。第一曲げ工程 P 5 の後工程で第二曲げ工程 P 6 を行う。

[0074] 本実施形態では、第一曲げ工程 P 5 は、図 5 に示すように、一方側接続部 3 3 の略全体を略円弧状に成形する工程である。この第一曲げ工程 P 5 では、一方側接続部 3 3 は、コイル径方向 C R 外側に向かって突状となるように湾曲した略円弧状となるように成形される。この第一曲げ工程 P 5 による成形後における略円弧状の一方側接続部 3 3 の曲率半径は、最終的に形成される略円筒状の波巻コイル 3 C における、一方側接続部 3 3 により構成される外周面の半径に等しくなるように成形される。なお、本実施形態では、この第一曲げ工程 P 5 による成形後の一方側接続部 3 3 は、当該一方側接続部 3 3 の線材長さ方向 L L （搬送方向 F）における一箇所に段差部 3 3 a を有する。この段差部 3 3 a は、コイル径方向 C R の段差部である。具体的には、一方側接続部 3 3 における段差部 3 3 a に対して搬送方向下流側 F b の部分が、それより搬送方向上流側 F a の部分に比べてコイル径方向 C R 外側に位置するように段差部 3 3 a を形成する。この段差部 3 3 a は、第一周回部 3 f を構成する一方側接続部 3 3 （以下「第一周一方側接続部 3 3 F」という。）と第二周回部 3 s を構成する一方側接続部 3 3 （以下「第二周一方側接続部 3 3 S」という。）の双方に形成される。但し、第一周回部 3 f と第二周回部 3 s とでは、一方側接続部 3 3 の線材長さ方向 L L （搬送方向 F）における段差部 3 3 a の位置は異なっている。具体的には、第二周一方側接続

部 3 3 S に形成された段差部 3 3 a の方が、第一周一方側接続部 3 3 F に形成された段差部 3 3 a よりも搬送方向上流側 F a に位置するように形成されている。このように、第一曲げ工程 P 5 において、一方側接続部 3 3 を周回毎に異なる形状となるように成形することにより、図 1 0 及び図 1 1 に示すように、波形導体 3 の異なる周回の一方側接続部 3 3 が、適切にコイル径方向 C R に複数並列配置される。

[0075] 本実施形態では、第二曲げ工程 P 6 は、図 6 に示すように、他方側接続部 3 5 の一箇所を屈曲して略 V 字状に成形する工程である。この第二曲げ工程 P 6 では、他方側接続部 3 5 は、コイル径方向 C R 外側に向かって突状となるように屈曲された略 V 字状となるように成形される。図 3 4 にも示すように、この第二曲げ工程 P 6 による成形後における他方側接続部 3 5 は、略 V 字状を構成する直線部分の線材長さ方向 L L が、コイル径方向 C R に略直交する方向となるように成形される。なお、本実施形態では、他方側接続部 3 5 における段差部 3 5 b とほぼ同じ位置に、第二曲げ工程 P 6 による屈曲部 3 5 c が設定されている。図 1 0 に示すように、この第二曲げ工程 P 6 により、第一周他方側接続部 3 5 F と第二周他方側接続部 3 5 S の双方が、略 V 字状に成形される。但し、第一周回部 3 f と第二周回部 3 s とでは、他方側接続部 3 5 の屈曲形状は異なっている。

[0076] 具体的には、図 1 0 及び図 1 1 に示すように、最終的に形成される略円筒状の波巻コイル 3 C の状態で、第一周他方側接続部 3 5 F と第二周他方側接続部 3 5 S とは、コイル径方向 C R に互いに隣接して配置される。このような配置構成は、図 1 0 の部分拡大図である図 1 2 に示すように、波形導体形成工程 P 1 によって第二周他方側接続部 3 5 S に凹部 3 5 a が形成されるとともに、他方側調整屈曲工程 P 2 b によって第一周他方側接続部 3 5 F が辺部 3 1 に対して波幅方向他方側 W b へオフセットするように屈曲成形されていることにより実現されている。すなわち、第二周他方側接続部 3 5 S の凹部 3 5 a に、第一周他方側接続部 3 5 F の波幅方向他方側 W b へオフセットされた部分が入り込むことにより、第一周他方側接続部 3 5 F と第二周

他方側接続部 35 S とが波幅方向 W（コイル軸方向）に同じ位置となるように配置される。この状態で、第二周他方側接続部 35 S は、第一周他方側接続部 35 F に対してコイル径方向 C R 外側に隣接配置される。ところで、第二曲げ工程 P 6 による第二周他方側接続部 35 S の屈曲成形は、当該第二周他方側接続部 35 S が、既に略 V 字状に屈曲成形された第一周他方側接続部 35 F に対してコイル径方向 C R 外側に配置された状態で行う。そこで、本実施形態では、第二周他方側接続部 35 S を、既に屈曲された第一周他方側接続部 35 F に沿わせて一箇所屈曲させることにより、第一周他方側接続部 35 F に沿った略 V 字状となるように成形する。このように、第二曲げ工程 P 6 において、他方側接続部 35 を周回毎に異なる形状となるように成形することにより、図 10 から図 12 に示すように、波形導体 3 の異なる周回の他方側接続部 35 が、適切にコイル径方向 C R に複数並列配置される。

[0077] 巻き取り工程 P 7 は、第一曲げ工程 P 5 及び第二曲げ工程 P 6 により曲げ加工を行った波形導体 3 をポビン 7 1（図 13 参照）に巻き取る工程である。図 2 から図 12 では、ポビン 7 1 は省略しているが、図 6 から図 11 に示すように、第一曲げ工程 P 5 及び第二曲げ工程 P 6 の双方が終了した波形導体 3 の部分は、最終的に形成される波巻コイル 3 C の略円筒形状に形成される。巻き取り工程 P 7 では、このように略円筒状に成形された波形導体 3 の部分をポビン 7 1 に巻き取っていく。具体的には、図 6 に示す状態では、搬送方向 F における最も下流側の他方側接続部 35 及び一方側接続部 33 の双方について第一曲げ工程 P 5 及び第二曲げ工程 P 6 が終了しており、これらの他方側接続部 35 及び一方側接続部 33 の両端に接続されている 3 本の辺部 31 を含む波形導体 3 の部分が略円筒状に形成され、ポビン 7 1 に巻き取られている。その後、図 7 に示す第一曲げ工程 P 5 を経て図 8 に示すように第二曲げ工程 P 6 が行われると、次の波形 1 周期 P T 分の波形導体 3 が巻き取り工程 P 7 によりポビン 7 1 に巻き取られる。以降同様に、第一曲げ工程 P 5 及び第二曲げ工程 P 6 が行われることにより、巻き取り工程 P 7 では、波形 1 周期 P T 分ずつの波形導体 3 がポビン 7 1 に巻き取られていく。

[0078] 本実施形態では、第二曲げ工程 P 6 が第一曲げ工程 P 5 の後工程となっており、第二曲げ工程 P 6 が終了した時点で、当該第二曲げ工程 P 6 による加工位置よりも搬送方向下流側 F b の波形導体 3 が、最終的な波巻コイル 3 C の略円筒状に形成される。したがって、本実施形態では、巻き取り工程 P 7 は第二曲げ工程 P 6 と同期して行われ、第二曲げ工程 P 6 の終了と同時に波形 1 周期 P T 分の波形導体 3 の巻き取り工程 P 7 も終了する。この第二曲げ工程 P 6 と巻き取り工程 P 7 とを同時に行う際における波形導体 3 及びボビン 7 1 の動作については後で詳細に説明する。図 9 から図 11 に示すように、この巻き取り工程 P 7 では、最終的にはボビン 7 1 に波形導体 3 が 2 周回巻き取られ、当該 2 周回の巻き取り後には、波形導体 3 の異なる周回の辺部 3 1 がコイル径方向 C R に 2 本配列される。

[0079] 2. コイル製造装置の全体の構成

次に、本実施形態に係るコイル製造方法を実行するためのコイル製造装置 1 の全体の構成について概略的に説明する。本実施形態に係るコイル製造装置 1 は、図 13 に示すように、波形導体形成工程 P 1 を実行するための波形導体形成機構 11、一方側調整屈曲工程 P 2 a を実行するための一方側調整屈曲機構 12、他方側調整屈曲工程 P 2 b を実行するための他方側調整屈曲機構 13、他方側屈曲工程 P 3 を実行するための他方側屈曲機構 14、段差加工工程 P 4 を実行するための段差加工機構 15、第一曲げ工程 P 5 を実行するための第一曲げ機構 5、第二曲げ工程 P 6 を実行するための第二曲げ機構 6、巻き取り工程 P 7 を実行するための巻き取り機構 7、及び搬送工程 P f を実行するための搬送機構 4 を有する。

[0080] 本実施形態では、各機構は、波形導体 3 の搬送方向 F に沿って以下のような順序で配置されている。すなわち、図 13 に示すように、搬送方向 F における最も上流側に波形導体形成機構 11 が配置されている。また、当該波形導体形成機構 11 から搬送方向下流側 F b へ向かって、一方側調整屈曲機構 12、他方側調整屈曲機構 13、他方側屈曲機構 14、段差加工機構 15 の順に配置されている。そして、段差加工機構 15 に対して搬送方向下流側 F

bに、第一曲げ機構5、第二曲げ機構6、及び巻き取り機構7が配置されている。

[0081] 本実施形態では、第一曲げ機構5は、波形導体3を下方へ湾曲させるように曲げ加工を行う。従って、図6から図10に示すように、第一曲げ機構5による加工位置よりも搬送方向下流側Fbでは、波形導体3の搬送方向Fは次第に下方へ湾曲する方向となっている。第二曲げ機構6は、このように下方へ湾曲してくる波形導体3の搬送方向Fに沿って、第一曲げ機構5による加工位置よりも搬送方向下流側Fbに配置されている。具体的には、第二曲げ機構6は、第一曲げ機構5による加工位置に対して、波形導体3の波形1周期PT分以上（ここでは波形1.5周期分）搬送方向下流側Fbに離れた位置に配置されている。そして、第二曲げ機構6は、波形導体3を略円筒状に成形すべく、波形導体3に対して第一曲げ機構5と同じ方向への曲げ加工を行う。これにより、波形導体3はコイル径方向CR内側へ巻き込むように曲げられ、第二曲げ機構6による加工位置よりも搬送方向下流側Fbの波形導体3の部分が略円筒形状に成形される。巻き取り機構7を構成するボビン71は、第一曲げ機構5の加工位置に対して下方に配置され、第一曲げ機構5及び第二曲げ機構6により曲げられて略円筒状に成形される波形導体3を適切に巻き取ることができるように構成されている。従って、第二曲げ機構6による加工位置よりも搬送方向下流側Fbでは、波形導体3の搬送方向Fは波形導体3がボビン71に巻き取られる方向（ボビン71の回転方向）に沿って湾曲する方向となっている。

[0082] 搬送機構4は、波形導体3の搬送を行う搬送工程Pfを実行するための機構である。そのため、搬送機構4は、コンベア41及び当該コンベア41を駆動する搬送駆動機構42を備えている。コンベア41は、その搬送面上に波形導体3を載せ、当該波形導体3を搬送方向下流側Fbへ向けて搬送する。ここでは、コンベア41は、波形導体形成機構11から第一曲げ機構5までの間における波形導体3の搬送を行う。搬送駆動機構42は、コンベア41を駆動する機構である。本実施形態では、搬送機構4は、波形導体3の波

形 1 周期 PT を 1 ピッチとして間欠搬送を行う。従って、搬送駆動機構 4 2 は、波形導体 3 の波形 1 周期 PT 分に相当する移動量のコンベア 4 1 の駆動と停止とを所定の時間間隔で繰り返し行う。以下では、このコイル製造装置 1 を構成する各機構の構成及び各機構により実行される各製造工程の詳細について説明する。

[0083] 3. 波形導体形成工程及び波形導体形成機構

まず、波形導体形成工程 P 1 及び波形導体形成機構 1 1 について説明する。波形導体形成機構 1 1 は、波形導体形成工程 P 1 を実行するための機構であり、略直線状の線状導体 3 L を略矩形波状に成形するための屈曲加工を行う機構となっている。図 1 4 から図 1 6 に示すように、波形導体形成機構 1 1 は、線状導体 3 L の各部を保持するための第一保持体 1 1 a から第五保持体 1 1 e までの 5 つの保持体を有して構成されている。これら 5 つの保持体 1 1 a ~ 1 1 e は、それぞれ直線状の線状導体 3 L が嵌め込まれて保持される直線状の溝部 1 1 f を備えているとともに、第一保持体 1 1 a から第五保持体 1 1 e までこの順で直列に連結されている。隣接する 2 つの保持体間には、回転軸 1 1 g を介して相対回転可能な状態で連結されている。

[0084] これら 5 つの保持体 1 1 a ~ 1 1 e は、図 1 4 に示すように、全ての保持体の溝部 1 1 f が直線状に配列可能に構成されている。2 つの保持体間を連結する回転軸 1 1 g の中心は、いずれもこの直線状に配列された溝部 1 1 f に沿って配置されている。そして、図 1 5 及び図 1 6 に示すように、5 つの保持体 1 1 a ~ 1 1 e は、回転軸 1 1 g を回転中心として所定の方向に相対回転し、溝部 1 1 f 内に保持された線状導体 3 L を 2 つの保持部間で屈曲成形する。この際、2 つの保持部間は、所定の方向に略直角に屈曲可能に構成されている。ここでは、図 1 4 から図 1 6 に示す平面視で、第一保持体 1 1 a - 第二保持体 1 1 b 間及び第二保持体 1 1 b - 第三保持体 1 1 c 間が時計周りに屈曲され、第三保持体 1 1 c - 第四保持体 1 1 d 間及び第四保持体 1 1 d - 第五保持体 1 1 e 間が反時計周りに屈曲される。また、これら 2 つの保持部間には、回転軸 1 1 g に対する屈曲方向内側に、円柱状の屈曲型 1 1

h（屈曲ピン）が設けられている。従って、図15及び16に示すように、隣接する2つの保持部間が屈曲されることにより、各保持部11a～11eの溝部11fに保持された線状導体3Lは、各保持部間において屈曲型11hの外周面に沿って屈曲される。なお、図4等に示すように、第二周他方側接続部35Sでは、辺部31との接続部分に凹部35aを形成するため、各回転軸11gの周辺に配置される屈曲型11hの配置等が図示のものとは異なる第二周回部3s用の波形導体形成機構11を用いる。

[0085] 波形導体形成工程P1では、このような波形導体形成機構11を用いて、直線状の線状導体3Lを、線材長さ方向LLにおける4箇所略直角に屈曲して略S字状の波形1周期PT分の波形導体3を成形する。この際、線状導体3Lは、円柱状の屈曲型11hの外周面に沿って屈曲されるので、波形導体3の各屈曲部の形状は略円弧状に成形される。なお、屈曲型11hの形状は円柱状に限定されるものではなく、少なくとも線状導体3Lに接する部分に円弧面を有する形状の型であれば好適に用いることができる。従って、例えば、線状導体3Lに接する部分のみが円弧面とされ、他の部分が一又は二以上の平面の組合せからなる外面を有する部材を屈曲型11hとしても好適である。

[0086] 4. 調整屈曲工程及び調整屈曲機構、並びに他方側屈曲工程及び他方側屈曲機構

次に、一方側調整屈曲工程P2a、他方側調整屈曲工程P2b、及び他方側屈曲工程P3、並びにこれらを実行するための一方側調整屈曲機構12、他方側調整屈曲機構13、及び他方側屈曲機構14について説明する。

[0087] 一方側調整屈曲機構12は、一方側調整屈曲工程P2aを実行するための機構であり、一方側接続部33のコイル径方向CRの位置が適切な位置となるように、一方側接続部33近傍の辺部31の屈曲加工を行う機構となっている。本実施形態では、図3の一方側調整屈曲工程P2aの加工位置における波形導体3の形状に示されるように、一方側調整屈曲機構12は、一方側接続部33の近傍の辺部31をクランク状に2回屈曲することにより段差部

を形成し、一方側接続部 33 を辺部 31 に対して鉛直上方（コイル径方向 CR 外側）へオフセットさせる屈曲加工を行う。

[0088] 他方側調整屈曲機構 13 は、他方側調整屈曲工程 P2b を実行するための機構であり、他方側接続部 35 のコイル径方向 CR の位置が適切な位置となるように、他方側接続部 35 近傍の辺部 31 の屈曲加工を行う機構となっている。本実施形態では、図 3 の他方側調整屈曲工程 P2b の加工位置における波形導体 3 の形状に示されるように、他方側調整屈曲機構 13 は、他方側接続部 35 の近傍の辺部 31 をクランク状に 2 回屈曲することにより段差部を形成し、他方側接続部 35 を辺部 31 に対して鉛直上方（コイル径方向 CR 外側）へオフセットさせる屈曲加工を行う。

[0089] 他方側屈曲機構 14 は、他方側屈曲工程 P3 を実行するための機構であり、他方側接続部 35 を含む他方側端面形成部位 37 をコイル径方向 CR 内側へ屈曲させる屈曲加工を行う機構となっている。本実施形態では、図 4 の他方側屈曲工程 P3 の加工位置における波形導体 3 の形状に示されるように、他方側屈曲機構 14 は、他方側端面形成部位 37 を、当該他方側端面形成部位 37 よりも波幅方向一方側 Wa の辺部 31 に対して所定の屈曲角度（ここでは略直角）となるように屈曲させる屈曲加工を行う。

[0090] 一方側調整屈曲機構 12、他方側調整屈曲機構 13、及び他方側屈曲機構 14 は、いずれも辺部 31 をコイル径方向 CR に屈曲させる屈曲加工を行う機構であり、屈曲方向や屈曲角度が異なるだけであるため、各屈曲機構 12 ～ 14 を同様の機構を用いて構成することができる。そこで、このような屈曲機構 12 ～ 14 の具体的構成の例について、図 17 及び図 18 に示す他方側調整屈曲機構 13 の例を用いて説明することとし、一方側調整屈曲機構 12 及び他方側屈曲機構 14 の説明は省略する。

[0091] 図 17 及び図 18 に示すように、他方側調整屈曲機構 13 は、いずれも円柱状の内周型 13b（内周ピン）と外周型 13c（外周ピン）とが対向配置されているとともに、外周型 13c が内周型 13b の軸心を回転中心として揺動可能とされた屈曲具 13a を備えている。本実施形態では、外周型 13

cは波幅方向Wの端部側（ここでは波幅方向他方側Wb）へ向かって揺動する。また、他方側調整屈曲機構13は、外周型13cに対して波幅方向Wの中央側（ここでは波幅方向一方側Wa）に配置されて屈曲時に辺部31が線材幅方向LWに移動しないように支持する支持部材13dも備えている。ここでは、支持部材13dは、辺部31を挟んで対向配置された2本の円柱状部材（支持ピン）により構成されている。

[0092] そして、図18に示すように、内周型13bと外周型13cとの間及び支持部材13dを構成する2本の円柱状部材の間に辺部31が挿入された状態で、屈曲具13aを揺動させることにより、外周型13cが内周型13bの軸心を回転中心として揺動し、辺部31の一箇所が内周型13bの外周面に沿って屈曲される。これにより、辺部31の線材長さ方向LLの一部が略円弧状に屈曲成形される。支持部材13dは、外周型13cに対して当該外周型13cの揺動方向とは反対側となる波幅方向Wの中央側（波幅方向一方側Wa）において辺部31を挟持し、辺部31が線材幅方向LWの外周型13c側に移動しないように支持している。これにより、支持部材13dは、屈曲加工に際して辺部31に作用する回転モーメントによって、辺部31の屈曲加工位置よりも波幅方向Wの中央側（波幅方向一方側Wa）の部分が回転しないように支持する機能を果たす。なお、内周型13b及び外周型13cの形状は円柱状に限定されるものではなく、少なくとも辺部31に接する部分に円弧面を有する形状の型であれば好適に用いることができる。従って、例えば、辺部31に接する部分のみが円弧面とされ、他の部分が一又は二以上の平面の組合せからなる外面を有する部材を内周型13b又は外周型13cとしても好適である。また、支持部材13dは円柱状部材に限定されるものではなく、直方体形状等の各種形状の部材を用いることができる。

[0093] また、屈曲具13a及び支持部材13dは、加工対象の辺部31に対して接近又は離間する方向、ここでは内周型13b及び外周型13cの中心軸に平行な方向に移動可能に構成されている。そして、屈曲具13a及び支持部材13dが辺部31側へ移動した状態で、内周型13bと外周型13cとの

間及び支持部材 13 d を構成する 2 本の円柱状部材の間に辺部 3 1 が挿入されるように構成されている。本実施形態では、屈曲具 13 a 及び支持部材 13 d は、共通のベース部材 13 e によって波形導体 3 の搬送面の高さに支持されている。ここで、支持部材 13 d は、ベース部材 13 e に固定されているが、屈曲具 13 a はベース部材 13 e に回転可能に支持されている。本実施形態では、ベース部材 13 e とともに屈曲具 13 a 及び支持部材 13 d が、加工対象の辺部 3 1 に対して接近又は離間する方向に移動可能に構成されている。また、ベース部材 13 e は、波幅方向 W にも移動可能に構成されている。これにより、他方側調整屈曲機構 13 は、屈曲具 13 a 及び支持部材 13 d を辺部 3 1 の線材長さ方向 L L に移動させ、辺部 3 1 の適宜の位置を屈曲可能とされているとともに、波形導体 3 の間欠搬送時には波幅方向 W に波形導体 3 から離れる方向に移動して波形導体 3 の搬送を容易とする。また、本実施形態では、他方側接続部 3 5 の両端に接続された互いに平行な 2 本の辺部 3 1 を同時に屈曲すべく、2 つの他方側調整屈曲機構 13 が対向配置されている。これら 2 つの他方側調整屈曲機構 13 は、互いに鏡対称に配置され、鏡対称に動作する。

[0094] 他方側調整屈曲工程 P 2 b では、このような他方側調整屈曲機構 13 を用いて、図 3 に示すように、他方側接続部 3 5 の近傍の辺部 3 1 をクランク状に 2 回屈曲することにより段差部を形成し、他方側接続部 3 5 を辺部 3 1 に対して鉛直上方へオフセットさせる。同様に、一方側調整屈曲工程 P 2 a では、上記他方側調整屈曲機構 13 と同様の構成である一方側調整屈曲機構 12 を用いて、図 3 に示すように、一方側接続部 3 3 の近傍の辺部 3 1 をクランク状に 2 回屈曲することにより段差部を形成し、一方側接続部 3 3 を辺部 3 1 に対して鉛直上方へオフセットさせる。他方側屈曲工程 P 3 では、上記他方側調整屈曲機構 13 と同様の構成である他方側屈曲機構 14 を用いて、図 4 に示すように、他方側接続部 3 5 を含む他方側端面形成部位 3 7 を、当該他方側端面形成部位 3 7 よりも波幅方向一方側 W a の辺部 3 1 に対して所定の屈曲角度（ここでは略直角）となるように 1 回屈曲させる。

[0095] 5. 段差加工工程及び段差加工機構

次に、段差加工工程 P 4 及び段差加工機構 1 5 について説明する。段差加工機構 1 5 は、段差加工工程 P 4 を実行するための機構であり、他方側接続部 3 5 の線材長さ方向 LL（搬送方向 F）における一箇所に段差部 3 5 b を形成するための屈曲加工を行う機構となっている。図 1 9 及び図 2 0 に示すように、段差加工機構 1 5 は、いずれも円柱状の内周型 1 5 b（内周ピン）と外周型 1 5 c（外周ピン）とが対向配置されているとともに、外周型 1 5 c が内周型 1 5 b の軸心を回転中心として揺動可能とされた屈曲具 1 5 a を備えている。本実施形態では、外周型 1 5 c は他方側接続部 3 5 の線材長さ方向 LL 一方側（ここでは搬送方向下流側 F b）へ向かって揺動する。また、段差加工機構 1 5 は、外周型 1 5 c に対して当該外周型 1 5 c の揺動方向とは反対側（ここでは搬送方向上流側 F a）に配置されて屈曲時に他方側接続部 3 5 が線材幅方向 LW に移動しないように支持する支持部材 1 5 d も備えている。ここでは、支持部材 1 5 d は、他方側接続部 3 5 に対して当該他方側接続部 3 5 の線材幅方向 LW における外周型 1 5 c 側に配置された 1 本の円柱状部材（支持ピン）により構成されている。更に、段差加工機構 1 5 は、外周型 1 5 c に対して当該外周型 1 5 c の揺動方向側（ここでは搬送方向下流側 F b）に配置されて、屈曲時に他方側接続部 3 5 における外周型 1 5 c の揺動方向側の部分が屈曲前の他方側接続部 3 5 の線材長さ方向 LL に平行になるように当接して支持する当接型 1 5 e も備えている。ここでは、当接型 1 5 e は、他方側接続部 3 5 に対して当該他方側接続部 3 5 の線材幅方向 LW における内周型 1 5 b 側に配置された 1 本の角柱状部材により構成されている。

[0096] そして、図 2 0 に示すように、内周型 1 5 b と外周型 1 5 c との間に他方側接続部 3 5 が挿入された状態で、屈曲具 1 5 a を揺動させることにより、外周型 1 5 c が内周型 1 5 b の軸心を回転中心として揺動し、他方側接続部 3 5 の一箇所が内周型 1 5 b の外周面に沿って屈曲される。この際、他方側接続部 3 5 における外周型 1 5 c の揺動方向側の部分が内周型 1 5 b 側に旋

回しようとするが、当該部分が当接型 15 e に当接することにより当該部分の旋回が抑えられる。これにより、他方側接続部 35 における外周型 15 c の揺動方向側の部分は、屈曲前の他方側接続部 35 の線材長さ方向 LL に平行に保持され、他方側接続部 35 の線材長さ方向 LL（搬送方向 F）における一箇所に段差部 35 b が形成される。具体的には、他方側接続部 35 における段差部 35 b に対して搬送方向下流側 F b の部分が、それより搬送方向上流側 F a の部分に比べて波幅方向他方側 W b（内周型 15 b 側）に位置するように段差部 35 b が形成される。支持部材 15 d は、外周型 15 c に対して当該外周型 15 c の揺動方向とは反対側（ここでは搬送方向上流側 F a）において、他方側接続部 35 が線材幅方向 LW の外周型 15 c 側に移動しないように支持している。これにより、支持部材 15 d は、屈曲加工に際して他方側接続部 35 に作用する回転モーメントによって、他方側接続部 35 の屈曲加工位置対して外周型 15 c の揺動方向とは反対側の部分が回転しないように支持する機能を果たす。なお、内周型 15 b 及び外周型 15 c の形状は円柱状に限定されるものではなく、少なくとも他方側接続部 35 に接する部分に円弧面を有する形状の型であれば好適に用いることができる。従って、例えば、他方側接続部 35 に接する部分のみが円弧面とされ、他の部分が一又は二以上の平面の組合せからなる外面を有する部材を内周型 15 b 又は外周型 15 c としても好適である。また、支持部材 15 d 及び当接型 15 e の形状も上記の例に限定されるものではなく、各種形状の部材を用いることができる。

[0097] また、屈曲具 15 a、支持部材 15 d、及び当接型 15 e は、加工対象の他方側接続部 35 に対して接近又は離間する方向、ここでは内周型 15 b 及び外周型 15 c の中心軸に平行な方向に移動可能に構成されている。そして、屈曲具 15 a、支持部材 15 d、及び当接型 15 e が他方側接続部 35 側へ移動した状態で、内周型 15 b と外周型 15 c との間に他方側接続部 35 が挿入されるように構成されている。本実施形態では、屈曲具 15 a、支持部材 15 d、及び当接型 15 e は、共通のベース部材 15 f によって支持さ

れている。ここで、支持部材 15 d 及び当接型 15 e は、ベース部材 15 f に固定されているが、屈曲具 15 a はベース部材 15 f に回転可能に支持されている。本実施形態では、ベース部材 15 f とともに屈曲具 15 a、支持部材 15 d、及び当接型 15 e が、加工対象の他方側接続部 35 に対して接近又は離間する方向に移動可能に構成されている。

[0098] 6. 第一曲げ工程及び第一曲げ機構

次に、第一曲げ工程 P 5 及び第一曲げ機構 5 について説明する。第一曲げ機構 5 は、第一曲げ工程 P 5 を実行するための機構であり、一方側接続部 33 をコイル径方向 C R 外側に向かって突状となるように曲げる加工を行う機構となっている。本実施形態では、図 5 の第一曲げ工程 P 5 の加工位置における波形導体 3 の形状に示されるように、第一曲げ機構 5 は、一方側接続部 33 の略全体を略円弧状に湾曲成形する湾曲加工を行う。

[0099] 図 2 1 から図 2 4 に示すように、第一曲げ機構 5 は、略円弧状の固定成形面 55 を有する固定型 51 と、固定成形面 55 に対向する略円弧状の可動成形面 56 を有し、所定の揺動支点 53 を中心に揺動可能に構成された可動型 52 と、を備えている。そして、搬送機構 4（図 1 3 参照）により、固定成形面 55 と可動成形面 56 との間に波形導体 3 の一方側接続部 33 が搬送供給される。ここで、搬送機構 4 は、固定成形面 55 の搬送方向上流側端部 55 a の接線に略一致するように設定された搬送線 57 に沿って波形導体 3 の一方側接続部 33 を搬送する構成とされている。そして、可動型 52 の揺動支点 53 は、搬送線 57 よりも可動型 52 側であって、固定成形面 55 の搬送方向上流側端部 55 a よりも搬送方向上流側 F a に配置されている。固定型 51 及び可動型 52 は、一方側接続部 33 を固定成形面 55 と可動成形面 56 との間で加圧してコイル周方向 C C（図 1 1 参照）に沿って湾曲した略円弧状に成形する。この第一曲げ工程 P 5 及び第一曲げ機構 5 では、波形導体 3 の一方側接続部 33 が曲げ加工の対象となる対象接続部である。また、この対象接続部としての一方側接続部 33 を含む波形導体 3（線状導体 3 L）は線材であり、この線材を略円弧状に成形するための装置を線材成形装置

2とすると、第一曲げ機構5と搬送機構4とにより線材成形装置2が構成される。

[0100] 固定型51は、ベース部材59に固定された型であり、略円弧状の固定成形面55を有している。この固定型51は、固定成形面55の搬送方向上流側端部55aの接線が、波形導体3の一方側接続部33が搬送される搬送線57に略一致するような位置に配置されている。固定成形面55は、可動型52（可動成形面56）側に向かって突状となる略円弧状とされている。固定成形面55の曲率半径は、最終的に形成される略円筒状の波巻コイル3Cにおける、一方側接続部33により構成される外周面の半径にほぼ等しく設定されている。但し、本実施形態では、固定成形面55は、当該面の延在方向に段差部55bを有している。従って、ここでは固定成形面55の段差部55b以外の円弧状面の曲率半径が上記のとおり設定されている。なお、段差部55bは、搬送方向下流側Fbの部分が、それより搬送方向上流側Faの部分に比べて径方向外側に位置するように設定されている。

[0101] 第一曲げ機構5は、固定成形面55の搬送方向上流側端部55a付近に、波形導体3を保持する保持機構54を備えている。本実施形態においては、保持機構54は、搬送線57側に対向する面に形成された凹溝54aを有し、固定型51に一体的に固定された柱状の保持部材により構成されている。そして、凹溝54a内に波形導体3の辺部31が挿入されることにより、波形導体3の当該辺部31が搬送方向Fに移動しないように保持される。これにより、第一曲げ機構5による一方側接続部33の加工時に、保持機構54よりも搬送方向上流側Faの波形導体3が第一曲げ機構5側（搬送方向下流側Fb）に引き込まれることを防止し、第一曲げ工程P5が搬送方向上流側Faの各工程に影響を与えることを効果的に抑制できる。

[0102] 可動型52は、ベース部材59に支持された揺動支点53を中心に揺動可能に構成された型であり、固定成形面55に対向する略円弧状の可動成形面56を有している。可動成形面56は、固定成形面55の形状に対応する形状、具体的には、可動型52が固定型51側へ揺動した状態で、固定成形面

５５との間に一方側接続部３３の線材幅と同程度の一定の隙間を有して固定成形面５５に対向する形状とされている。従って、可動成形面５６は、固定型５１（固定成形面５５）側に向かって凹状となる略円弧状とされている。可動成形面５６の曲率半径は、上述した固定成形面５５と同様に、最終的に形成される略円筒状の波巻コイル３Ｃにおける、一方側接続部３３により構成される外周面の半径にほぼ等しく設定されている。但し、本実施形態では、可動成形面５６は、当該面の延在方向に段差部５６ｂを有している。従って、ここでは可動成形面５６の段差部５６ｂ以外の円弧状面の曲率半径が上記のとおり設定されている。なお、段差部５６ｂは、搬送方向下流側Ｆｂの部分が、それより搬送方向上流側Ｆａの部分に比べて径方向外側に位置するように設定されている。また、本実施形態では、可動型５２におけるベース部材５９に接する側とは反対側の側面にガイド部５８が設けられている。このガイド部５８は、図２４に示すように、固定型５１側へ向かうに従って可動型５２から離れる側へ傾斜した傾斜ガイド面５８ａを有している。これにより、ガイド部５８は、一方側接続部３３が固定成形面５５から波幅方向他方側Ｗｂへはみ出している場合には、可動型５２が固定型５１側へ揺動した際に、傾斜ガイド面５８ａが一方側接続部３３に接して当該一方側接続部３３を固定成形面５５側へ押し込む機能を果たす。

[0103] 可動型５２の揺動支点５３は、搬送線５７よりも可動型５２側であって、固定成形面５５の搬送方向上流側端部５５ａよりも搬送方向上流側Ｆａの領域内に配置されている。本実施形態では、更に、揺動支点５３は、固定成形面５５の搬送方向下流側端部５５ｃの接線である固定成形面下流側接線５５ｄよりも固定型５１側に配置されている。すなわち、ここでは、揺動支点５３は、搬送線５７と固定成形面下流側接線５５ｄとの間であって、固定成形面５５の搬送方向上流側端部５５ａよりも搬送方向上流側Ｆａの領域内に配置されている。図２３には、この領域を支点配置可能領域５Ａとして示している。可動型５２の揺動支点５３は、この支点配置可能領域５Ａ内のいずれかの位置に配置される。揺動支点５３をこのような支点配置可能領域５Ａ内

に配置することにより、可動型 5 2 及び可動成形面 5 6 は、固定型 5 1 及び固定成形面 5 5 に対して、図 2 5 の (a) から (e) に示すような位置関係で揺動する。これらの図から明らかなように、揺動支点 5 3 を支点配置可能領域 5 A 内に配置すると、可動成形面 5 6 と固定成形面 5 5 との距離 D 5 が、搬送方向上流側端部 5 5 a において最も短くなるように設定される。従って、図 2 5 の (c) 及び (d) に表れているように、可動型 5 2 の揺動方向における固定型 5 1 側の終端位置の直前での可動成形面 5 6 と固定成形面 5 5 との距離 D 5 も、搬送方向上流側端部 5 5 a において最も短くなるように設定されている。これにより、第一曲げ機構 5 による一方側接続部 3 3 の加工時に、一方側接続部 3 3 の搬送方向上流側 F a の端部がそれより搬送方向下流側 F b の部分に比べて先に固定型 5 1 と可動型 5 2 との間に挟まれて動きにくい状態とされる。従って、第一曲げ工程 P 5 を実行するに際して、第一曲げ機構 5 よりも搬送方向上流側 F a の波形導体 3 が第一曲げ機構 5 側（搬送方向下流側 F b）に引き込まれることを防止し、第一曲げ工程 P 5 が搬送方向上流側 F a の各工程に影響を与えることを効果的に抑制できる。また、揺動支点 5 3 をこのような支点配置可能領域 5 A 内に配置すると、一方側接続部 3 3 の表面に対して摺動する方向の可動成形面 5 6 の動きが非常に少なく抑えられるので、一方側接続部 3 3 の表面に設けられた絶縁皮膜の傷付き等を抑制することができる。

[0104] 第一曲げ工程 P 5 では、図 2 5 の (a) から (e) に示すように、可動型 5 2 が固定型 5 1 側へ揺動することにより、固定成形面 5 5 と可動成形面 5 6 との間に搬送供給された波形導体 3 の一方側接続部 3 3 が固定成形面 5 5 と可動成形面 5 6 との間で加圧され、固定成形面 5 5 と可動成形面 5 6 との間の隙間の形状に沿った略円弧状となるように湾曲成形される。この際、固定成形面 5 5 及び可動成形面 5 6 は、上記のとおり、それぞれ段差部 5 5 b、5 6 b を有している。従って、一方側接続部 3 3 には、これらの段差部 5 5 b、5 6 b の形状に従って図 5 に示すような段差部 3 3 a が形成される。

[0105] 第一曲げ機構 5 は、波形導体 3 の一方側接続部 3 3 に接近又は離間する方

向、ここでは波幅方向Wに移動可能であって一方側接続部33側へ移動した状態で固定型51と可動型52との間に一方側接続部33が挿入されるように構成されている。本実施形態では、図22に示すように、第一曲げ機構5の各部を支持するベース部材59が、搬送機構4やボビン71を支持する支持フレーム77に対して波幅方向Wに相対的に移動可能とされている。これにより、第一曲げ機構5を構成する固定型51、可動型52、及び保持機構54が一体的に波幅方向Wに移動可能とされている。そして、第一曲げ機構5は、搬送機構4による波形導体3の間欠搬送に同期して、当該間欠搬送時に波形導体3から離間する方向（波幅方向一方側Wa）に移動し、間欠搬送後の波形導体3の停止時に波形導体3に接近する方向（波幅方向他方側Wb）に移動するように構成されている。

[0106] また、本実施形態では、第一曲げ工程P5では、周回毎に異なる形状となるように一方側接続部33を成形する。具体的には、上記のとおり、第一周回部3fを構成する第一周一方側接続部33Fと第二周回部3sを構成する第二周一方側接続部33Sとで、一方側接続部33の線材長さ方向LL（搬送方向F）における段差部33aの位置が異なるように成形する。これは、図10及び図11に示すように、波形導体3の異なる周回の一方側接続部33が、適切にコイル径方向CRに複数並列配置されるようにするためである。そこで、図示は省略するが、第一曲げ機構5は、異なる形状で一方側接続部33を曲げる複数の成形型を周回毎に交換可能に備える構成となっている。具体的には、固定型51及び可動型52の組を複数組備え、周回毎に交換可能な構成としている。例えば、ベース部材59が波形導体3の搬送面に直交する軸周りに回転可能に支持され、当該ベース部材59の複数の面のそれぞれに固定型51及び可動型52を含む第一曲げ機構5が備えられた構成とすると好適である。

[0107] 図26（a）は第一曲げ工程P5による加工前の状態及び加工中のボビン71の移動軌跡を示し、図26（b）は第一曲げ工程P5による加工後の状態を示している。この図26に示すように、第一曲げ工程P5では、第一曲

げ工程 P 5 の加工位置を中心として波形導体 3 の搬送方向下流側 F b の部分が旋回するように加工を行う。ここで、第一曲げ工程 P 5 の加工位置としては、第一曲げ工程 P 5 により加工される一方側接続部 3 3 の実際に曲がっている位置が相当する。本実施形態では、上記のとおり、固定成形面 5 5 と可動成形面 5 6 との間で一方側接続部 3 3 が加圧されるに従い、一方側接続部 3 3 の各部が次第に湾曲されて最終的に略円弧状に形成される。この際、第一曲げ工程 P 5 の加工位置は、固定成形面 5 5 及び可動成形面 5 6 と一方側接続部 3 3 との当接状態に応じて一方側接続部 3 3 の線材長さ方向 L L に移動する。第一曲げ工程 P 5 では、このように移動する第一曲げ工程 P 5 の加工位置を中心として、当該加工位置より搬送方向下流側 F b の波形導体 3 の部分がコイル径方向 C R 内側へ向かって旋回する。

[0108] ところで、波形導体 3 は、第一曲げ工程 P 5 の加工位置より搬送方向下流側 F b においてポビン 7 1 に巻き掛けられて保持されている。具体的には、第一曲げ工程 P 5 の加工位置より搬送方向下流側 F b の一部の辺部 3 1 が、ポビン 7 1 の外周面 7 1 C に設けられた挿入溝 7 5 に挿入されて保持されている。そこで、第一曲げ工程 P 5 を実行するに際しては、このようなポビン 7 1 に巻き掛けられている波形導体 3 の部分の移動軌跡に応じてポビン 7 1 の中心軸 7 1 A を移動させる。図 26 (a) には、このようなポビン 7 1 の中心軸 7 1 A の理想的な移動軌跡を第一理想移動軌跡 E 1 として一点鎖線で示している。この第一理想移動軌跡 E 1 に従ってポビン 7 1 の中心軸 7 1 A を移動させれば、第一曲げ工程 P 5 の加工位置より搬送方向下流側 F b の波形導体 3 がほとんど弾性変形しない状態で第一曲げ工程 P 5 を行うことができる。但し、本実施形態では、ポビン移動機構 7 3 を簡略化するため、ポビン 7 1 の中心軸 7 1 A を直線状の移動軌跡である直線移動軌跡 E 4 に沿って移動させることとしている。この直線移動軌跡 E 4 は、第一理想移動軌跡 E 1 に近似して設定された直線状の軌跡であり、ここでは、略円弧状となっている第一理想移動軌跡 E 1 の始点と終点とを結ぶ直線状の軌跡として設定している。波形導体 3 は比較的大きな弾性を有しており、第一理想移動軌跡 E

1に対する直線移動軌跡E 4のずれは、第一曲げ工程P 5の加工位置より搬送方向下流側F bの波形導体3の弾性変形領域内に収まっている。従って、このような直線移動軌跡E 4に沿ってボビン7 1の中心軸7 1 Aを移動させても、波形導体3が塑性変形することはない。

[0109] 7. 第二曲げ工程及び第二曲げ機構、並びに巻き取り工程

次に、第二曲げ工程P 6及び第二曲げ機構6について説明する。第二曲げ機構6は、第二曲げ工程P 6を実行するための機構であり、他方側接続部3 5をコイル径方向C R外側に向かって突状となるように曲げる加工を行う機構となっている。本実施形態では、図6の第二曲げ工程P 6の加工位置における波形導体3の形状に示されるように、第二曲げ機構6は、他方側接続部3 5の一箇所を屈曲して略V字状に屈曲成形する屈曲加工を行う。この第二曲げ工程P 6及び第二曲げ機構6では、波形導体3の他方側接続部3 5が曲げ加工の対象となる対象接続部である。また、この対象接続部としての他方側接続部3 5を略V字状に屈曲成形する第二曲げ工程P 6が接続部曲げ工程であり、そのための第二曲げ機構6が接続部曲げ機構である。

[0110] 図2 1、図2 2、及び図2 7に示すように、本実施形態では、第二曲げ機構6は、いずれも円柱状の内周型6 2（内周ピン）と外周型6 3（外周ピン）とが対向配置されているとともに、外周型6 3が内周型6 2の軸心を回転中心として揺動可能とされた屈曲具6 1を備えている。そして、第二曲げ工程P 6では、他方側接続部3 5の一箇所を内周型6 2に沿わせて屈曲させることにより、他方側接続部3 5の線材長さ方向L Lの一部を略円弧状に成形して他方側接続部3 5の全体を略V字状とする屈曲成形を行う。この際、他方側接続部3 5を挟んで内周型6 2に対向するように配置した外周型6 3を、内周型6 2の軸心を回転中心として揺動させて他方側接続部3 5を屈曲させる。本実施形態では、外周型6 3は搬送方向上流側F a（線材長さ方向L L他方側）へ向かって揺動する。また、第二曲げ機構6は、他方側接続部3 5における外周型6 3に対して搬送方向下流側F b（線材長さ方向L L一方側）の部分の少なくとも線材幅方向L Wの外周型6 3側に移動しないように

支持するための支持部材 6 4 を備えている。すなわち、この支持部材 6 4 は、線材長さ方向 L における外周型 6 3 の揺動方向とは反対側であって線材幅方向 W における外周型 6 3 側を支持するように配置される。ここでは、支持部材 6 4 は、他方側接続部 3 5 に接するように配置された円柱状部材（支持ピン）により構成されている。

[0111] そして、図 2 7 に示すように、第二曲げ工程 P 6 では、内周型 6 2 と外周型 6 3 との間に他方側接続部 3 5 が挿入された状態で、屈曲具 6 1 を揺動させることにより、外周型 6 3 が内周型 6 2 の軸心を回転中心として揺動し、他方側接続部 3 5 の一箇所が内周型 6 2 の外周面に沿って屈曲される。これにより、他方側接続部 3 5 の線材長さ方向 L の一部が略円弧状に屈曲成形される。支持部材 6 4 は、外周型 6 3 に対して当該外周型 6 3 の揺動方向とは反対側となる搬送方向下流側 F において他方側接続部 3 5 の外周型 6 3 側の側面に当接し、他方側接続部 3 5 が線材幅方向 W の外周型 6 3 側に移動しないように支持している。これにより、支持部材 6 4 は、屈曲加工に際して他方側接続部 3 5 に作用する回転モーメントによって、他方側接続部 3 5 の屈曲加工位置よりも搬送方向下流側 F の部分が回転しないように支持する機能を果たす。なお、内周型 6 2 及び外周型 6 3 の形状は円柱状に限定されるものではなく、少なくとも他方側接続部 3 5 に接する部分に円弧面を有する形状の型であれば好適に用いることができる。従って、例えば、他方側接続部 3 5 に接する部分のみが円弧面とされ、他の部分が一又は二以上の平面の組合せからなる外面を有する部材を内周型 6 2 又は外周型 6 3 としても好適である。また、支持部材 6 4 は円柱状部材に限定されるものではなく、直方体形状等の各種形状の部材を用いることができる。

[0112] また、屈曲具 6 1 及び支持部材 6 4 は、加工対象の他方側接続部 3 5 に対して接近又は離間する方向、ここでは内周型 6 2 及び外周型 6 3 の中心軸に平行な方向（ここでは波幅方向 W ）に移動可能に構成されている。そして、屈曲具 6 1 及び支持部材 6 4 が他方側接続部 3 5 側へ移動した状態で、内周型 6 2 と外周型 6 3 との間に他方側接続部 3 5 が挿入されるとともに、支持

部材 6 4 が他方側接続部 3 5 に接するように構成されている。本実施形態では、図 2 1 及び図 2 2 に示すように、屈曲具 6 1 及び支持部材 6 4 は、共通のベース部材 6 5 によって支持されている。本実施形態では、ベース部材 6 5 はポビン 7 1 に支持された第二曲げ機構支持軸 7 8 によって支持されている。ここで、支持部材 6 4 は、ベース部材 6 5 に固定されているが、屈曲具 6 1 はベース部材 6 5 に回転可能に支持されている。本実施形態では、ベース部材 6 5 とともに屈曲具 6 1 及び支持部材 6 4 が、加工対象の他方側接続部 3 5 に対して接近又は離間する方向、具体的には波幅方向 W に移動可能に構成されている。本実施形態では、ベース部材 6 5 は、第二曲げ機構支持軸 7 8 に沿って当該第二曲げ機構支持軸 7 8 の軸方向に移動可能に構成されている。そして、第二曲げ機構 6 は、第一曲げ工程 P 5 に同期して、第一曲げ工程 P 5 による曲げ加工によって図 2 6 (a) に示すようにポビン 7 1 が移動する際に波形導体 3 から離間する方向（波幅方向他方側 W b）に移動し、第一曲げ工程 P 5 の終了後に波形導体 3 に接近する方向（波幅方向一方側 W a）に移動するように構成されている。なお、後述するように、第二曲げ工程 P 6 は搬送工程 P f の間欠搬送と同期して行われるので、当該間欠搬送は、第二曲げ機構 6 が波形導体 3 に接近する方向に移動した状態で行われる。第二曲げ機構 6 のベース部材 6 5 は第二曲げ機構支持軸 7 8 を介してポビン 7 1 に支持されているので、いずれの場合にも、第二曲げ機構 6 はポビン 7 1 と共に移動する。

[0113] 図 9 から図 1 2 に示すように、本実施形態では、ポビン 7 1（図 2 1 参照）には波形導体 3 が 2 周回巻き取られる。そこで、第二曲げ工程 P 6 では、周回毎に異なる形状となるように他方側接続部 3 5 を成形する。具体的には、上記のとおり、第一周回部 3 f を構成する第一周他方側接続部 3 5 F と第二周回部 3 s を構成する第二周他方側接続部 3 5 S とで、略円弧状に屈曲される屈曲部 3 5 c の曲率半径が異なるように成形する。これは、図 1 2 等 に示すように、波形導体 3 の異なる周回の他方側接続部 3 5 が、適切にコイル径方向 C R に複数並列配置されるようにするためである。そこで、第二曲げ

機構 6 は、他方側接続部 3 5 に対する第二曲げ工程 P 6 を行う成型型を周回毎に交換可能に備える構成となっている。具体的には、屈曲具 6 1 及び支持部材 6 4 の組を複数組備え、周回毎に交換可能な構成としている。図示は省略するが、例えば、ベース部材 6 5 に 2 組の屈曲具 6 1 及び支持部材 6 4 が設けられ、当該ベース部材 6 5 が第二曲げ機構支持軸 7 8 を中心として回転することにより、異なる屈曲具 6 1 及び支持部材 6 4 の組が他方側接続部 3 5 に対して屈曲加工を行う位置に移動可能に構成されていると好適である。

[0114] 図 2 8 は、第二周他方側接続部 3 5 S に対する第二曲げ工程 P 6 を行う成型型としての屈曲具 6 1 及び支持部材 6 4 の構成を示している。この屈曲具 6 1 及び支持部材 6 4 は、図 2 7 に示される第一周他方側接続部 3 5 F に対する第二曲げ工程 P 6 を行う成型型とは、内周型 6 2、外周型 6 3、及び支持部材 6 4 の配置が異なっている。すなわち、図 2 8 に示される屈曲具 6 1 は、図 2 7 に示される屈曲具 6 1 に比べて、内周型 6 2 と外周型 6 3 との間隔が 2 倍に広がっており、内周型 6 2 と外周型 6 3 との間に 2 本の他方側接続部 3 5 が挿入可能な構成となっている。また、支持部材 6 4 は、第一周他方側接続部 3 5 F に対してコイル径方向 C R 外側に隣接配置される第二周他方側接続部 3 5 S の外周型 6 3 側の側面に接する位置に配置されている。そして、第二曲げ工程 P 6 における第二周他方側接続部 3 5 S の曲げ加工に際しては、2 周回分の他方側接続部 3 5（第一周他方側接続部 3 5 F 及び第二周他方側接続部 3 5 S）を挟んで内周型 6 2 に対向するように配置した外周型 6 3 を、内周型 6 2 の軸心を回転中心として揺動させることにより、既に屈曲された第一周他方側接続部 3 5 F に沿わせて第二周他方側接続部 3 5 S の一箇所を屈曲させる。これにより、第一周他方側接続部 3 5 F と第二周他方側接続部 3 5 S とが、適切にコイル径方向 C R に並列配置される。

[0115] 図 2 9 に示すように、本実施形態では、第二曲げ工程 P 6 により他方側接続部 3 5 を屈曲成形する際には、ポビン 7 1 を回転及び移動させて波形導体 3 をポビン 7 1 に巻き取る巻き取り工程 P 7 も同期して行われる。この際、搬送工程 P f による波形導体 3 の間欠搬送もこれらに同期して行われる。図

29 (a) は第二曲げ工程 P 6 による加工前の状態及び加工中のボビン 7 1 の移動軌跡を示し、図 29 (b) は第二曲げ工程 P 6 による加工後の状態、並びに第二曲げ工程 P 6 及び搬送工程 P f の間欠搬送に伴うボビン 7 1 の移動軌跡を示している。この図 29 に示すように、第二曲げ工程 P 6 では、他方側接続部 3 5 を挟んで内周型 6 2 に対向配置された外周型 6 3 を、内周型 6 2 の軸心を回転中心として搬送方向上流側 F a へ向かって揺動させて他方側接続部 3 5 を屈曲させる加工を行う。これにより、第二曲げ工程 P 6 では、第二曲げ機構 6 の内周型 6 2 を基準として見たときには、当該内周型 6 2 を中心として他方側接続部 3 5 の搬送方向上流側 F a の部分がコイル径方向 C R 内側へ向かって旋回する。但し本実施形態では、図 29 (a) に示すように、第二曲げ工程 P 6 に同期してボビン 7 1 が回転及び移動することにより、静止している第一曲げ機構 5 を基準として見たときには、当該内周型 6 2 を中心として他方側接続部 3 5 の搬送方向下流側 F b の部分がコイル径方向 C R 内側へ向かって旋回するように移動する。

[0116] ところで、波形導体 3 は、第二曲げ工程 P 6 による加工位置に対して搬送方向下流側 F b (他方側接続部 3 5 の線材長さ方向 L L 一方側) においてボビン 7 1 に巻き掛けられて保持されている。具体的には、第二曲げ工程 P 6 による加工位置より搬送方向下流側 F b の辺部 3 1 が、ボビン 7 1 の外周面 7 1 C に設けられた挿入溝 7 5 に挿入されて保持されている。そして、第二曲げ工程 P 6 により他方側接続部 3 5 の屈曲加工を行うのと同期してボビン 7 1 を回転及び移動させることにより、第二曲げ工程 P 6 による加工位置に対して搬送方向上流側 F a (他方側接続部 3 5 の線材長さ方向 L L 他方側) に隣接する辺部 3 1 がボビン 7 1 の挿入溝 7 5 に挿入されて保持される。これにより波形導体 3 がボビン 7 1 に巻き取られる巻き取り工程 P 7 が行われる。

[0117] 図 29 (a) には、第二曲げ工程 P 6 による他方側接続部 3 5 の屈曲加工及び巻き取り工程 P 7 を行う際におけるボビン 7 1 の中心軸 7 1 A の理想的な移動軌跡を第二理想移動軌跡 E 2 として一点鎖線で示している。第二理想

移動軌跡 E 2 は、第二曲げ工程 P 6 に際して、当該第二曲げ工程 P 6 による加工位置よりも搬送方向上流側 F a の波形導体 3 の位置が変化しないようにポビン 7 1 の中心軸 7 1 A を移動させた軌跡である。この第二理想移動軌跡 E 2 は、内周型 6 2 の軸心付近を中心とした円弧状の軌跡となる。この第二理想移動軌跡 E 2 に従ってポビン 7 1 の中心軸 7 1 A を移動させれば、第二曲げ工程 P 6 の加工位置より搬送方向上流側 F b の波形導体 3 がほとんど弾性変形しない状態で第二曲げ工程 P 6 を行うことができる。また、第二曲げ工程 P 6 に際しては、ポビン 7 1 の回転も行う。この際のポビン 7 1 の回転角度は、第二曲げ工程 P 6 による他方側接続部 3 5 の屈曲角度にほぼ等しい。このようなポビン 7 1 の回転によって、図 29 (a) 及び (b) に示すように、第二曲げ工程 P 6 による加工位置より搬送方向下流側 F b の辺部 3 1 がポビン 7 1 の挿入溝 7 5 に保持された状態のまま、第二曲げ工程 P 6 による加工位置に対して搬送方向上流側 F a に隣接する辺部 3 1 がポビン 7 1 の挿入溝 7 5 に挿入されて保持される。ここでは、当該加工対象の他方側接続部 3 5 に対して搬送方向上流側 F a に隣接する一方側接続部 3 3 は既に第一曲げ工程 P 5 により湾曲加工された状態となっているので、第二曲げ工程 P 6 を行うことにより、当該第二曲げ工程 P 6 による加工位置に対して搬送方向上流側 F a に隣接する 2 本の辺部 3 1 がほぼ同時にポビン 7 1 の挿入溝 7 5 に挿入されて保持される。

[0118] また、本実施形態では、第二曲げ工程 P 6 及び巻き取り工程 P 7 と同期して搬送工程 P f による波形導体 3 の間欠搬送も行われる。そこで、当該間欠搬送と同期して、当該間欠搬送による波形導体 3 の移動量に応じたポビン 7 1 の移動も行う。ここでは、ポビン 7 1 は、第一曲げ工程 P 5 による加工前の波形導体 3 の搬送方向と平行な方向の移動量が当該間欠搬送の搬送量に応じた移動量となるように移動される。図 29 (b) には、この間欠搬送に応じてポビン 7 1 を移動させる際におけるポビン 7 1 の中心軸 7 1 A の理想的な移動軌跡を間欠搬送軌跡 E 3 として一点鎖線で示している。この間欠搬送軌跡 E 3 は、第一曲げ工程 P 5 による加工前の波形導体 3 の搬送方向と平行

な直線状の軌跡となる。この間欠搬送軌跡 E 3 に従ってボビン 7 1 の中心軸 7 1 A を移動させれば、波形導体 3 がほとんど弾性変形しない状態で搬送工程 P f による波形導体 3 の間欠搬送を行うことができる。

[0119] 本実施形態では、第二曲げ工程 P 6、巻き取り工程 P 7、及び搬送工程 P f による波形導体 3 の間欠搬送を同期して行う。これらの各工程を同時に行う際におけるボビン 7 1 の中心軸 7 1 A の理想的な移動軌跡は、上述した第二理想移動軌跡 E 2 と間欠搬送軌跡 E 3 とを組み合わせた軌跡となる。但し、本実施形態では、ボビン移動機構 7 3 を簡略化するため、ボビン 7 1 の中心軸 7 1 A を直線状の移動軌跡である直線移動軌跡 E 4 に沿って移動させることとしている。この直線移動軌跡 E 4 は、第二理想移動軌跡 E 2 と間欠搬送軌跡 E 3 とを組み合わせた軌跡に近似して設定された直線状の軌跡であり、第二理想移動軌跡 E 2 の始点と間欠搬送軌跡 E 3 の終点とを結ぶ直線状の軌跡として設定している。この軌跡は、第一曲げ工程 P 5 を行う際の第一理想移動軌跡 E 1 に近似した直線移動軌跡 E 4 に一致している。波形導体 3 は比較的大きな弾性を有しており、第二理想移動軌跡 E 2 と間欠搬送軌跡 E 3 とを組み合わせた軌跡に対する直線移動軌跡 E 4 のずれは、第二曲げ工程 P 6 の加工位置より搬送方向上流側 F a の波形導体 3 の弾性変形領域内に収まっている。従って、このような直線移動軌跡 E 4 に沿ってボビン 7 1 の中心軸 7 1 A を移動させても、波形導体 3 が塑性変形することはない。

[0120] ところで、本実施形態では、ボビン 7 1 には波形導体 3 が 2 周回巻き取られ、波形導体 3 の第二周回部 3 s を構成する一方側接続部 3 3 及び他方側接続部 3 5 にも、第一周回部 3 f と同様に第一曲げ工程 P 5 及び第二曲げ工程 P 6 がそれぞれ行われる。図 30 には、このような第二周回部 3 s に対する第一曲げ工程 P 5 を行う際の波形導体 3 の状態及びボビン 7 1 の移動軌跡を、第一周回部 3 f に関する図 26 と同様に示している。図 30 (a) に示すように、第一曲げ工程 P 5 では、第二周回部 3 s を構成する第二周一方側接続部 3 3 S に対しても、第一周回部 3 f を構成する第一周一方側接続部 3 3 F と同様に、第一曲げ工程 P 5 の加工位置を中心として波形導体 3 の搬送方

向下流側 F b の部分が旋回するように加工を行う。この際、波形導体 3 は、第二曲げ工程 P 6 の加工位置より搬送方向下流側 F b の辺部 3 1 が、ポビン 7 1 の挿入溝 7 5 に挿入されて保持されている。第一曲げ工程 P 5 を実行するに際しては、上記のとおり、第一理想移動軌跡 E 1 に近似して設定された直線移動軌跡 E 4 に沿ってポビン 7 1 の中心軸 7 1 A を移動させる。これにより、図 30 (b) に示すように、第一周回部 3 f を構成する第一周他方側接続部 3 5 F のコイル径方向 C R 外側に、第二周回部 3 s を構成する第二周他方側接続部 3 5 S が隣接して配置される。この際、第一周他方側接続部 3 5 F は第二曲げ工程 P 6 により既に屈曲成形された屈曲部 3 5 c を有しているが、第二周他方側接続部 3 5 S は屈曲部 3 5 c を有しておらず、ポビン軸方向視で略直線状のままである。

[0121] 図 3 1 には、第二周回部 3 s に対する第二曲げ工程 P 6、巻き取り工程 P 7、及び搬送工程 P f の間欠搬送を同期して行う際の波形導体 3 の状態及びポビン 7 1 の移動軌跡を、第一周回部 3 f に関する図 2 9 と同様に示している。この図 3 1 に示すように、第二周回部 3 s に対する第二曲げ工程 P 6 では、既に屈曲された第一周他方側接続部 3 5 F と略直線状の第二周他方側接続部 3 5 S とを内周型 6 2 と外周型 6 3 との間に挟んで状態で、外周型 6 3 を、内周型 6 2 の軸心を回転中心として搬送方向上流側 F a へ向かって揺動させる。これにより、既に屈曲された第一周他方側接続部 3 5 F に沿わせて第二周他方側接続部 3 5 S の一箇所を屈曲させる加工を行う。この第二曲げ工程 P 6 と同期してポビン 7 1 を回転及び移動させることにより、第二曲げ工程 P 6 による加工位置に対して搬送方向上流側 F a に隣接する第二周回部 3 s の 2 本の辺部 3 1 が、ポビン 7 1 の挿入溝 7 5 に挿入されて保持される。これにより波形導体 3 がポビン 7 1 に巻き取られる巻き取り工程 P 7 が行われる。この第二周回部 3 s の巻き取り工程 P 7 により、ポビン 7 1 には波形導体 3 が 2 周回巻き取られ、ポビン 7 1 の挿入溝 7 5 内には辺部 3 1 がコイル径方向 C R に 2 本配列される。

[0122] ところで、図 2 9 から図 3 1 にも示すように、ポビン 7 1 は第一曲げ機構

5に対して下方に配置されている。第二曲げ機構6は、第一曲げ機構5による加工位置よりも搬送方向下流側Fbで次第に下方へ湾曲する方向となっている波形導体3の搬送方向Fに沿って、波形導体3の波形1周期PT分以上第一曲げ機構5に対して搬送方向下流側Fbに離れた位置に配置されている。具体的には、第二曲げ機構6は、第一曲げ機構5に対して1.5ピッチ（波形1.5周期）分搬送方向下流側Fbの位置に配置されている。また、本実施形態では、第二曲げ機構6は、波形導体3の搬送方向Fに沿ってボビン71の最下端位置71Lよりも搬送方向上流側Fa側の位置に配置されている。

[0123] 8. 巻き取り工程及び巻き取り機構

次に、巻き取り工程P7及び巻き取り機構7について説明する。巻き取り機構7は、巻き取り工程P7を実行するための機構であり、上述した第一曲げ工程P5及び第二曲げ工程P6により曲げ加工を行った波形導体3をボビン71に巻き取るための機構である。上記のとおり、ボビン71は、第一曲げ工程P5、第二曲げ工程P6、及び搬送工程Pfに同期して回転及び移動が行われる（図26及び図29～図31参照）。そこで、本実施形態では、図21及び図22に示すように、巻き取り機構7は、第一曲げ工程P5及び第二曲げ工程P6により曲げ加工を行った波形導体3を巻き取るボビン71と、ボビン71を中心軸71A周りに回転可能とするボビン回転機構72と、ボビン71の中心軸71Aを所定の移動軌跡に沿って移動可能とするボビン移動機構73と、を有している。本実施形態では、ボビン71は、2枚の円板状部材を互いに同心かつ平行な位置関係となるように連結して構成している。

[0124] ボビン回転機構72は、ボビン71を回転可能に支持するボビン支持軸79と、第一曲げ工程P5及び第二曲げ工程P6に同期してボビン71を所定角度回転させるための図示しないステッピングモータ等の回転駆動機構とを有して構成されている。なお、ボビン支持軸79の軸心がボビン71の中心軸71Aとなる。ボビン支持軸79は、支持フレーム77に支持されている

。ここでは、ポビン支持軸 7 9 は、波幅方向 W に平行となるように支持フレーム 7 7 に支持されている。ポビン移動機構 7 3 は、本実施形態では、ポビン 7 1 の中心軸 7 1 A を直線移動軌跡 E 4 に沿って移動可能とするための機構として構成されている。そのため、ポビン移動機構 7 3 は、支持フレーム 7 7 に設けられたポビン移動溝 7 3 a と、当該ポビン移動溝 7 3 a に沿ってポビン支持軸 7 9 を移動させるための図示しないステッピングモータとボールねじとを組み合わせた機構等の直動駆動機構とを有して構成されている。ポビン移動溝 7 3 a は、上述した直線移動軌跡 E 4 に平行に設けられている。上記のとおり、第一曲げ工程 P 5 及び第二曲げ機構 6 の双方において直線移動軌跡 E 4 に沿ってポビン 7 1 の中心軸 7 1 A を移動させる構成としたことにより、支持フレーム 7 7 に設けられたポビン移動溝 7 3 a を直線状とすることが可能となっており、ポビン移動機構 7 3 の簡略化が図られている。

[0125] 図 3 2 に示すように、ポビン 7 1 の外周面 7 1 C には、波形導体 3 の辺部 3 1 が保持される辺部保持機構 7 4 が当該ポビン 7 1 の周方向に沿って複数設けられている。辺部保持機構 7 4 は、ポビン 7 1 の外周面 7 1 C に形成されて波形導体 3 の辺部 3 1 が挿入される挿入溝 7 5 と、当該挿入溝 7 5 に挿入された辺部 3 1 を係止する係止部材 7 6 とを有する。挿入溝 7 5 は、ポビン 7 1 の外周面 7 1 C に、周方向に沿って一定間隔で複数（ここでは 8 個）設けられている。各挿入溝 7 5 には、当該溝の搬送方向下流側 F b（ポビン 7 1 の巻取り方向側）に傾斜案内面 7 5 a が形成されている。この傾斜案内面 7 5 a は、第二曲げ工程 P 6 と同期して行われる巻き取り工程 P 7 に際して、辺部 3 1 が挿入溝 7 5 に挿入され易くするための案内用の傾斜面となっている。なお、本実施形態では、ポビン 7 1 を構成する 2 枚の円板状部材のそれぞれの外周面 7 1 C に挿入溝 7 5 が形成されている。

[0126] 本実施形態では、係止部材 7 6 は、挿入溝 7 5 に挿入された辺部 3 1 を傾斜案内面 7 5 a 側（搬送方向下流側 F b）から押圧して係止する部材である。挿入溝 7 5 の傾斜案内面 7 5 a が設けられていない側の面は、ポビン 7 1 の径方向に平行な面となっているため、係止部材 7 6 は、当該面との間に辺

部 3 1 を挟んで係止する。ここでは、第一周回部 3 f を構成する辺部 3 1 を係止するための第一係止部材 7 6 F と、第二周回部 3 s を構成する辺部 3 1 を係止するための第二係止部材 7 6 S とが備えられている。図 3 2 (a) には第一係止部材 7 6 F の構成を示し、図 3 2 (b) には第二係止部材 7 6 S の構成を示している。図 3 3 に示すように、第一係止部材 7 6 F と第二係止部材 7 6 S とは、ボビン 7 1 の軸方向に並列配置されている。なお、本実施形態では、第一係止部材 7 6 F 及び第二係止部材 7 6 S の組がボビン 7 1 の軸方向に 2 組配列されており、各辺部 3 1 をその線材長さ方向 L L における 2 箇所係止する構成となっている。第一係止部材 7 6 F は、挿入溝 7 5 内におけるボビン径方向内側（コイル径方向 C R 内側）に配置される第一周回部 3 f の辺部 3 1 の高さに合致する高さの押圧面を有し、当該押圧面により第一周回部 3 f の辺部 3 1 のみを押圧するように構成されている。第二係止部材 7 6 S は、挿入溝 7 5 内におけるボビン径方向外側（コイル径方向 C R 外側）に配置される第二周回部 3 s の辺部 3 1 の高さに合致する高さの押圧面を有し、当該押圧面により第二周回部 3 s の辺部 3 1 のみを押圧するように構成されている。また、第二係止部材 7 6 S は、第二周回部 3 s の辺部 3 1 がボビン径方向外側へ抜けることを防止するための抜け止め突部 7 6 a を備えている。

[0127] 図 3 2 に示すように、各係止部材 7 6（第一係止部材 7 6 F 及び第二係止部材 7 6 S のそれぞれ）は、付勢機構 7 6 b と、係止解除機構 7 6 c とを備えている。また、各係止部材 7 6 は、所定の支軸 7 6 d を中心として揺動可能にボビン 7 1 に支持されている。付勢機構 7 6 b は、各係止部材 7 6 を係止方向に付勢する機構であり、本実施形態では、弾性部材（図示の例ではねじりコイルばね）を用いて構成している。ここで、係止方向とは、係止部材 7 6 が辺部 3 1 を押圧する方向である。係止解除機構 7 6 c は、付勢機構 7 6 b による付勢力に抗して各係止部材 7 6 を係止解除方向に移動（ここでは揺動）させる機構である。本実施形態では、係止解除機構 7 6 c は、各係止部材 7 6 を係止解除方向に揺動させる方向に押圧する動作を行う係止解除軸

と、当該係止解除軸を軸方向に動作させる図示しないエアシリンダ等の駆動機構とを有して構成されている。

[0128] 上記のとおり、巻き取り工程 P 7 は、第二曲げ工程 P 6 と同期して行われる。すなわち、第二曲げ工程 P 6 は、当該第二曲げ工程 P 6 による加工位置より搬送方向下流側 F b の辺部 3 1 がボビン 7 1 に設けられた辺部保持機構 7 4 に保持された状態で行われる。そして、第二曲げ工程 P 6 により他方側接続部 3 5 の屈曲加工を行うのと同期してボビン 7 1 を回転及び移動させることにより、第二曲げ工程 P 6 による加工位置に対して搬送方向上流側 F a に隣接する 2 本の辺部 3 1 がボビン 7 1 の辺部保持機構 7 4 に挿入されて保持され、巻き取り工程 P 7 が行われる。したがって、辺部保持機構 7 4 は、辺部 3 1 が挿入溝 7 5 に挿入される時に係止部材 7 6 を係止解除方向に移動させ、辺部 3 1 が挿入溝 7 5 に挿入された後に係止部材 7 6 を係止方向に移動させることにより辺部 3 1 を保持する。ここで、辺部保持機構 7 4 は、第一係止部材 7 6 F と第二係止部材 7 6 S の 2 つを備えている。そこで、辺部保持機構 7 4 は、第一周回部 3 f の辺部 3 1 が挿入溝 7 5 に挿入される際には第一係止部材 7 6 F 及び第二係止部材 7 6 S の双方を係止解除状態とし、当該第一周回部 3 f の辺部 3 1 が挿入溝 7 5 に挿入された後に第一係止部材 7 6 F のみを係止状態とする。その後、第二周回部 3 s の辺部 3 1 が挿入溝 7 5 に挿入されるまでは第二係止部材 7 6 S を係止解除状態に維持し、第二周回部 3 s の辺部 3 1 が挿入溝 7 5 に挿入された後に第二係止部材 7 6 S を係止状態とする。これにより、第二周回部 3 s の辺部 3 1 が挿入溝 7 5 に挿入される際に、既に挿入されている第一周回部 3 f の辺部 3 1 が挿入溝 7 5 から飛び出すことを規制できる。

[0129] 9. 波巻コイルの形状

以上に説明したコイル製造方法の各工程を波形導体 3 の全体に対して行うことにより、ボビン 7 1 には、波形導体 3 を略円筒状に成形してなる波巻コイル 3 C が巻き取られた状態となる。そして、ボビン 7 1 を取り外すことで、図 1 1 及び図 3 4 に示すような所定形状の波巻コイル 3 C が得られる。こ

の波巻コイル 3 C は、断面形状が方向性を有する（ここでは断面矩形状の）線状導体 3 L を略矩形波状に成形するとともに略円筒状に成形してなっている。また、この波巻コイル 3 C は、コイル軸方向に延びる直線状の複数の辺部 3 1 と、軸方向一方側（波幅方向一方側 W a）の端部においてコイル周方向 C C に隣接する 2 つの辺部 3 1 間を 1 つ置きに順次接続する一方側接続部 3 3 と、軸方向他方側（波幅方向他方側 W b）の端部において一方側接続部 3 3 により接続されていないコイル周方向 C C に隣接する 2 つの辺部 3 1 間を順次接続する他方側接続部 3 5 と、を有している。

[0130] そして、上述した第一曲げ工程 P 5 と第二曲げ工程 P 6 とを行うことにより、一方側接続部 3 3 及び他方側接続部 3 5 のそれぞれにおける線材長さ方向 L L のいずれか一方側がコイル径方向 C R 内側へ曲げられ、コイル径方向 C R 外側に向かって突状となるように形成される。言い換えれば、一方側接続部 3 3 及び他方側接続部 3 5 は、略円筒状の波巻コイル 3 C のコイル周方向 C C に沿った湾曲形状又は屈曲形状に形成される。これにより、図 3 4 に示すように、波形導体 3 の複数の辺部 3 1 が、最終的に形成される波巻コイル 3 C の略円筒形状のコイル周方向 C C に沿って配列されるとともに、各辺部 3 1 の断面形状の向きがコイル径方向 C R に対して一定の向きとなる。ここで、辺部 3 1 の断面形状の向きがコイル径方向 C R に対して一定の向きとなった状態とは、コイル周方向 C C に複数配列される波巻コイル 3 C の複数の辺部 3 1 の全てがコイル径方向 C R に対して同じ向きに揃った状態である。言い換えれば、複数の辺部 3 1 の方向性を有する断面が、波巻コイル 3 C の軸心を中心として放射状に配列された状態に等しい。本実施形態では、辺部 3 1 の断面形状の向きに関して、略円筒状に形成する前の略平面状の波形導体 3 の面に略直交する方向を基準方向とし、当該基準方向がコイル径方向 C R に沿った向きとなるようにしている。より具体的には、辺部 3 1 の矩形断面の外縁を構成する 4 本の辺の内、互いに平行な 2 本の辺がコイル径方向 C R に沿った向きすなわちコイル径方向 C R に略平行な向きとなり、残りの 2 本の辺がコイル径方向 C R に略直交する向きとなるようにしている。上記

のとおり、波巻コイル 3 C が回転電機の電機子用コイルである場合には、第一曲げ工程 P 5 及び第二曲げ工程 P 6 による曲げ加工後の辺部 3 1 の位置及び断面形状の向きは、各辺部 3 1 が電機子コアの所定のスロットに挿入された状態を基準として決定される。図 3 4 に示すような辺部 3 1 の配置及び断面形状の向きは、円筒状の電機子コアの内周面に周方向に所定間隔で複数配置されたスロット、特に当該電機子コアの軸方向に延びるとともに径方向に沿って放射状に配置された溝状のスロットに挿入されるのに適したものとなっている。

[0131] この波巻コイル 3 C では、一方側接続部 3 3 が、コイル径方向 C R 外側に向かって突状となるように略全体が略円弧状に成形された円弧状接続部とされている。一方、他方側接続部 3 5 は、コイル径方向 C R 外側に向かって突状となるように一箇所で屈曲されて略 V 字状に成形された V 字状接続部とされている。この他方側接続部 3 5 は、線材長さ方向 L L の一部のみが略円弧状に形成された屈曲部 3 5 c を有している。そして、この屈曲部 3 5 c の両側にそれぞれ直線状に延びる直線状部を有して全体が略 V 字状とされている。この直線状部は、コイル径方向 C R に略直交する方向を線材長さ方向 L L としている。また、この波巻コイル 3 C では、他方側接続部 3 5 を含む波導体 3 の波幅方向他方側 W b の一部が、コイル径方向 C R 内側へ屈曲された他方側端面形成部位 3 7 とされている。本実施形態では、他方側端面形成部位 3 7 は、コイル軸方向（波幅方向 W）に直交する面に略平行となるようにコイル径方向 C R 内側へ屈曲されている。そして、このような他方側端面形成部位 3 7 のコイル径方向 C R 内側端部を他方側接続部 3 5 が構成している。すなわち、他方側接続部 3 5 は一方側接続部 3 3 に比べてコイル径方向 C R 内側に配置され、そのため他方側接続部 3 5 の線材長さは一方側接続部 3 3 に比べて短くなっている。本実施形態の構成では、このようにコイル径方向 C R 内側に配置されて線材長さも短い他方側接続部 3 5 を、加工が容易であって加工機構（第二曲げ機構 6）も小型化が容易な V 字状接続部とし、製造性を高めている。

[0132] また、本実施形態では、波巻コイル 3 C を構成する波形導体 3 は第一周回部 3 f と第二周回部 3 s とを有しており、ポビン 7 1 に 2 周回巻き取られる構成となっている。そのため、波巻コイル 3 C は、辺部 3 1、一方側接続部 3 3、及び他方側接続部 3 5 が、それぞれコイル径方向 C R に 2 本ずつ配列されるように 2 周回巻かれて構成されている。従って、波形導体 3 の異なる周回の 2 本の辺部 3 1 がコイル径方向 C R に互いに隣接して配列されている。一方側接続部 3 3 及び他方側接続部 3 5 についても同様であり、波形導体 3 の異なる周回の 2 本の一方側接続部 3 3 がコイル径方向 C R に互いに隣接して配列され、波形導体 3 の異なる周回の 2 本の他方側接続部 3 5 がコイル径方向 C R に互いに隣接して配列されている。

[0133] 10. その他の実施形態

(1) 上記の実施形態では、辺部 3 1 の断面形状は矩形状である場合において、波形導体 3 を略円筒状の波巻コイル 3 C に形成した状態で辺部 3 1 の矩形状断面における互いに平行な 2 本の辺がコイル径方向 C R に沿った向きとなるように第一曲げ工程 P 5 及び第二曲げ工程 P 6 を行う場合を例として説明した。しかし、本発明の実施形態はこれに限定されるものではなく、略円筒状の波巻コイル 3 C に形成した状態で、辺部 3 1 の断面形状の向きがコイル径方向 C R に対して一定の向きとされていればよい。言い換えれば、コイル周方向 C C に複数配列される波巻コイル 3 C の複数の辺部 3 1 の全てがコイル径方向 C R に対して一定の向きに揃った状態とされていればよい。従って、例えば、辺部 3 1 の断面形状は矩形状である場合において、当該矩形状断面における互いに平行な 2 本の辺がコイル径方向 C R に対して所定角度で傾斜した向きとなるようにすることも、本発明の実施形態の一つである。

[0134] (2) また、断面形状が方向性を有する線状導体 3 L は、断面形状が矩形状であるものに限定されるものではなく、断面形状が円形以外の各種断面形状の線状導体 3 L を用いることができる。従って、例えば、断面形状が、多角形状、楕円形状、円形状の一部を直線状に切除した形状等のような輪郭が直線と曲線とで構成される形状等の線状導体を用いることができる。また、断

面形状が、互いに平行な2つの辺を備え、その他の部分が円弧面等の曲面や多角形面で構成された形状の線状導体を用いることも、本発明の好適な実施形態の一つである。これらの各種断面形状の線状導体3 Lにおいて、各辺部3 1についてコイル径方向C Rに対して一定の向きとなる断面形状の向きをいずれの方向とするかは、波巻コイル3 Cの使用目的に応じて適宜設定すると好適である。いずれにしても、最終的な波巻コイル3 Cが形成された状態で、波巻コイル3 Cの複数の辺部3 1の全てがコイル径方向C Rに対して同じ向きとなるようにされる。なお、断面形状が、互いに平行な2つの辺を備える形状である場合には、当該平行な2つの辺がコイル径方向C Rに直交する向きとなるように構成すると特に好適である。また、この場合において、当該平行な2つの辺がコイル径方向C Rに平行な向き、より詳しくは平行な2つの辺の対称中心線がコイル径方向C Rに一致する向きとなるように構成しても好適である。また、この場合においても、平行な2つの辺がコイル径方向C Rに対して所定角度で傾斜した向きとなるようにしてもよい。

[0135] (3) 上記の実施形態では、ポビン7 1に波形導体3を2周回巻き取る場合を例として説明した。しかし、本発明の実施形態はこれに限定されるものではない。従って、ポビン7 1に波形導体3を1周回だけ巻き取って1周回分の波巻コイル3 Cを製造し、或いは、ポビン7 1に波形導体3を3周回以上巻き取って3周回分以上の波巻コイル3 Cを製造する構成とすることも、本発明の好適な実施形態の一つである。波形導体3を複数周回巻き取る場合には、辺部3 1、一方側接続部3 3、及び他方側接続部3 5は、それぞれコイル径方向C Rに複数配列される。

[0136] (4) 上記の実施形態において説明した各工程の順序は一例であり、適宜入れ替えることは可能である。例えば、一方側調整屈曲工程P 2 a、他方側調整屈曲工程P 2 b、他方側屈曲工程P 3、及び段差加工工程P 4の順序は、適宜入れ替え可能である。また、コイル製造方法が、これら4つの工程の一部又は全部を備えない構成とすることも、本発明の好適な実施形態の一つである。更に、コイル製造方法が波形導体形成工程P 1を備えず、予め矩形波

状に形成された波形導体 3 が供給され、当該波形導体 3 に対して所定の加工を行う構成とすることも、本発明の好適な実施形態の一つである。また、第一曲げ工程 P 5 と第二曲げ工程 P 6 の順序を入れ替えることも、本発明の好適な実施形態の一つである。このように、コイル製造方法の工程の内容や順序が変更された場合には、コイル製造装置 1 の各工程を実行するための各機構の配置も適宜変更される。

[0137] (5) 上記の実施形態では、第二曲げ工程 P 6 及び巻き取り工程 P 7 と同期して搬送工程 P f の間欠搬送を行う場合を例として説明した。しかし、これらは別個に行うことが可能であり、第二曲げ工程 P 6 及び巻き取り工程 P 7 を行った後で搬送工程 P f を行い、或いは搬送工程 P f を行った後で第二曲げ工程 P 6 及び巻き取り工程 P 7 を行う構成としても好適である。

[0138] (6) 上記の実施形態では、一方側接続部 3 3 が略全体が略円弧状に成形された円弧状接続部とされ、他方側接続部 3 5 が一箇所屈曲されて略 V 字状に成形された V 字状接続部とされている場合を例として説明した。しかし、本発明の実施形態はこれに限定されるものではない。従って、一方側接続部 3 3 及び他方側接続部 3 5 の双方が V 字状接続部とされ、又は一方側接続部 3 3 及び他方側接続部 3 5 の双方が円弧状接続部とされる構成とすることも、本発明の好適な実施形態の一つである。また、一方側接続部 3 3 が V 字状接続部とされ、他方側接続部 3 5 が円弧状接続部とされる構成とすることも、本発明の好適な実施形態の一つである。また、一方側接続部 3 3 及び他方側接続部 3 5 の少なくとも一方が、略円弧状や略 V 字状以外の形状に曲げ成形される構成とすることも可能である。

[0139] (7) 上記の実施形態では、第一曲げ機構 5 の可動型 5 2 の揺動支点 5 3 が固定型 5 1 に対して固定された位置となっている場合を例として説明した。しかし、本発明の実施形態はこれに限定されるものではない。従って、図 3 5 に示すように、可動型 5 2 の可動成形面 5 6 が固定型 5 1 の固定成形面 5 5 に対して接近又は離間する方向に、揺動支点 5 3 を往復動可能とする往復動機構 5 3 A を更に備える構成とすることも、本発明の好適な実施形態の一

つである。図示の例では、往復動機構 53A は、一方側接続部 33 の線材長さ方向 LL（ここでは搬送方向 F に略平行な方向）に交差する方向（ここでは略直交する方向）に揺動支点 53 を往復移動させる。この往復動機構 53A としては、例えば、揺動支点 53 を往復移動させるための図示しないステッピングモータとボールねじとを組み合わせた機構等の直動駆動機構を用いることができる。このような往復動機構 53A を備えることにより、可動型 52 が固定型 51 から離間した位置では固定成形面 55 と可動成形面 56 との間に一方側接続部 33 を搬送供給することが容易となる。そして、このような搬送供給の容易性を確保しつつ、可動型 52 が固定型 51 に接近した位置では、搬送方向上流側端部 55a における可動成形面 56 と固定成形面 55 との距離 D5 をより短く設定することができる。従って、往復動機構 53A を備えない場合に比べて、第一曲げ機構 5 による一方側接続部 33 の加工時に、一方側接続部 33 の搬送方向上流側 Fa の端部がそれより搬送方向下流側 Fb の部分に比べて先に固定型 51 と可動型 52 との間に挟まれて動きにくい状態とすることが容易となる利点がある。なお、このような往復動機構 53A を備える場合には、少なくとも可動型 52 の可動成形面 56 が固定型 51 側へ接近した状態で、揺動支点 53 が上述した支点配置可能領域 5A 内に配置されるように構成すると好適である。

[0140] （８）上記の実施形態では、固定成形面 55 及び可動成形面 56 が、それぞれの成形面の延在方向に段差部を一つ有する場合を例として説明した。しかし、本発明の実施形態はこれに限定されるものではない。従って、固定成形面 55 及び可動成形面 56 がそれぞれの成形面の延在方向に段差部を有しない略円弧状面である構成とすることも、本発明の好適な実施形態の一つである。また、固定成形面 55 及び可動成形面 56 が、それぞれの成形面の延在方向に段差部を複数有する構成とすることも、本発明の好適な実施形態の一つである。

[0141] （９）上記の実施形態では、第二曲げ工程 P6（第二曲げ機構 6）の加工位置が、第一曲げ工程 P5（第一曲げ機構 5）の加工位置に対して 1.5 ピッ

チ（波形 1. 5 周期）分搬送方向下流側 F b の位置に設定されている場合を例として説明した。しかし、本発明の実施形態はこれに限定されるものではない。但し、第二曲げ工程 P 6 の加工位置は、波形導体 3 の搬送方向 F に沿って波形 1 周期 P T 分以上第一曲げ工程 P 5 の加工位置に対して搬送方向下流側 F b に離れた位置とすることが望ましい。また、ポビン 7 1 が第一曲げ工程 P 5 の加工位置に対して下方に配置される場合には、第二曲げ工程 P 6 の加工位置は、波形導体 3 の搬送方向 F に沿ってポビン 7 1 の最下端位置 7 1 L よりも搬送方向上流側 F a の位置とすることが望ましい。図 3 6 には、このような第二曲げ工程 P 6 の加工位置の一例として、第二曲げ工程 P 6 （第二曲げ機構 6）の加工位置が第一曲げ工程 P 5 （第一曲げ機構 5）の加工位置に対して 2. 5 ピッチ（波形 2. 5 周期）分搬送方向下流側 F b の位置に設定されている場合の各部の位置関係を示している。

[0142] （10）第二曲げ工程 P 6 の構成は、上記の実施形態の構成には限定されるものではなく、例えば、第一曲げ工程 P 5 と同様に、略 V 字状の成形面をそれぞれ備えた固定型と可動型とを用い、固定型と可動型との間で他方側接続部 3 5 を加圧して略 V 字状に屈曲成形する構成とすることも、本発明の好適な実施形態の一つである。

[0143] （11）上記の実施形態では、第一曲げ工程 P 5 を行う際、及び第二曲げ工程 P 6、巻き取り工程 P 7、及び搬送工程 P f を行う際の双方で、ポビン 7 1 を直線移動軌跡 E 4 に沿って移動させる構成を例として説明した。しかし、本発明の実施形態はこれに限定されるものではない。従って、ポビン 7 1 を上述した第一理想移動軌跡 E 1、第二理想移動軌跡 E 2、及び間欠搬送軌跡 E 3 のそれぞれに沿って移動させる構成とすることも、本発明の好適な実施形態の一つである。この場合、ポビン移動機構 7 3 は、このようなポビン 7 1 の移動を可能とすべく、例えば X Y テーブル等のような平面状の任意の位置にポビン 7 1 を移動させることが可能な機構を用いて構成すると好適である。

[0144] （12）上記の実施形態では、搬送工程 P f において波形導体 3 の波形 1 周

期 P_T を 1 ピッチとして間欠搬送を行う場合を例として説明したが、本発明の実施形態はこれに限定されるものではない。従って、搬送工程 P_f において、例えば、波形導体 3 の波形 0.5 周期分等のように波形 1 周期 P_T 分以外の長さを 1 ピッチとして間欠搬送を行う構成とすることも、本発明の好適な実施形態の一つである。また、搬送工程 P_f において、波形導体 3 を一定速度で連続的に搬送する構成とすることも可能である。この場合、各工程は、波形導体 3 の搬送方向に移動可能な構成とされると好適である。

産業上の利用可能性

[0145] 本発明は、断面形状が方向性を有する線状導体を成形して略円筒状の波巻コイルを製造するコイル製造方法及びコイル製造装置に好適に利用可能である。

符号の説明

[0146] P_f : 搬送工程

P_1 : 波形導体形成工程

P_2 : 調整屈曲工程

P_3 : 他方側屈曲工程

P_5 : 第一曲げ工程

P_6 : 第二曲げ工程

P_7 : 巻き取り工程

P_T : 波形 1 周期

W : 波幅方向

W_a : 波幅方向一方側

W_b : 波幅方向他方側

F : 搬送方向

F_a : 搬送方向上流側

F_b : 搬送方向下流側

CC : コイル周方向

CR : コイル径方向

- 1 : コイル製造装置
- 3 : 波形導体
- 3 L : 線状導体
- 3 C : 波巻コイル
- 3 1 : 辺部
- 3 3 : 一方側接続部
- 3 5 : 他方側接続部
- 4 : 搬送機構
- 5 : 第一曲げ機構
- 6 : 第二曲げ機構
- 7 1 : ボビン
- 7 1 A : ボビンの中心軸
- 7 1 L : ボビンの最下端位置
- 7 1 C : ボビンの外周面
- 7 2 : ボビン回転機構
- 7 3 : ボビン移動機構
- 7 4 : 辺部保持機構
- 7 5 : 挿入溝
- 7 6 : 係止部材

請求の範囲

- [請求項1] 断面形状が方向性を有する線状導体を成形して略円筒状の波巻コイルを製造するコイル製造方法であって、
- 略矩形波状に形成された線状導体であり、波幅方向に延びる直線状の複数の辺部と、波幅方向一方側端部において隣接する2つの辺部間を1つ置きに順次接続する一方側接続部と、波幅方向他方側端部において前記一方側接続部により接続されていない隣接する2つの辺部間を順次接続する他方側接続部と、を有する波形導体を搬送する搬送工程と、
- 複数の前記辺部がコイル周方向に沿って配列されるとともに前記辺部の断面形状の向きがコイル径方向に対して一定の向きとなるように前記一方側接続部及び前記他方側接続部を曲げる工程であって、前記一方側接続部を曲げる第一曲げ工程及び前記他方側接続部を曲げる第二曲げ工程と、
- 前記第一曲げ工程及び前記第二曲げ工程により曲げ加工を行った前記波形導体をボビンに巻き取る巻き取り工程と、
- を備えるコイル製造方法。
- [請求項2] 前記搬送工程では、前記波形導体を間欠搬送し、当該間欠搬送された前記波形導体の前記一方側接続部に対して前記第一曲げ工程を行い、前記第一曲げ工程の後工程で前記第二曲げ工程を行う請求項1に記載のコイル製造方法。
- [請求項3] 前記巻き取り工程では、前記第二曲げ工程と同期して前記ボビンを回転及び移動させて前記波形導体を前記ボビンに巻き取る請求項2に記載のコイル製造方法。
- [請求項4] 前記搬送工程による前記波形導体の間欠搬送と同期して、前記第一曲げ工程による加工前の前記波形導体の搬送方向と平行な方向の移動量が前記間欠搬送の搬送量に応じた移動量となるように、前記ボビンを移動させる請求項3に記載のコイル製造方法。

- [請求項5] 前記搬送工程による前記波形導体の間欠搬送は、前記第二曲げ工程と同期して行われる請求項4に記載のコイル製造方法。
- [請求項6] 前記第二曲げ工程、前記巻き取り工程、及び前記搬送工程を同期して行う際に、前記巻き取り工程における前記ボビンの移動と前記搬送工程における前記ボビンの移動とを同時に行う際の前記ボビンの中心軸の移動軌跡に近似した直線上で、前記ボビンの中心軸を移動させる請求項5に記載のコイル製造方法。
- [請求項7] 前記第一曲げ工程では、前記第一曲げ工程の加工位置を中心として前記波形導体の搬送方向下流側の部分が旋回するように加工を行うとともに、当該搬送方向下流側の部分における前記ボビンに巻き掛けられている部分の移動軌跡に応じて前記ボビンの中心軸を移動させる請求項1から6のいずれか一項に記載のコイル製造方法。
- [請求項8] 前記第一曲げ工程では、前記波形導体における前記ボビンに巻き掛けられている部分の移動軌跡に近似した直線上で、前記ボビンの中心軸を移動させる請求項7に記載のコイル製造方法。
- [請求項9] 前記第二曲げ工程は、前記波形導体の搬送方向に沿って前記波形導体の波形1周期分以上前記第一曲げ工程の加工位置に対して下流側に離れた位置で行う請求項1から8のいずれか一項に記載のコイル製造方法。
- [請求項10] 前記ボビンは前記第一曲げ工程の加工位置に対して下方に配置され、
- 前記第二曲げ工程は、前記波形導体の搬送方向に沿って前記ボビンの最下端位置よりも上流側の位置で行われる請求項9に記載のコイル製造方法。
- [請求項11] 前記ボビンの外周面には、前記波形導体の前記辺部が保持される辺部保持機構が当該ボビンの周方向に沿って複数設けられており、
- 前記第二曲げ工程は、前記ボビンに巻き取られた前記波形導体の搬送方向に沿って前記第二曲げ工程の加工位置に対して搬送方向下流側

の前記辺部が前記辺部保持機構に保持された状態で行い、

前記巻き取り工程では、前記第二曲げ工程と同期して前記ボビンを回転及び移動させることにより、前記第二曲げ工程の加工位置に対して搬送方向上流側に隣接する前記辺部が前記辺部保持機構に保持される請求項 3 から 6 のいずれか一項に記載のコイル製造方法。

[請求項12] 前記巻き取り工程では、前記ボビンに前記波形導体が複数周回巻き取られ、当該複数周回の巻き取り後には、前記波形導体の異なる周回の前記辺部がコイル径方向に複数配列される請求項 1 から 11 のいずれか一項に記載のコイル製造方法。

[請求項13] 前記第一曲げ工程及び前記第二曲げ工程の一方又は双方において、周回毎に異なる形状となるように前記一方側接続部又は前記他方側接続部を曲げることにより、前記波形導体の異なる周回の前記一方側接続部又は前記他方側接続部がコイル径方向に複数並列配置されるように成形する請求項 12 に記載のコイル製造方法。

[請求項14] 前記第二曲げ工程に対する前工程として、前記巻き取り工程による複数周回の巻き取り後に、前記他方側接続部が周回毎に異なるコイル径方向位置となるように、前記波形導体の前記他方側接続部近傍に対して周回毎に異なる形状の屈曲成形を行う調整屈曲工程を更に備える請求項 12 又は 13 に記載のコイル製造方法。

[請求項15] 前記他方側接続部を含む前記波形導体の波幅方向他方側の一部をコイル径方向内側へ屈曲させる他方側屈曲工程を更に備える請求項 1 から 14 のいずれか一項に記載のコイル製造方法。

[請求項16] 直線状の線状導体を略矩形波状に成形して前記波形導体を形成する波形導体形成工程を更に備える請求項 1 から 15 のいずれか一項に記載のコイル製造方法。

[請求項17] 前記第一曲げ工程は、前記一方側接続部の略全体を略円弧状に成形する工程であり、

前記第二曲げ工程は、前記他方側接続部の一箇所を屈曲して略 V 字

状に成形する工程である請求項 1 から 16 のいずれか一項に記載のコイル製造方法。

[請求項18] 前記辺部の断面形状の向きに関して、略円筒状に形成する前の前記波形導体の面に略直交する方向を基準方向とし、

前記第一曲げ工程及び前記第二曲げ工程では、前記基準方向が前記コイル径方向に沿った向きとなるように前記一方側接続部及び前記他方側接続部を曲げる請求項 1 から 17 のいずれか一項に記載のコイル製造方法。

[請求項19] 前記線状導体は、断面形状が矩形状である請求項 1 から 18 のいずれか一項に記載のコイル製造方法。

[請求項20] 断面形状が方向性を有する線状導体を成形して略円筒状の波巻コイルを製造するコイル製造装置であって、

略矩形波状に形成された線状導体であり、波幅方向に延びる直線状の複数の辺部と、波幅方向一方側端部において隣接する 2 つの辺部間を 1 つ置きに順次接続する一方側接続部と、波幅方向他方側端部において前記一方側接続部により接続されていない隣接する 2 つの辺部間を順次接続する他方側接続部と、を有する波形導体を間欠搬送する搬送機構と、

複数の前記辺部がコイル周方向に沿って配列されるとともに前記辺部の断面形状の向きがコイル径方向に対して一定の向きとなるように前記一方側接続部及び前記他方側接続部を曲げる機構であって、前記一方側接続部を曲げる第一曲げ機構及び前記他方側接続部を曲げる第二曲げ機構と、

前記第一曲げ機構及び前記第二曲げ機構により曲げ加工を行った前記波形導体を巻き取るポビンと、

前記ポビンを中心軸周りに回転可能とするポビン回転機構と、

前記ポビンの中心軸を所定の移動軌跡に沿って移動可能とするポビン移動機構と、

を備えるコイル製造装置。

[請求項21] 前記ボビンの外周面には、前記波形導体の辺部が保持される辺部保持機構が当該ボビンの周方向に沿って複数設けられている請求項20に記載のコイル製造装置。

[請求項22] 前記辺部保持機構は、前記ボビンの外周面に形成されて前記波形導体の辺部が挿入される挿入溝と、当該挿入溝に挿入された前記辺部を係止する係止部材とを有する請求項21に記載のコイル製造装置。

[請求項23] 前記ボビン移動機構は、前記第二曲げ機構による前記他方側接続部の曲げ加工、前記ボビンへの前記波形導体の巻き取り、及び前記搬送機構による間欠搬送を同期して行う際に必要とされる前記ボビンの中心軸の移動軌跡に近似した直線に沿って前記ボビンの中心軸を移動可能とする請求項20から22のいずれか一項に記載のコイル製造装置。

[請求項24] 前記ボビンは、前記波形導体を複数周回巻き取り可能に構成され、前記第一曲げ機構及び前記第二曲げ機構の一方又は双方は、異なる形状で前記一方側接続部又は前記他方側接続部を曲げる複数の成型型を周回毎に交換可能に備える請求項20から23のいずれか一項に記載のコイル製造装置。

[請求項25] 前記第二曲げ機構は、前記波形導体の搬送方向に沿って前記波形導体の波形1周期分以上前記第一曲げ機構に対して搬送方向下流側に離れた位置に配置されている請求項20から24のいずれか一項に記載のコイル製造装置。

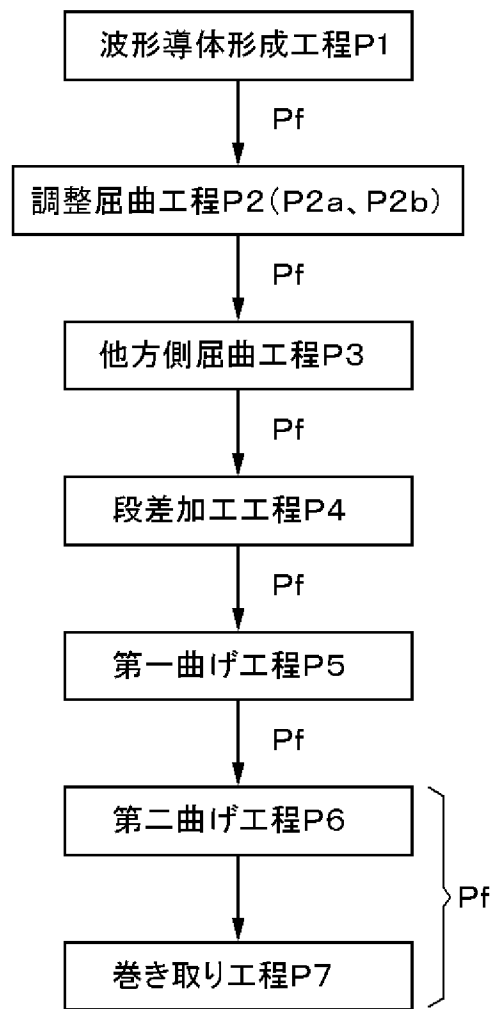
[請求項26] 前記ボビンは前記第一曲げ機構に対して下方に配置され、前記第二曲げ機構は、前記波形導体の搬送方向に沿って前記ボビンの最下端位置よりも搬送方向上流側の位置に配置されている請求項25に記載のコイル製造装置。

[請求項27] 前記辺部の断面形状の向きに関して、略円筒状に形成する前の前記波形導体の面に略直交する方向を基準方向とし、

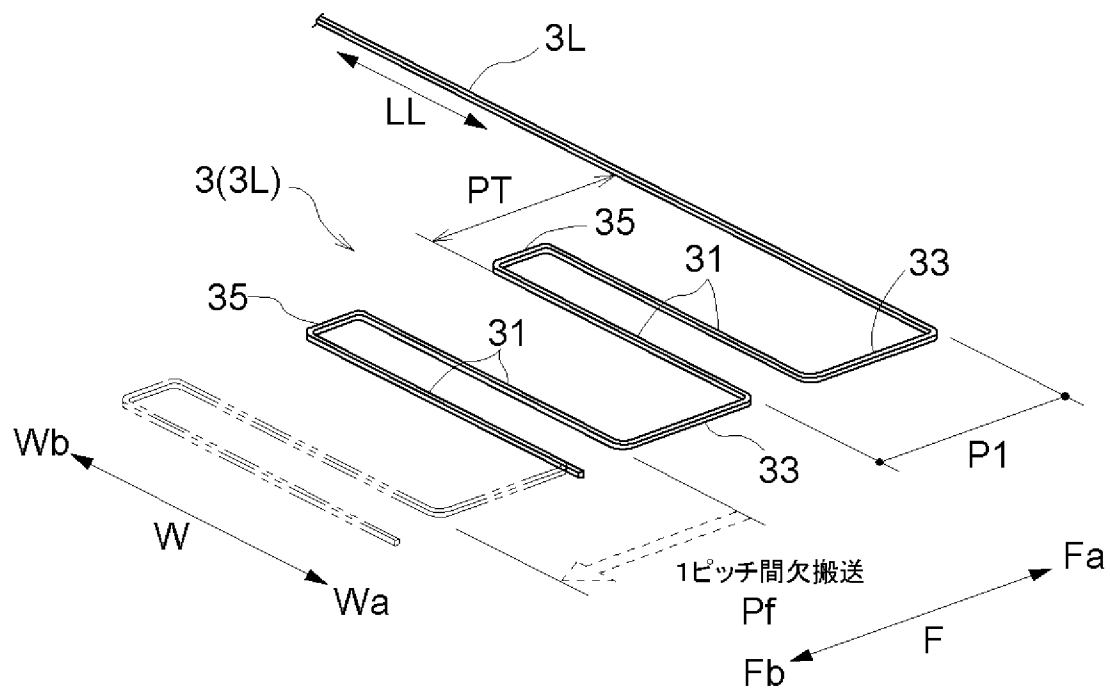
前記第一曲げ機構及び前記第二曲げ機構は、前記基準方向が前記コイル径方向に沿った向きとなるように前記一方側接続部及び前記他方側接続部を曲げる請求項 20 から 26 のいずれか一項に記載のコイル製造装置。

[請求項28] 前記線状導体は、断面形状が矩形状である請求項 20 から 27 のいずれか一項に記載のコイル製造装置。

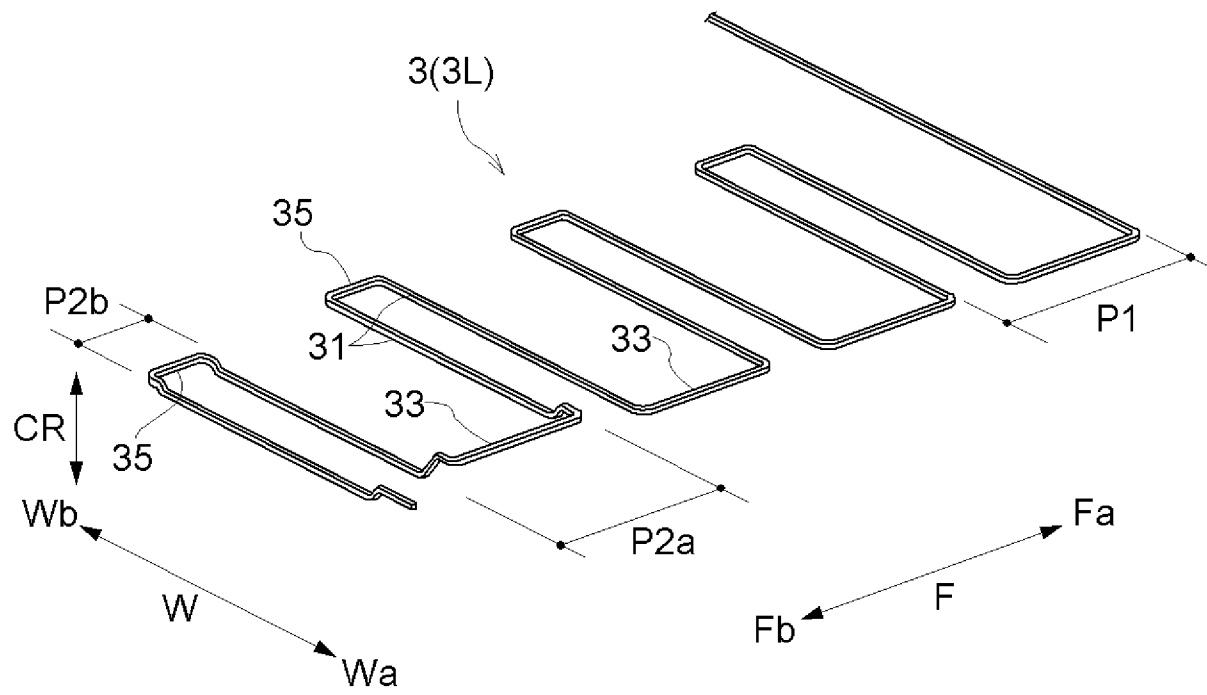
[図1]



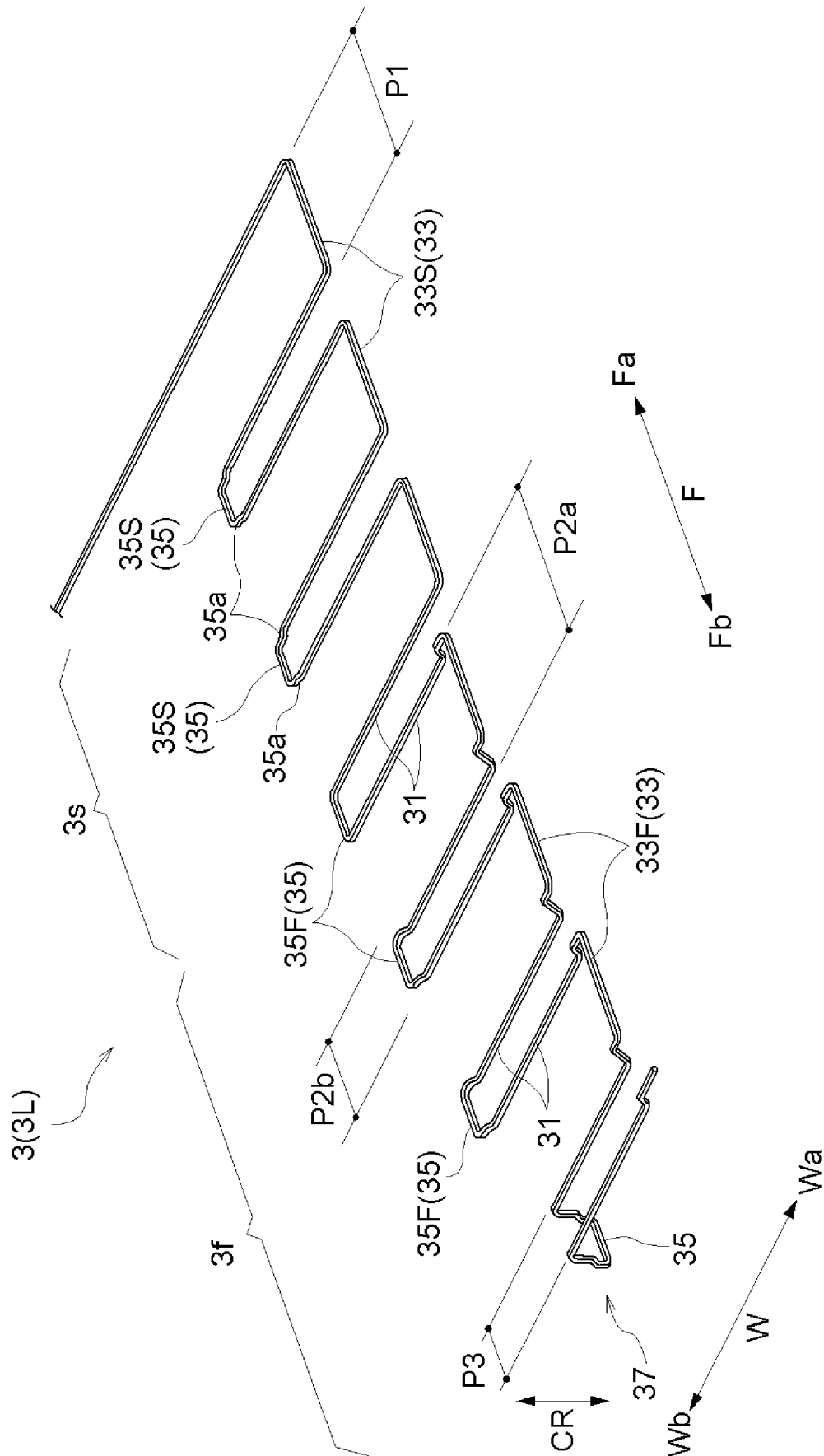
[図2]



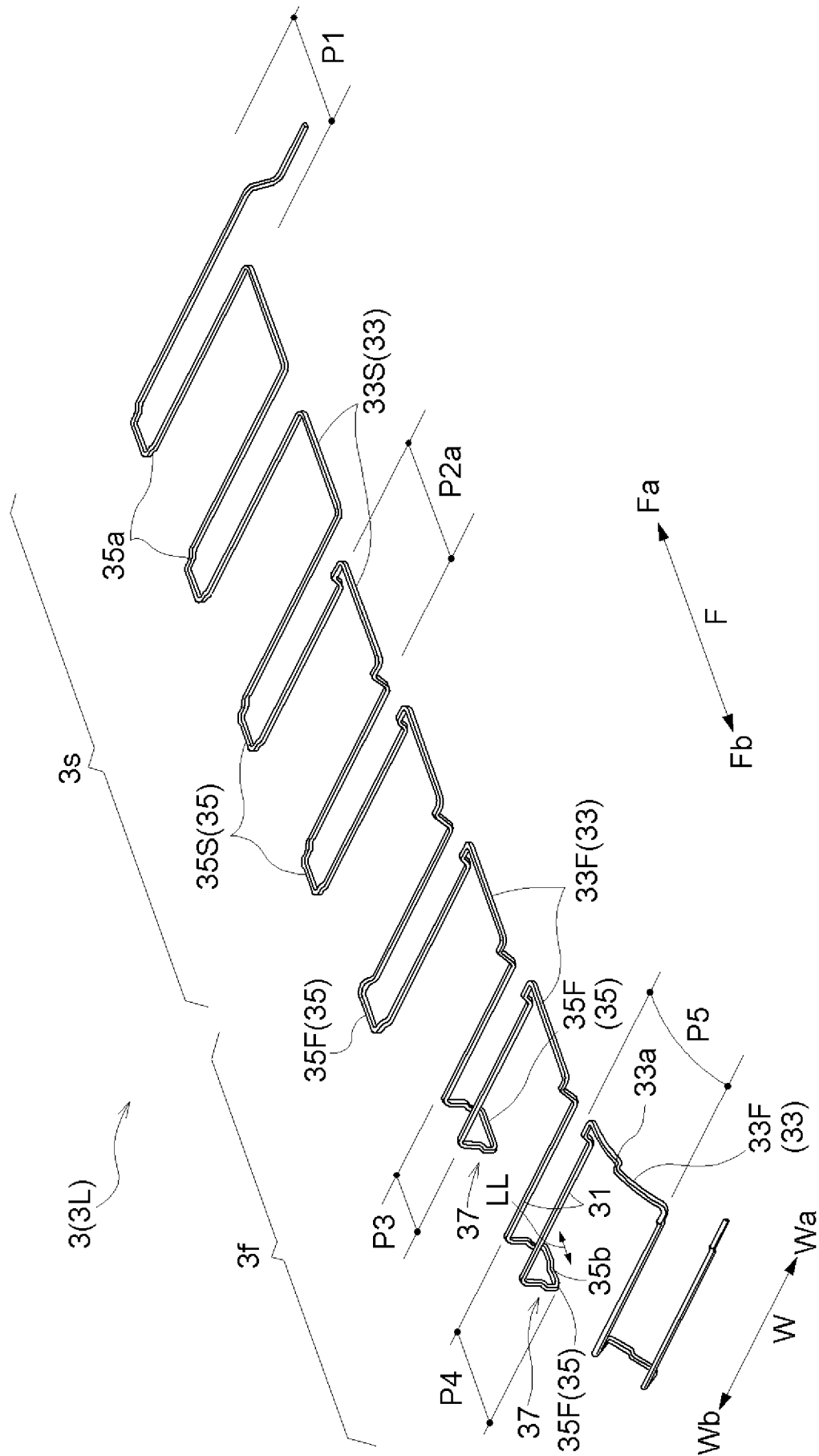
[図3]



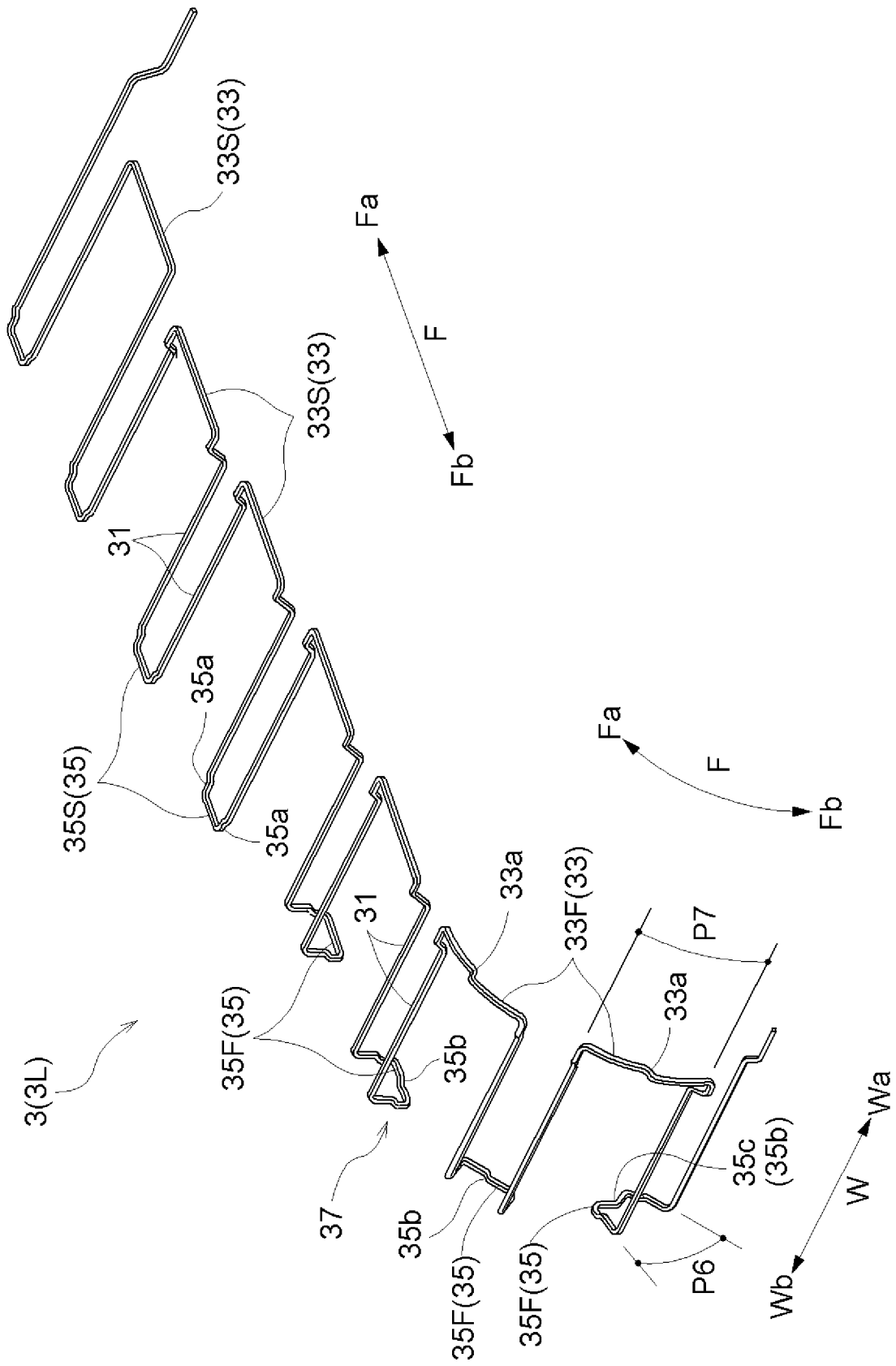
[図4]



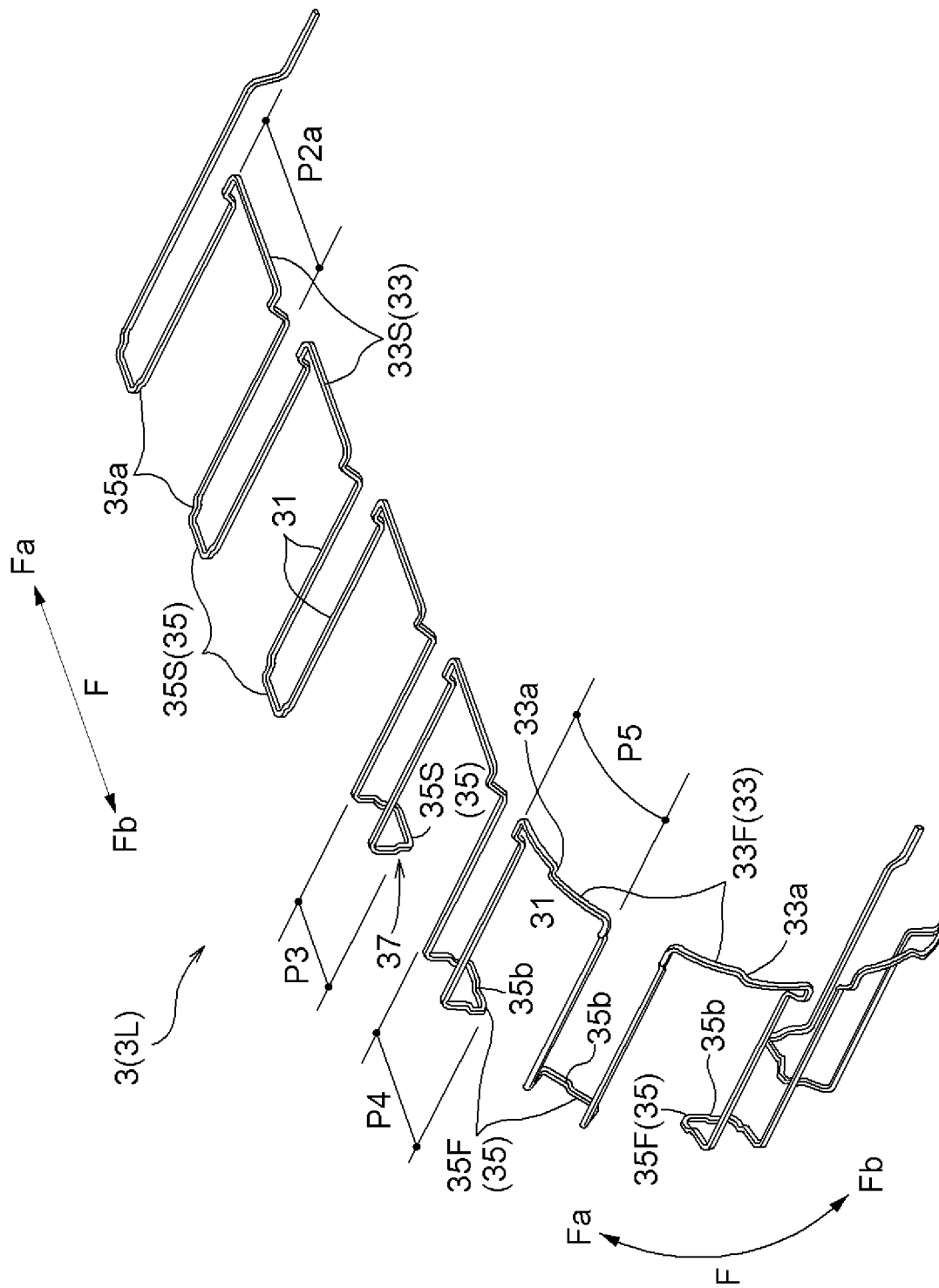
[図5]



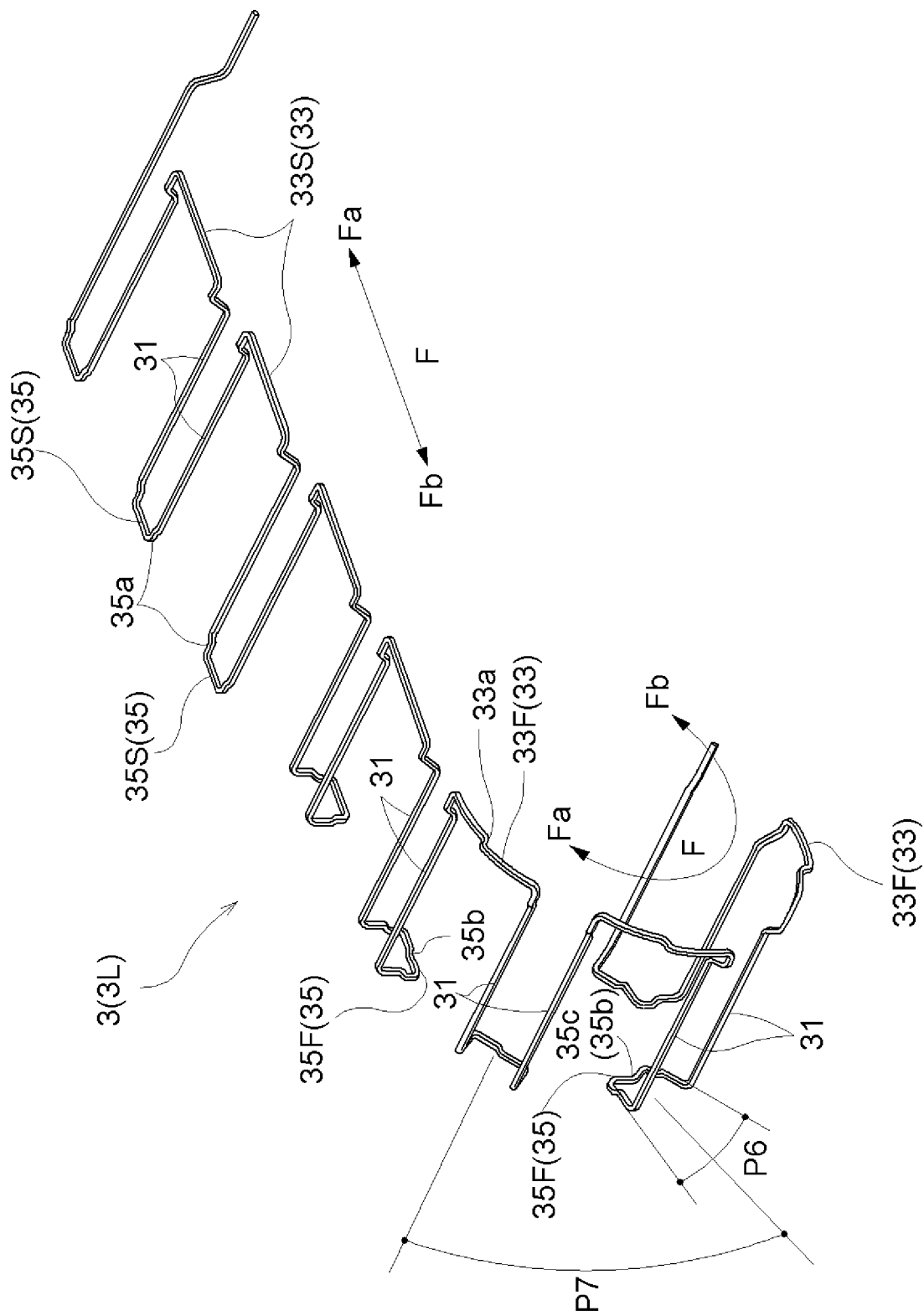
[図6]



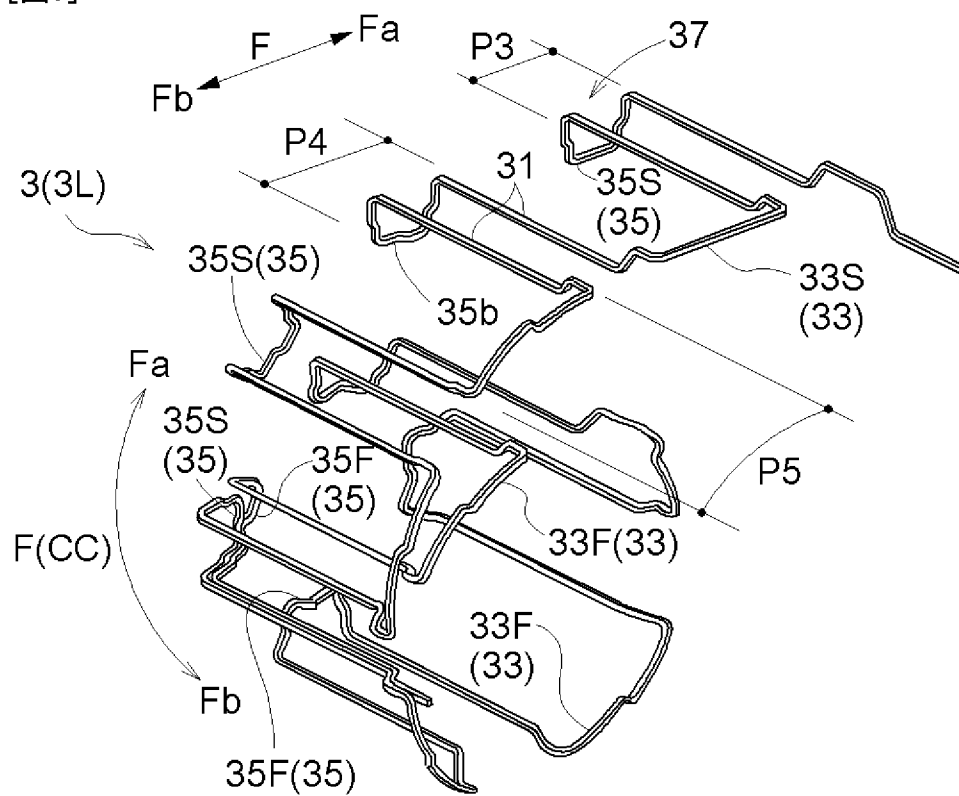
[図7]



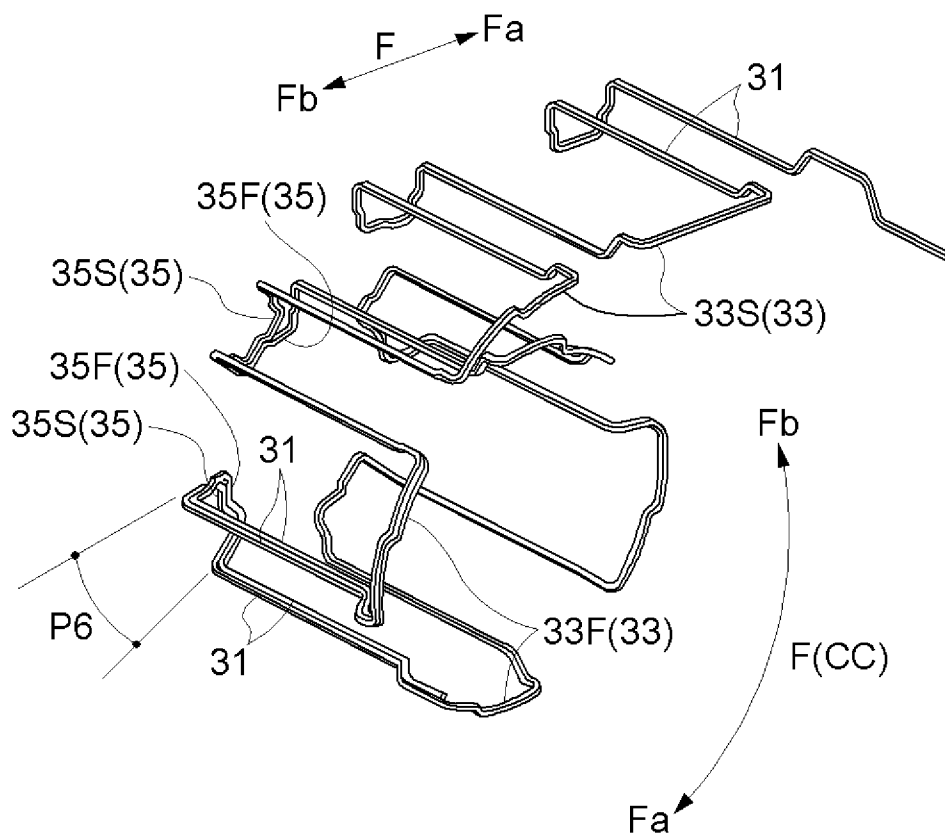
[図8]



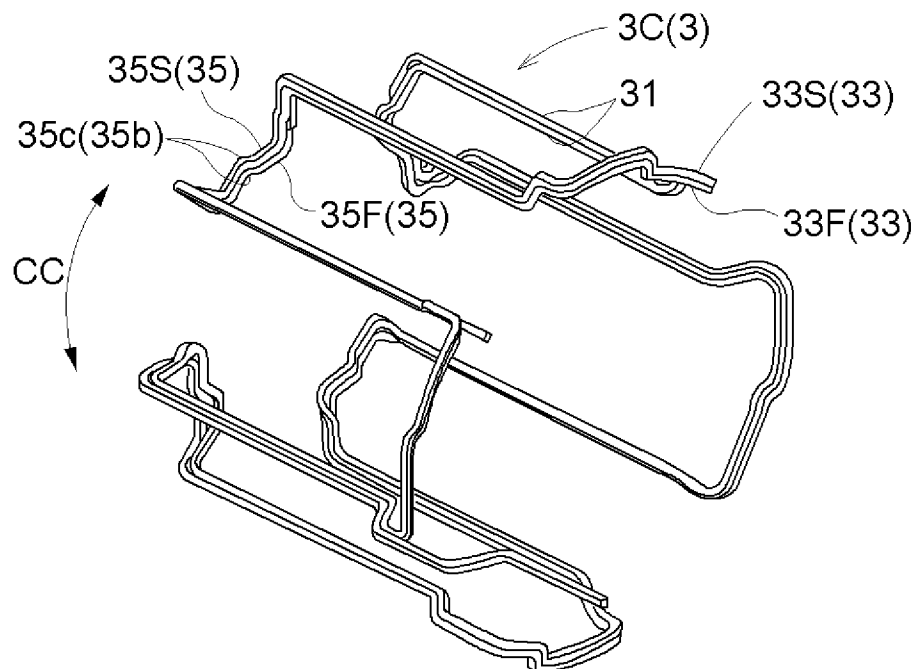
[図9]



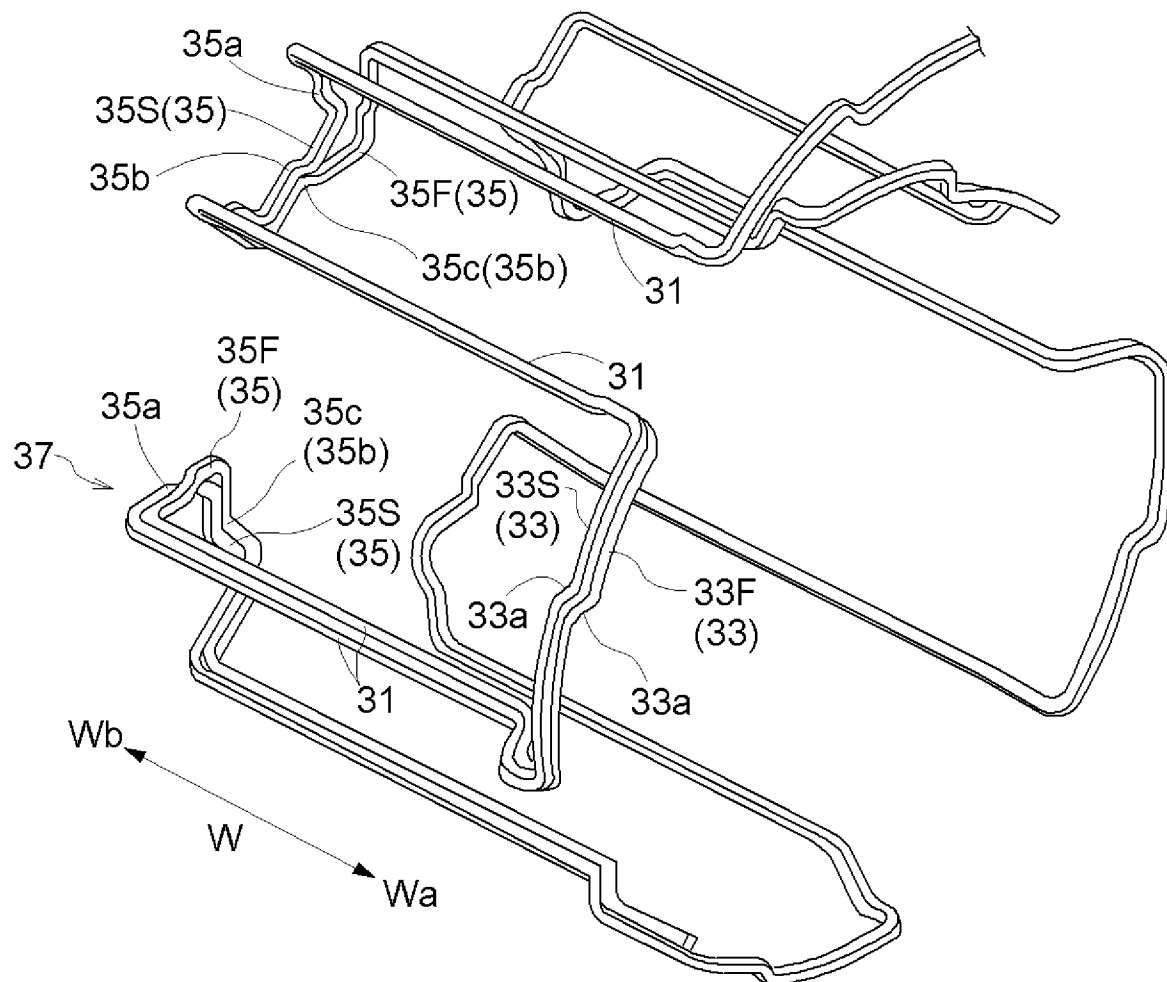
[図10]



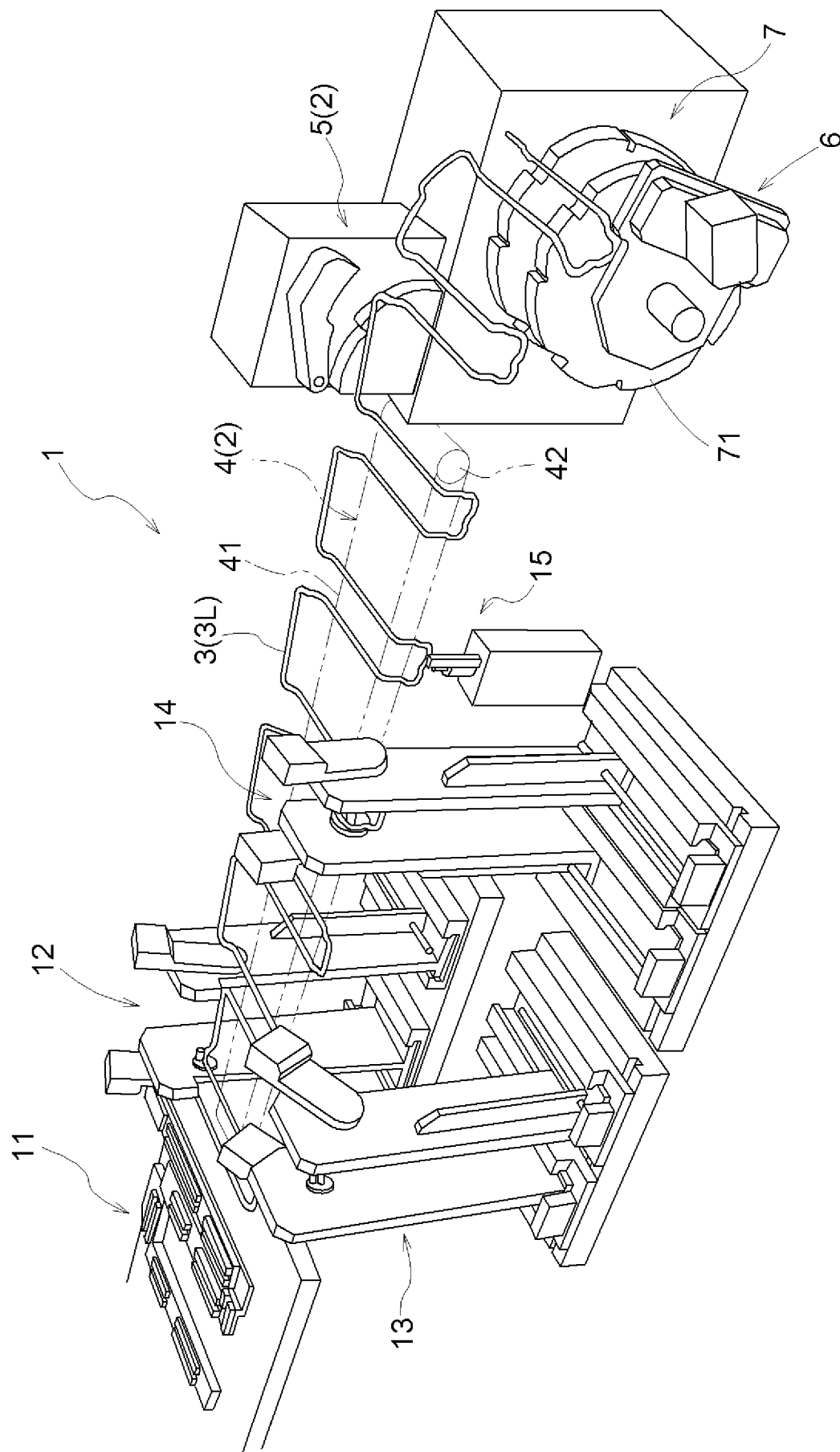
[図11]



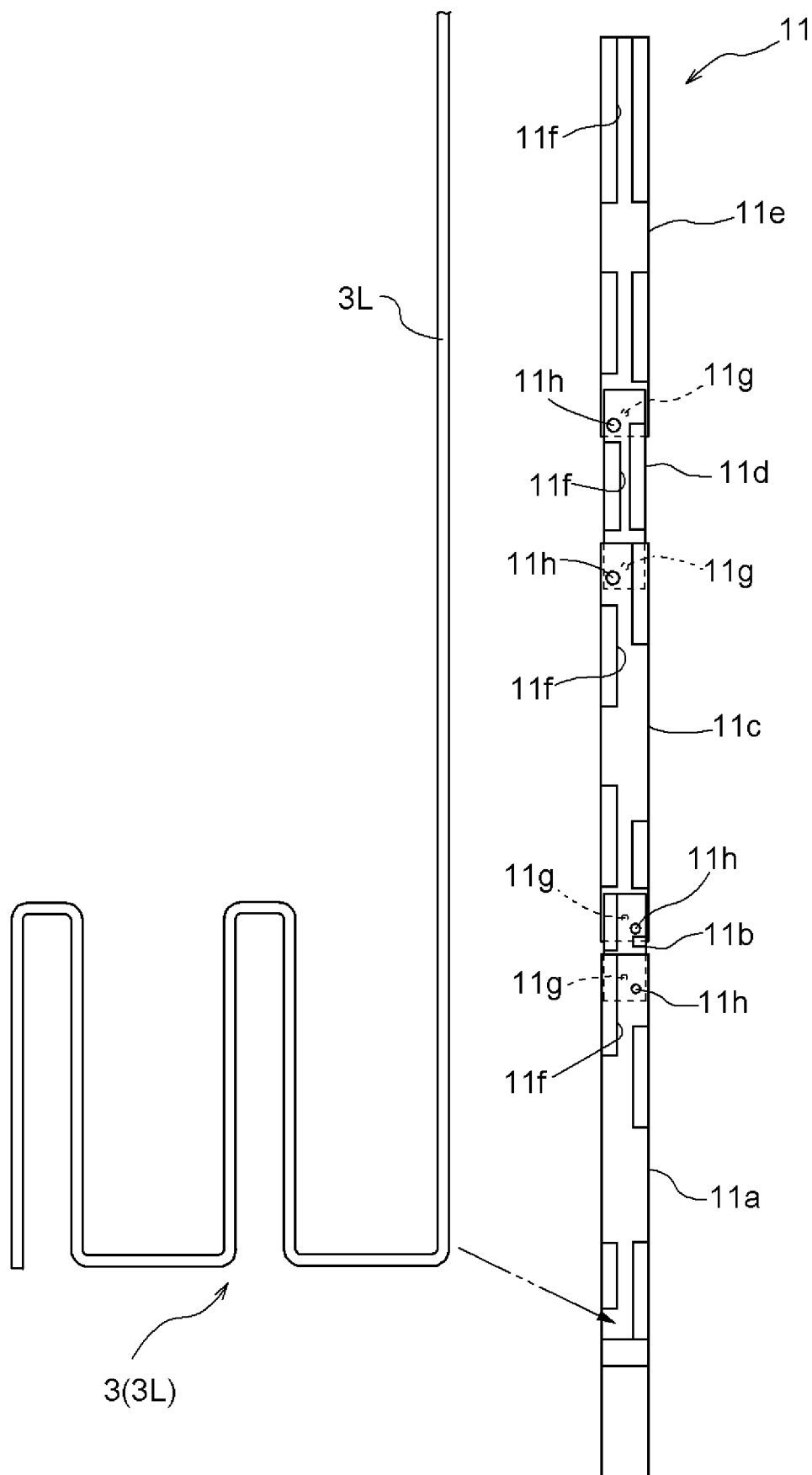
[図12]



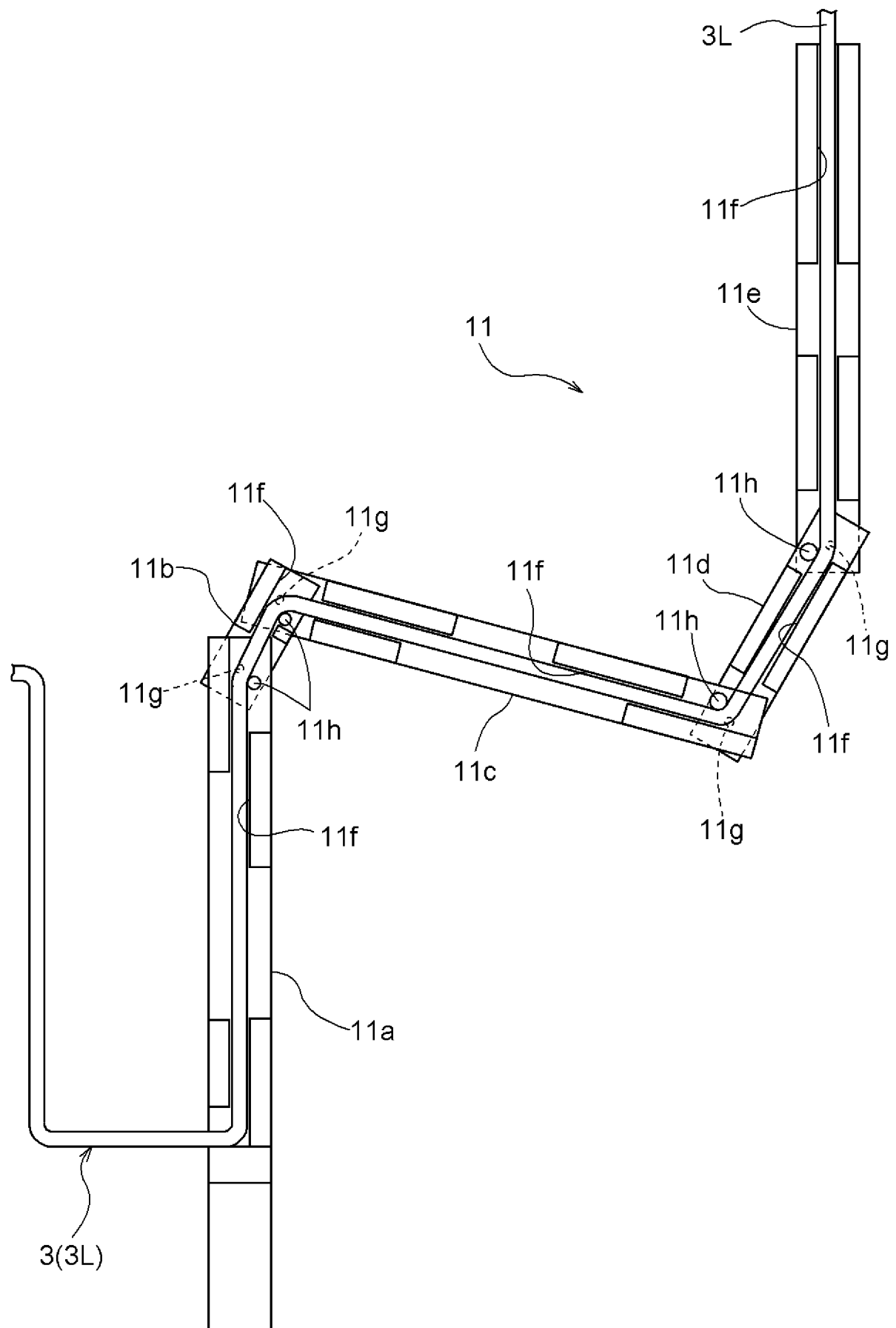
[図13]



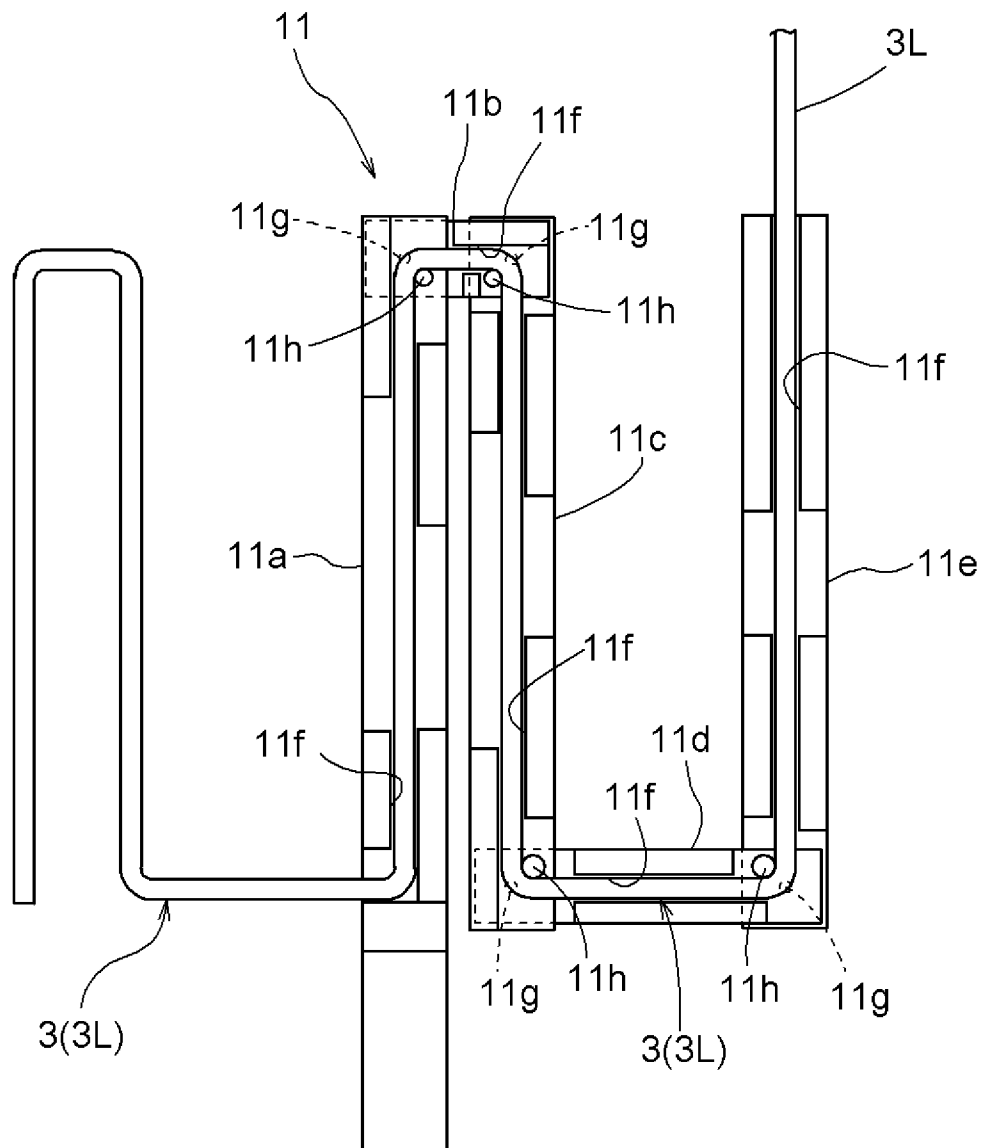
[図14]



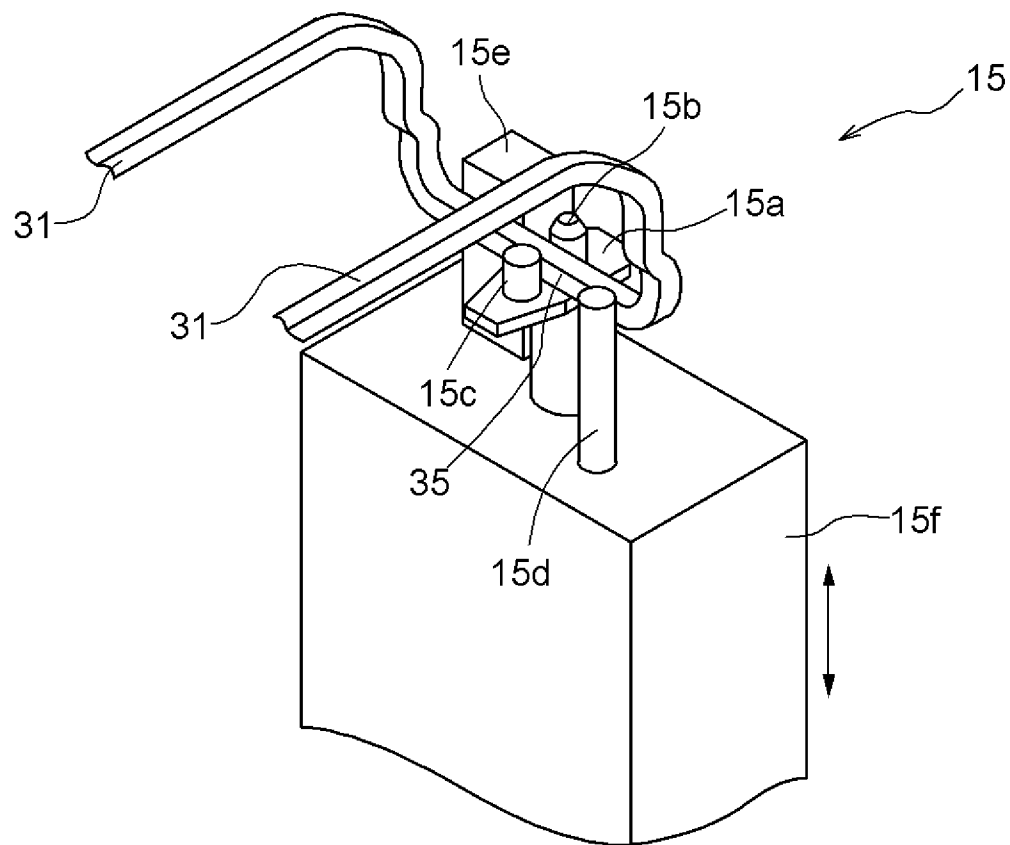
[図15]



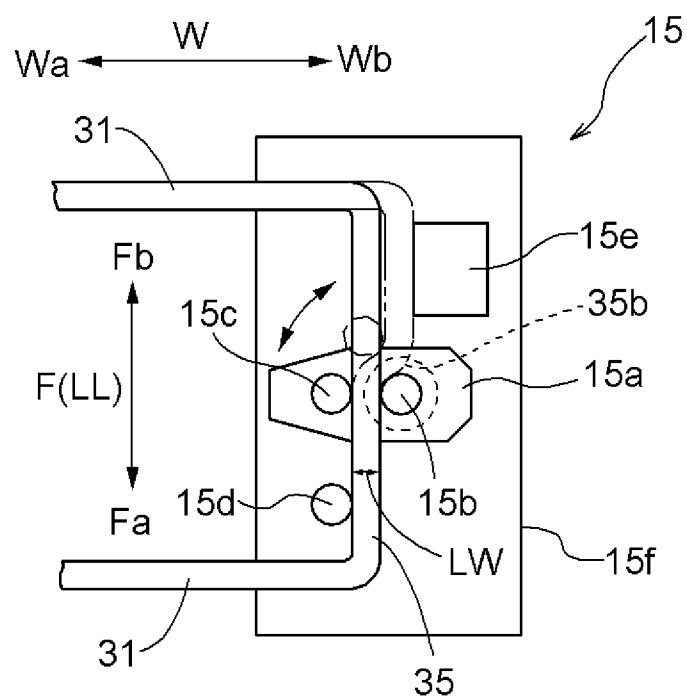
[図16]



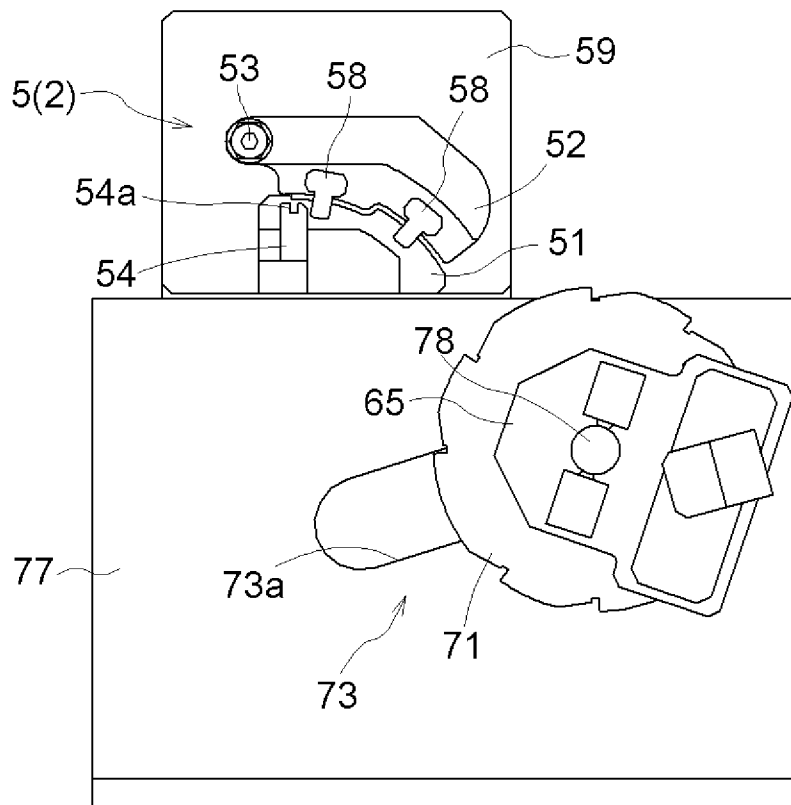
[図19]



[図20]



[図21]



[図22]

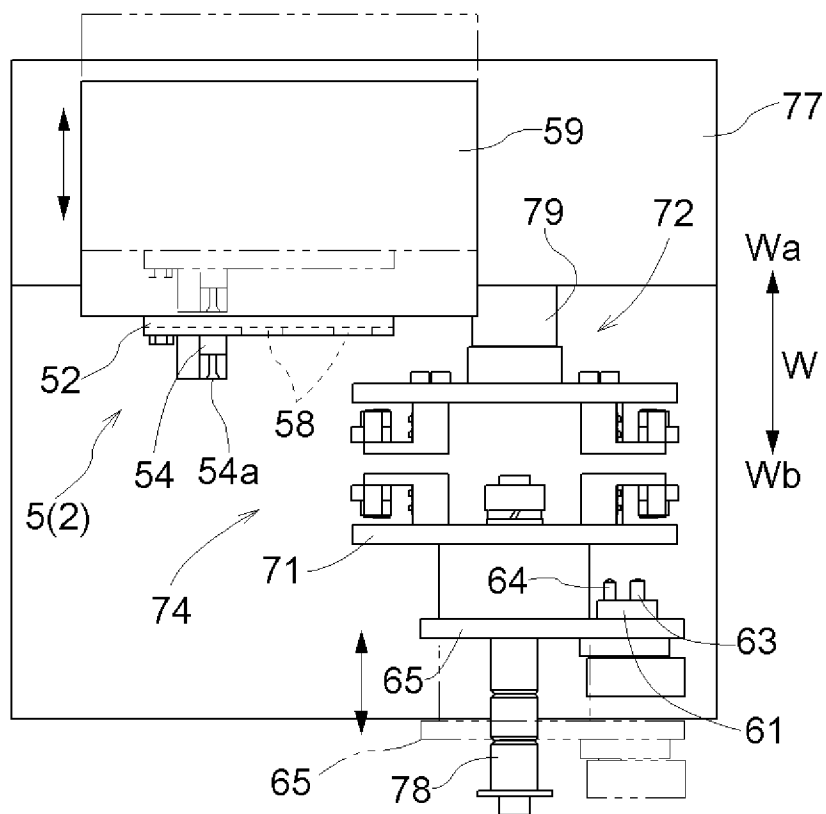
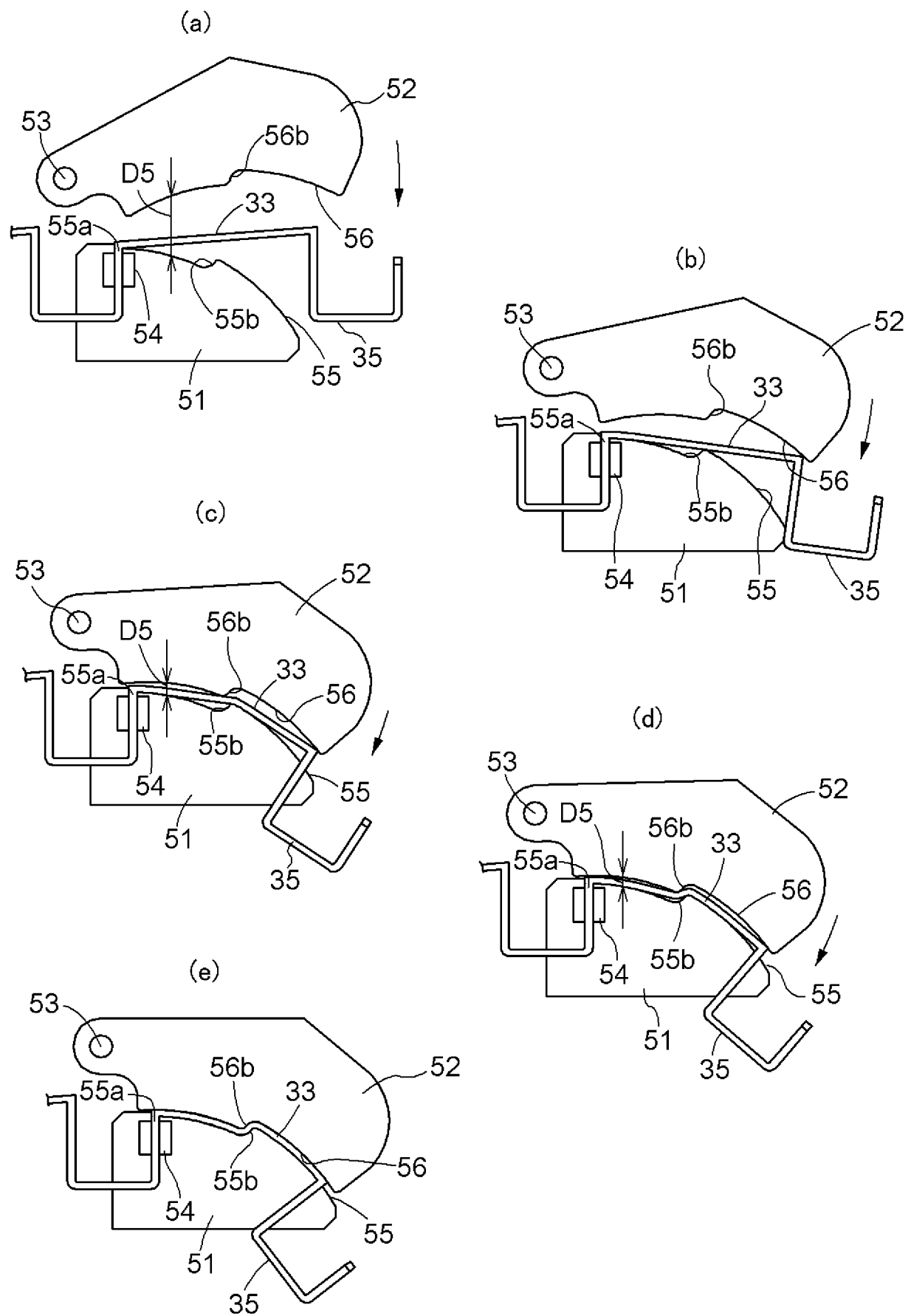
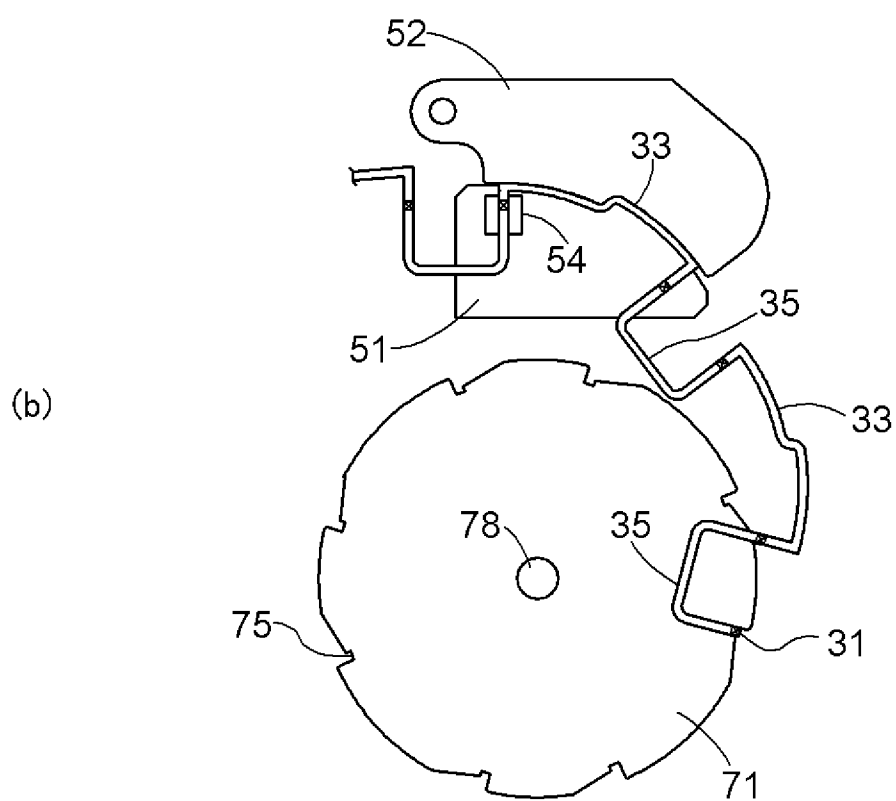
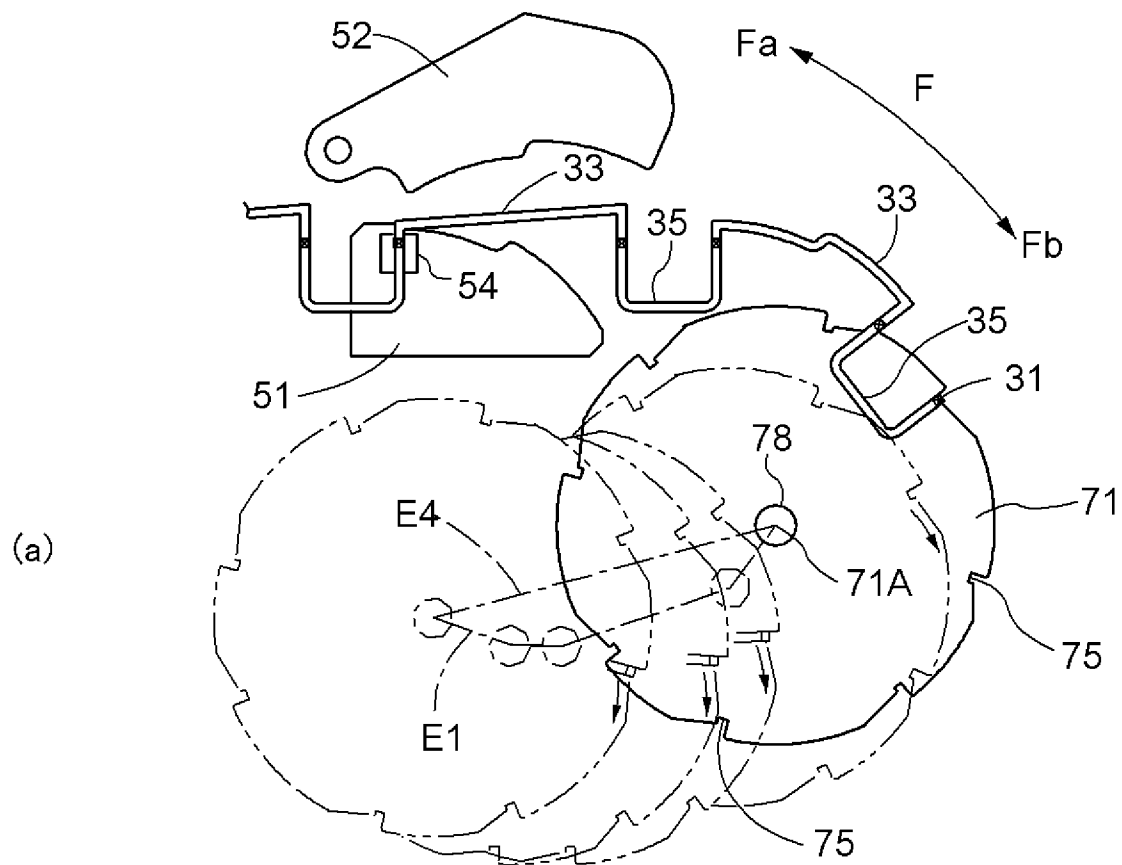


Fig. 1 is a cross-sectional view of a vehicle body structure. A horizontal member 31 is shown with forces W_a and W_b acting on it. It is connected to a vertical member 51 via a bracket 54. A hinge mechanism 52 is shown with a pin 58 and a bush 56. A vertical member 59 is shown on the right. A dimension line 77 indicates a distance.

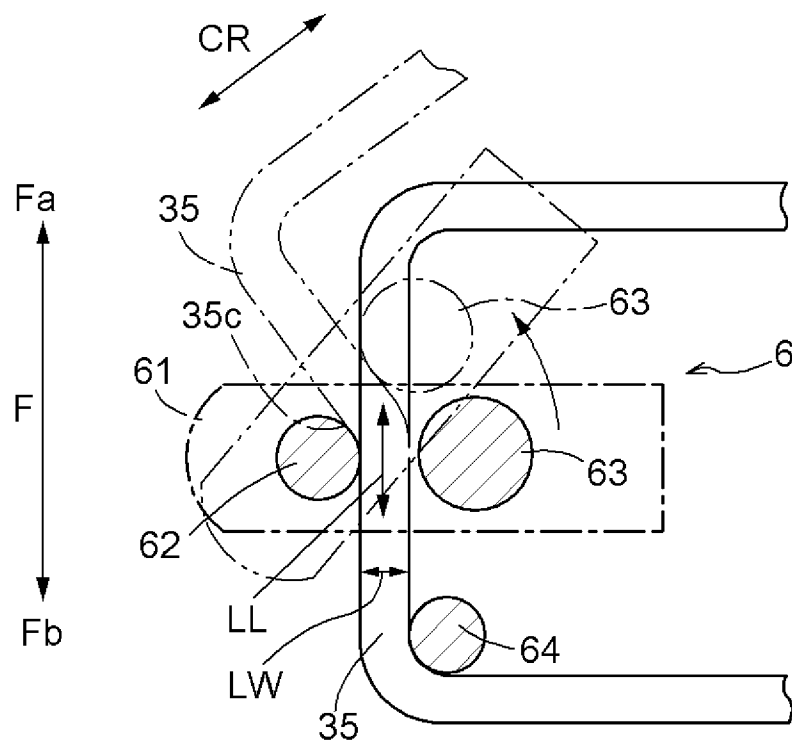
[図25]



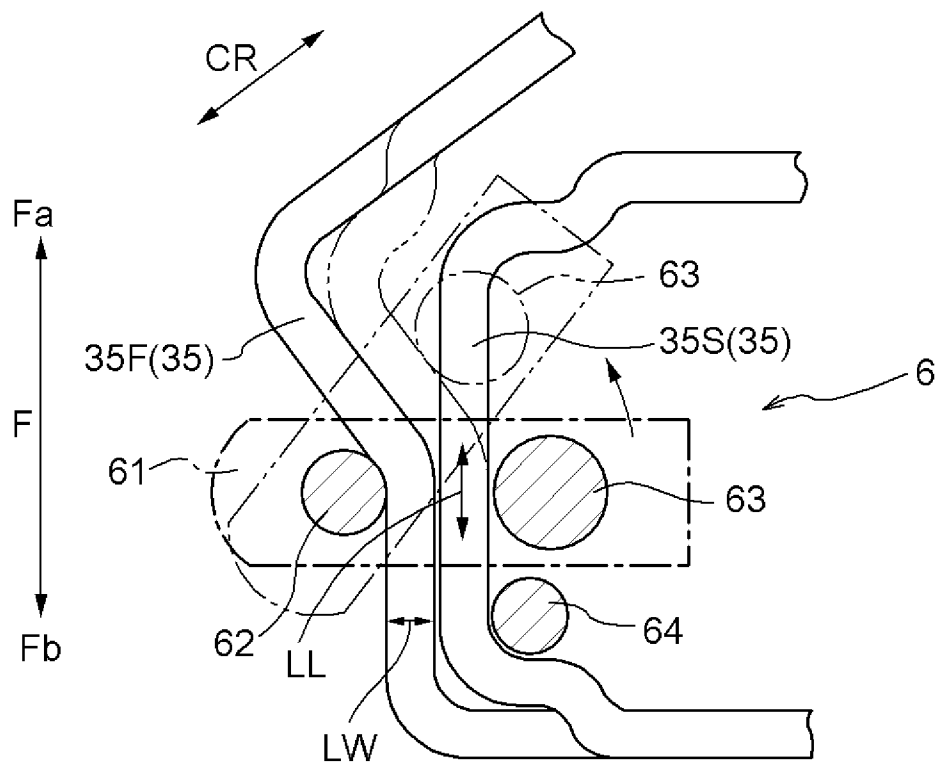
[図26]



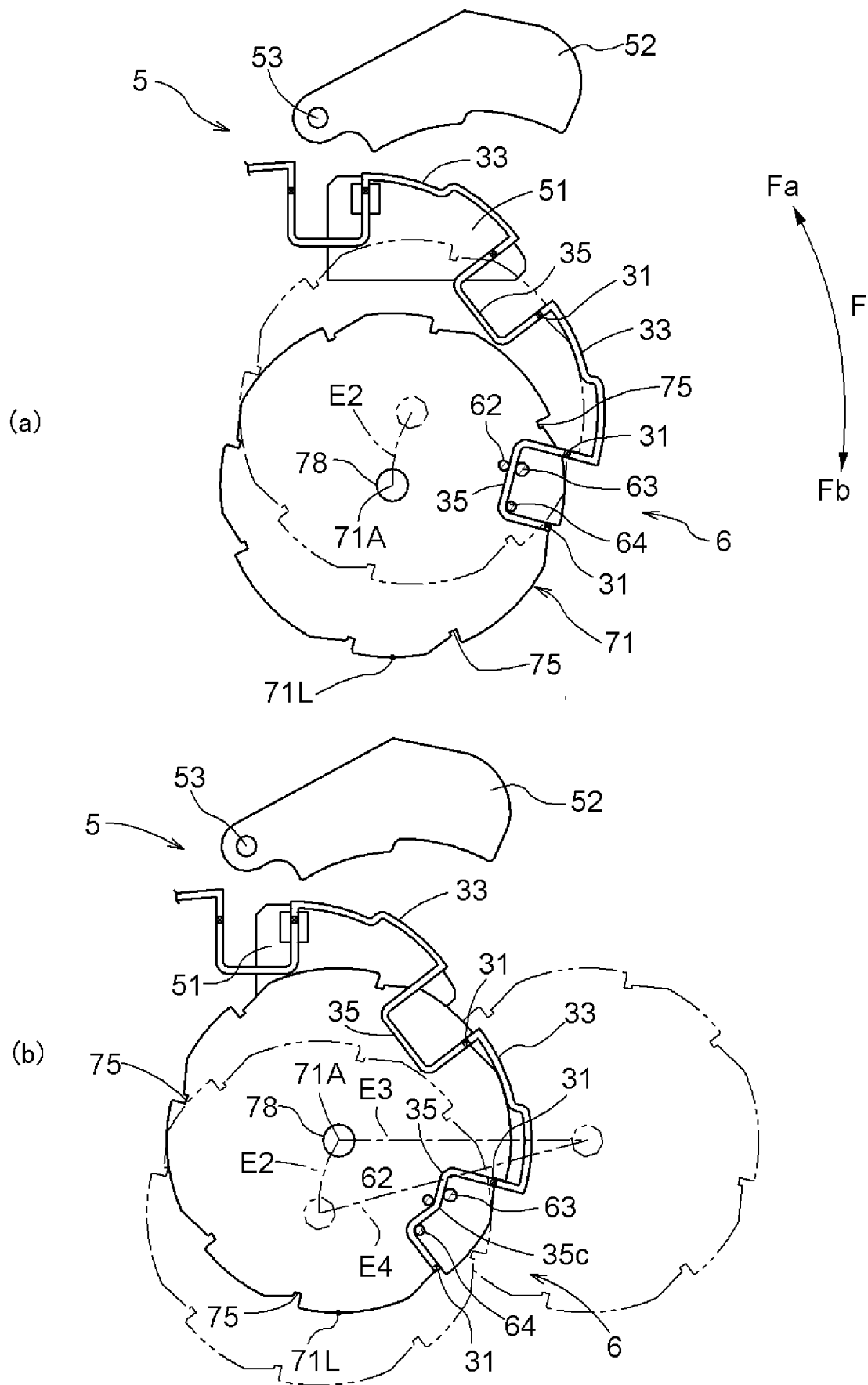
[図27]



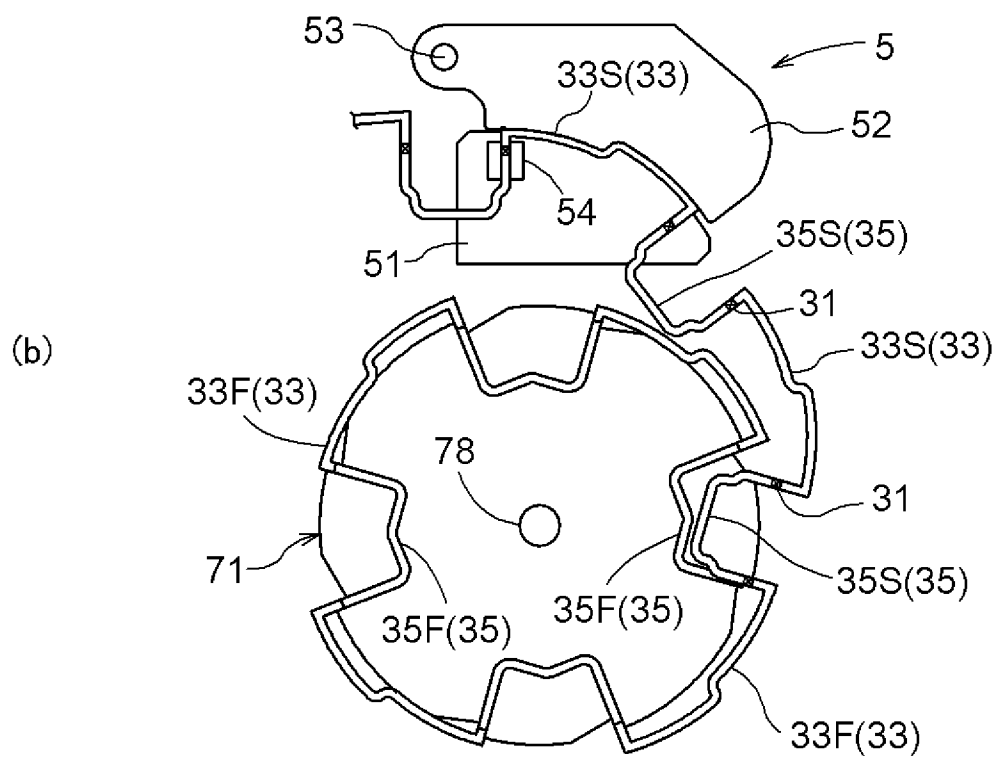
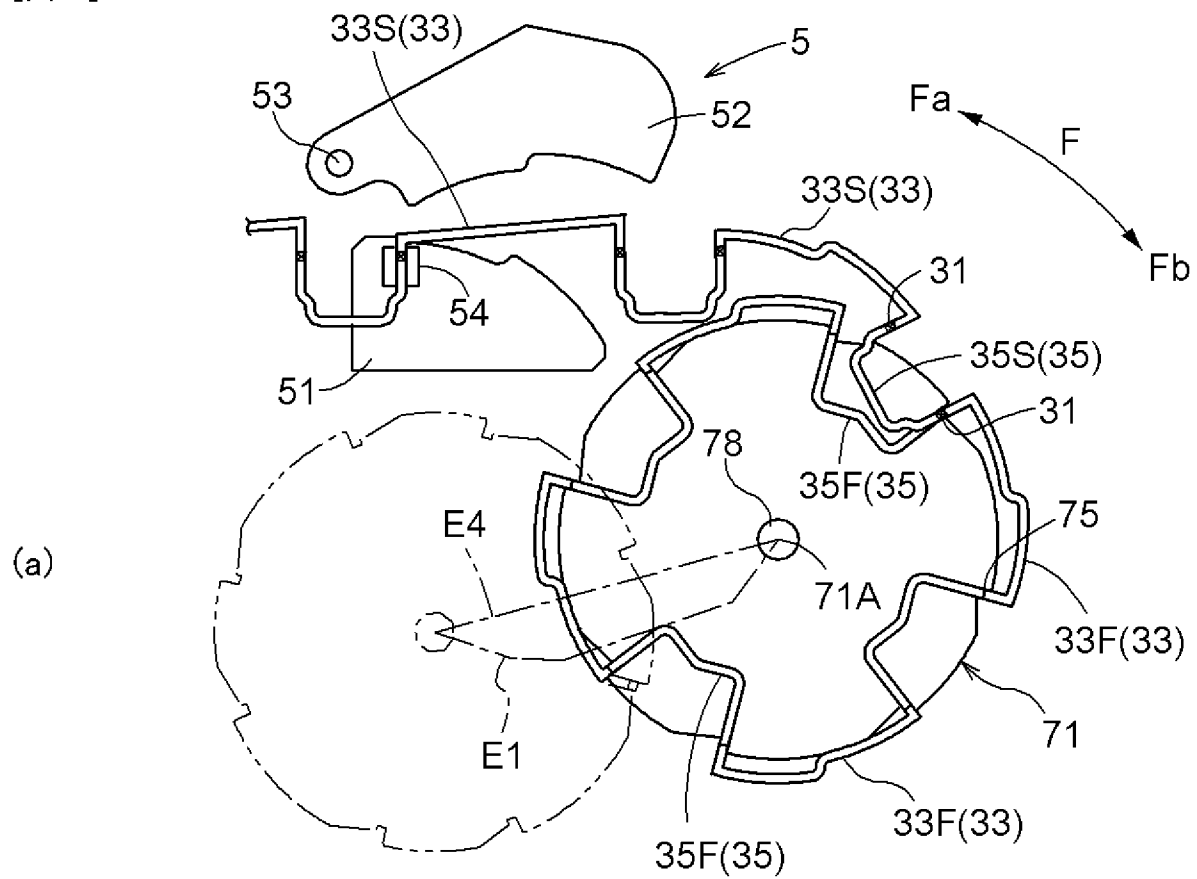
[図28]



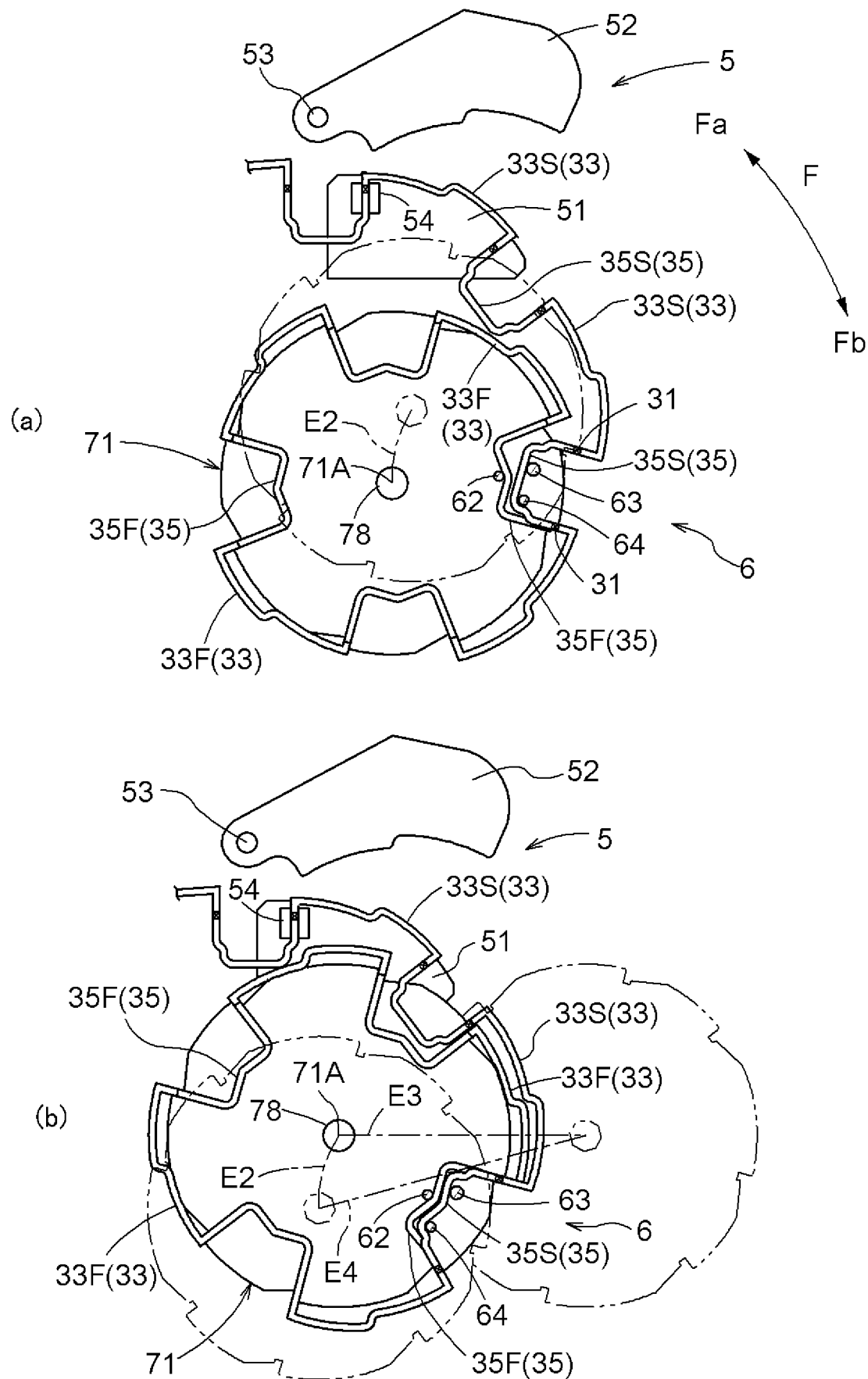
[図29]



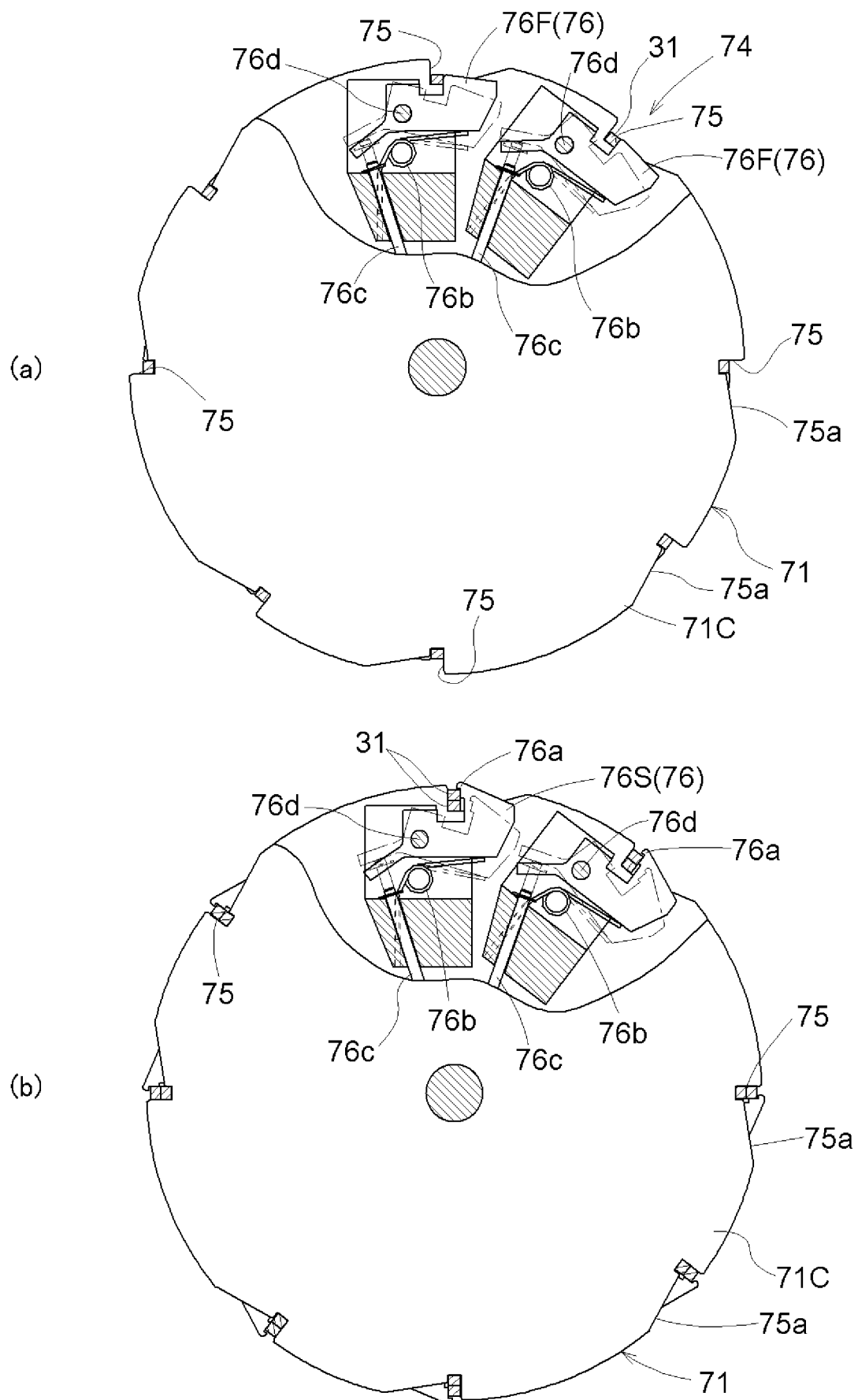
[図30]



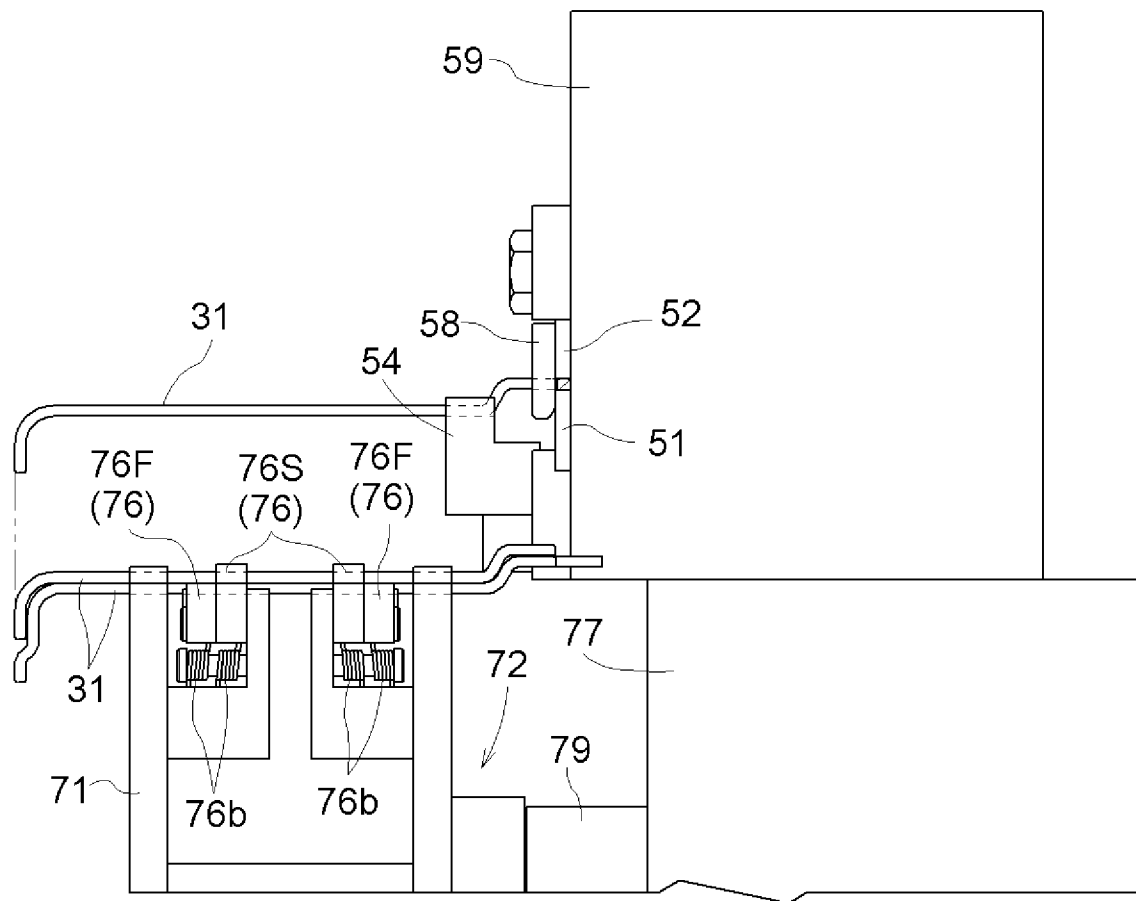
[図31]



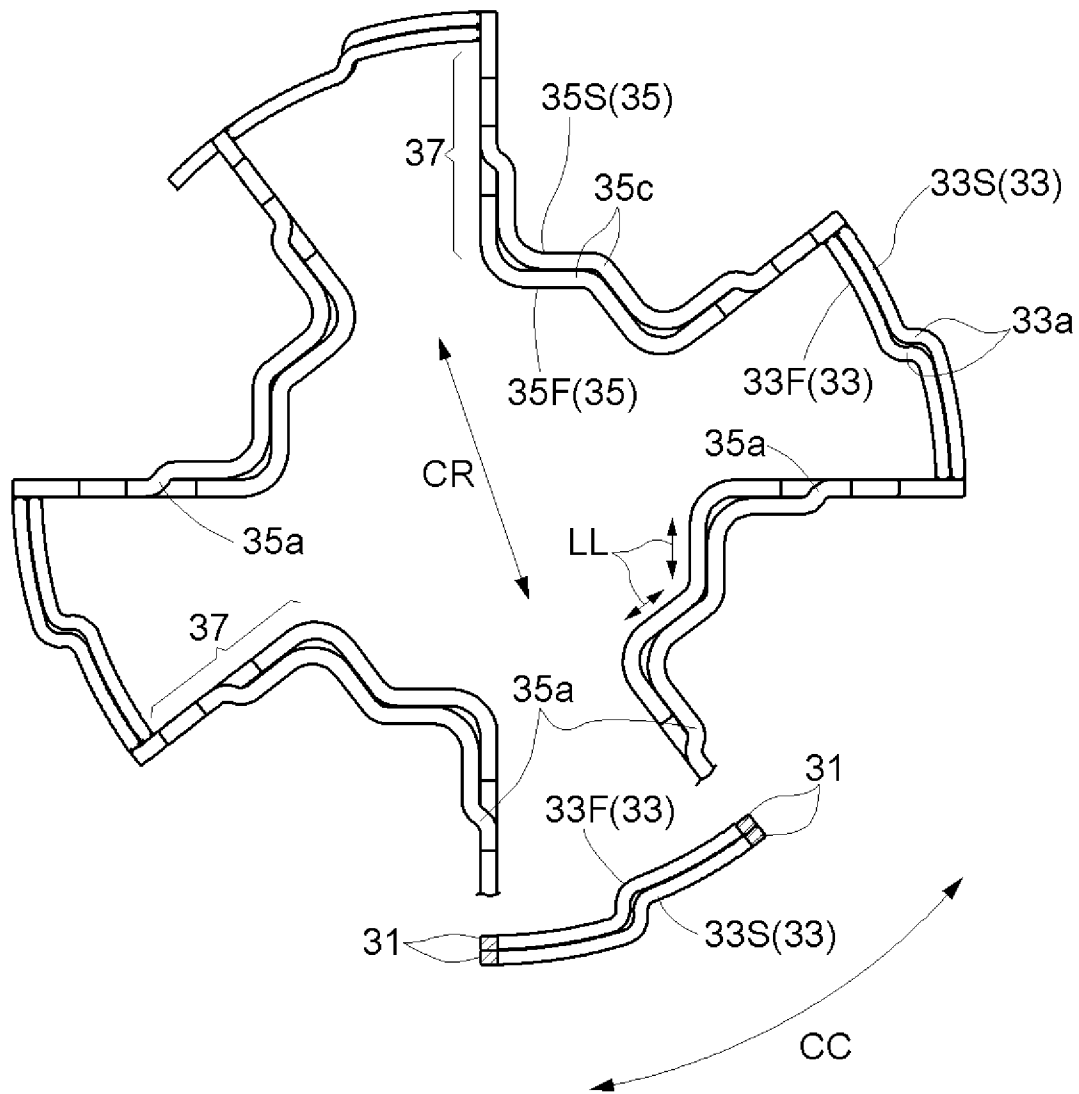
[図32]



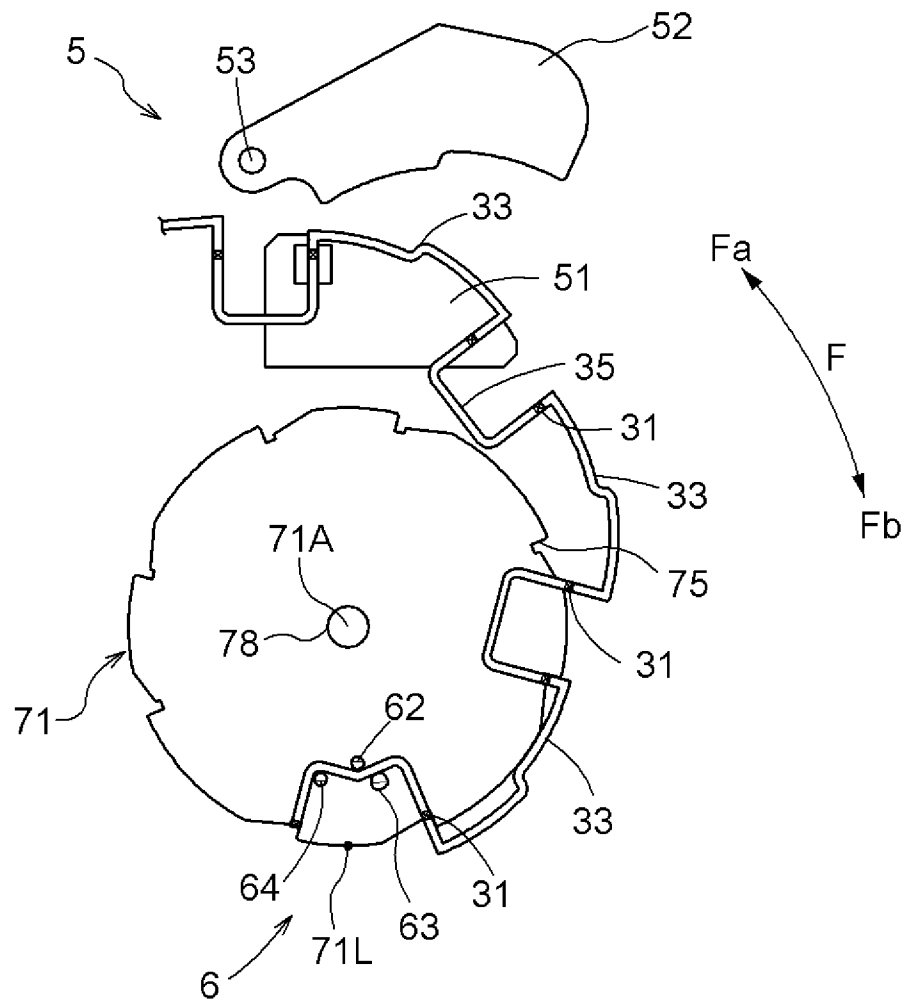
[図33]



[図34]



[図36]



INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2010/051040

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

H02K15/04 (2006.01) i, H01F41/06 (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)

H02K15/04, H01F41/06

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	1996-2010
Kokai Jitsuyo Shinan Koho	1971-2010	Toroku Jitsuyo Shinan Koho	1994-2010

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.
A	JP 2008-253063 A (Aisin AW Co., Ltd.), 16 October 2008 (16.10.2008), entire text; all drawings (Family: none)	1-28
A	JP 2009-11116 A (Hitachi, Ltd.), 15 January 2009 (15.01.2009), entire text; all drawings & US 2009/0001841 A1 & EP 2009768 A2	1-28
A	JP 2009-11152 A (Denso Corp.), 15 January 2009 (15.01.2009), entire text; all drawings (Family: none)	1-28

☒ 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
02 April, 2010 (02.04.10)

Date of mailing of the international search report
13 April, 2010 (13.04.10)

Name and mailing address of the ISA/
Japanese Patent Office

Authorized officer

Facsimile No.

Telephone No.

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2010/051040

C (Continuation). DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
P, A	JP 2009-284754 A (Denso Corp.), 03 December 2009 (03.12.2009), entire text; all drawings & US 2009/0260219 A1	1-28

A. 発明の属する分野の分類（国際特許分類（I P C））

Int.Cl. H02K15/04(2006.01)i, H01F41/06(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（I P C））

Int.Cl. H02K15/04, H01F41/06

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	1 9 2 2 - 1 9 9 6 年
日本国公開実用新案公報	1 9 7 1 - 2 0 1 0 年
日本国実用新案登録公報	1 9 9 6 - 2 0 1 0 年
日本国登録実用新案公報	1 9 9 4 - 2 0 1 0 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
A	JP 2008-253063 A (アイシン・エイ・ダブリュ株式会社) 2008.10.16, 全文、全図（ファミリーなし）	1-28
A	JP 2009-11116 A (株式会社日立製作所) 2009.01.15, 全文、全図 & US 2009/0001841 A1 & EP 2009768 A2	1-28
A	JP 2009-11152 A (株式会社デンソー) 2009.01.15, 全文、全図（ファミリーなし）	1-28

☒ 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

0 2 . 0 4 . 2 0 1 0

国際調査報告の発送日

1 3 . 0 4 . 2 0 1 0

国際調査機関の名称及びあて先

日本国特許庁（I S A / J P）

郵便番号 1 0 0 - 8 9 1 5

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）

森山 拓哉

3 V

3 9 2 4

電話番号 0 3 - 3 5 8 1 - 1 1 0 1 内線 3 3 5 8

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
P, A	JP 2009-284754 A (株式会社デンソー) 2009. 12. 03, 全文、全図 & US 2009/0260219 A1	1-28