(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
2024年9月12日(12.09.2024)

WIPO | PCT

(10) 国際公開番号
WO 2024/185486 A1

(51) 国際特許分類:
B21D 22/26 (2006.01) *B21D 24/00* (2006.01)
B21D 13/02 (2006.01) *H01M 8/0206* (2016.01)
B21D 22/02 (2006.01)

(21) 国際出願番号： PCT/JP2024/005967

(22) 国際出願日： 2024年2月20日(20.02.2024)

(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 2023-032438 2023年3月3日(03.03.2023) JP

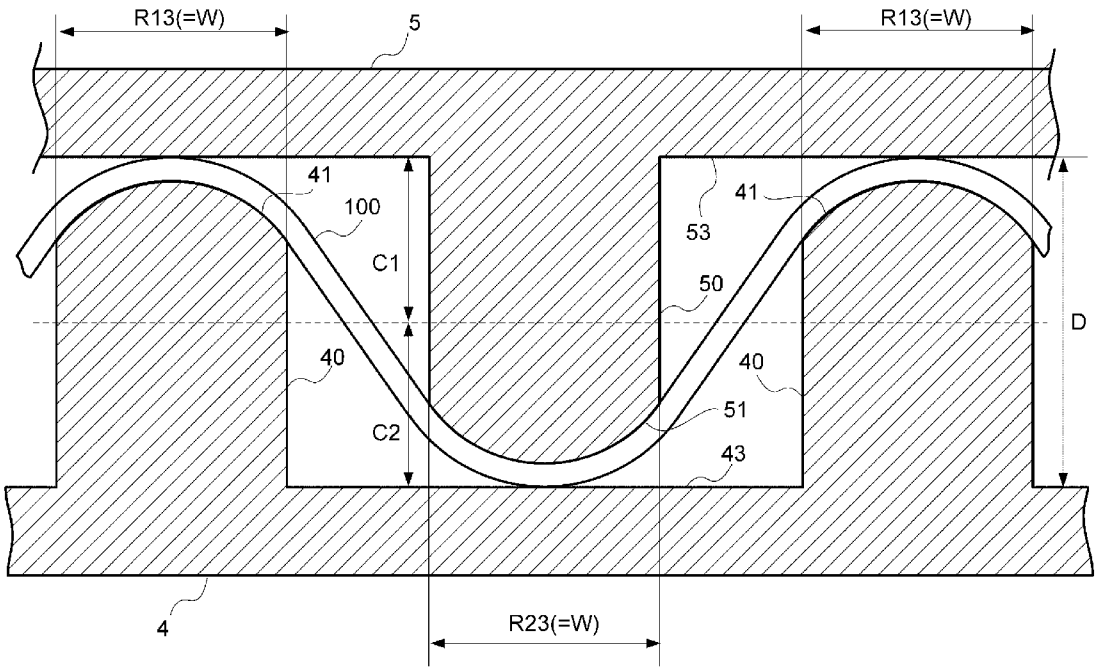
(71) 出願人: 本田技研工業株式会社 (**HONDA MOTOR CO.,LTD.**) [JP/JP]; 〒1078556 東京都港区南青山二丁目１番１号 Tokyo (JP).

(72) 発明者: 福島 保秀 (**FUKUSHIMA Yasuhide**); 〒3510193 埼玉県和光市中央一丁目４番１号 株式会社本田技術研究所内 Saitama (JP). 関 邦彦(**SEKI Kunihiko**); 〒3510193 埼玉県和光市中央一丁目４番１号 株式会社本田技術研究所内 Saitama (JP). 服部 舜(**HATTORI Shun**); 〒3510193 埼玉県和光市中央一丁目４番１号 株式会社本田技術研究所内 Saitama (JP). 堀 裕一(**HORI Yuichi**); 〒3510193 埼玉県和光市中央一丁目４番１号 株式会社本田技術研究所内 Saitama (JP). 後藤 孝士(**GOTO Takashi**); 〒3510193 埼玉県和光市中央一丁目

(54) **Title:** PRESS FORMING METHOD FOR METAL PLATE AND PRESS APPARATUS

(54) 発明の名称： 金属板のプレス成形方法およびプレス装置

[図6]



(57) **Abstract:** This press forming method for a metal plate includes: a preliminary forming step for pressing protruding curved surfaces (41, 51) onto a metal plate (100) and forming bulging parts (C1, C2) having, as top portion, pressed regions (R13, R23) by the protruding curved surfaces (41, 51); and a shape forming step for pressing outer-side regions, at both sides of the pressed regions (R13, R23), of the bulging parts (C1, C2), and forming a metal plate having flattened top parts (81, 82) and a sidewall part (83) that is contiguous to the top parts (81, 82) and that has no pressing force applied thereto.

WO 2024/185486 A1

[続葉有]

４番１号 株式会社本田技術研究所内 Saitama (JP). 大堀 健(**OHORI Takeshi**); 〒3510193 埼玉県和光市中央一丁目４番１号 株式会社本田技術研究所内 Saitama (JP).

(74) 代理人: 西村 隆一, 外(**NISHIMURA Ryuichi** et al.); 〒1700013 東京都豊島区東池袋三丁目１１番８号 サンライズ小林ビル５階 Tokyo (JP).

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

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

添付公開書類:

— 国際調査報告（条約第21条(3)）

— 補正された請求の範囲及び説明書（条約第19条(1)）

(57) 要約：金属板のプレス成形方法は、凸曲面（４１，５１）を金属板（１００）に押圧して、凸曲面（４１，５１）による押圧領域（Ｒ１３，Ｒ２３）を頂部とする張り出し部（Ｃ１，Ｃ２）を形成する予備成形工程と、張り出し部（Ｃ１，Ｃ２）における押圧領域（Ｒ１３，Ｒ２３）の両側の外側領域を押圧して、平坦化された頂部（８１，８２）と、頂部（８１，８２）に連なり押圧力が付与されない側壁部（８３）と、を有する金属板を成形する形状成形工程と、を含む。

明　細　書

発明の名称 ： 金属板のプレス成形方法およびプレス装置

技術分野

[0001]　本発明は、金属板のプレス成形方法およびプレス装置に関する。

背景技術

[0002]　燃料電池用セパレータには、一般に、燃料ガスおよび酸化剤ガスのガス流路を構成する凹凸溝部が設けられている。この凹凸溝部を形成する方法として、金属板をダイおよびパンチから成るプレス金型でプレス成形する方法が知られている（例えば、特許文献１参照）。

[0003]　特許文献１に記載の成形方法では、パンチの先端面で板材を押圧して張出し部を形成し、その後、ダイの傾斜面とパンチの傾斜面との間で張出し部の側壁を挟みつつ圧延して突部を形成している。すなわち、一度のプレス加工で、張出し成形により張出し部を形成し、その張出し部の側壁を圧延して突部を形成している。

先行技術文献

特許文献

[0004] 特許文献1：特許第５５７３５１１号公報

発明の概要

発明が解決しようとする課題

[0005]　しかしながら、上述した成形方法では、張出し部の側壁をさらに圧延しているので、側壁が薄肉になり易い。その結果、張出し部と薄肉の側壁部との間に亀裂や変形（うねり）等が生じやすい。そのため、製品の肉厚管理が難しく、肉厚検査を省略するのが難しかった。

課題を解決するための手段

[0006]　本発明の一態様による金属板のプレス成形方法は、凸曲面を成形前金属板に押圧して、前記凸曲面による押圧領域を頂部とする張り出し部を形成する予備成形工程と、前記張り出し部における前記押圧領域の両側の外側領域を押圧し

て、前記頂部を平坦化する形状成形工程と、を有し、成形後金属板に、平坦化された前記頂部と、該頂部に連なり押圧力が付与されない側壁部とを成形する。

発明の効果

[0007] 本発明によれば、プレス成形における加工精度の向上を図ることができる。

図面の簡単な説明

[0008] [図1]図１は、燃料電池の発電セルの構成を模式的に示した分解斜視図である。

[図2]図２は、図１のＡ－Ａ線に沿った断面図である。

[図3]図３は、予備成形工程に使用される第１プレス金型の断面形状を示す図である。

[図4]図４は、予備成形工程の途中の押圧状態を示す図である。

[図5]図５は、予備成形工程の途中の他の押圧状態を示す図である。

[図6]図６は、予備成形工程の最終的な押圧状態を示す図である。

[図7]図７は、形状成形工程に使用される第２プレス金型の断面形状を示す図である。

[図8]図８は、形状成形工程の最終的な押圧状態を示す図である。

発明を実施するための形態

[0009] 以下、図を参照して本発明を実施するための形態について説明する。以下の記載および図面は、本発明を説明するための例示であって、説明の明確化のため、適宜、省略および簡略化がなされている。また、以下の説明では、同一または類似の要素および処理には同一の符号を付し、重複説明を省略する場合がある。なお、以下に記載する内容はあくまでも本発明の実施の形態の一例を示すものであって、本発明は以下の実施の形態に限定されるものではなく、他の種々の形態でも実施をすることが可能である。

[0010] 本発明の実施形態に係る金属板のプレス成形方法は、燃料電池自動車等の燃料電池車両に搭載される燃料電池スタックの発電セルに適用することができ

る。図１は、燃料電池スタックに用いられる単一の発電セル１０の構成を模式的に示した分解斜視図である。燃料電池スタックは、複数の発電セルを積層して構成される。図１の直交３軸方向のうち、ｘ軸の方向が発電セルの積層方向である。発電セル１０は、一体化電極構造体（ＵＥＡ；Unitized Electrode Assembly）１１と、一体化電極構造体１１の両側に配置された第１セパレータ１２および第２セパレータ１３とを備える。図１において、矢印Ａ１（白抜き）は酸化剤ガスの流れを示しており、矢印Ａ２（ハッチング）は燃料ガスの流れを示している。

[0011] 第１セパレータ１２および第２セパレータ１３は、金属薄板をプレス成形して構成される。金属薄板には、例えば、鋼板、ステンレス鋼板、アルミニウム板、チタン薄板あるいは、それらに防食用の表面処理を施した金属薄板等が用いられる。

[0012] 一体化電極構造体１１は、膜電極構造体（ＭＥＡ；Membrane Electrode Assembly）１１ａと、膜電極構造体１１ａの周縁部に接合される枠部材１４とを備える。膜電極構造体１１ａは、電解質膜１５と、電解質膜１５の一方の面に設けられたアノード電極１６と、電解質膜１５の他方の面に設けられたカソード電極１７とを備える。

[0013] 枠部材１４は、矩形の膜電極構造体１１ａとほぼ同一形状の矩形開口が形成された矩形環状の枠部材である。アノード電極１６およびカソード電極１７は、それらの外周縁部で枠部材１４の矩形開口縁部を挟むように配置され、接着剤等で枠部材１４に接合される。例えば、枠部材１４の矩形開口縁部が、電解質膜１５のカソード電極１７が設けられる面とカソード電極１７との間に挟まれるように配置され、電解質膜１５およびカソード電極１７に接合される。

[0014] 第１セパレータ１２には、酸化剤ガス出口連通孔２０ａ、酸化剤ガス入口連通孔２０ｂ、燃料ガス出口連通孔２２ａおよび燃料ガス入口連通孔２２ｂが設けられている。酸化剤ガス出口連通孔２０ａおよび燃料ガス入口連通孔２２ｂは、第１セパレータ１２のｙ方向の一方（マイナス側）の端部にｚ方向に並ん

で配置される。酸化剤ガス入口連通孔２０ｂおよび燃料ガス出口連通孔２２ａは、第１セパレータ１２のｙ方向の他方（プラス側）の端部にｚ方向に並んで配置される。

[0015] 第２セパレータ１３には、酸化剤ガス出口連通孔２１ａ、酸化剤ガス入口連通孔２１ｂ、燃料ガス出口連通孔２３ａおよび燃料ガス入口連通孔２３ｂが設けられている。酸化剤ガス出口連通孔２１ａおよび燃料ガス入口連通孔２３ｂは、第２セパレータ１３のｙ方向の一方（マイナス側）の端部にｚ方向に並んで配置されている。酸化剤ガス入口連通孔２１ｂおよび燃料ガス出口連通孔２３ａは、第２セパレータ１３のｙ方向の他方（プラス側）の端部にｚ方向に並んで配置されている。

[0016] 枠部材１４には、酸化剤ガス出口連通孔２６ａ、酸化剤ガス入口連通孔２６ｂ、燃料ガス出口連通孔２７ａおよび燃料ガス入口連通孔２７ｂが設けられている。酸化剤ガス出口連通孔２６ａおよび燃料ガス入口連通孔２７ｂは、枠部材１４のｙ方向の一方（マイナス側）の端部にｚ方向に並んで配置されている。酸化剤ガス入口連通孔２６ｂおよび燃料ガス出口連通孔２７ａは、枠部材１４のｙ方向の他方（プラス側）の端部にｚ方向に並んで配置されている。

[0017] 第１セパレータ１２の酸化剤ガス出口連通孔２０ａおよび酸化剤ガス入口連通孔２０ｂと、第２セパレータ１３の酸化剤ガス出口連通孔２１ａおよび酸化剤ガス入口連通孔２１ｂとは、枠部材１４の酸化剤ガス出口連通孔２６ａおよび酸化剤ガス入口連通孔２６ｂを間に挟んで、互いに対向するように配置されている。第１セパレータ１２の燃料ガス出口連通孔２２ａおよび燃料ガス入口連通孔２２ｂと、第２セパレータ１３の燃料ガス出口連通孔２３ａおよび燃料ガス入口連通孔２３ｂとは、枠部材１４の燃料ガス出口連通孔２７ａおよび燃料ガス入口連通孔２７ｂを間に挟んで、互いに対向するように配置されている。

[0018] なお、第１セパレータ１２，第２セパレータ１３および枠部材１４のそれぞれには、連通孔２２ｂ、２３，２７ｂと連通孔２０ａ、２１ａ、２６ａとの間および連通孔２０ｂ、２１ｂ、２６ｂと連通孔２２ａ、２３ａ、２７ａとの間

に、冷却媒体出口連通孔および冷却媒体入口連通孔が形成されている。第１セパレータ１２および第２セパレータ１３は、それぞれ一対の薄板の外周縁部同士を溶接などにより接合して構成される。冷却媒体は、第１セパレータ１２の内部（一対の薄板の間）および第２セパレータ１３の内部をＹ方向に沿って流れる。

[0019] 第１セパレータ１２の一体化電極構造体１１と対向する面には、ｙ方向に延在する凹凸溝面２４が形成されている。凹凸溝面２４は、第１セパレータ１２と一体化電極構造体１１との間に、燃料ガス入口連通孔２２ｂと燃料ガス出口連通孔２２ａとに連通する燃料ガス流路を形成する。

[0020] 同様に、第２セパレータ１３の一体化電極構造体１１と対向する面には、ｙ方向に延在する凹凸溝面２５が形成されている。凹凸溝面２５は、第２セパレータ１３と一体化電極構造体１１との間に、酸化剤ガス入口連通孔２１ｂと酸化剤ガス出口連通孔２１ａとに連通する酸化剤ガス流路を形成する。

[0021] 図２は、図１に示す発電セル１０のＡ－Ａ線に沿った断面図の一部であり、第１セパレータ１２および第２セパレータ１３の凹凸溝面２４，２５の断面図である。セパレータ１２，１３はそれぞれ、一対の薄板ＰＬ１，ＰＬ２を接合して構成されるが、図２には、第１セパレータ１２の一方（一体化電極構造体１１側）の薄板ＰＬ１と、第２セパレータ１３の一方（一体化電極構造体１１側）の薄板ＰＬ２が示される。

[0022] 凹凸溝面２４，２５は、プレス成形で形成される。第１セパレータ１２（薄板ＰＬ１）の凹凸溝面２４は、ｙ方向に延在する複数の凸部２４ａおよび凹部２４ｂがｚ方向に交互に形成されている。凹部２４ｂと一体化電極構造体１１の対向面との間に燃料ガス流路３０が形成される。同様に、第２セパレータ１３（薄板ＰＬ２）の凹凸溝面２５は、ｙ方向に延在する複数の凸部２５ａおよび凹部２５ｂがｚ方向に交互に形成されている。凹部２５ｂと一体化電極構造体１１の対向面との間に酸化剤ガス流路３１が形成される。

[0023] なお、図２には、第１セパレータ１２の薄板ＰＬ１を挟んで燃料ガス流路３０の反対側には、凸部２４ａによって冷却流路が形成され、冷却流路に沿って

冷却媒体が流れる。同様に、第２セパレータ１３の薄板ＰＬ２を挟んで酸化剤ガス流路３１の反対側には、凸部２５ａによって冷却流路が形成され、冷却流路に沿って冷却媒体が流れる。

[0024] 薄板ＰＬ１と薄板ＰＬ２は互いに同一形状であり、ｘ軸方向において薄板ＰＬ１を反転すると薄板ＰＬ２になる。また、凸部２４ａ、２５ａと凹部２４ｂ、２５ｂは互いに同一形状であり、ｘ軸方向において凸部２４ａ、２５ａを反転すると凹部２４ｂ、２５ｂになる。ただし、薄板ＰＬ１と薄板ＰＬ２、および凸部２４ａ、２５ａと凹部２４ｂ、２５ｂは、互いに同一形状でなくても良い。第１および第２セパレータ１２，１３に用いられる金属薄板ＰＬ１，ＰＬ２の板厚は例えば０．１ｍｍ程度である。また、凹部２４ｂ，２５ｂのピッチ（ｚ方向の間隔）は例えば１ｍｍ程度であり、凹凸部分の高さ（ｘ方向の幅）は例えば０．５ｍｍ程度である。

[0025] 第１セパレータ１２および第２セパレータ１３は、金属薄板をプレス成形することにより形成される。本実施の形態におけるプレス成形方法は、予備成形工程と、形状成形工程とを含む。

[0026] （第１のプレス金型の構成）

図３は、予備成形工程に使用される第１プレス金型の断面形状を示す図である。第１プレス金型は、被加工ワークである金属薄板１００（薄板ＰＬ１，ＰＬ２に相当）がセットされる金型（以下では、ダイと呼ぶことにする）４と、ダイ４の方向に移動して金属薄板１００を押圧する金型（以下ではパンチと呼ぶことにする）５とを備える。

[0027] ダイ４およびパンチ５のそれぞれには、金属薄板１００を押圧する凸部４０，５０が複数設けられる。ダイ４の凸部４０は、パンチ５に対向する平面部（ダイ平面部）４３からパンチ５に向けて突出するように形成される。パンチ５の凸部５０は、ダイ４に対向する平面部（パンチ平面部）５３からダイ４に向けて突出するように形成される。

[0028] 上述したように、セパレータ１２、１３の凸部２４ａ、２５ａと凹部２４ｂ、２５ｂとは、ｘ軸方向において互いに反転した形状である（図２）。そ

のため、ダイ４の凸部４０とパンチ５の凸部５０とは、同一形状（ｘ軸方向において対称な形状）に構成される。複数の凸部４０は、所定ピッチＰでｚ軸方向に配置される。同様に複数の凸部５０も凸部４０と同一のピッチＰで、ｚ軸方向に配置される。ただし、凸部５０は、凸部４０に対してｚ軸方向にＰ／２ピッチ寸法だけずれて配置される。凸部４０，５０の高さ寸法はＨで、幅寸法はＷである。

[0029] 凸部４０の頂部は、上に凸の凸曲面４１で構成されている。また、凸部５０の頂部は、下に凸の凸曲面５１で構成されている。図３に示す例では、凸曲面４１，５１は、断面形状が円弧の曲面を成している。上述したように、第１および第２セパレータ１２，１３の凸部２４ａ，２５ａと凹部２４ｂ，２５ｂとは対称形状であるので、これらを成形するための凸部４０の凸曲面４１と凸部５０の凸曲面５１とは、面の向きが異なるだけで同一形状の曲面である。

[0030] （予備成形工程の説明）

図４～６は予備成形工程を説明する図である。図４，５は、予備成形工程の途中の押圧状態を示す図である。一方、図６は、予備成形工程の最終的な押圧状態を示す図である。図３の状態においてパンチ５をダイ４の方向へ降下させると、凸部５０の頂部（凸曲面５１）が金属薄板１００の上面に当接する。

[0031] さらに、図４に示す押圧状態までパンチ５を降下させると、主に、パンチ５の凸部５０の凸曲面５１が当接する領域Ｒ２１、および、ダイ４の凸部４０の凸曲面４１が当接する領域Ｒ１１の材料が伸びるように、金属薄板１００がプレス成形される。すなわち、凸曲面４１，５１が当接している部分に押圧力が付与されると、押圧力により主にその部分の材料が引き延ばされて肉厚が減少する。その結果、金属薄板１００は、凸部５０が当接する部分が下に凸に変形し、凸部４０が当接する部分が上に凸に変形する。

[0032] 図５は、図４に示す状態からパンチ５をさらに降下させた状態を示す。パンチ５がさらに降下すると、金属薄板１００に対する凸曲面４１，５１の当接領域が図４の押圧状態よりも拡がる。すなわち、パンチ５の降下に従って凸曲

面４１，５１の当接領域が徐々に拡がる。したがって、図５においてダイ４の凸曲面４１およびパンチ５の凸曲面５１が金属薄板１００に当接する領域Ｒ１２，Ｒ２２は、Ｒ１２＞Ｒ１１およびＲ２２＞Ｒ２１になる。

[0033] 図６は、図５に示す状態からパンチ５をさらに降下させた、予備成形工程の最終的な押圧状態を示す。図６の状態においては、ダイ４とパンチ５との距離Ｄを決定する不図示の位置決め部によって、パンチ５の降下は停止される。予備成形後の金属薄板１００には、凸部４０の凸曲面４１による押圧領域（領域Ｒ１３）を頂部とする上に凸の第１張り出し部Ｃ１と、凸部５０の凸曲面５１による押圧領域（領域Ｒ２３）を頂部とする下に凸の第２張り出し部Ｃ２とが形成される。なお、予備成形後の波形状の金属薄板１００の、高さ方向中央から上側を第１張り出し部Ｃ１とし、高さ方向中央から下側を第２張り出し部Ｃ２とする。予備成形工程では、主に、押圧力が付与される領域Ｒ１３，Ｒ２３が変形し、その部分の肉厚が若干減少する。

[0034] 図６に示す例では、予備成形工程の成形品の高さが、目標高さ（図２に示す完成品の高さ）と同じになるように、平面部４３から平面部５３までの距離Ｄが、Ｄ＝Ｈ０に設定される。そのため、平面部４３，５３と波形に成形された金属薄板１００の頂部との間に、隙間は生じていない。このように、Ｄ＝Ｈ０となるように凸部４０，５０の高さ寸法Ｈ（図３）を設定することが好ましい。しかしながら、例えば、平面部４３，５３と、波形に成形された薄板１００の頂部との間に隙間が生じるように、高さ寸法をＨ０＋ΔＨのように若干大きく設定しても良い。

[0035]（第２のプレス金型の構成）

図７は、形状成形工程に使用される第２プレス金型の断面形状を示す図である。第２プレス金型は、予備成形工程終了後の波形の金属薄板１００がセットされるダイ６と、ダイ６の方向に移動して金属薄板１００を押圧するパンチ７とを備える。第１のプレス金型（第１の金型）と第２のプレス金型（第２の金型）とを区別するため、第１のプレス金型のダイ４およびパンチ５を、それ

ぞれ第１ダイおよび第１パンチと呼び、第２のプレス金型のダイ６およびパンチ７を、それぞれ第２ダイおよび第２パンチと呼ぶことがある。

[0036] ダイ６およびパンチ７のそれぞれには、金属薄板１００を押圧するための凸部６０，７０が複数設けられている。ダイ６の凸部６０は、パンチ７に対向する平面部６３からパンチ７に向けて突出するように形成される。パンチ７の凸部７０は、ダイ６に対向する平面部７３からダイ６に向けて突出するように形成される。ダイ６の凸部６０とパンチ７の凸部７０とは、同一形状（ｘ軸方向において対称な形状）に構成される。

[0037] 複数の凸部６０は、ダイ４の場合と同一のピッチＰでｚ軸方向に配置される。複数の凸部７０も凸部６０と同一のピッチＰで、ｚ軸方向に配置される。また、凸部７０は、凸部６０に対してｚ軸方向にＰ／２ピッチずれて配置される。凸部６０，７０の高さ寸法はＨで、幅寸法はＷ１である。

[0038] 凸部６０の頂部は、平面部６１と、平面部６１のｚ軸方向の両端に設けられた曲面部６２とで構成される。また、凸部７０の頂部は、平面部７１と、平面部７１のｚ軸方向の両端に設けられた曲面部７２とで構成される。凸部６０，７０の形状は互いに同一形状であり、ｘ軸方向において凸部６０を反転させると凸部７０になる。

[0039] ダイ６上には、予備成形工程（図６）の終了後の波形状の金属薄板１００が図７に示すようにセットされる。波形状の金属薄板１００における領域Ｒ１３は、予備成形工程においてダイ４の凸部４０により押圧された領域である。また、領域Ｒ２３は、予備成形工程においてパンチ５の凸部５０により押圧された領域である。凸部４０，５０により押圧された領域Ｒ１３，Ｒ２３では、成形による金属薄板１００の厚さ減少が、押圧されていない領域に比べて大きい。

[0040] 形状成形工程に用いるダイ６の凸部６０の幅寸法Ｗ１は、平面部６１のｚ軸方向の両端に形成された曲面部６２が金属薄板１００の領域Ｒ１３の外側の領域、つまり外側領域（予備成形工程における厚さ減少が比較的小さな領域）に当接するように設定される。すなわち、Ｗ１＞Ｗのように設定される。パンチ

７の凸部７０に関しても凸部６０の場合と同様で、幅寸法がＷ１（＞Ｗ）に設定され、平面部７１のｚ軸方向の両端の曲面部７２は金属薄板１００の領域Ｒ２３の外側の領域、つまり外側領域に当接する。

[0041]（形状成形工程の説明）

図７においてパンチ７をダイ６の方向へ降下させると、凸部７０の頂部両端の曲面部７２が、波形状の金属薄板１００の領域Ｒ２３の外側の領域に当接して押圧される。パンチ７の曲面部７２は、領域Ｒ２３を頂部とする下に凸の張り出し部（第２張り出し部Ｃ２）の凹側の面において、領域Ｒ２３の外側の領域に当接する。同様に、ダイ６の凸部６０の頂部両端の曲面部６２は、波形の金属薄板１００の領域Ｒ１３の外側の領域に当接して押圧される。ダイ６の曲面部６２は、領域Ｒ１３を頂部とする上に凸の張り出し部（第１張り出し部Ｃ１）の凹側の面において、領域Ｒ１３の外側の領域に当接する。

[0042] さらにパンチ７を降下させると、凸部７０の平面部７１に対向する領域Ｒ２３が、すなわち第２張り出し部Ｃ２の頂部が、ダイ６の平面部６３と平面部７１とに挟まれて平坦化される。凸部６０の平面部６１に対向する領域Ｒ１３についても、領域Ｒ２３の場合と同様に、第１張り出し部Ｃ１が平面部６１と平面部７３とに挟まれて平坦化される。最終的にパンチ７は図８に示す位置まで降下し、形状成形工程が終了する。金属薄板１００は、図２に示す凹凸溝面２４，２５と同一の凹凸形状に形成される。

[0043] 形状成形工程においては、主に、曲面部６２，７２により金属薄板１００が押圧されている領域において厚さが減少する。金属薄板１００は予備成形工程により波形状に形成されているので、図７の成形開始から図８の成形終了までのパンチ７の移動距離は、予備成形工程けるパンチ５の移動距離に比べて小さい。また、曲面部６２，７２により押圧される領域は領域Ｒ１３，Ｒ２３の外側の領域なので、予備成形工程における肉厚の減少は非常に小さい。そのため、予備成形工程および形状成形工程を含む全工程における、曲面部６２，７２により押圧されている領域の肉厚減少を小さく抑えることができる。また、曲面部６２，６２または７２，７２の間にある図７の領域Ｒ１３またはR２３

においては、曲面部６２，６２または７２，７２の押圧領域に挟まれて金属薄板１００の外側への流動が阻止されるので、金属薄板１００の肉厚の変化は非常に少ない。

[0044] 上述のように、形状成形工程においては、主に、曲面部６２，７２により押圧される領域において、金属薄板１００の厚さが減少する。曲面部６２，７２は、領域Ｒ１３，Ｒ２３の外側の領域を押圧するので、形状成形工程では、予備成形工程により厚さが減少した領域Ｒ１３，Ｒ２３の肉厚減少を抑えつつ、金属薄板１００の形状成形を行うことができる。

[0045] 図８に示すように、形状成形工程後の成形完成品は、ダイ６の凸部６０の平面部６１および曲面部６２（図７参照）に倣うように成形された頂部８１と、パンチ７の凸部７０の平面部７１および曲面部７２（図７参照）に倣うように成形された頂部８２と、頂部８１と頂部８２とを連結する側壁部８３とを有する。頂部８１，８２の平坦部８１ａ，８２ａは、予備成形で形成された領域Ｒ１３，Ｒ２３の曲面形状部分が平坦化されたものであり、形状成形工程では肉厚はほとんど変化しない。また、頂部８１，８２の両端のＲ形状部８１ｂ，８２ｂは、形状成形工程において形成されたものである。

[0046] このように、成形完成品の頂部８１，８２の各部は、予備成形工程または形状成形工程で成形されたものである。すなわち、頂部８１，８２は本実施形態のプレス成形における押圧領域である。成形による肉厚減少は頂部８１，８２の全域に分散され、局部的な肉厚減少が抑制される。また、予備成形工程および形状成形工程に亘って側壁部８３には押圧力が付与されないので、側壁部８３の肉厚減少を極力抑えることができる。押圧力が付与されない部位は、予備成形工程および形状成形工程において、ダイ６の凸部６０とパンチ７の凸部７０との間で金属薄板１００を押圧しない隙間Ｇ（図８参照）が形成されていることで実現される。すなわち、隙間Ｇが形成されているので、互いに離間した頂部８１，８２（本実施形態のプレス成形における押圧領域）の間に押圧力が付与されない領域（側壁部８３）が生じる。

[0047] 以上のように、本実施の形態のプレス成形方法によれば、側壁部８３の肉厚減少が抑えられると共に、成形完成品の全体的な肉厚減少の程度を小さく抑えることができる。その結果、プレス成形における加工精度の向上を図ることができ、肉厚検査の省略が可能となる。

[0048] なお、予備成形工程で押圧力を与える領域Ｒ１３，Ｒ２３の大きさ設定については、肉厚減少を分散させる目的から、可能な限り大きく設定することが好ましい。具体的には、図７に示す領域Ｒ１３，Ｒ２３の境界が、凸部６０，７０の曲面部６２，７２の内側かつ近傍となるように、ダイ４およびパンチ５の凸部４０，５０の幅寸法Ｗを設定することが好ましい。

[0049] また、上述した実施形態では、凸部４０，５０の頂部に形成された凸曲面４１，５１の形状について、断面形状が円弧である凸曲面を例に説明したが、種々の凸曲面形状に設定することが可能である。例えば、断面形状が正弦波形状（正弦波曲面の頂部領域の形状）である場合には、領域Ｒ１３，Ｒ２３における肉厚減少を抑制する効果が大きい。したがって、凸曲面４１，５１の形状は正弦波形状であってもよい。

[0050] 以上説明した各種の実施の形態や変形例はあくまでも一例であり、発明の特徴を損なわない限り、本発明はこれらの内容に限定されるものではない。本発明の技術的思想の範囲内で考えられるその他の態様も本発明の範囲内に含まれる。

符号の説明

[0051] ４　ダイ、５　パンチ、１０　発電セル、１１　一体化電極構造体、１２　第１セパレータ、１３　第２セパレータ、２４，２５　凹凸溝面、２４ａ，２５ａ，４０，５０，６０，７０　凸部、２４ｂ，２５ｂ　凹部、４１，５１　凸曲面、４３，５３，６１，６３，７１，７３　平面部、６２，７２　曲面部、８１，８２　頂部、８１ａ，８２ａ　平坦部、８１ｂ，８２ｂ　Ｒ形状部、８３　側壁部、１００　金属薄板、Ｃ１，Ｃ２　張り出し部、Ｒ１１，Ｒ１２，Ｒ１３，Ｒ２１，Ｒ２２，Ｒ２３　領域

請求の範囲

[請求項1] 凸曲面を金属板に押圧して、前記凸曲面による押圧領域を頂部とする張り出し部を形成する予備成形工程と、

前記張り出し部における前記押圧領域の両側の外側領域を押圧して、平坦化された前記頂部と、該頂部に連なり押圧力が付与されない側壁部と、を有する金属板を成形する形状成形工程と、を含む金属板のプレス成形方法。

[請求項2] 請求項１に記載の金属板のプレス成形方法において、

前記予備成形工程では、前記張り出し部の高さが前記形状成形工程後の前記金属板における目標高さとなるように成形する、金属板のプレス成形方法。

[請求項3] 請求項２に記載の金属板のプレス成形方法において、

前記予備成形工程では、

第１ダイ凸部で前記金属板の一方の面を押圧して、前記金属板の他方の面が突出する第１張り出し部を形成し、

前記第１ダイ凸部による前記押圧領域と離間した異なる領域において、第１パンチ凸部により前記金属板の他方の面を押圧して、前記金属板の一方の面が突出する第２張り出し部を形成し、

前記第１ダイ凸部および前記第１パンチ凸部のそれぞれの頂部に前記凸曲面を形成する、金属板のプレス成形方法。

[請求項4] 請求項３に記載の金属板のプレス成形方法において、

前記形状成形工程では、

ダイ平面部から突出して設けられ、凸部頂面が平面で構成された第２ダイ凸部を有するダイと、パンチ平面部から突出して設けられ、凸部頂面が平面で構成された第２パンチ凸部を有するパンチと、を用いてプレス成形し、

前記パンチ平面部で前記第１張り出し部を前記目標高さに規制しつつ、前記第１張り出し部の凹側の面の前記外側領域を前記第２ダイ凸部の前記凸部頂面の両端で押圧し、

前記ダイ平面部で前記第２張り出し部を前記目標高さに規制しつつ、前記第２張り出し部の凹側の面の前記外側領域を前記第２パンチ凸部の前記凸部頂面の両端で押圧する、金属板のプレス成形方法。

[請求項5] 請求項３に記載の金属板のプレス成形方法において、

前記第１ダイ凸部および前記第１パンチ凸部に形成された前記凸曲面の曲面形状は、正弦波曲面の頂部領域の形状に設定されている、金属板のプレス成形方法。

[請求項6] 請求項１または２に記載の金属板のプレス成形方法を行うプレス装置であって、

前記予備成形工程に用いられる第１の金型は、

ダイ平面部から突出して設けられ、凸部頂面が前記凸曲面で構成された第１ダイ凸部を有する第１ダイと、

パンチ平面部から突出して設けられ、凸部頂面が前記凸曲面で構成された第１パンチ凸部を有する第１パンチとで構成され、

前記形状成形工程に用いられる第２の金型は、

ダイ平面部から突出して設けられ、凸部頂面が平面で構成された第２ダイ凸部を有する第２ダイと、

パンチ平面部から突出して設けられ、凸部頂面が平面で構成された第２パンチ凸部を有する第２パンチとで構成される、プレス装置。

補正された請求の範囲（条約第19条）

2024年7月2日（ 02.07.2024 ） 国際事務局受理

[請求項1] [補正後] 凸曲面を金属板に押圧して、前記凸曲面による押圧領域を頂部とする張り出し部を形成する予備成形工程と、

前記張り出し部における前記押圧領域の両側の外側領域を押圧して、平坦化された前記頂部と、該頂部に連なり押圧力が付与されない側壁部と、を有する金属板を成形する形状成形工程と、を含む金属板のプレス成形方法であって、

前記予備成形工程では、前記張り出し部の高さが前記形状成形工程後の前記金属板における目標高さとなるように成形する、金属板のプレス成形方法。

[請求項2] [削除]

[請求項3] [補正後] 請求項１に記載の金属板のプレス成形方法において、

前記予備成形工程では、

第１ダイ凸部で前記金属板の一方の面を押圧して、前記金属板の他方の面が突出する第１張り出し部を形成し、

前記第１ダイ凸部による前記押圧領域と離間した異なる領域において、第１パンチ凸部により前記金属板の他方の面を押圧して、前記金属板の一方の面が突出する第２張り出し部を形成し、

前記第１ダイ凸部および前記第１パンチ凸部のそれぞれの頂部に前記凸曲面を形成する、金属板のプレス成形方法。

[請求項4] 請求項３に記載の金属板のプレス成形方法において、

前記形状成形工程では、

ダイ平面部から突出して設けられ、凸部頂面が平面で構成された第２ダイ凸部を有するダイと、パンチ平面部から突出して設けられ、凸部頂面が平面で構成された第２パンチ凸部を有するパンチと、を用いてプレス成形し、

前記パンチ平面部で前記第１張り出し部を前記目標高さに規制しつつ、前記第１張り出し部の凹側の面の前記外側領域を前記第２ダイ凸部の前記凸部頂面の両端で押圧し、

前記ダイ平面部で前記第２張り出し部を前記目標高さに規制しつつ、前記第２張り出し部の凹側の面の前記外側領域を前記第２パンチ凸部の前記凸部頂面の両端で押圧する、金属板のプレス成形方法。

[請求項5] 請求項３に記載の金属板のプレス成形方法において、

前記第１ダイ凸部および前記第１パンチ凸部に形成された前記凸曲面の曲面形状は、正弦波曲面の頂部領域の形状に設定されている、金属板のプレス成形方法。

[請求項6] [補正後] 請求項１に記載の金属板のプレス成形方法を行うプレス装置であって、

前記予備成形工程に用いられる第１の金型は、

ダイ平面部から突出して設けられ、凸部頂面が前記凸曲面で構成された第１ダイ凸部を有する第１ダイと、

パンチ平面部から突出して設けられ、凸部頂面が前記凸曲面で構成された第１パンチ凸部を有する第１パンチとで構成され、

前記形状成形工程に用いられる第２の金型は、

ダイ平面部から突出して設けられ、凸部頂面が平面で構成された第２ダイ凸部を有する第２ダイと、

パンチ平面部から突出して設けられ、凸部頂面が平面で構成された第２パンチ凸部を有する第２パンチとで構成される、プレス装置。

条約第19条（1）に基づく説明書

１．補正の内容

（１）請求項１に、請求項２に記載の構成を組み入れました。

（２）請求項２を削除しました。

（３）請求項３の「請求項２」を「請求項１」と補正しました。

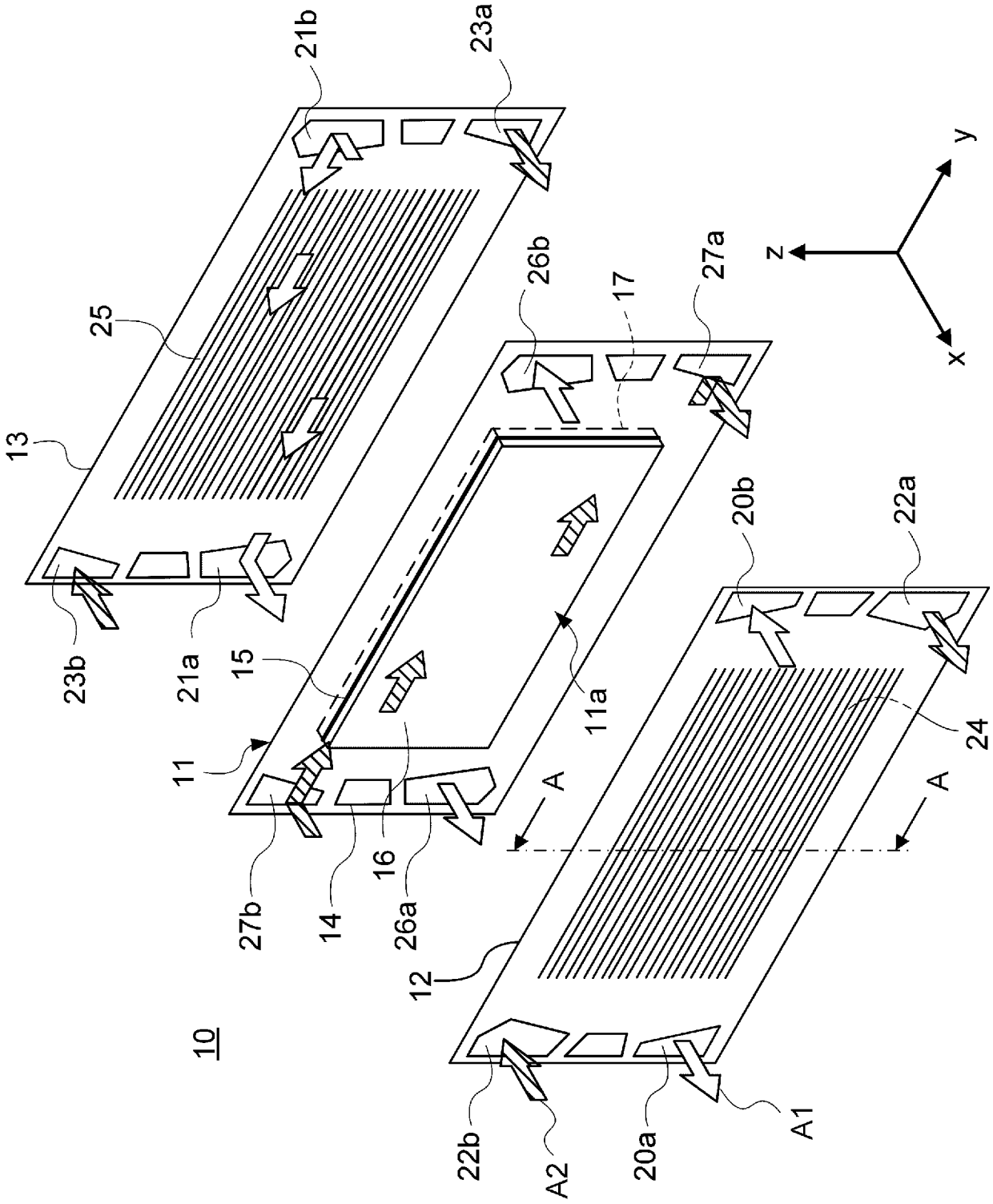
（４）請求項６の「請求項１または２」を「請求項１」と補正しました。

２．説明

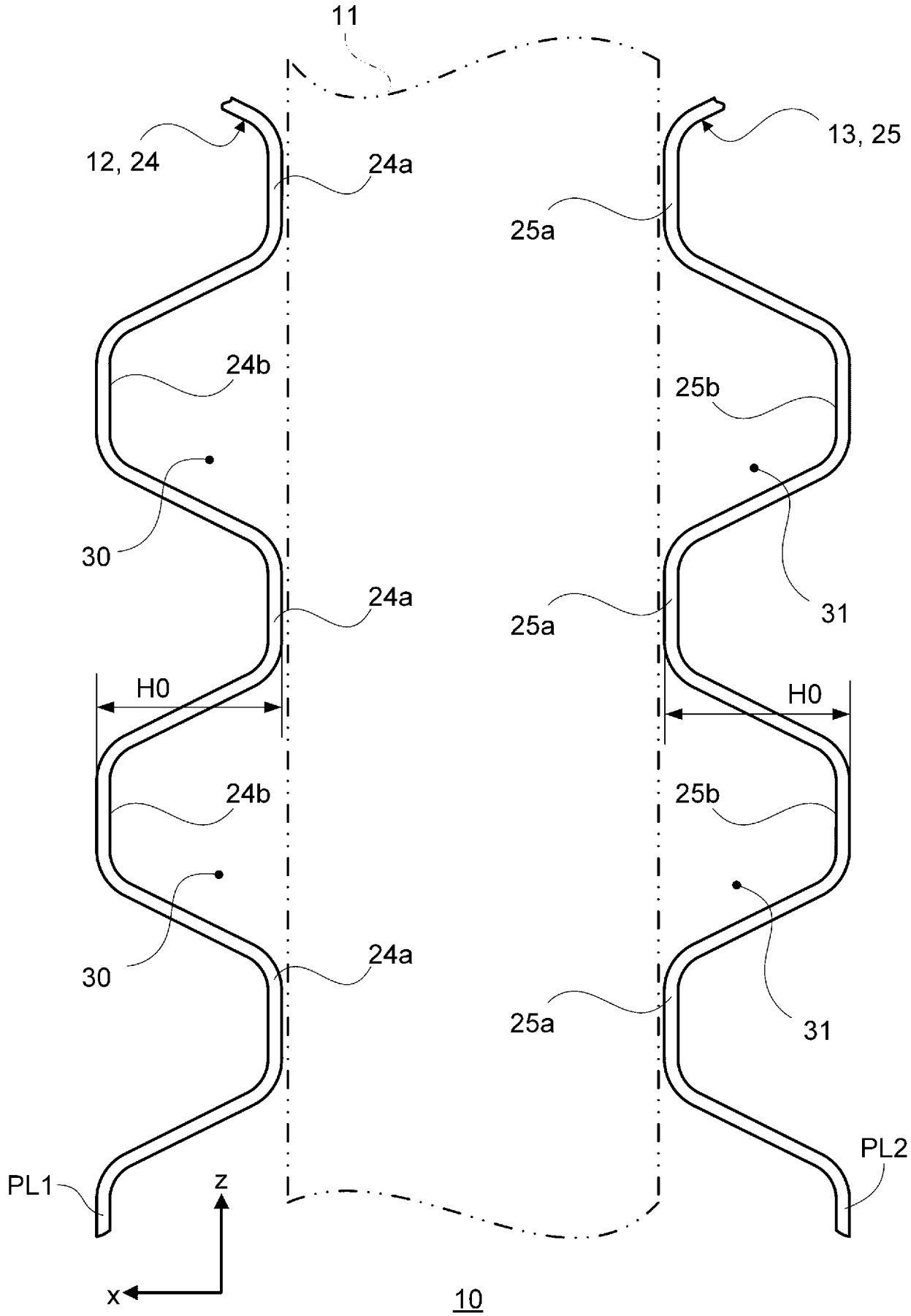
請求項１に組み入れた上記構成は、いずれの引用文献にも記載されていません。

本発明は、この構成により、形状成形工程において金属板の高さの変化が抑えられ、肉厚減少を抑えることができます。

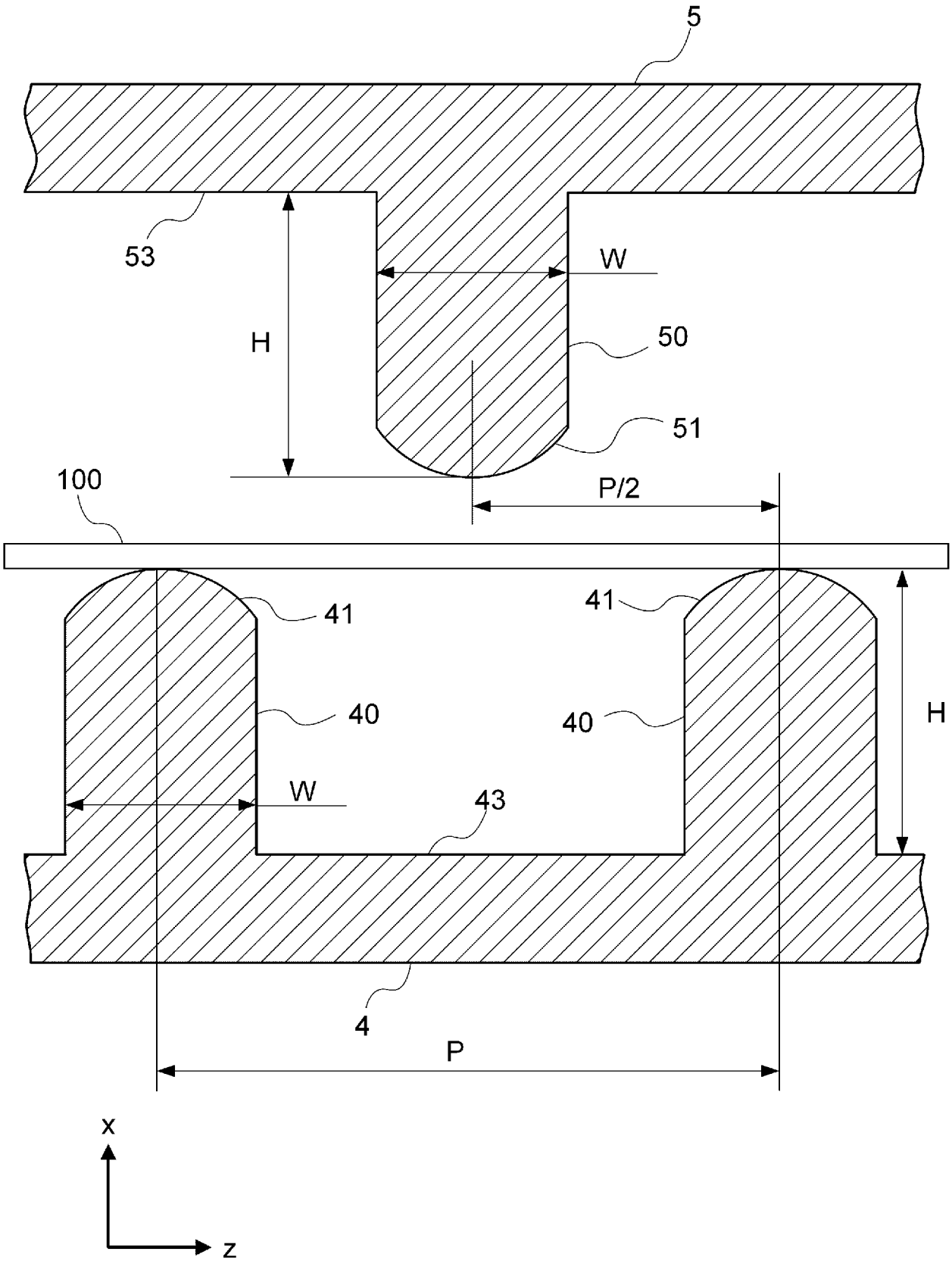
[図 1]


21b
23a
y
z
x
25
26b
17
27a
13
20b
22a
23b
21a
15
11a
24
11
A
A
27b
14
16
26a
12
10
22b
A2
20a
A1

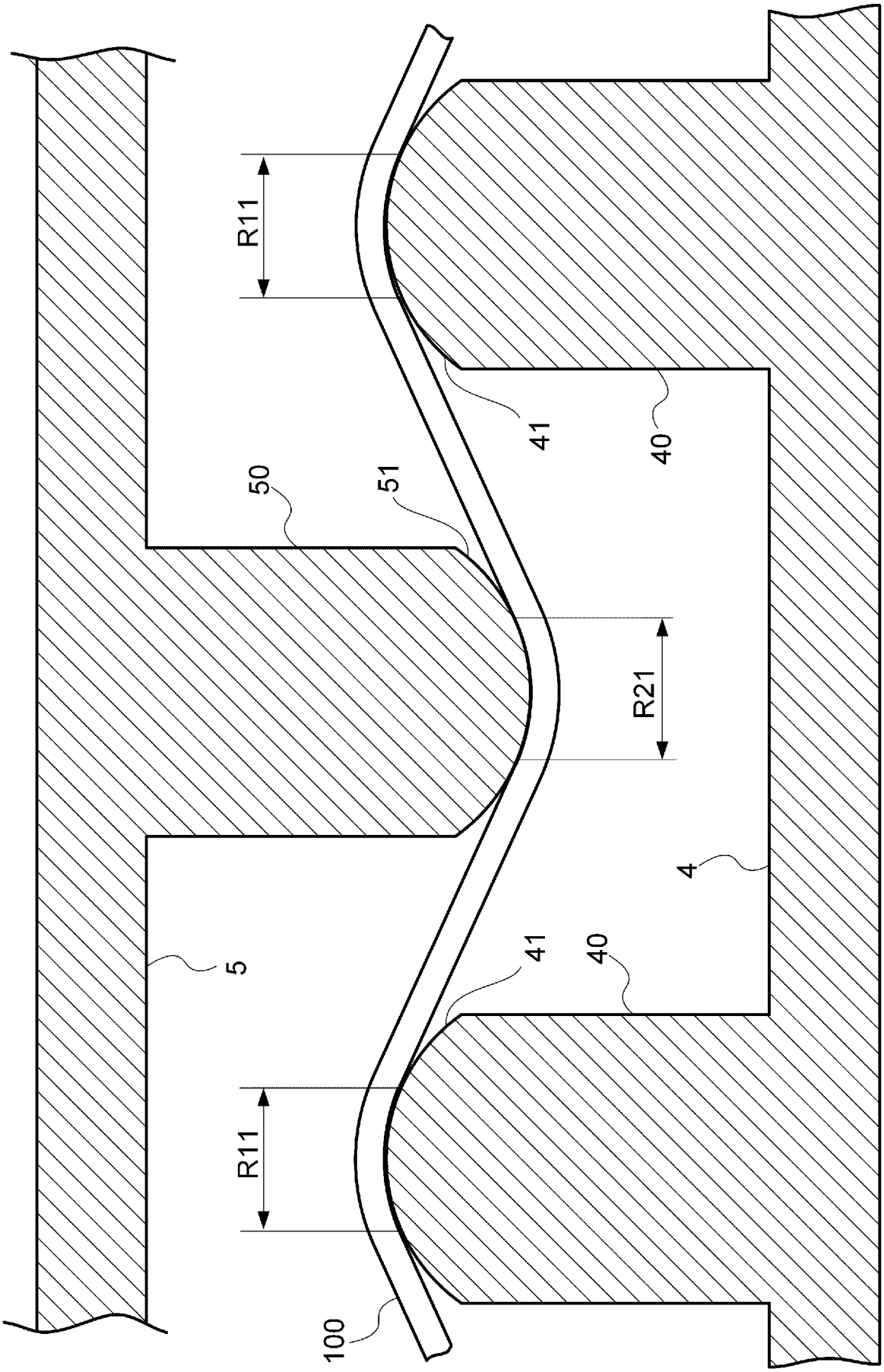
[図 2]


11
12, 24
24a
13, 25
25a
24b
25b
30
31
24a
25a
H0
H0
24b
25b
30
31
24a
25a
PL1
PL2
z
x
10

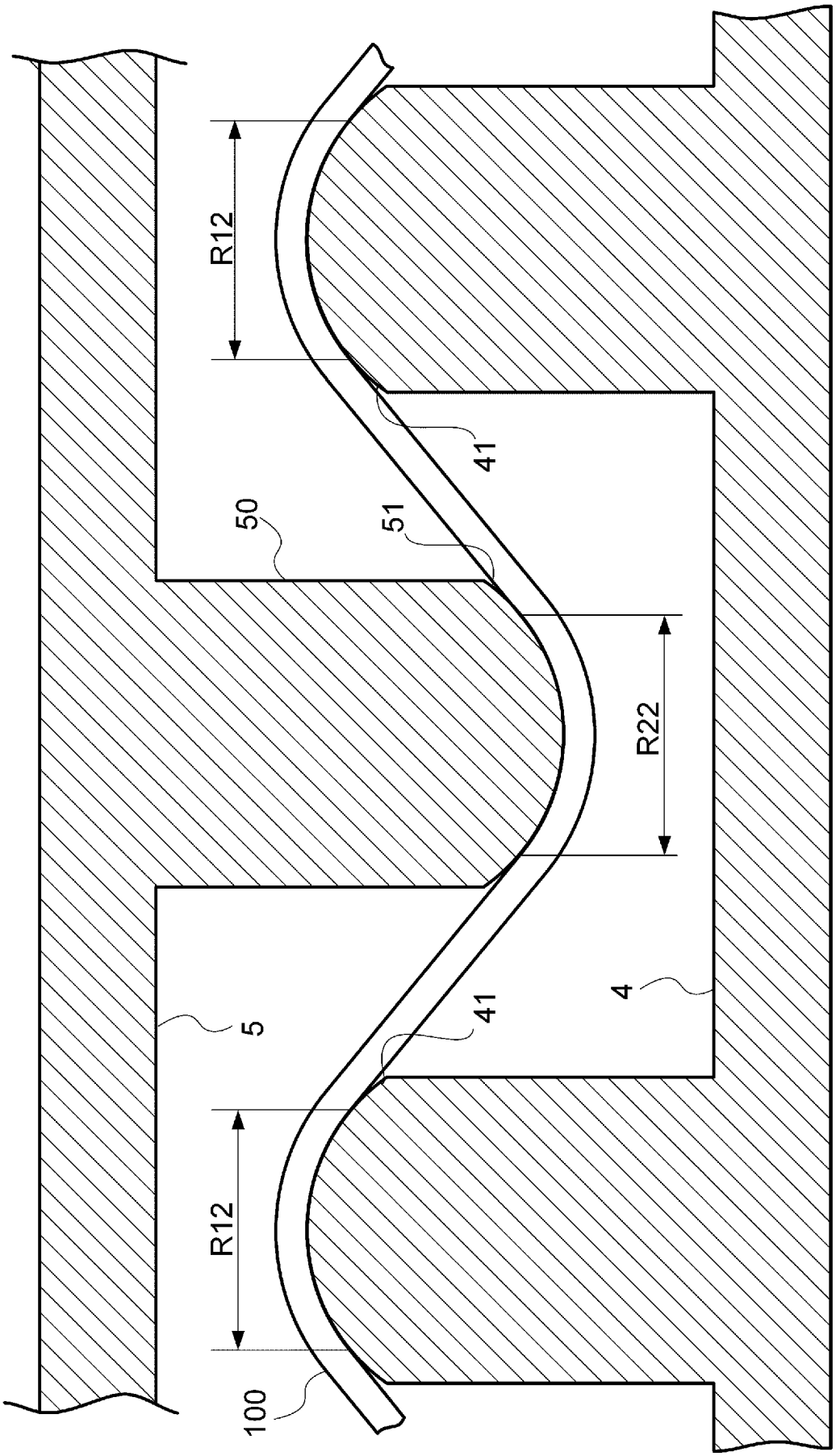
[図 3]



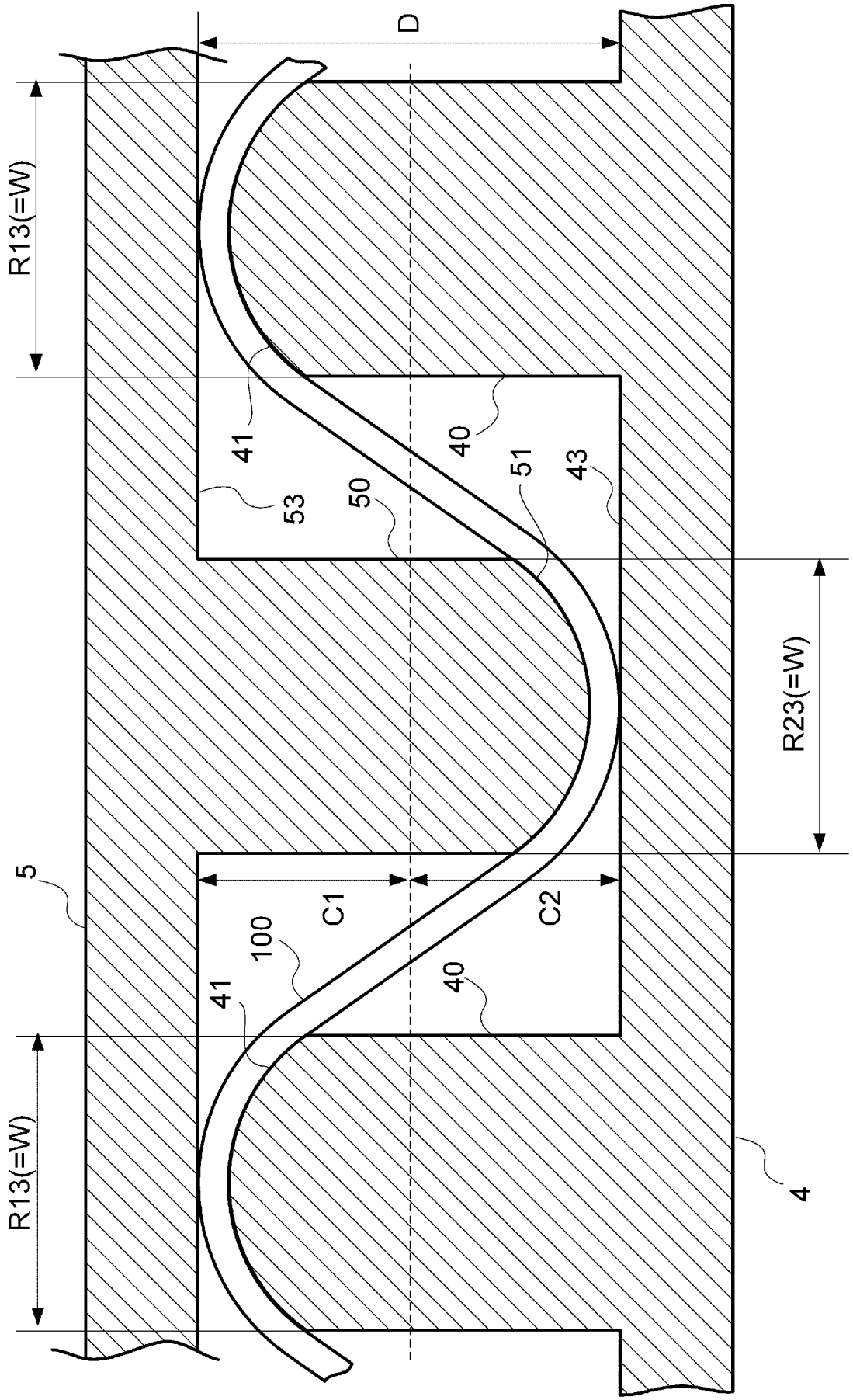
[図 4]



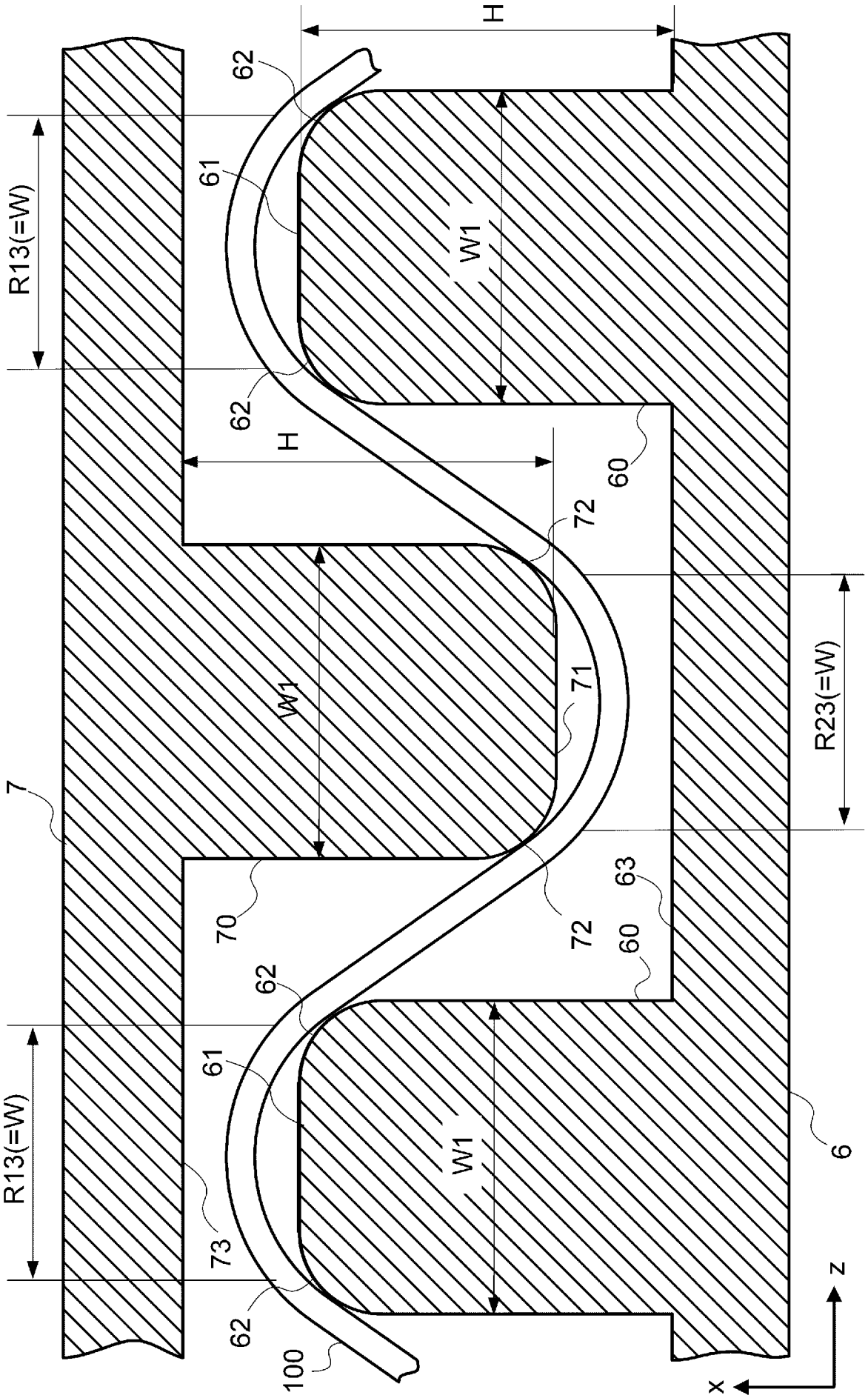
[図 5]



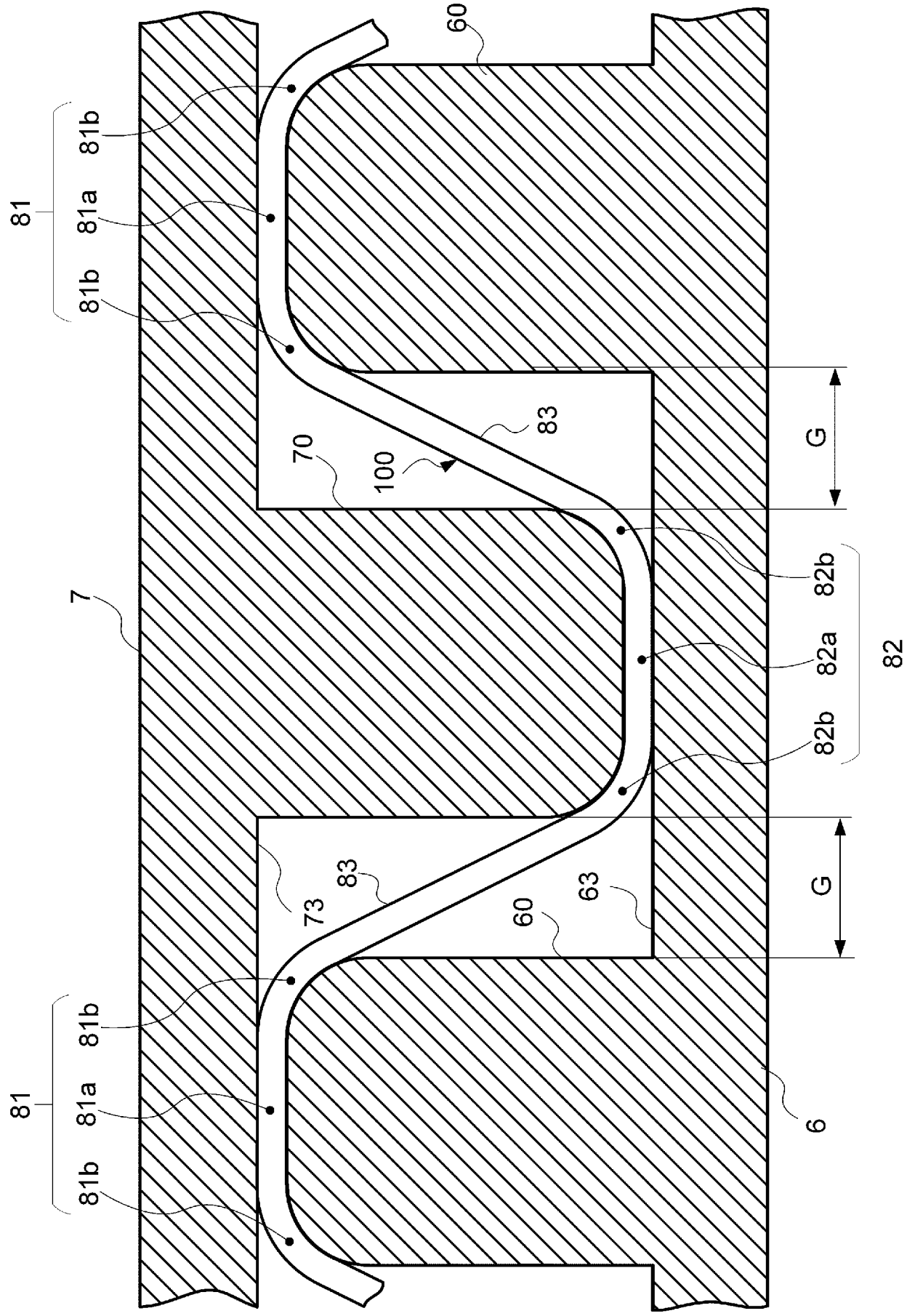
[図 6]



[図 7]


H
62
61
W1
R13(=W)
62
H
60
72
R23(=W)
W1
71
7
70
72
63
60
62
61
W1
6
R13(=W)
73
62
100
z
x

[図 8]


60
81
81b
81a
81b
83
70
100
G
7
82b
82a
82b
82
73
83
60
63
G
81
81b
81a
81b
6

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.
PCT/JP2024/005967

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

B21D 22/26(2006.01)i; ***B21D 13/02***(2006.01)i; ***B21D 22/02***(2006.01)i; ***B21D 24/00***(2006.01)i; ***H01M 8/0206***(2016.01)i
FI: B21D22/26 C; B21D13/02; B21D22/02 B; B21D24/00 F; H01M8/0206

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)

B21D22/26; B21D13/02; B21D22/02; B21D24/00; H01M8/0206

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

Published examined utility model applications of Japan 1922-1996
Published unexamined utility model applications of Japan 1971-2024
Registered utility model specifications of Japan 1996-2024
Published registered utility model applications of Japan 1994-2024

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 2021-159942 A (HONDA MOTOR CO., LTD.) 11 October 2021 (2021-10-11) paragraphs [0084]-[0099], fig. 10, 11, 13A, B	1-6
A	JP 2019-114515 A (TOYOTA AUTO BODY CO., LTD.) 11 July 2019 (2019-07-11) entire text, all drawings	1-6
A	JP 2005-243252 A (HONDA MOTOR CO., LTD.) 08 September 2005 (2005-09-08) entire text, all drawings	1-6

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

Date of the actual completion of the international search	Date of mailing of the international search report
15 March 2024	**09 April 2024**

Name and mailing address of the ISA/JP	Authorized officer
Japan Patent Office (ISA/JP) **3-4-3 Kasumigaseki, Chiyoda-ku, Tokyo 100-8915** **Japan**	Telephone No.

INTERNATIONAL SEARCH REPORT
Information on patent family members

International application No.
PCT/JP2024/005967

Patent document cited in search report	Publication date (day/month/year)	Patent family member(s)	Publication date (day/month/year)
JP 2021-159942 A	11 October 2021	US 2021/0299726 A1 paragraphs [0116]-[0130], fig. 10, 11, 13A, B CN 113458247 A	
JP 2019-114515 A	11 July 2019	(Family: none)	
JP 2005-243252 A	08 September 2005	(Family: none)	

国際調査報告

国際出願番号
PCT/JP2024/005967

A.　発明の属する分野の分類（国際特許分類（ＩＰＣ））

B21D 22/26(2006.01)i; B21D 13/02(2006.01)i; B21D 22/02(2006.01)i; B21D 24/00(2006.01)i;
H01M 8/0206(2016.01)i
FI: B21D22/26 C; B21D13/02; B21D22/02 B; B21D24/00 F; H01M8/0206

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））

B21D22/26; B21D13/02; B21D22/02; B21D24/00; H01M8/0206

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	１９７１－２０２４年
日本国実用新案登録公報	１９９６－２０２４年
日本国登録実用新案公報	１９９４－２０２４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 2021-159942 A (本田技研工業株式会社) 11.10.2021 (2021-10-11) 段落００８４－００９９、図１０－１１、図１３Ａ、Ｂ	1-6
A	JP 2019-114515 A (トヨタ車体株式会社) 11.07.2019 (2019-07-11) 全文,全図	1-6
A	JP 2005-243252 A (本田技研工業株式会社) 08.09.2005 (2005-09-08) 全文,全図	1-6

☐ 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
"D" 国際出願で出願人が先行技術文献として記載した文献
"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抵触するものではなく、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	国際調査報告の発送日
15.03.2024	09.04.2024

名称及びあて先
日本国特許庁(ISA/JP)
〒100-8915
日本国
東京都千代田区霞が関三丁目４番３号

権限のある職員（特許庁審査官）
永井　友子 3P 1775
電話番号 03-3581-1101 内線 3363

国際調査報告
パテントファミリーに関する情報

国際出願番号
PCT/JP2024/005967

引用文献	公表日	パテントファミリー文献	公表日
JP 2021-159942 A	11.10.2021	US 2021/0299726 A1 段落０１１６－０１３０、図１０－１１、図１３Ａ、Ｂ CN 113458247 A	
JP 2019-114515 A	11.07.2019	（ファミリーなし）	
JP 2005-243252 A	08.09.2005	（ファミリーなし）	