

(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
2016年9月22日(22.09.2016)

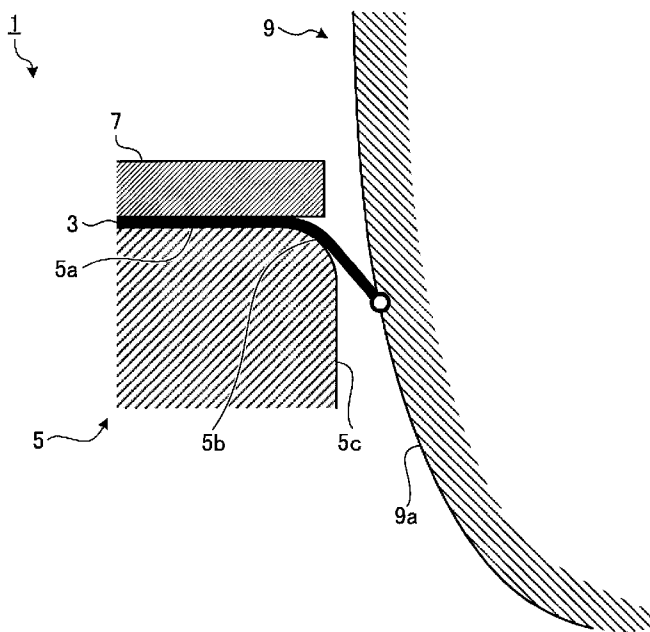


(10) 国際公開番号
WO 2016/147703 A1

- (51) 国際特許分類:
B21D 19/08 (2006.01)
 - (21) 国際出願番号: PCT/JP2016/052300
 - (22) 国際出願日: 2016年1月27日(27.01.2016)
 - (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 2015-054952 2015年3月18日(18.03.2015) JP
 - (71) 出願人: J F E スチール株式会社 (JFE STEEL CORPORATION) [JP/JP]; 〒1000011 東京都千代田区内幸町二丁目2番3号 Tokyo (JP).
 - (72) 発明者: 揚場 遼 (AGEBA, Ryo); 〒1000011 東京都千代田区内幸町二丁目2番3号 J F E スチール株式会社 知的財産部内 Tokyo (JP). 石渡 亮伸 (ISHIWATARI, Akinobu); 〒1000011 東京都千代田区内幸町二丁目2番3号 J F E スチール株式会社 知的財産部内 Tokyo (JP). 平本 治郎 (HIRAMOTO, Jiro); 〒1000011 東京都千代田区内幸町二丁目2番3号 J F E スチール株式会社 知的財産部内 Tokyo (JP).
 - (74) 代理人: 特許業務法人酒井国際特許事務所 (SAKAI INTERNATIONAL PATENT OFFICE); 〒1000013 東京都千代田区霞が関3丁目8番1号 虎の門三井ビルディング Tokyo (JP).
 - (81) 指定国 (表示のない限り、全ての種類の国内保護が可能): AE, AG, AL, AM, AO, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BH, BN, BR, BW, BY, BZ, CA, CH, CL, CN, CO, CR, CU, CZ, DE, DK, DM, DO, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, GT, HN, HR, HU, ID, IL, IN, IR, IS, KE, KG, KN, KP, KR, KZ, LA, LC, LK, LR, LS, LU, LY, MA, MD, ME, MG, MK, MN, MW, MX, MY, MZ, NA, NG, NI, NO, NZ, OM, PA, PE, PG, PH, PL, PT, QA, RO, RS, RU, RW, SA, SC, SD, SE, SG, SK, SL, SM, ST, SV, SY, TH, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA, UG, US, UZ, VC, VN, ZA, ZM, ZW.
 - (84) 指定国 (表示のない限り、全ての種類の広域保護が可能): ARIPO (BW, GH, GM, KE, LR, LS, MW, MZ, NA, RW, SD, SL, 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, 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))

(54) Title: PRESS-FORMING METHOD AND PRESS-FORMING TOOL

(54) 発明の名称: プレス成形 (press forming) 方法及びプレス成形金型 (tool of press forming)



(57) Abstract: The press-forming method of an aspect of the present invention has at least a top plate section and a vertical wall section that connects to the top plate section via a connecting section, and all or a part of the vertical wall section press forms a press-form article convexly curved as viewed from above toward the outer side of the press-form article using a die or punch. In the press-forming method, the distal end of a blank material is caused to be in constant contact with the vertical-wall-forming section of the die. Also, the vertical-wall-forming section forms a vertical wall section of the press-form article with the distal end of the blank material unbound except for said contact.

(57) 要約: 本発明の一態様であるプレス成形方法は、少なくとも天板部と、この天板部に接続部を介して連続する縦壁部とを有し、この縦壁部の全体もしくは一部がプレス成形品の外側に向かって平面視で凸状に湾曲したプレス成形品を、ダイとパンチでフォーム成形するものである。

る。このプレス成形方法において、ブランク材の先端部は、ダイの縦壁成形部に常に接触させる。かつ、ダイの縦壁成形部は、この接触以外にブランク材の先端部を拘束しない状態で、プレス成形品の縦壁部を成形する。

WO 2016/147703 A1

明 細 書

発明の名称：

プレス成形 (press forming) 方法及びプレス成形金型 (tool of press forming)

技術分野

[0001] 本発明は、金属板 (metal sheet) のプレス成形方法及びプレス成形金型に関し、特に、フォーム成形 (crash forming) においてしわ (wrinkles) の発生を抑制するプレス成形方法及びプレス成形金型に関する。

背景技術

[0002] 近年、環境問題に起因した車体の軽量化 (weight reduction of automotive body) のため、自動車部品 (automotive parts) に高強度鋼板 (high-strength steel sheet) が多用されつつある。自動車部品の製作には、製作コストに優れたプレス成形が用いられることが多いが、高強度鋼板は低強度な鋼板と比較し延性 (ductility) が劣るため、ブランク材 (blank) の先端部をブランクホルダー (blank holder) によって把持してしわ押さえ力 (blank holder force) を付与するドロウ成形 (deep drawing) においては、ブランク材の先端部近傍に大きな歪み (strain) が生じるので材料破断 (fracture of sheet) に至りやすい。

[0003] そのため、このような場合においては、ブランクホルダーを使用しない曲げ加工 (bending deformation) 主体のプレス成形であるフォーム成形を適用するケースが多い。しかしフォーム成形ではブランク材にかかる張力 (tension) がわずかであるため、部品形状に起因する材料余り (excess metal) がしわ発生の直接要因となり易く、所望形状のプレス成形品を得ることは難しい。

[0004] 特許文献1には、プレス加工によるL形製品の製造方法が示されている。当該方法によれば、しわ押さえパッド (pad for suppressing wrinkles) を使用してプレス加工することで、L形製品の上壁 (top portion) におけ

るしわの発生及び伸びフランジ成形 (stretch flange forming) における割れ (fracture) を回避することができる」とされている。

[0005] 特許文献2には、角部に円弧状部を有する部品を、縦壁 (side wall portion) にしわを発生させずに製造する方法が開示されている。当該方法は、円弧状部を成形しない中間成形品を作製する工程と、該工程により作製された中間成形品から円弧状部を絞り成形して角部を完成させる工程からなり、円弧状部に至らない部分にフランジ部のエッジ側から始まる切り欠き (incision) を1個以上入れることでしわの発生を回避することができる」とされている。

[0006] 特許文献3には、金属板素材 (steel blank sheet) をハット形断面 (hat-shaped cross section) に曲げ加工し、曲げ加工完了した直後に金属板素材の縦壁部に圧縮力 (compressive stress) を付与するようにしたプレス型 (tool of press forming) が開示されている。

先行技術文献

特許文献

[0007] 特許文献1：WO2012/070623号

特許文献2：特公平6-47135号公報

特許文献3：特開2005-254279号公報

発明の概要

発明が解決しようとする課題

[0008] プレス成形時に発生するしわを抑制する手法としては、プレス機とは別動力のしわ押さえパッド機構を用いて、しわが生じる部位に予めパッド荷重 (padding force) を付与しておくことで、材料余りによるブランク材の座屈 (buckling) を防止する方法がある。しかしながら、当該方法は、プレス成形初期にパンチ (punch) とパッドにより挟持することができる部品上面 (top portion of part) に適用することは可能であるが、プレス機の駆動方向に対して大きな傾斜角を有する部品縦壁 (side wall portion of part)

には適用できない。

[0009] 特許文献1に記載のプレス加工によるL形製品の製造方法は、パンチとパッドによってブランク材を挟圧し、そのままパッドの高さを維持することで上壁の湾曲部分 (curved portion) 近傍のしわを抑制するものであるが、製品上壁のみにおいてしわの発生を抑制できるものであって、縦壁にしわが発生するようなフォーム成形部品には適用できない。

[0010] 特許文献2に記載の方法は、部品の製造に少なくとも2工程が必要となるため生産性に難がある上、ブランク材に切り欠きを入れる必要があるので、本来得るべき部品形状と異なるものになってしまう問題があった。

[0011] 特許文献3に記載のプレス型は、上型に摺動 (sliding) 可能に取り付けられた吊りスライダ (suspended slider) によってダイ (die) の上曲げ刃 (bending blade) が横方向に移動し、縦壁部の上半分を挟持するとともに下半分を押圧して縦壁部を圧縮するものである。しかしながら、本願が扱う長手方向に対して外側に湾曲する縦壁部を有する部品のプレス成形では、曲げ加工する過程において縦壁部の湾曲の曲率 (curvature) が変化するため、前記プレス型の上曲げ刃の形状を曲げ加工過程における湾曲の曲率に併せて変化させなくてはならないが、特許文献3のプレス型では、上曲げ刃の形状を曲げ加工過程において変化させることはできない。そのため、特許文献3に記載のプレス型では外側に向かって平面視で凸状に湾曲する縦壁部を有するプレス成形品を製造することはできない。

[0012] 本発明は、上記の事情に鑑みてなされたものであって、プレス成形品の長手方向の外側に向かって平面視で凸状に湾曲する縦壁部を有するプレス成形品のフォーム成形において、ブランク材に切り欠きを入れることなく、又、縦壁部を1工程で成形することができ、縦壁部にしわが発生するのを抑制するプレス成形方法及びプレス成形金型を提供することを目的とする。

課題を解決するための手段

[0013] 上述した課題を解決し、目的を達成するために、本発明に係るプレス成形方法は、フランジ部を有さないプレス成形品のプレス成形方法であって、少

なくとも天板部 (top portion) と該天板部に接続部を介して連続する縦壁部 (side wall portion) を有し、該縦壁部の全体もしくは一部がプレス成形品の外側に向かって平面視で凸状に湾曲したプレス成形品をダイとパンチでフォーム成形するプレス成形方法であって、ブランク材の先端部を前記ダイの縦壁成形部に常に接触させ、かつ、前記縦壁成形部においては前記ダイにより該接触以外の拘束をしない状態で前記縦壁部を成形することを特徴とするものである。

[0014] また、本発明に係るプレス成形方法は、上記の発明において、前記ブランク材の先端部は、前記ブランク材の先端から板厚の4倍までの距離の範囲であることを特徴とするものである。

[0015] また、本発明に係るプレス成形金型は、上記の発明のうち何れか一つに記載のプレス成形方法に用いるものであって、パンチとダイを有し、前記ダイの縦壁成形部の断面形状は、縦壁成形中においてブランク材の先端部が前記縦壁成形部に常に接触する形状であることを特徴とするものである。

[0016] また、本発明に係るプレス成形金型は、上記の発明において、前記縦壁成形部の断面形状は、縦壁成形中において、前記ブランク材の先端から板厚の4倍までの距離の範囲が前記縦壁成形部に常に接触する形状であることを特徴とするものである。

[0017] また、本発明に係るプレス成形金型は、フランジ部を有さないプレス成形品であって、少なくとも天板部と該天板部に接続部を介して連続する縦壁部を有し、該縦壁部の全体もしくは一部がプレス成形品の外側に向かって平面視で凸状に湾曲した前記プレス成形品をフォーム成形するものであって、ブランク材が載置される天板成形部と、該天板成形部に連続するとともに前記プレス成形品の前記湾曲に沿うパンチ肩部と、前記パンチ肩部に連続する縦壁成形部を有するパンチと、該パンチに対して相対移動して前記プレス成形品の前記縦壁部を成形する縦壁成形部を有するダイを備え、該ダイの前記縦壁成形部は、その断面形状が、前記天板成形部上における前記湾曲の曲率半径 (radius curvature) の中心となる点を原点とし、水平方向をX軸、鉛直

方向をY軸とするXY座標上において下式によって表される曲線を最適曲線とし、任意のX座標位置における前記最適曲線の接線の傾斜角度を最適傾斜角度としたとき、前記X座標位置における接線の(tangential)水平方向に対する傾斜角度が前記最適傾斜角度以上となる曲線で表されることを特徴とするものである。

[0018] [数1]

$$X = pr - R + (R + t)\sin\theta + \left\{ br - (pr - R) - \left(R + \frac{t}{2} \right)\theta \right\} \cos\theta$$

$$Y = -\int_0^\theta \left[\frac{t}{2}\sin\theta - \left\{ br - (pr - R) - \left(R + \frac{t}{2} \right)\theta \right\} \sin\theta \tan\theta \right] d\theta$$

ただし、

pr:パンチ半径[mm]

R:パンチ肩部の曲率半径[mm]

br:ブランク材半径[mm]

t:ブランク材板厚[mm]

θ :ブランク材のパンチ肩部への巻き付き角($0 \leq \theta \leq \pi/2$)[rad]

発明の効果

[0019] 本発明に係るプレス成形方法及びプレス成形金型は、プレス成形品の外側に向かって平面視で凸状に湾曲する縦壁部を、ブランク材に切り欠きを入れることなく、しわの発生を抑制して1工程で容易に成形することができるという効果を奏する。

図面の簡単な説明

[0020] [図1]図1は、本発明の実施の形態1に係るプレス成形方法の説明に用いるプレス成形金型であり、かつ、実施の形態2に係るプレス成形金型の一構成例を示す断面図である。

[図2]図2は、本発明に係るプレス成形品の一例を示す斜視図である。

[図3]図3は、従来のプレス成形金型を用いて成形したプレス成形品の一例を示す斜視図である。

[図4]図4は、プレス成形中のブランク材の先端部における変形挙動(deformation behavior)を説明する図である。

[図5]図5は、本発明に係るダイの縦壁成形部が平坦な傾斜面であるプレス成形金型の一例を示す断面図である。

[図6]図6は、従来のプレス成形金型を説明する図である。

[図7]図7は、本発明の実施の形態2に係るプレス成形方法に用いるプレス成形金型の断面形状を説明する図である。

[図8]図8は、本発明の実施の形態2におけるプレス成形中のブランク材の先端の軌跡を説明する図である。

[図9]図9は、本発明の実施の形態2におけるブランク材の変形とダイの縦壁成形部の水平方向に対する傾斜角度を説明する図である。

[図10]図10は、ブランク材の先端の軌跡と最適曲線の計算結果の一例を示す図である。

[図11]図11は、本発明の実施の形態2におけるプレス成形金型のダイの縦壁成形部を例示する斜視図である。

[図12-1]図12-1は、本発明の実施の形態2における縦壁成形部の許容断面形状の例1を説明する図である。

[図12-2]図12-2は、本発明の実施の形態2における縦壁成形部の許容断面形状の例2を説明する図である。

[図12-3]図12-3は、本発明の実施の形態2における縦壁成形部の許容断面形状の例3を説明する図である。

[図13-1]図13-1は、本発明の実施の形態2における縦壁成形部の許容断面形状の別例を説明する図である。

[図13-2]図13-2は、本発明の実施の形態2における縦壁成形部の許容不可断面形状の一例を説明する図である。

[図14-1]図14-1は、本発明の実施の形態2におけるブランク材のサイズの一例を説明する図である。

[図14-2]図14-2は、本発明の実施の形態2におけるブランク材のサイズの別例を説明する図である。

[図15]図15は、実施例1及び実施例3で対象とするプレス成形品を説明す

る図である。

[図16]図16は、実施例2において対象とするプレス成形品を成形するためのブランク材の形状を説明する図である。

発明を実施するための形態

[0021] 以下に、本発明に係るプレス成形方法及びプレス成形金型の好適な実施の形態を図面に基づいて詳細に説明する。なお、本実施の形態により本発明が限定されるものではない。

[0022] [実施の形態1]

本発明の実施の形態1に係るプレス成形方法は、図2に示すようにフランジ部を有さないプレス成形品11を、図1に示すプレス成形金型1を用いてフォーム成形するものである。詳細には、プレス成形品11は、図2に示すように、少なくとも天板部13と、天板部13に接続部14を介して連続する縦壁部15とを備え、縦壁部15の全体もしくは一部が外側に向かって平面視で凸状に湾曲したものである。本発明の実施の形態1に係るプレス成形方法は、図2に示すようなプレス成形品11を、図1に示すように、プレス成形金型1のパンチ5とパッド7とダイ9とでフォーム成形するプレス成形方法であって、ブランク材3の先端部をダイ9に常に接触させ、かつ、縦壁成形部9aにおいてはダイ9により該接触以外の拘束をしない状態でプレス成形品11の縦壁部15を成形するものである。以下、本実施の形態1に係るプレス成形方法により縦壁部15のしわの発生を抑制することができる理由を図2から図4に基づいて詳細に説明する。

[0023] 図2に示すような外側に向かって平面視で凸状に湾曲した縦壁部15を有するプレス成形品11を従来のフォーム成形により製造すると、プレス成形品11の縦壁部15の高さがある高さ以上になった場合に、縦壁部15の下端に縮み変形 (shrink deformation) が集中して、しわ19が発生する (図3参照)。このしわは、以下のメカニズムによって発生するものと考えられる。

[0024] 外側に向かって平面視で凸状に湾曲した縦壁部15を成形するフォーム成

形において、縦壁部 15 の下端に相当するブランク材 3 (図 1 参照) の先端部が座屈せずに線長が短くなる変形をする場合、この先端部の変形には、面内方向への縮み変形エネルギーと板厚増加の変形エネルギーとを要する。

[0025] しかしながら、ブランク材 3 の先端部が座屈して線長の減少を抑制するように面外方向へ変形した場合、面内方向 (in-plane direction) への縮み変形エネルギーと板厚増加の変形エネルギーと面外方向 (off-plane direction) への曲げ変形エネルギーとの和が、この先端部が座屈しない場合の面内方向への縮み変形エネルギーと板厚増加の変形エネルギーとの和よりも小さければ、この先端部は座屈変形する。その結果、縦壁部 15 の下端に、しわが外側に向かって生じる。

[0026] そこで、本発明で目標形状とするプレス成形品 11 を成形する場合、図 1 に示すようにブランク材 3 の先端部をダイ 9 によって外側に広がらないように押さえることにより、外側にしわが発生することを抑制することができる。

[0027] 一方で、ブランク材 3 の先端部の外側を押えながら成形した場合、この先端部は内側に向かって折れ曲がり (bent) が発生することが懸念される。図 4 には、プレス成形品 11 の縦壁部 15 の先端部に用いられるブランク材 3 の水平断面 (図 3 に示す天板部 13 の平面と平行な方向に切断したブランク材 3 の断面) が図示されている。図 4 の状態 S1 に示すブランク材 3 の先端部が成形過程において図 4 の状態 S3 に示すように面外方向内側に変形して、ブランク材 3 の先端部が内側に折れ曲がった状態となるためには、図 4 の状態 S2 に示すように一度線長がわずかながら短い状態を経由しなければならない。しかしながら、変形エネルギーの観点からすると、図 4 の状態 S2 に示すような内側に折れ曲がって線長がわずかながら短い状態になるような変形は、面内方向への縮み変形に比べて圧倒的に生じにくい。すなわち、ダイ 9 によってブランク材 3 の先端部を外側から押え込んでも、ブランク材 3 が内側に折れ曲がってしわが発生することは極めて起こりにくい。

[0028] 以上より、ブランク材 3 の先端部をダイ 9 によって外側から押え込むよう

に接触させ、かつ、この接触以外の拘束をしない状態でブランク材 3 の先端部を成形することによって、この先端部が外側に変形するのを防止し、この先端部にしわが発生するのを抑制することができる。そして、しわが外側に向かって生じやすい状態は成形途中から成形終了時まで継続するので、ブランク材 3 の先端部を常にダイ 9 に接触させて、この先端部を外側から押え込む必要がある。

[0029] ブランク材 3 の先端部を常にダイ 9 に接触させて成形する方法としては、後述する実施の形態 2 に示すように、ダイ 9 の縦壁成形部 9 a の断面形状を工夫するなどの方法がある。

[0030] なお、本実施の形態 1 は、図 1 に示すようにブランク材 3 の上面をパッド 7 で押さえながらフォーム成形するプレス成形方法であるが、パッド 7 でブランク材 3 を押さえずに成形するものであっても、成形中においてブランク材 3 の先端部を常にダイ 9 の縦壁成形部 9 a に接触させ、かつ、この接触以外でブランク材 3 の先端部を拘束しないものであれば、プレス成形品 1 1 の縦壁部 1 5 にしわを発生させずに縦壁部 1 5 を成形することができる。

[0031] なお、成形中にダイ 9 の縦壁成形部 9 a に接触させるブランク材 3 の先端部は、後述する実施例 1 のとおり、ブランク材 3 の先端から板厚の 4 倍までの距離の範囲であればよく、この場合においては、縦壁部 1 5 にしわを発生させずに縦壁部 1 5 を成形することができる。

[0032] [実施の形態 2]

本発明の実施の形態 2 に係るプレス成形金型 1 を、成形途中の状態を示す図 1 に基づいて説明する。本発明の実施の形態 2 に係るプレス成形金型 1 は、上述した実施の形態 1 と同様に図 2 に示すような、少なくとも天板部 1 3 と、天板部 1 3 に接続部 1 4 を介して連続する縦壁部 1 5 を有し、縦壁部 1 5 の全体もしくは一部が外側に向かって平面視で凸状に湾曲したプレス成形品 1 1 を成形するものである。プレス成形金型 1 は、図 1 に示すように、平板状のブランク材 3 の下面を支持するパンチ 5 と、パンチ 5 の天板成形部 (forming top portion) 5 a で支持されたブランク材 3 の上面を押圧するパ

ッド7と、パンチ5とパッド7とで挟持されたブランク材3に縦壁成形部9 aが当接して曲げ加工を行うダイ9とを備えている。

[0033] <パンチ>

パンチ5は、天板成形部5 aと、天板成形部5 aの端部から斜め下方に連続するパンチ肩部 (shoulder portion of punch) 5 bと、パンチ肩部5 bの下端側から下方に連続する縦壁成形部 (forming wall portion) 5 cとを有している。天板成形部5 aは、平坦面であるブランク材3の下面を支持する。また、パンチ肩部5 bの断面形状は、曲率半径Rの円弧である。

[0034] <パッド>

パッド7は、パンチ5の天板成形部5 aに対向するように配置され、昇降可能になっている。ブランク材3をパンチ5の天板成形部5 aに載置し、パッド7をパンチ5側に移動させて押圧することで、パンチ5とパッド7とによりブランク材3を挟持することができる。

[0035] <ダイ>

ダイ9は、ブランク材3に当接してブランク材3の曲げ加工をし、プレス成形品11の縦壁部15を成形する縦壁成形部9 aを有している。縦壁成形部9 aは、その断面形状が図1に示すような曲線である。縦壁成形部9 aの断面形状を曲線とすることで、成形中においてブランク材3の先端部を常に縦壁成形部9 aに接触させることができる。もしくは、後述するように、図5に示すような断面形状が直線である縦壁成形部39 aを有するダイ39を用いても、成形中においてブランク材3の先端部を常に縦壁成形部39 aに接触させることができる。

[0036] 次に、ブランク材3の先端部を常にダイ9に接触させるために要求されるダイ9の縦壁成形部9 aの断面形状を、図6～図9に基づいて説明する。なお、図6～図9において、図1と同一又は相当する部位には同じ符号を付している。

[0037] 図6に示すようなパンチ5とパッド7とダイ29とを備える従来のプレス成形金型21を用いて天板部と縦壁部とフランジ部とを有するプレス成形品

をプレス成形する場合、ダイ肩部 29b の断面形状は、このプレス成形品における縦壁部とフランジ部との接続部の断面形状によって定められる。

[0038] 他方、従来のプレス成形金型 21 を用いて、本発明が対象とするようなフランジ部を有さないプレス成形品 11 をプレス成形する場合、プレス成形後にプレス成形品 11 に生じる割れやしわなどの成形不良 (forming defect) を除けば、ダイ肩部 29b の断面形状は、プレス成形品 11 の成形後の製品形状に関わらず設定できる。

[0039] そこで、上記の点に着目し、成形中において常にブランク材 3 の先端をダイ 9 に接触させるための縦壁成形部 9a の断面形状を検討した。まず、図 7 に示すような、ダイ 9 の縦壁成形部 9a を傾斜角度一定の傾斜面とした場合について検討した。

[0040] ダイ 9 の縦壁成形部 9a を図 7 に示すように傾斜角度一定の傾斜面とした場合、ブランク材 3 の先端がダイ 9 に常に接触して成形されるためには、ダイ 9 の縦壁成形部 9a をなす傾斜面の水平方向に対する傾斜角度 θ_2 は、成形下死点におけるブランク材 3 の先端付近、すなわち、プレス成形品 11 の縦壁部 15 の水平方向に対する傾斜角度 θ_1 以上であることが必要である。しかし、上述のように傾斜角度一定である傾斜面の傾斜角度 θ_2 を、ブランク材 3 の先端付近における傾斜角度 θ_1 以上の一定値とすると (図 7 参照)、ブランク材 3 を成形下死点まで曲げ加工するためには、縦壁部 15 が垂直に近い傾斜面の傾斜角度 θ_2 を 90 度近くにする必要があって、ダイ 9 の成形ストロークを非常に長くしなくてはならない。

[0041] 一方、プレス成形品 11 の縦壁部 15 に相当するブランク材 3 の先端の水平方向に対する傾斜角度は、成形中において変化する。そこで、本発明者は、縦壁成形部 9a の断面形状を、成形中においてブランク材 3 の先端がダイ 9 と接触する位置に合わせて縦壁成形部 9a の水平方向に対する傾斜角度が変化する曲線で表される断面形状とすれば、成形ストロークを長くすることなく、ブランク材 3 の先端を常に縦壁成形部 9a に接触させることが可能であることを見出した。

[0042] 縦壁成形部 9 a の水平方向に対する傾斜角度が変化する具体的な断面形状は、以下のように決定した。図 8 に示すように、パンチ 5 の天板成形部 5 a の水平方向に平行な面内のパンチ半径は $p r$ [mm] とし、パンチ肩部 5 b の曲率半径は R [mm] とし、ブランク材 3 の天板成形部 5 a の水平方向に平行な面内のブランク材半径は $b r$ [mm] とし、ブランク材 3 の板厚は t [mm] とする。この場合、パンチ肩部 5 b に当接して曲げ加工されたブランク材 3 がパンチ肩部 5 b から離れる点（図 8 中の点 A）からブランク材 3 の先端までの距離 L は、ブランク材 3 のパンチ肩部 5 b への巻き付き角 θ [rad] を媒介変数（parameter）として、次式により与えられる。

[0043] [数2]

$$L = br - (pr - R) - \left(R + \frac{t}{2} \right) \theta$$

[0044] これより、成形中におけるブランク材 3 の先端位置の軌跡（locus）は、天板成形部 5 a 上の水平方向における湾曲の曲率半径の中心となる点を原点 O とし、天板成形部 5 a の水平方向を x 軸とし、天板成形部 5 a の鉛直方向を y 軸とする $x y$ 座標上において、次式で表される点 (x, y) によって表すことができる。

[0045] [数3]

$$\left. \begin{aligned} x &= pr - R + (R + t) \sin \theta + \left\{ br - (pr - R) - \left(R + \frac{t}{2} \right) \theta \right\} \cos \theta \\ y &= (R + t) \cos \theta - \left\{ br - (pr - R) - \left(R + \frac{t}{2} \right) \theta \right\} \sin \theta - R \end{aligned} \right\}$$

[0046] 図 9 に示すように、ブランク材 3 の先端におけるブランク材 3 の縦壁成形部 9 a と接触する部分に平行な方向の水平方向に対する角度 θ_B がブランク材 3 のパンチ肩部 5 b における巻き付き角 θ と等しい。このことから、ダイ 9 の縦壁成形部 9 a がブランク材 3 の先端に常に接触する断面形状であるためには、ブランク材 3 の先端が接触する点（図 9 中の点 B）における縦壁成形部 9 a の水平方向に対する傾斜角度 ϕ は、常に角度 θ_B 以上であることが必要

であり、ブランク材 3 のパンチ肩部 5 b における巻き付き角 θ と傾斜角度 ϕ とが次式 (1) の関係を満たす必要がある。

$$\theta \leq \phi \quad \dots (1)$$

これより、縦壁成形部 9 a の高さ、すなわち成形ストロークをできる限り短くしたい場合、傾斜角度 ϕ が最小、すなわち $\theta = \phi$ の条件を満たせば良い。

[0047] したがって、パンチ 5 の天板成形部 5 a 上の水平方向における上述した湾曲の曲率半径の中心となる点を原点 O とし、天板成形部 5 a の水平方向を X 軸とし、天板成形部 5 a の鉛直方向を Y 軸とする X Y 座標上において、縦壁成形部 9 a の表面の座標を (X, Y) とすると、縦壁成形部 9 a の表面の座標 (X, Y) では、X 成分の増加に伴い、傾斜角度 ϕ が巻き付き角 θ と等しくなった場合に Y 成分が減少することから、縦壁成形部 9 a の最適断面形状は、次式の関係を満たすように定めればよい。

[0048] [数4]

$$dY/dX = -\tan \theta$$

[0049] 以上より、上記 X Y 座標上において、縦壁成形部 9 a の最適断面形状は、次式により与えられる最適曲線によって表すことができる。

[0050] [数5]

$$\left. \begin{aligned} X = x &= pr - R + (R + t)\sin \theta + \left\{ br - (pr - R) - \left(R + \frac{t}{2} \right) \theta \right\} \cos \theta \\ Y &= \int_0^\theta (-\tan \theta) dX \end{aligned} \right\}$$

[0051] 上式を整理すると、縦壁成形部 9 a の最適断面形状を示す最適曲線は、次式 (2) により表される。

[0052] [数6]

$$\left. \begin{aligned} X &= pr - R + (R + t)\sin \theta + \left\{ br - (pr - R) - \left(R + \frac{t}{2} \right) \theta \right\} \cos \theta \\ Y &= -\int_0^\theta \left[\frac{t}{2} \sin \theta - \left\{ br - (pr - R) - \left(R + \frac{t}{2} \right) \theta \right\} \sin \theta \tan \theta \right] d\theta \end{aligned} \right\} \dots(2)$$

- [0053] 図10には、一例として、パンチ半径 $p_r = 80$ [mm]、パンチ肩部5bの曲率半径 $R = 5$ [mm]、ブランク材半径 $b_r = 100$ [mm]、ブランク材3の板厚 $t = 1.2$ [mm]とし、巻き付き角 θ [rad]を $\pi/180$ 刻みで $0 \leq \theta \leq \pi/2$ の範囲において数値計算により求めたブランク材3の先端の軌跡及び最適曲線が示される。
- [0054] このように、式(2)中の各パラメータを与えて最適曲線を求めることにより、縦壁成形部9aの最適断面形状を決定することができる。縦壁成形部9aを最適断面形状とすることで、ブランク材3の先端を縦壁成形部9aに常に当接させつつ、成形ストロークの増加を防ぐことができる。図11には、上記の方法により決定した最適断面形状を有する縦壁成形部9aの一例が示される。
- [0055] さらに、上述したXY座標上の任意のX座標位置における前記最適曲線の接線の水平方向に対する傾斜角度を最適傾斜角度とした時、縦壁成形部9aの断面形状は、この任意のX座標位置における接線の水平方向に対する傾斜角度が前記最適傾斜角度以上となる曲線で表される断面形状(以下、許容断面形状という)であれば、成形中において常に式(1)の条件を満たすことになる。このため、成形中においてブランク材3の先端は常に縦壁成形部9aに接触して曲げ加工され、プレス成形品の縦壁部に発生するしわを抑制することができる。
- [0056] 図12-1~図12-3は、式(1)を満たす縦壁成形部9aの許容断面形状の例を示す図である。なお、プレス成形開始時のブランク材3の先端は、必ず縦壁成形部9aに接触するものとする。
- [0057] 図12-1には、縦壁成形部9aの許容断面形状の例1が図示されている。この例1の許容断面形状は、傾斜角度 ϕ_2 一定の傾斜面で表される許容断面形状である。この例1において、図12-1に示すように、傾斜角度 ϕ_2 は最適傾斜角度 ϕ_1 よりも大きい。図12-2には、縦壁成形部9aの許容断面形状の例2が図示されている。この例2の許容断面形状は、最適断面形状を相似拡大して得られた許容断面形状である。図12-2に示すように、任意の

X座標位置において、この例2の許容断面形状を表す曲線の水平方向に対する接線の傾斜角度 ϕ_2 は、最適傾斜角度 ϕ_1 よりも大きい。図12-3には、縦壁成形部9aの許容断面形状の例3が図示されている。この例3の許容断面形状は、曲率半径の大きい円弧で表される許容断面形状である。この例3において、図12-3に示すように、任意のX座標位置における前記円弧の接線の傾斜角度 ϕ_2 は、最適傾斜角度 ϕ_1 よりも大きい。

[0058] よって、図12-1～図12-3のいずれの場合においても縦壁成形部9aの断面形状は式(1)の条件を満たすため、ブランク材3の先端を縦壁成形部9aと常に接触して曲げ加工することができる。

[0059] さらに、縦壁成形部9aの断面形状は、任意のX座標位置において式(1)の条件を満たすものであれば、図13-1のように、この任意のX座標位置における接線の水平方向に対する傾斜角度 ϕ_2 (図13-1には図示せず)が途中で小さくなる曲線で表される許容断面形状であっても構わない。

[0060] しかしながら、縦壁成形部9aの断面形状が、例えば図13-2に示すように、あるX座標位置 X_A における接線の傾斜角度 ϕ_2 が最適傾斜角度 ϕ_1 よりも小さくなる曲線で表される断面形状である場合、式(1)の条件を満たさない。このように式(1)の条件を満たさない断面形状は、縦壁成形部9aにとって許容できない許容不可断面形状である。縦壁成形部9aの断面形状が許容不可断面形状である場合、ブランク材3の先端以外の部位が縦壁成形部9aと接触してしまう。そのため、図13-2に示すような断面形状を有する縦壁成形部9aは好ましくない。ただし、縦壁成形部9aの断面形状が、縦壁成形中において、ブランク材3の先端から板厚の4倍までの距離の範囲が縦壁成形部9aに常に接触する形状であれば、しわの発生を抑制することができる。

[0061] なお、縦壁成形部9aの最適断面形状を求める際に与えたブランク材(以下、「基本ブランク材41」という)のブランク材半径 b_r よりも半径の小さいブランク材(以下、「小ブランク材43」という)を成形する場合に対しても、本発明に係るプレス成形金型1を用いることで、しわの発生を抑制

することができる。この点については、図14-1および図14-2に基づいて以下に説明する。

[0062] 図14-1に示すように、プレス成形金型1による基本ブランク材41の成形中、パンチ5の天板成形部5aの高さを基準としたダイ9の移動距離 L_s において、パンチ肩部5bへの基本ブランク材41の巻き付き角は θ である。また、基本ブランク材41の先端が縦壁成形部9aと接触する点（図14-1中の点A）におけるダイ9の接線の水平方向に対する傾斜角度は ϕ_1 とする。同様に、図14-2に示すように、プレス成形金型1による小ブランク材43の成形中、ダイ9のパンチ5側への移動距離 L_s において、パンチ肩部5bへの小ブランク材43の巻き付き角は θ' である。また、小ブランク材43の先端が縦壁成形部9aと接触する点（図14-2中の点B）におけるダイ9の接線の水平方向に対する傾斜角度は ϕ_2 とする。

[0063] 図14-1および図14-2に示すように、いずれのダイ9の移動距離 L_s においても、小ブランク材43の巻き付き角 θ' は基本ブランク材41の巻き付き角 θ よりも常に小さい値となる。さらに、小ブランク材43の先端が縦壁成形部9aに接触する点におけるダイ9の接線の傾斜角度 ϕ_2 は、巻き付き角 θ' よりも大きい値となる。したがって、基本ブランク材41を基に決定された断面形状である縦壁成形部9aを有するダイ9を用いて小ブランク材43を成形する場合、必ず式(1)の関係を満たすため、小ブランク材43の先端は常に縦壁成形部9aに接触した状態で成形され、しわの発生を抑制することができる。ただし、小ブランク材43をダイ9にプレス成形開始時から接触させるため、小ブランク材43の半径はパンチ半径より大きくする必要がある。

[0064] なお、ダイ9の縦壁成形部9aの断面形状を上記のように決定する部位は、プレス成形品11の縦壁部15にしわが発生するのを抑制する対象部位のみでも構わないし、縦壁部15全体でもよい。

[0065] さらに、外側に向かって平面視で凸状に湾曲する縦壁部15の曲率半径が縦壁部15全体にわたって一定ではない場合においても、湾曲の曲率半径が

等しい部位毎に縦壁部 15 を分割し、この分割した部位毎にダイ 9 の縦壁成形部 9 a の断面形状を上記方法に従って決定し、このように分割部位毎に決定された断面形状を有する縦壁成形部 9 a をつなぎ合わせてダイ 9 を設計すればよい。

実施例 1

- [0066] 本発明に係るプレス成形方法及びプレス成形金型において、ブランク材の先端から板厚の 4 倍までの距離の範囲の先端部をダイの縦壁成形部に常に接触させ、かつ、該接触以外のブランク材先端部の拘束をしない状態でプレス成形品の縦壁部を成形することで、このプレス成形品の外側に向かって平面視で凸状に湾曲した縦壁部にしわが発生するのを抑制することができることを検証する実験を行ったので、以下これについて説明する。
- [0067] 本実施例 1 では、図 15 に示す円板状の天板部 53 に接続部 54 を介して連続する縦壁部 55 を有するプレス成形品 51 をフォーム成形する場合が対象となる。プレス成形品 51 の寸法として、天板部 53 の半径 r が 90 [mm] であり、接続部 54 の曲率半径が 8 [mm] である。また、プレス成形品 51 の成形に使用するブランク材 3 は、板厚 $t = 1.2$ [mm]、引張強度 (tensile strength) 590 [MPa] 級の鋼板 A 又は板厚 $t = 1.6$ [mm]、引張強度 590 [MPa] 級の鋼板 B の 2 種類とした。さらに、円板状の天板部 53 を有するプレス成形品 51 を成形するため、ブランク材 3 は円板形状のものであり、その半径 (ブランク材半径) は鋼板 A においては 105 [mm] とし、鋼板 B においては 107 [mm] とした。
- [0068] 上記仕様のブランク材 3 に対して図 1 に断面を示すような本発明に係るプレス成形金型 1 を用いてプレス成形品 51 をフォーム成形によりプレス成形するにあたり、パンチ 5 のパンチ半径を 90 [mm] とし、パンチ肩部 5 b の曲率半径を 8 [mm] とした。ダイ 9 の縦壁成形部 9 a は、式 (2) 中のパラメータを $pr = 90$ [mm]、 $R = 8$ [mm]、 $t = 1.2$ [mm] とし、 $br = 100 \sim 105$ [mm] まで 1 [mm] 毎に決定した断面形状であるものとした。

[0069] プレス成形に用いるブランク材3のブランク材半径は105 [mm] であるため、式(2)のブランク材3のブランク材半径を $b_r = 105$ [mm] として最適断面形状を求めた縦壁成形部9aの場合、ブランク材3の先端のみが縦壁成形部9aに接触して成形される。一方、ブランク材3のブランク材半径よりも小さい b_r を与えて断面形状を決定した縦壁成形部9aの場合、ブランク材3の先端から内側に入った部位を含む先端部が縦壁成形部9aに接触して成形される。ここで、ブランク材3のブランク材半径と式(2)の b_r との差が大きいほど、縦壁成形部9aが接触する前記先端部の範囲は拡大する。

[0070] 表1は、鋼板A及び鋼板Bを上述の条件の下でフォーム成形し、プレス成形品51の縦壁部55に発生するしわの有無、ならびに、縦壁成形部9aに接触するブランク材3先端部の範囲aを求めた結果を示すものである。

[0071]

[表1]

(表1)

鋼板A(590MPa級、板厚1.2mm、ブランク材半径105mm)			
br [mm]	縦壁成形部に接触する ブランク材先端部の 範囲a [mm]	a/t [-]	しわ発生の 有無
105	0.0	0.0	なし
104	1.2	1.0	なし
103	2.4	2.0	なし
102	3.6	3.0	なし
101	4.8	4.0	なし
100.5	5.4	4.5	あり
鋼板B(590MPa級、板厚1.6mm、ブランク材半径107mm)			
br [mm]	縦壁成形部に接触する ブランク材先端部の 範囲a [mm]	a/t [-]	しわ発生の 有無
107	0.0	0.0	なし
106	1.6	1.0	なし
105	3.2	2.0	なし
104	4.8	3.0	なし
103	6.4	4.0	なし
102	8.0	5.0	あり

[0072] 表1より、鋼板A及び鋼板Bともに、ブランク材3の先端部の範囲aと板厚tとの比が4.0倍以下である場合、ブランク材3の先端部がダイ9の縦壁成形部9aに常に接触して外側から押え込まれることで、プレス成形品51に発生するしわを抑制する効果が実証された。すなわち、ブランク材3の先端から板厚の4.0倍までの範囲のブランク材3の先端部がダイ9の縦壁成形部9aに接触するような縦壁成形部9aの断面形状を式(2)に基づいて決定することで、凸状に外側に湾曲した形状を有するプレス成形品51をフォーム成形により成形した際に縦壁部55に発生するしわを抑制することができる。

実施例 2

- [0073] 本実施例2は、図2に示す外側に向かって平面視で凸状に湾曲する縦壁部15を有するプレス成形品11を、図1に示す本発明に係るプレス成形金型1を用いてフォーム成形により成形した時に縦壁部15に発生するしわの有無を検証した実施例である。
- [0074] プレス成形品11の寸法として、天板部13と縦壁部15との接続部14の断面の曲率半径が5 [mm] であり、天板部13の水平方向に平行な面内の湾曲の曲率半径が80 [mm] である。ブランク材3は、板厚1.2 [mm]、引張強度980 [MPa] 級の鋼板とした。ダイ9の縦壁成形部9aの最適断面形状Aは、プレス成形品11の各寸法を基に、式(2)中の各パラメータを $p_r = 80$ [mm]、 $R = 5$ [mm]、 $t = 1.2$ [mm]、 $b_r = 100$ [mm] として決定した。なお、実施の形態2で述べたように、 $b_r = 100$ [mm] よりも小さくてパンチ5のパンチ半径 p_r より大きいブランク材半径のブランク材3は、本発明の範囲内である。なお、ブランク材3のブランク材半径は、図16に示すように、ブランク材3の先端部における湾曲の曲率半径である。
- [0075] 本実施例2では、上記最適断面形状Aの縦壁成形部9aを有するダイ9を備えたプレス成形金型1（本発明例1）に加え、図5に示すような水平方向に対する傾斜角度一定の縦壁成形部39aを有するダイ39を備えたプレス成形金型31（本発明例2）、及び、図6に示すような曲率半径一定（=5 [mm]）のダイ肩部29bを有する従来形状のダイ29を備えたプレス成形金型21（比較例1）それぞれを用いてブランク材半径の異なるブランク材3をフォーム成形する場合が対象となる。本実施例2は、これらの各場合においてプレス成形品11のプレス成形品高さ h を変更し、しわの発生の有無を求めたものである。なお、本発明例2における縦壁成形部39aの水平方向に対する傾斜角度は、プレス成形品11の縦壁部15の水平方向に対する傾斜角度から与えられる最大傾斜角度（=87.7 [°]）とした。本実施例2の結果は、表2に示される。

[0076]

[表2]

○:しわなし
×:しわ発生

(表2)

ダイ 縦壁成形部 / ブランク材半径 [mm]	85	90	95	100	備考
最適断面形状A	○	○	○	○	本発明例1
傾斜角度一定	○	○	○	○	本発明例2
曲率半径一定 (=5mm)	○	○	×	×	比較例1

[0077] 表2に示すように、本発明例1及び本発明例2においては、ブランク材半径によらずプレス成形品11の縦壁部15に、しわは発生しなかった。特に、ブランク材半径が100 [mm]である場合においても、しわを発生せずに縦壁部15を成形することができた。これら本発明例1及び本発明例2の各結果は、表2を参照してわかるように、従来のプレス成形金型21により成形した比較例1に比べて良好であった。

[0078] また、本発明例1における成形ストロークは80 [mm]であったのに対し、本発明例2における成形ストロークは470 [mm]であり、ダイ9の縦壁成形部9aを最適断面形状Aとすることで、成形ストロークの増加を防ぐことができた。

[0079] 以上より、ダイの縦壁成形部をブランク材の先端部が常に接触するような断面形状とすることで、プレス成形品高さhを高くしてもプレス成形品11の縦壁部15に発生するしわを抑制できることが実証された。さらに、ダイの縦壁成形部を最適断面形状とすることで、成形ストロークを大きく増加することなく、プレス成形品11の縦壁部15を成形できることが示された。

実施例 3

[0080] 本実施例3は、本発明に係るプレス成形金型1を用い、図15に示す円板状のプレス成形品51をフォーム成形により成形し、プレス成形品51の縦壁部55におけるしわの発生の有無を検証した実施例である。

[0081] 図15に示すように、プレス成形品51は、天板部53と縦壁部55とを有する。天板部53と縦壁部55とは、曲率一定の円弧状曲面である接続部54により、連続して接続されている。この縦壁部55の高さは、プレス成形品51の高さ（プレス成形品高さ h ）に相当する。本実施例3において、プレス成形品51は、板厚1.2 [mm]、引張強度590 [MPa]級の鋼板をブランク材3として図1に断面を示すプレス成形金型1により成形した。プレス成形品51の寸法として、天板部53の半径 r が90 [mm]であり、天板部53と縦壁部55との接続部54の曲率半径が8 [mm]である。

[0082] 本実施例3において、ダイ9の縦壁成形部9aの最適断面形状は、プレス成形品51の上記各寸法を基に、式(2)中の各パラメータを $p_r = 80$ [mm]、 $R = 5$ [mm]、 $t = 1.2$ [mm]として決定した。この際、縦壁成形部9aの最適断面形状は、 $b_r = 110$ [mm]とした最適断面形状B（本発明例3）と、 $b_r = 105$ [mm]とした最適断面形状C（本発明例4）との2種類であり、本実施例3では、これら2種類の縦壁成形部9aについて検討がなされた。さらに、本実施例3は、図6に示すような従来のプレス成形金型21を用いてフォーム成形した場合と比較することで、本発明の効果を検証した例を示す。従来のプレス成形金型21は、ダイ肩部29bの曲率半径を8 [mm]としたもの（比較例2）又は2 [mm]としたもの（比較例3）の2種類とした。

[0083] 本実施例3では、縦壁成形部9aが最適断面形状のプレス成形金型1（本発明例3又は本発明例4）又は従来のプレス成形金型21（比較例2又は比較例3）を用いてブランク材半径の異なるブランク材3をフォーム成形する場合が対象となる。本実施例3は、得られたプレス成形品51の縦壁部55におけるしわ発生の有無を確認したものである。本実施例3の結果は、表3に示される。

[0084]

[表3]

○:しわなし
×:しわ発生

(表3)

ダイ 縦壁成形部	ブランク材半径 [mm]	100	102	105	110	備考
最適断面形状B (br=110mm)		○	○	○	○	本発明例3
最適断面形状C (br=105mm)		○	○	○	×	本発明例4
曲率半径一定 (=8mm)		○	×	×	×	比較例2
曲率半径一定 (=2mm)		×	×	×	×	比較例3

[0085] 表3に示すように、ダイ肩部29bの曲率半径が2 [mm]である比較例3に比べて、曲率半径が大きい比較例2の方がしわ防止効果がわずかに良いものの、本発明例3、4に示す最適断面形状B又は最適断面形状Cの縦壁成形部9aを有するプレス成形金型1を用いると、さらに大きなブランク材半径まで、しわを発生させずにプレス成形品51の縦壁部55をプレス成形することができた。

[0086] 以上より、本発明に係るプレス成形金型を用いることにより、従来のプレス成形金型と比較してしわ防止効果を著しく向上できることが実証できた。

産業上の利用可能性

[0087] 以上のように、本発明に係るプレス成形方法及びプレス成形金型は、プレス成形品のフォーム成形に有用であり、特に、プレス成形品の外側に向かって平面視で凸状に湾曲した縦壁部を、しわの発生を抑制するとともに1工程で容易に成形することができるプレス成形方法及びプレス成形金型に適している。

符号の説明

- [0088] 1 プレス成形金型
- 3 ブランク材

- 5 パンチ
 - 5 a 天板成形部
 - 5 b パンチ肩部
 - 5 c 縦壁成形部
- 7 パッド
- 9 ダイ
 - 9 a 縦壁成形部
- 1 1 プレス成形品
- 1 3 天板部
- 1 4 接続部 (connecting portion)
- 1 5 縦壁部
- 1 9 しわ
- 2 1 プレス成形金型 (従来)
- 2 9 ダイ (従来)
 - 2 9 b ダイ肩部 (従来)
- 3 1 プレス成形金型
- 3 9 ダイ
 - 3 9 a 縦壁成形部
- 4 1 基本ブランク材
- 4 3 小ブランク材
- 5 1 プレス成形品
- 5 3 天板部
- 5 4 接続部
- 5 5 縦壁部

請求の範囲

- [請求項1] フランジ部を有さないプレス成形品のプレス成形方法であって、少なくとも天板部と該天板部に接続部を介して連続する縦壁部を有し、該縦壁部の全体もしくは一部がプレス成形品の外側に向かって平面視で凸状に湾曲したプレス成形品をダイとパンチでフォーム成形するプレス成形方法であって、
- ブランク材の先端部を前記ダイの縦壁成形部に常に接触させ、かつ、前記縦壁成形部においては前記ダイにより該接触以外の拘束をしない状態で前記縦壁部を成形することを特徴とするプレス成形方法。
- [請求項2] 前記ブランク材の先端部は、前記ブランク材の先端から板厚の4倍までの距離の範囲であることを特徴とする請求項1記載のプレス成形方法。
- [請求項3] 請求項1又は2に記載のプレス成形方法に用いるプレス成形金型であって、パンチとダイを有し、前記ダイの縦壁成形部の断面形状は、縦壁成形中においてブランク材の先端部が前記縦壁成形部に常に接触する形状であることを特徴とするプレス成形金型。
- [請求項4] 前記縦壁成形部の断面形状は、縦壁成形中において、前記ブランク材の先端から板厚の4倍までの距離の範囲が前記縦壁成形部に常に接触する形状であることを特徴とする請求項3記載のプレス成形金型。
- [請求項5] フランジ部を有さないプレス成形品であって、少なくとも天板部と該天板部に接続部を介して連続する縦壁部を有し、該縦壁部の全体もしくは一部がプレス成形品の外側に向かって平面視で凸状に湾曲した前記プレス成形品をフォーム成形するプレス成形金型であって、
- ブランク材が載置される天板成形部と、該天板成形部に連続するとともに前記プレス成形品の前記湾曲に沿うパンチ肩部と、前記パンチ肩部に連続する縦壁成形部を有するパンチと、
- 該パンチに対して相対移動して前記プレス成形品の前記縦壁部を成形する縦壁成形部を有するダイを備え、

該ダイの前記縦壁成形部は、その断面形状が、

前記天板成形部上における前記湾曲の曲率半径の中心となる点を原点とし、水平方向をX軸、鉛直方向をY軸とするXY座標上において下式によって表される曲線を最適曲線とし、任意のX座標位置における前記最適曲線の接線の傾斜角度を最適傾斜角度としたとき、

前記X座標位置における接線の水平方向に対する傾斜角度が前記最適傾斜角度以上となる曲線で表されることを特徴とするプレス成形金型。

[数1]

$$X = pr - R + (R + t)\sin\theta + \left\{ br - (pr - R) - \left(R + \frac{t}{2} \right) \theta \right\} \cos\theta$$

$$Y = -\int_0^\theta \left[\frac{t}{2} \sin\theta - \left\{ br - (pr - R) - \left(R + \frac{t}{2} \right) \theta \right\} \sin\theta \tan\theta \right] d\theta$$

ただし、

pr:パンチ半径[mm]

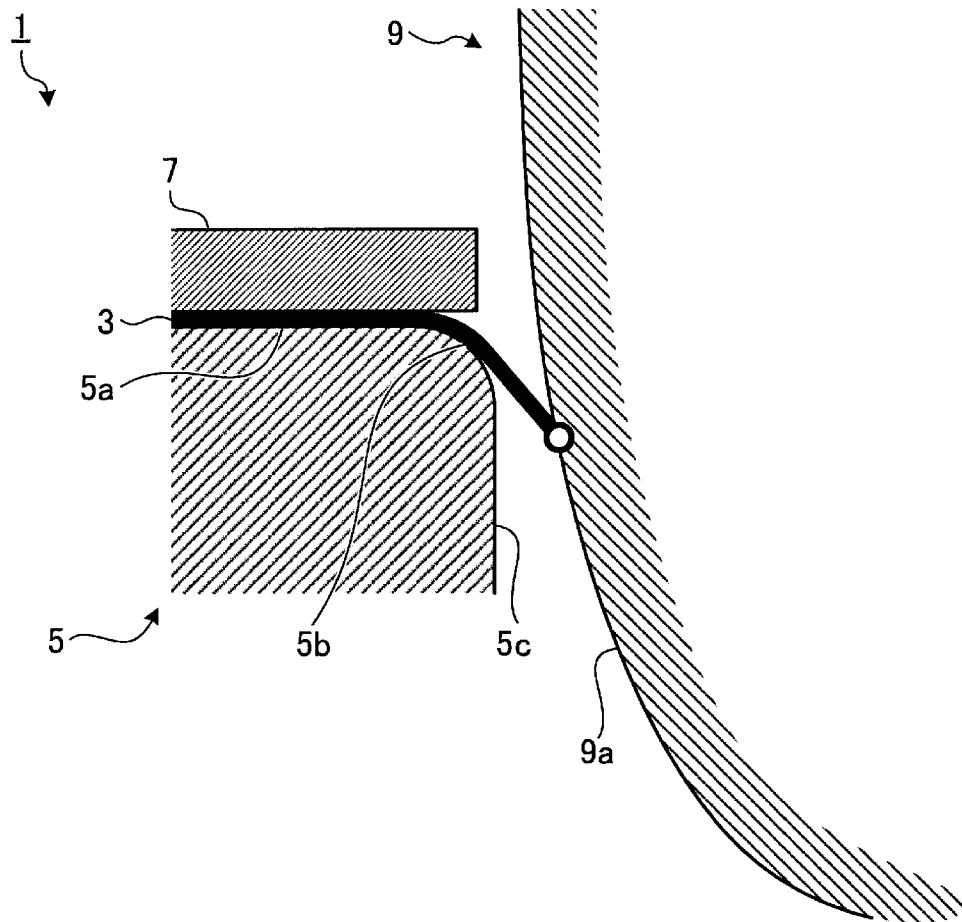
R:パンチ肩部の曲率半径[mm]

br:ブランク材半径[mm]

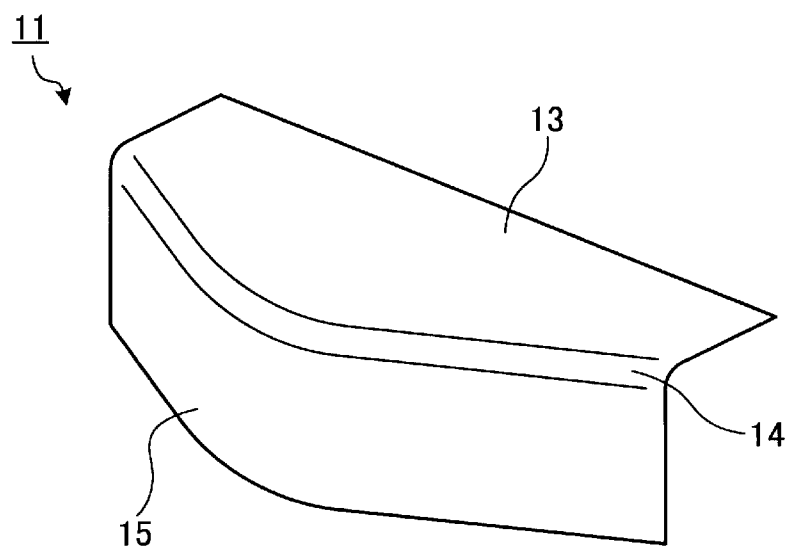
t:ブランク材板厚[mm]

θ :ブランク材のパンチ肩部への巻き付き角($0 \leq \theta \leq \pi/2$)[rad]

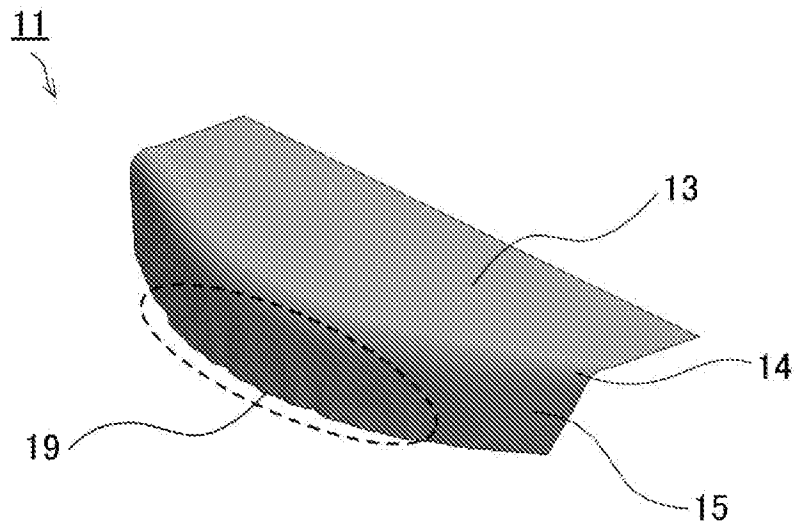
[図1]



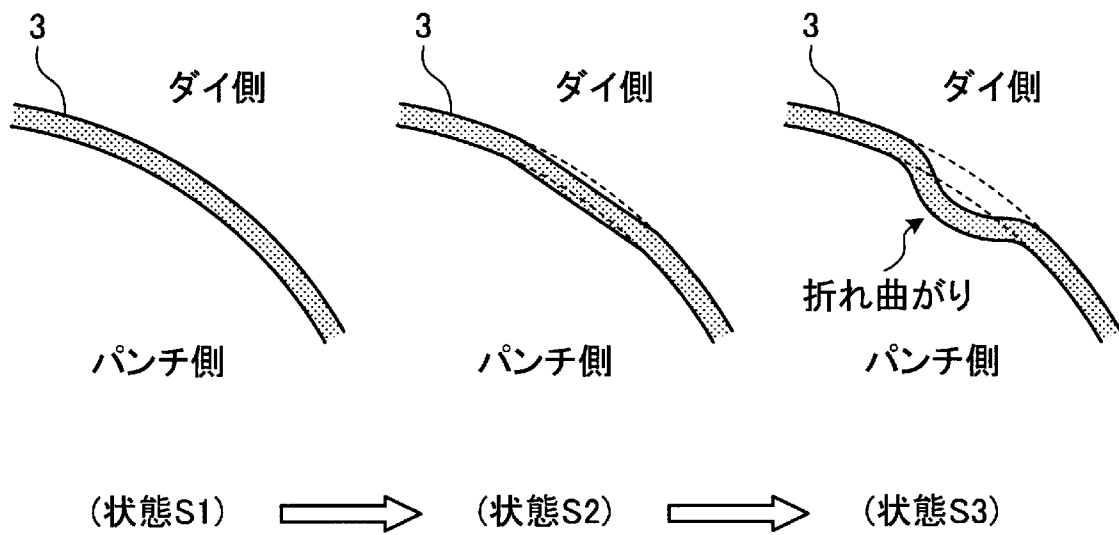
[図2]



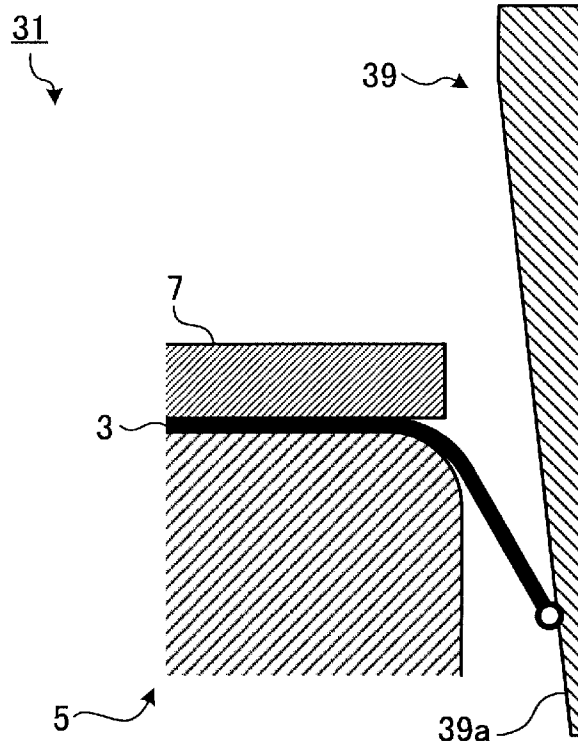
[図3]



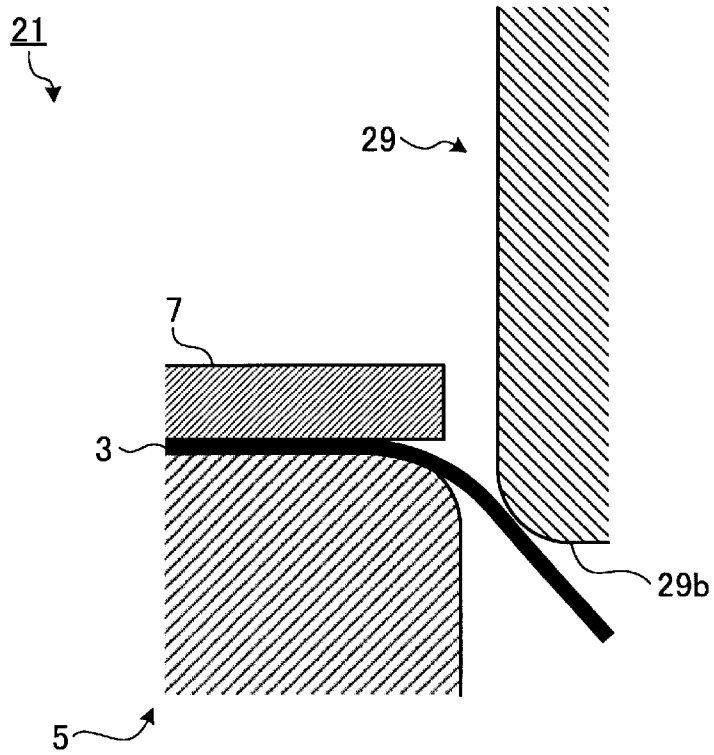
[図4]



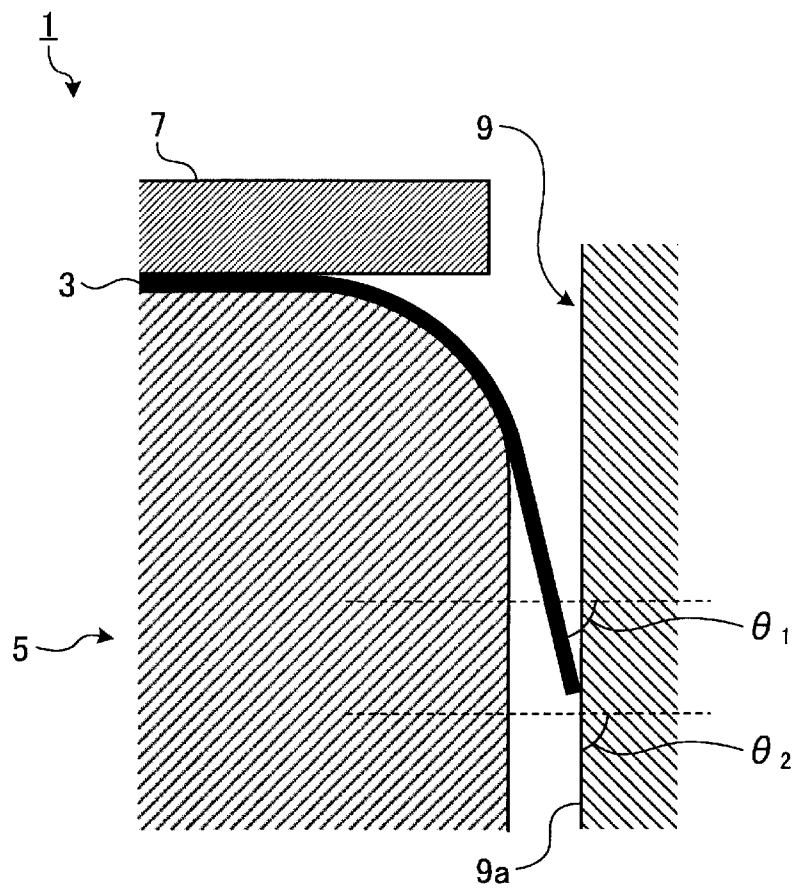
[図5]



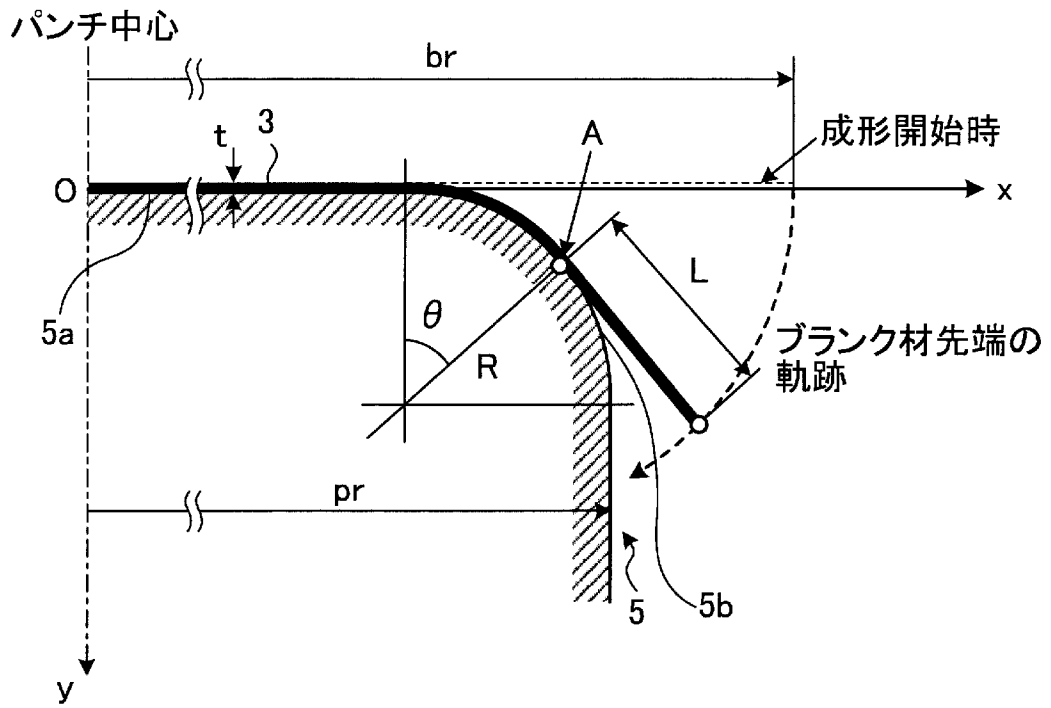
[図6]



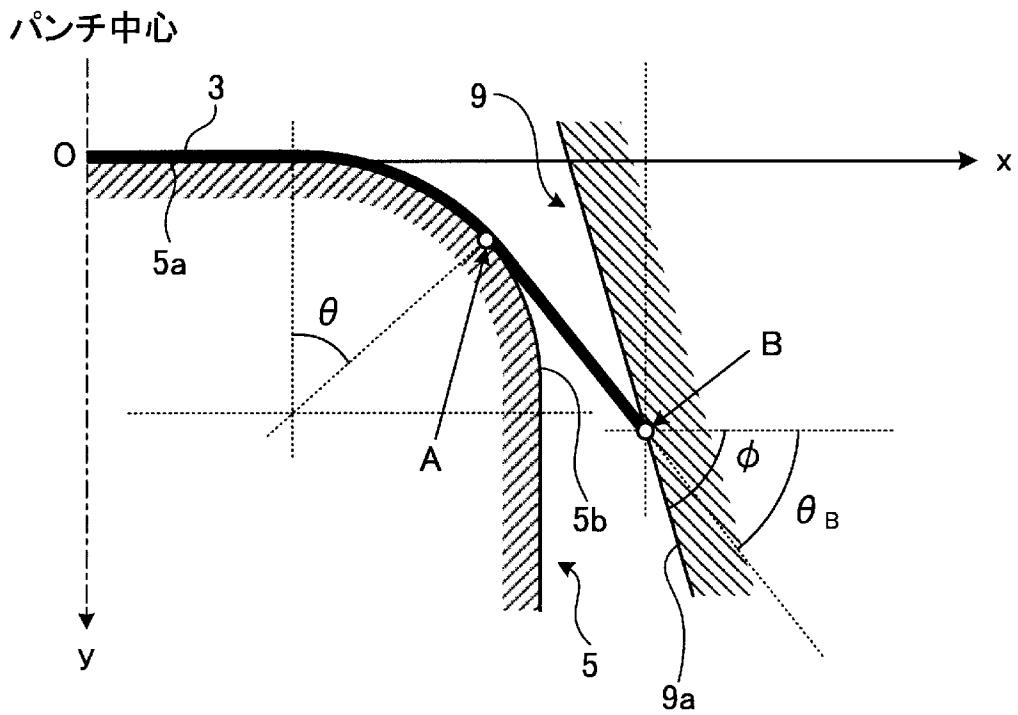
[図7]



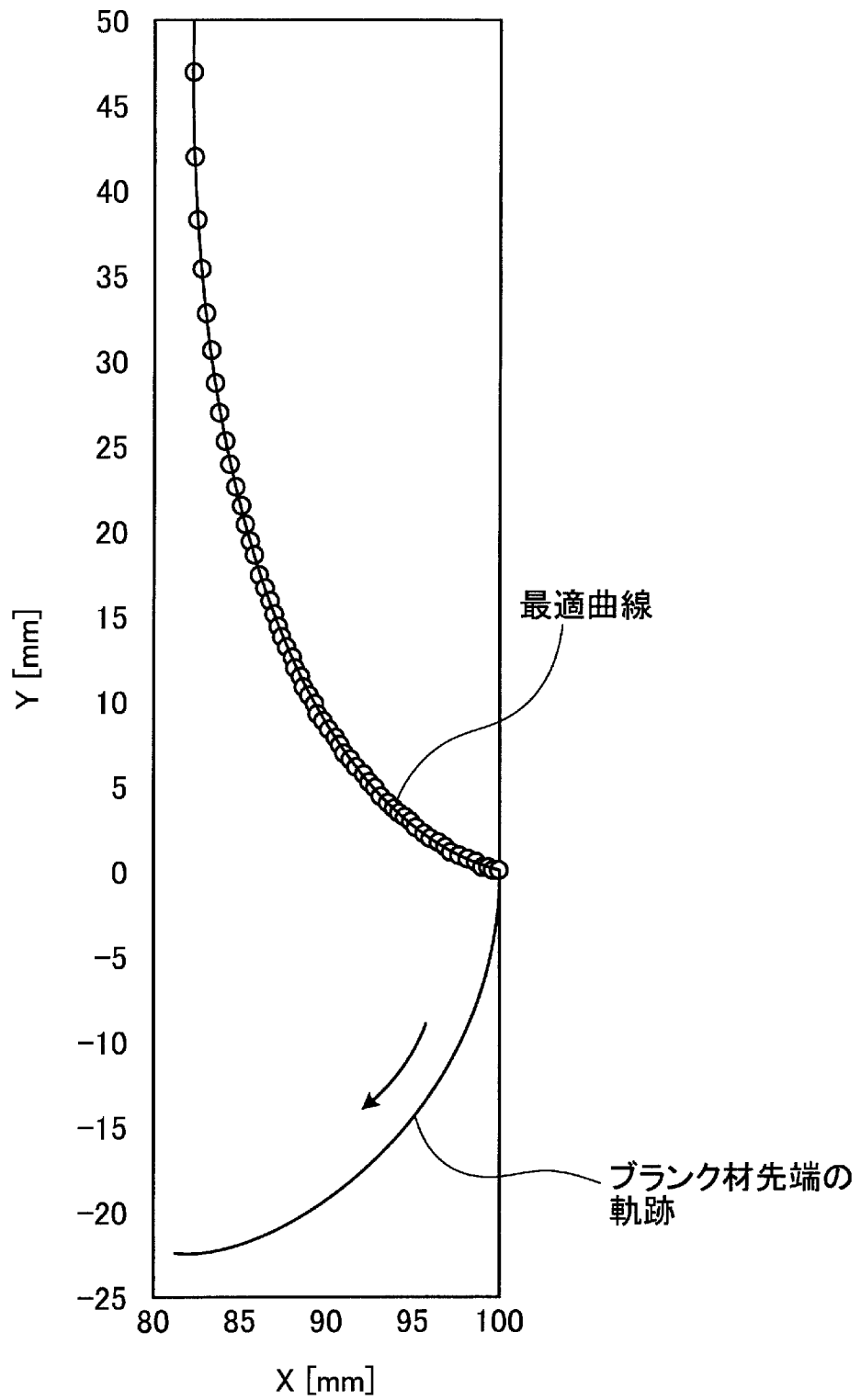
[図8]



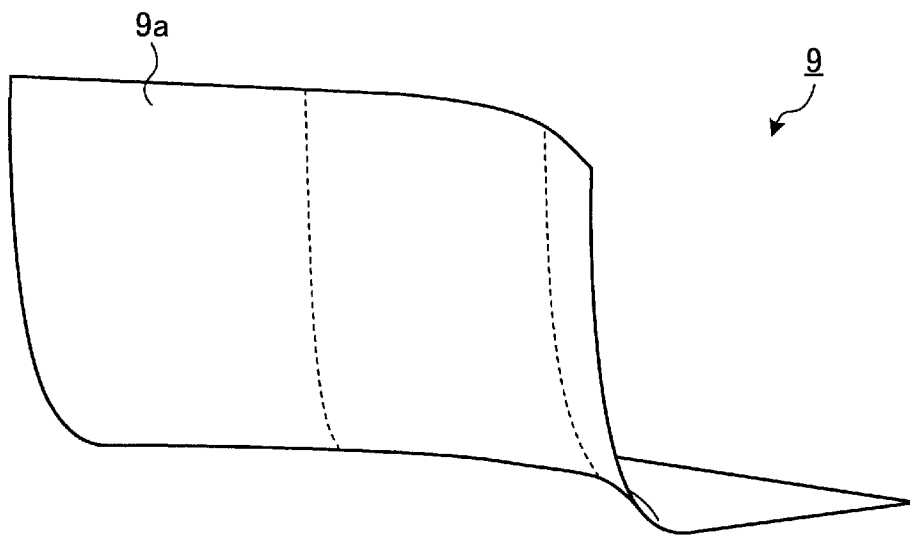
[図9]



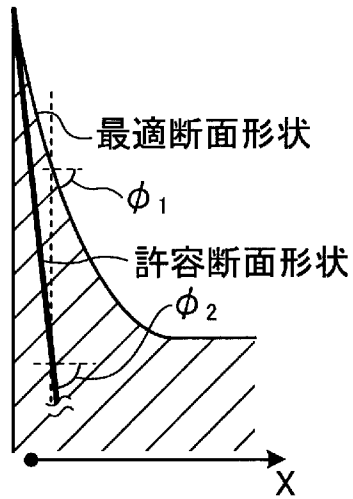
[図10]



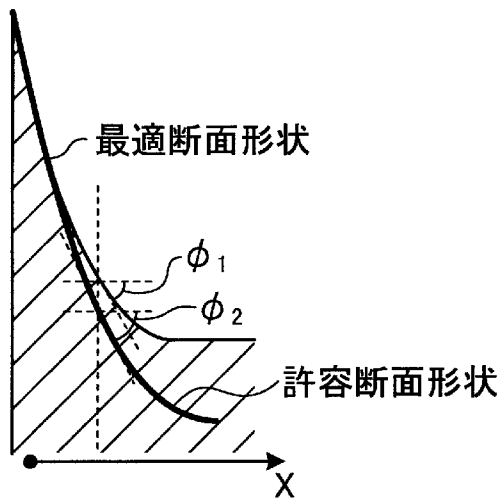
[図11]



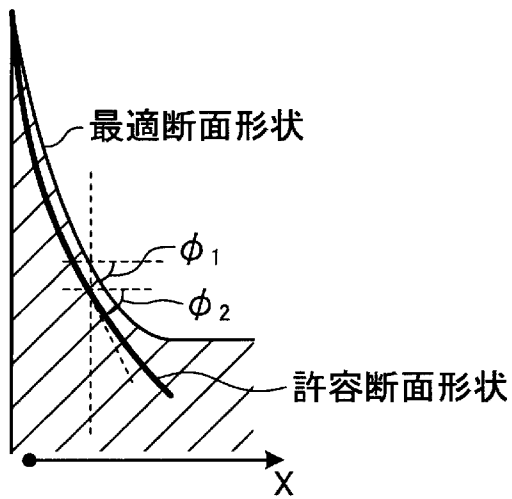
[図12-1]



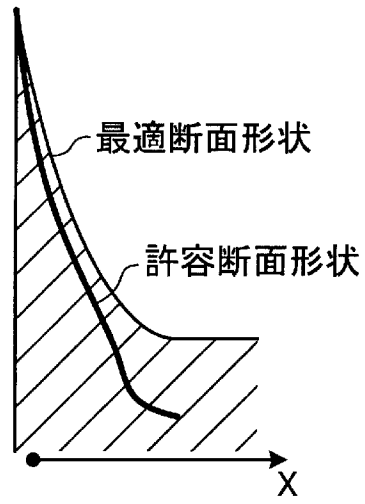
[図12-2]



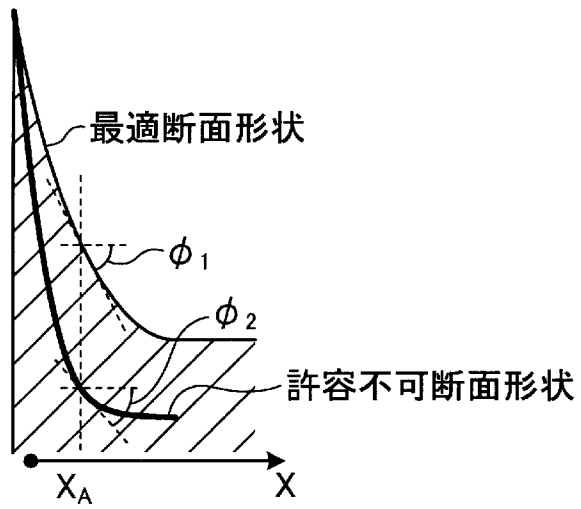
[図12-3]



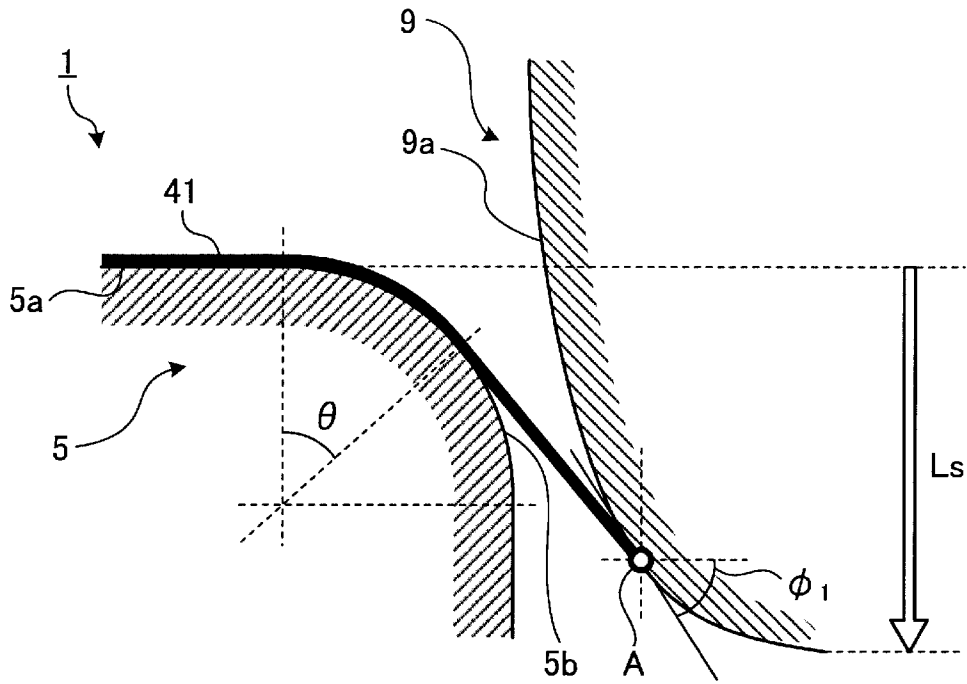
[圖13-1]



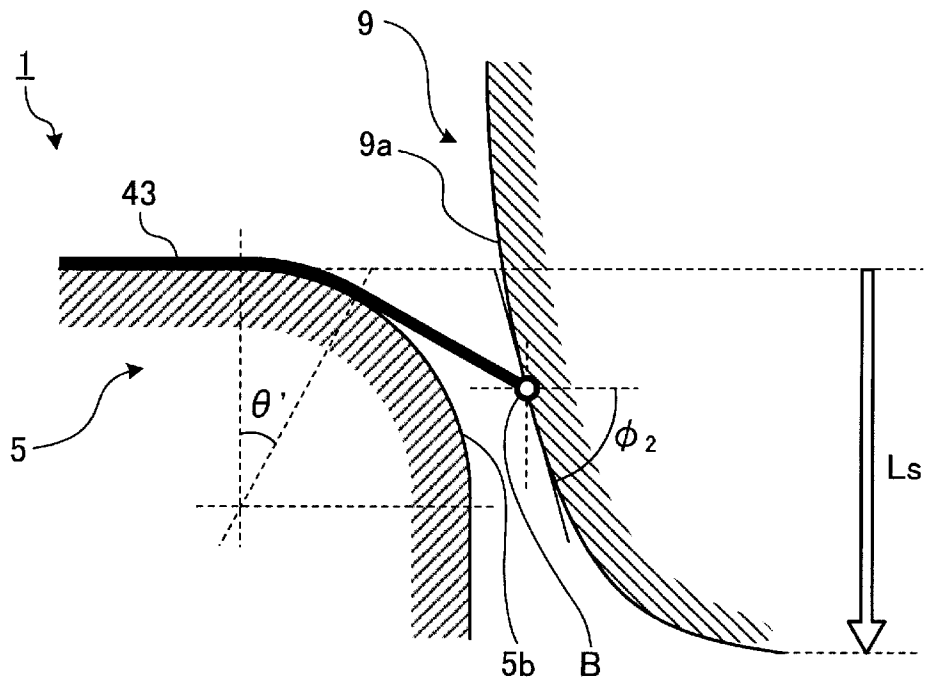
[圖13-2]



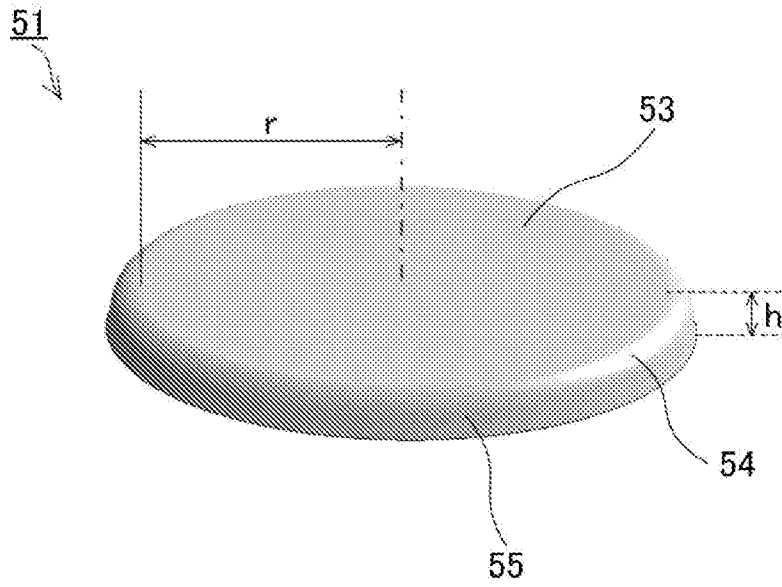
[図14-1]



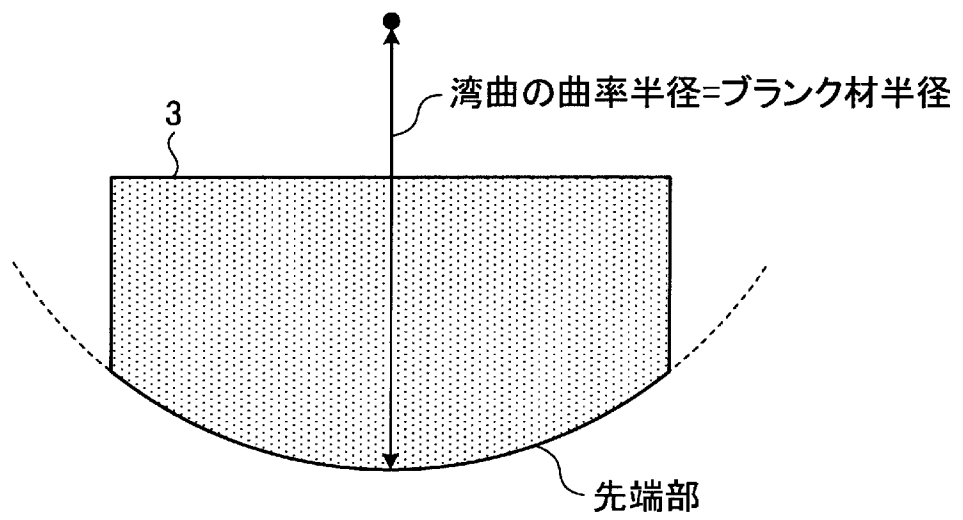
[図14-2]



[図15]



[図16]



INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.
PCT/JP2016/052300

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER
B21D19/08(2006.01) i

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

B. FIELDS SEARCHED

Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)
B21D19/08, B21D22/21

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	1996-2016
Kokai Jitsuyo Shinan Koho	1971-2016	Toroku Jitsuyo Shinan Koho	1994-2016

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 A	JP 52-17363 A (Ishizuka Seiki Kabushiki Kaisha), 09 February 1977 (09.02.1977), page 2, upper left column, line 5 to upper right column, line 8; fig. 1 to 4 (Family: none)	1-4 5
X A	US 2321344 A (REMINGTON ARMS CO., INC.), 08 June 1943 (08.06.1943), specification, page 2, left column, lines 14 to 47; fig. 5 to 10 (Family: none)	1-4 5

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

* Special categories of cited documents:	"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
"A" document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance	"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
"E" earlier application or patent but published on or after the international filing date	"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
"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)	"&" document member of the same patent family
"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	

Date of the actual completion of the international search 18 April 2016 (18.04.16)	Date of mailing of the international search report 26 April 2016 (26.04.16)
---	--

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

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2016/052300

C (Continuation). DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
A	WO 2014/132545 A1 (JFE Steel Corp.), 04 September 2014 (04.09.2014), & US 2015/0290694 A1 & EP 2962778 A1 & CN 104903019 A & KR 10-2015-0093205 A & MX 2015010294 A	1-5
A	JP 4-147718 A (Nissan Motor Co., Ltd.), 21 May 1992 (21.05.1992), (Family: none)	1-5

A. 発明の属する分野の分類 (国際特許分類 (IPC))

Int.Cl. B21D19/08(2006.01)i

B. 調査を行った分野

調査を行った最小限資料 (国際特許分類 (IPC))

Int.Cl. B21D19/08, B21D22/21

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	1971-2016年
日本国実用新案登録公報	1996-2016年
日本国登録実用新案公報	1994-2016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 A	JP 52-17363 A (石塚精機株式会社) 1977.02.09, 第2頁左上欄第5行-右上欄第8行, 第1-4図 (ファミリーなし)	1-4 5
X A	US 2321344 A (REMINGTON ARMS COMPANY, INC.) 1943.06.08, 明細書第2頁左欄第14-47行, 第5-10図 (ファミリーなし)	1-4 5
A	WO 2014/132545 A1 (JFEスチール株式会社) 2014.09.04, & US 2015/0290694 A1 & EP 2962778 A1 & CN 104903019 A & KR 10-2015-0093205 A & MX 2015010294 A	1-5

☑ 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

18.04.2016

国際調査報告の発送日

26.04.2016

国際調査機関の名称及びあて先

日本国特許庁 (ISA/J P)
郵便番号 100-8915
東京都千代田区霞が関三丁目4番3号

特許庁審査官 (権限のある職員)

福島 和幸

3 P

9346

電話番号 03-3581-1101 内線 3363

C (続き) . 関連すると認められる文献		
引用文献の カテゴリー*	引用文献名 及び一部の箇所が関連するときは、その関連する箇所の表示	関連する 請求項の番号
A	JP 4-147718 A (日産自動車株式会社) 1992.05.21, (ファミリーなし)	1-5