

(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
2020年9月17日(17.09.2020)



(10) 国際公開番号

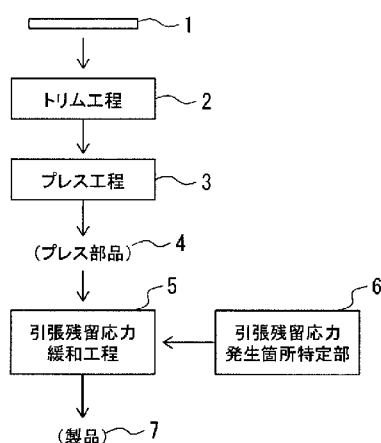
WO 2020/184711 A1

- (51) 国際特許分類:
B21D 22/00 (2006.01) B21D 22/26 (2006.01)
B21D 22/20 (2006.01)
- (21) 国際出願番号: PCT/JP2020/011188
- (22) 国際出願日: 2020年3月13日(13.03.2020)
- (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 2019-047362 2019年3月14日(14.03.2019) 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: 藤井 健斗(FUJII Kento); 〒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). 新宮 豊久(SHINMIYA Toyohisa); 〒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). 山
- ▲崎▼ 雄司(YAMASAKI Yuji); 〒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: 田中 秀▲てつ▼, 外 (TANAKA Hidetetsu et al.); 〒1056032 東京都港区虎ノ門四丁目3番1号 城山トラストタワー3 2階 特許業務法人日栄国際特許事務所 Tokyo (JP).
- (81) 指定国(表示のない限り、全ての種類の国内保護が可能): AE, AG, AL, AM, AO, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BH, BN, BR, BW, BY, BZ, CA, CH, CL, CN, CO, CR, CU, CZ, DE, DJ, DK, DM, DO, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, GT, HN, HR, HU, ID, IL, IN, IR, IS, JO, JP, KE, KG, KH, KN, KP, KR, KW, 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, ST, SV, SY, TH, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA, UG, US, UZ, VC, VN, WS, ZA, ZM, ZW.

(54) Title: PRESSED COMPONENT MANUFACTURING METHOD

(54) 発明の名称: プレス部品の製造方法

[図1]



- 2 Trimming step
3 Pressing step
4 (Pressed component)
5 Tensile residual stress relaxing step
6 Tensile residual stress location identifying step
7 (Product)

(57) Abstract: The present invention provides press-machining technology for reducing the tensile residual stress at the sheared end face of a metal sheet after press-forming in order to prevent the occurrence of delayed fractures in the sheared end face. A pressed component manufacturing method for manufacturing a pressed component by press-forming a metal sheet having a sheared end face, said method comprising: a first press-forming step for estimating the occurrence of tensile residual stress in a direction along the sheared edge of part of the sheared end face of the metal sheet after release from a die; and, as a step subsequent to the first press-forming step, a tensile residual stress relaxing step (5) for extending, in the sheet thickness direction, a region that at least includes the sheared end face location where the occurrence of said tensile residual stress is estimated.

(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 :

一 国際調査報告 (条約第21条(3))

(57) 要約 : せん断端面の遅れ破壊発生を防ぐために、プレス成形後の金属板のせん断端面に発生した引張残留応力を低減するプレス加工技術を提供する。せん断端面を有する金属板をプレス成形してプレス部品を製造するプレス部品の製造方法であって、離型後に上記金属板のせん断端面の一部にせん断縁に沿った方向に引張残留応力が発生すると推定される第1のプレス成形工程を含み、上記第1のプレス成形工程の後工程として、少なくとも上記引張残留応力が発生すると推定されるせん断端面の箇所を含む領域を、板厚方向に張出し成形する引張残留応力緩和工程(5)を有する。

明 細 書

発明の名称： プレス部品の製造方法

技術分野

[0001] 本発明は、プレス成形後に、金属板からなるプレス部品のせん断端面から発生する遅れ破壊を抑制する技術に関する。

背景技術

[0002] 現在、自動車には、軽量化による燃費向上と衝突安全性の向上とが求められている。このため、自動車には、車体の軽量化と衝突時の搭乗者保護とを両立する目的で、車体に高強度鋼板が使用される。特に、近年では引張強度 980MPa 以上の超高強度鋼板を車体に適用する傾向にある。超高強度鋼板を車体に適用する際の課題の一つに、使用によって経時的に生じる遅れ破壊がある。特に、引張強度 1470MPa 以上の鋼板のプレス加工では、せん断加工後の端面（以下、せん断端面とも記載する）から発生する遅れ破壊が重要な課題となっている。

なお、プレス成形で縮みフランジ変形を伴うプレス加工では、離型後のスプリングバックによって、せん断端面に引張残留応力が付与されることが知られている。

[0003] せん断端面の遅れ破壊を抑制するためには、せん断端面の引張残留応力を低減させる必要がある。

従来、せん断端面の引張残留応力を低減するために、例えばせん断加工時の鋼板温度を上昇させる方法（非特許文献 1、2）や、穴抜き加工時に段付きパンチを用いる方法（非特許文献 3）、更に、シェーピングによる方法（非特許文献 4、特許文献 1）など、せん断加工を工夫する方法が広く開発されている。

なお、特許文献 2 には、スプリングバックを低減し部品の寸法精度を高めることを目的として、縮みフランジ成形部位に複数の余肉ビードを形成して引張応力を与えると共に、伸びフランジ成形部位にエンボスを形成し該エン

ボスを潰して圧縮応力を与えることが記載されている。

先行技術文献

非特許文献

- [0004] 非特許文献1：森健一郎他：塑性と加工、52-609 (2011)、1114-1118
非特許文献2：森健一郎他：塑性と加工、51-588 (2010)、55-59
非特許文献3：第326回塑性加工シンポジウム「せん断加工の最前線」、21-28
非特許文献4：M. Murakawa、 M. Suzuki、 T. Shinome、 F. Komuro、 A. Harai、 A. Matsumoto、 N. Koga: Precision piercing and blanking of ultrahigh-strength steel sheets、 Procedia Engineering、 81(2014)、 pp.1114-1120

特許文献

- [0005] 特許文献1：特開2004-174542号公報
特許文献2：特開2009-255117号公報

発明の概要

発明が解決しようとする課題

- [0006] しかし、非特許文献並びに特許文献1に記載の方法は、せん断加工時の遅れ破壊対策技術であり、せん断加工後の金属板をプレス成形する工程で生じるせん断端面の残留応力を低減する技術ではない。

また、特許文献2に記載の方法は、スプリングバックを低減するための技術であり、遅れ破壊対策技術ではない。更に、特許文献2に記載の余肉ビードは、縮みフランジ部の圧縮応力を低減させるために導入しており、遅れ破壊の原因となるせん断端面の引張残留応力の低減を目的としたものではない。

- [0007] 本発明は、上記課題を解決すべく考案したものであり、せん断端面の遅れ破壊発生を防ぐために、プレス成形後の金属板のせん断端面に発生した引張残留応力を低減するプレス加工技術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

[0008] 発明者は、上記課題を解決するために、プレス成形による縮みフランジ変形部の端面に対しビードを成形するように張出し変形を与えることで、せん断端面に引張り変形を与えると、離型後のスプリングバック変形で発生したせん断端面の引張り残留応力を低減できることを発見した。

そして、課題を解決するために、本発明の一態様によれば、せん断端面を有する金属板をプレス成形してプレス部品を製造するプレス部品の製造方法であって、離型後に上記金属板のせん断端面の一部にせん断縁に沿った方向に引張残留応力が発生すると推定される第1のプレス成形工程を含み、上記第1のプレス成形工程の後工程として、少なくとも上記引張残留応力が発生すると推定されるせん断端面の箇所を含む領域を、板厚方向に張出し成形する引張残留応力緩和工程を有することを要旨とする。

発明の効果

[0009] 本発明の態様によれば、プレス成形後の金属板のせん断端面に発生する引張残留応力を低減することができる。この結果、本発明の態様によれば、例えば、自動車のパネル部品、構造・骨格部品等の各種部品に高強度鋼板を適用する際の耐遅れ破壊特性を向上させることができる。

図面の簡単な説明

[0010] [図1]本発明に基づく実施形態に係るプレス部品の製造方法の工程例を示す図である。

[図2]引張残留応力緩和工程での張出し成形例を説明する図であり、(a)は張出し成形の例を説明する端面側での平面図、(b)は張出し形状を示す、端面に対向する方向からみた側面図である。

[図3]張出し形状の別例を説明する端面に対向する方向からみた側面図である。

[図4]実施例における第1のプレス成形工程を説明する図である。

[図5]実施例における引張残留応力緩和工程で使用する金型を示す図である。

[図6]実施例における引張残留応力緩和工程で使用する金型のビード形状を示す図である。

[図7]図6におけるA-A' 端面位置でのビード形状を示す図である。

[図8]実施例における張出し形状の幅L1を説明する図である。

[図9]実施例における張出し成形後の線長X1を示す図である。

発明を実施するための形態

[0011] 次に、本発明の実施形態について図面を参照して説明する。

<金属板>

まず、プレス成形される金属板について説明する。

本実施形態で例示する金属板は、プレス成形後に有するせん断端面の引張り残留応力によって、プレス成形後に経時的に端部で遅れ破壊が起こる可能性のある高強度鋼板からなる。本発明は、金属板の引張強度が590MPa以上の高強度鋼板に好適に適用可能であるが、遅れ破壊が特に懸念される980MPa以上を有する高強度鋼板に効果的であり、1180MPa以上を有する高強度鋼板により効果的な技術である。

ここで、せん断端面の引張り残留応力は、端部のせん断の際にも入力される。

本実施形態では、図1に示すように、プレス成形の前工程としてのトリム工程2と、プレス工程3と、引張残留応力緩和工程5とを有する。また、本実施形態は、引張残留応力発生箇所特定部6を有する。

[0012] <トリム工程2>

トリム工程2では、金属板1を、例えば、プレス部品4の部品形状に応じた輪郭形状に切断する。

[0013] <プレス工程3>

プレス工程3では、トリム工程2後の金属板1を、上型と下型とを有するプレス金型を用いてプレス成形を行い、目的部品形状からなるプレス部品4を製造する。なお、プレス成形は、例えば、フォーム成形やドロウ成形である。プレス工程3は、第1のプレス成形工程を構成する。

[0014] ここで、プレス部品4の形状が複雑化するほど、多段階のプレス成形でプレス部品4が製造される。多段階のプレス成形でプレス部品4を製造する場

合、離型後に上記金属板 1 のせん断端面の一部にせん断縁に沿った方向に引張残留応力が発生すると推定されるプレス成形は、最後のプレス成形である必要はない。ただし、多段階のプレス成形の最終プレス成形以外のプレス成形で引張残留応力が発生した場合、多段階のプレス成形の最終プレス成形後に、残存している引張残留応力が、引張残留応力緩和工程 5 で緩和される引張残留応力となる。この場合、一連の多段階のプレス成形の処理、又は、多段階のプレス成形のうちの離型後に上記金属板 1 のせん断端面の一部にせん断縁に沿った方向に引張残留応力が発生すると推定されるプレス成形が、第 1 のプレス成形工程となる。

[0015] <引張残留応力発生箇所特定部 6>

引張残留応力発生箇所特定部 6 は、プレス工程 3 の完了後の金属板におけるせん断端面に発生する、引張残留応力の発生箇所を特定する処理を行う。

引張残留応力の発生箇所を特定する第 1 の方法は、せん断加工した金属板 1 を実際にプレス成形し、プレス成形品の離形後の残留応力を直接測定する方法である。引張残留応力の発生箇所を特定する第 2 の方法は、成形解析により離形後の引張残留応力の発生箇所を推定する方法である。

[0016] 第 1 の方法は、破壊試験法や非破壊試験法によって行う。破壊試験法としては切断法や穿孔法がある。切断法は、プレス成形品の曲げ変形付与部分の測定では測定値の十分な精度が出ない。穿孔法は、せん断縁の残留応力の測定が困難である。非破壊試験法としては X 線による残留応力測定方法がある。この方法は、せん断縁の残留応力が測定可能で精度も十分あるが、測定に非常に時間が掛かるため、現実的ではない。

このような観点から、本実施形態では、引張残留応力の発生箇所の特定を、次の第 2 の方法、つまり、成形解析により発生箇所を推定する方法で行う場合とする。

第 2 の方法としては、有限要素法に代表される成形解析を実施し、離形後の残留応力を推定する方法が好ましい。

[0017] 成形解析に使用する条件として種々の設定項目があるが、いずれの公知の

方法でも構わない。ただし、成形解析の精度を向上させないと残留応力の計算結果の誤差が大きくなる。これに大きく影響するのは、成形解析における材料挙動を構成するモデルである。特に離形後の形状には移動硬化モデルを適用すると精度が向上することが知られており、解析精度の面からも、移動硬化モデルを用いて成形解析を実施するのが好ましい。移動硬化モデルとしては、例えば線形移動硬化則やYoshida-Uemoriモデルなどがある。本実施形態における成形解析結果の評価としては、離形後の応力分布をコンター図として表示する方法やせん断縁に該当する部分の要素又は節点から応力値を出力し、評価する方法があるが、いずれの方法でも構わない。なお、応力の方向について、評価するせん断縁に沿った方向の応力とする。なぜなら、プレス成形においてせん断縁は単軸引張変形又は曲げ変形又は単軸引張変形と曲げ変形の複合変形であり、その主応力方向はせん断縁に沿った方向となるからである。

[0018] プレス成形後に離型した金属板1のせん断端面のうち、せん断縁に沿った方向に引張残留応力が発生するせん断端面を含む領域の決定方法としては、例えば引張残留応力が既定の応力値を超えた箇所とする方法、引張残留応力が既定の応力値を超えた要素がせん断縁に沿って10mm以上連なっている箇所とする方法、引張残留応力が既定の応力値を超えた要素がせん断縁に対して垂直な方向に3mm以上連なっている箇所とする方法などがあるが、いずれの方法でも構わない。既定の応力値は、金属板1の引張強度、材料、板厚などに応じて決めるのが良い。既定の応力値の設定は、例えば、金属板1の引張強度に係数をかけて閾値とする方法や、金属板1の降伏応力と相当塑性ひずみと係数をかけ合わせる方法などがあるが、いずれの方法でも構わない。既定の応力値は、例えば200MPaとする。金属板1が1180MPa以上を有する高強度鋼板の場合には、例えば既定の応力値は、例えば100MPaとする。

また、引張残留応力発生箇所特定部6は、簡易的に、プレス成形で縮みフランジ成形する部分のせん断端面を、引張残留応力が発生すると推定される

箇所として特定しても良い。

[0019] <引張残留応力緩和工程 5>

引張残留応力緩和工程 5 は、プレス工程 3 で目的部品形状にプレス成形されたプレス部品 4 に対し、引張残留応力発生箇所特定部 6 が特定した引張残留応力が発生すると推定されるせん断端面の箇所 S を含む領域 A R A を、板厚方向に張出し成形する（図 2 参照）。せん断縁に沿った方向において、引張残留応力が発生すると推定されるせん断端面の箇所 S を含む領域を越えて、張出し成形する領域 A R A を設定しても良い。

張出し成形する領域 A R A は、張出し成形に伴って生じるせん断縁に沿った方向の引っ張り変形が、引張残留応力が発生すると推定されるせん断端面の箇所の全域に及ぶように設定する。

[0020] せん断縁に沿った方向に、上記引張残留応力が発生すると推定されるせん断端面の箇所 S を越える長さについて張出し成形で張り出させた場合、確実に張出し成形に伴って生じるせん断縁に沿った方向の引っ張り変形が、引張残留応力が発生すると推定されるせん断端面の箇所 S の全域に及ぶ。

張出し成形による張出し形状は、例えば、図 2 に示すように、せん断端面に対向する側からみた形状が、円弧形状（断面円弧状のビード形状など）となっている。張出し形状は、例えば、図 3 のような、ビード形状やせん断縁に沿った方向に延在する、円弧形状が連続した波型形状から構成されていても良い。

[0021] また、張出し形状は、張出し高さ H が 10 mm 以上で且つ張出し頂点部でのせん断縁に沿った方向の曲率半径 R が 5 mm 以上の張出し形状に成形することが好ましい。張出し高さ H は、張出し形状の頂部での高さとする。なお、張出し形状のプロフィールは、端縁方向に沿ったいずれの箇所でも、曲率半径 R が 5 mm 以上であることが好ましい。

曲率半径 R は、5 mm 以上であれば上限に限定はない。曲率半径 R が無限大は断面が平坦であることを示す。

また、曲率半径 R は、張出し形状における、凸側の面又は凹側の面のどち

らの面での曲率半径でも良いが、本実施形態では凸側の面での曲率半径とする。

[0022] また、張出し頂点部は、せん断縁に沿った方向において、せん断端面の箇所S内に位置するように設定する（図2参照）。せん断端面の箇所S内に張出し頂点部が1つ配置される場合には、張出し頂点部は、せん断縁に沿った方向において、せん断端面の箇所Sの中央部に設けることが好ましい。中央部とは、例えば、せん断端面の箇所Sを3等分に区画した場合における真ん中の区画位置である。

張出し高さHの上限値は200mmである。これを超えるとプレス成形時にせん断縁に発生するひずみが大きくなり、伸びフランジが発生するおそれがある。また、プレス成形品内部に成形不良の一つであるしわが発生する可能性もある。より好ましくは、張出し高さHは100mm以下とするのが良い。

[0023] また、張出し成形で、せん断縁に沿った張出し成形される部分の張出し成形前の長さをX0とし、せん断縁に沿った張出し成形される部分の張出し成形後の長さをX1としたとき、張出し成形前後の線長差が、下記(A)式を満足することが好ましい。

$$X1 > 1.03 \cdot X0 \quad \dots (A)$$

なお、張出し成形前後の線長差(X1-X2)の上限値は、張出し高さHと曲率半径Rとから自ずと規定される。

[0024] ここで、上記の張出し形状は、金属板1の端面での形状であり、その他の部分での張出し形状は特に限定されない。プレス工程3で作製した部品形状を余り変形させないという観点からは、端面から内側に向けて、すなわち金属板1の表面に沿って端面から離れるほど上記張出し形状の張出し高さHが連続して小さくなるように設定すればよい。すなわち、端面近傍だけが張出し成形されていればよい。端面近傍とは、例えば端面から10mm以内、好ましくは5mm以内の範囲である。この範囲に限定することで、プレス工程3で製造したプレス部品4の部品形状への影響を小さく抑えることが出来る

。

[0025] <その他構成>

ここで、引張残留応力緩和工程 5 の後工程として、引張残留応力緩和工程 5 で形成した、端部の張出し形状の張出し高さ H を小さくするプレス成形を実施しても良い。

また、引張残留応力緩和工程 5 で成形した張出し形状を有する部品形状を製品 7 の形状として設計し、プレス工程 3 で作製するプレス部品 4 では、その張出し形状を平坦にした形状に成形するように設計しても良い。

また、引張残留応力が発生すると推定されるせん断端面に限定せず、せん断端面全域を対象として、引張残留応力緩和工程 5 による張出し成形を施しても良い。

[0026] <作用その他>

(引張残留応力発生の様態)

ここで、プレス工程 3 で、角筒絞り成形を行い、プレス成形品のせん断端面に引張変形が発生する場合を例に説明する。

プレス工程 3 で、正方形の金属板 1 の中央部に角筒絞りをすると、絞りに伴う材料流入が生じつつ、金属板 1 の中央部は角筒状に変形する。このとき、角筒の外周のフランジ部におけるせん断縁の一部分は、せん断縁に沿った方向に縮みを伴う変形、つまり、縮みフランジ変形する。角筒絞りに伴い、せん断縁の部分には、縮みフランジ変形による圧縮応力が発生しており、一方で、縮みフランジ変形部近傍に、せん断縁の流入差や摩擦抵抗に伴う引張応力も発生している。このため、せん断縁に沿って不均一な応力分布が発生している。このように、金型に拘束されたプレス部品 4 には、プレス成形によって不均一な応力分布が生じている。この状態から、離型して不均一な応力分布を開放すると、プレス部品 4 には内部応力が残存し、これが残留応力となる。この残留応力のうち引張応力が、プレス成形後のプレス部品 4 での遅れ破壊発生の一要因となる。

[0027] (引張残留応力低減方法)

発明者らは鋭意検討の結果、プレス成形後に上記のような引張残留応力が残存する部品の端部に張出し変形を加えることで、引張残留応力を低減できることを見出した。これについて、以下の通り説明する。

プレス成形品のせん断縁に引張残留応力が発生するのは、前述した通り成形中の引張と圧縮の不均一な応力分布が発生することが主要因である。本実施形態では、これを解消するために、引張残留応力緩和工程5にて、引張残留応力が発生する部分に均一な変形を加える。具体的には、引張残留応力緩和工程5にて、張出し成形による張出し形状によって引張残留応力発生部分のせん断縁の線長を増やし、圧縮を含まない引張変形を付与する。これによって、張出し成形の離型後に成形中の引張応力が解放されて、引張残留応力を低減することができる。

[0028] 張出し形状としては、下記の(1)～(3)の条件を満足することが好ましい。

(1) せん断縁に、引張残留応力が発生している部分に対し、張出し変形により塑性変形を付与できること

(2) せん断縁に、引張残留応力が発生している領域より広い領域に張出し変形により引張変形を付与すること

(3) せん断縁に、張出し変形によって引張応力を付与した後、離形時にその引張応力が十分解放されること

(1)の条件が満たされない場合、離型後に元の形状に戻ってしまうため、引張応力はそのまま残存してしまう。

(2)の条件が満たされない場合、せん断縁に引張残留応力が大きい領域が残存してしまうおそれがあり、遅れ破壊発生を十分に抑制できないおそれがある。

(3)の条件が満たされない場合、ビード成形などの張出し成形によって新たに遅れ破壊発生懸念箇所を作るおそれがある。

[0029] 以上の理由から、本実施形態の効果を十分に発揮する張出し形状には制約が伴う。

発明者らが検討を重ねた結果、張出し高さHが10mm以上かつ張出し形状の頂点部の曲率半径Rが5mm以上であれば、上記の(1)～(3)の条件を満足し、せん断縁に引張残留応力が発生している部分に張出し変形により塑性変形を付与することが可能であり、プレス成形後のせん断端面の引張残留応力を低減することができることが分かった。

張出し形状の頂点部の曲率半径Rが5mmより小さいと、張出し成形により頂点部に局所的に大きな変形を伴った形状がついてしまい、離形後にも引張応力が残存し、これが遅れ破壊の発生要因になってしまうおそれがある。

また、張出し高さHが10mmより小さいと、せん断縁に引張残留応力が発生している部分に十分に塑性変形が付与できず、遅れ破壊抑制効果が期待できないおそれがある。より好ましくは、張出し高さHが20mm以上かつ張出し形状の頂点部の曲率半径Rが10mm以上とするのが良い。

[0030] 前述(2)の条件の通り、張出し形状にはせん断縁に引張残留応力が発生している領域より広い領域に張出し変形により引張変形を付与することが求められる。鋭意検討の結果、金属板1のせん断縁に沿った方向の張出し形状の幅をL1とし、金属板1の成形解析を実施し、離型後の成形解析結果から上記せん断端面に上記引張残留応力が発生した領域の長さをL0としたとき、「 $L1 > L0$ 」となるような張出し形状であれば、(2)の条件を確実に満たすことができる。なぜなら、せん断縁に沿って引張残留応力が残存している領域より広い領域を張出し成形し、引張変形を付与することになるからである。より好ましくは、「 $L1 > 1.1 \cdot L0$ 」となる大きさの張出し形状である。

なお、L1の上限は、張出し高さHや曲率半径Rから自ずと規定される。

[0031] また、前述(1)の条件の通り、せん断縁に引張残留応力が発生している部分に、張出し変形により塑性変形を付与することが求められる。鋭意検討の結果、金属板1を張出し成形した際に、金属板1のせん断縁に沿った張出し成形される部分の張出し成形前の長さをX0とし、金属板1のせん断縁に沿った張出し成形される部分の張出し成形後の長さをX1としたときに、

「 $X1 > 1.03 \cdot X0$ 」となるような張出し形状であれば、前述（1）の条件を満たすことができることを確認した。張出し形状を付与する部分には付与するひずみに分布が生じるが、「 $X1 > 1.03 \cdot X0$ 」の式を満たすことができれば、せん断縁に引張残留応力が発生している領域全体に塑性変形を付与することが可能であり、せん断縁に引張残留応力が発生している領域全体の引張応力を低減することができる。より好ましくは、「 $X1 > 1.10 \cdot X0$ 」となる張出し形状が良い。

[0032] 以上のように、本実施形態によれば、プレス成形後の金属板のせん断端面の引張残留応力を低減することができる。この結果、本実施形態によれば、例えば、自動車のパネル部品、構造・骨格部品等の各種部品に高強度鋼板を適用する際の耐遅れ破壊特性を向上させることができる。

実施例

[0033] 次に、本発明に基づく実施例について説明する。

ここでは、表1に示す機械的特性を有する1470MPa級冷延鋼板を対象に説明する。

[0034] [表1]

降伏応力 YS(MPa)	引張強度 TS(MPa)	全伸び El(%)	板厚 t(mm)
1261	1513	8.1	1.4

[0035] プレス工程（以下、1工程目とも記載する）として、400mm×400mmにせん断加工した金属板1に対し、図4に示したような金型で角筒絞り成形を行った。すなわち、ブランクホルダー22とダイ21とで金属板1の外周を拘束した状態で、ダイ21に向けてパンチ20を移動してプレス成形する。

パンチRは25mm、成形深さは25mmとした。

[0036] 次に、引張残留応力緩和工程（以下、2工程目とも記載する）として、角筒絞り成形を行った金属板1のフランジ部に対し、図5～図7に示すような波状のビード形状を有する上型30と下型31からなるプレス金型で、フォ

ーム成形を施して試験品を製造した。上型30と下型31のビード形状は同形状であり、図7に示すように、高さ h で曲げ半径 R_0 のビード形状が、プレス成形で金属板の端部に転写される。すなわち、金属板のせん断端面に、端縁に沿って連続する波型形状の張出し形状を付与する張出し成形を行った。

なお、ビード形状は、端部から内側に向けて高さが連続的に小さくなるように設定されている。

このとき、表2に示すように、成形された張出し形状の張出し高さ及び張出し頂部の曲率半径を変更して、複数の試験品を製造した。

[0037] 次に、製造した各試験品について遅れ破壊を模擬するため、浸漬試験を実施した。

浸漬試験の浸漬に使用した薬液は、0.1%濃度の NH_4SCN 溶液とMcILVAINE緩衝溶液とを合わせて構成し、pHが5.6の薬液とした。また、浸漬時間は24時間とした。

そして、浸漬後のせん断端面から発生する割れの有無を確認し、模擬的に遅れ破壊の割れ判定とした。

また、角筒絞り及び張出し成形による成形解析を実施し、せん断縁に発生した応力を算出した。成形解析は対称性を考慮して1/4モデルとした。材料モデルとしてはYoshida-Uemoriモデルを使用し、成形解析上で離型後の残留応力を評価した。

張出し形状を有した金型による試験品の浸漬試験及び残留応力測定の結果を、表2～表4に示す。ここで、張出形状の幅 L_1 は、図8に示す位置である。成形後の線長 X_1 は図9に示す位置である。

[0038]

[表2]

2工程目 張出し高さ [mm]	2工程目 曲率半径 [mm]	浸漬試験による 割れ発生の有無 (○: 割れ無, ×: 割れ有)	成形解析での せん断縁の 残留応力 [MPa]	備考
		×	684	1工程目のみ成形
5	308	×	530	高さ影響
10	104	○	218	
20	55	○	164	
30	38	○	144	
40	30	○	79	高さ、半径影響
	20	○	81	半径影響
	10	○	227	
	5	○	384	
	3	×	508	

[0039] [表3]

2工程目 張出し高さ [mm]	2工程目 曲率半径 [mm]	L1/L0	浸漬試験による 割れ発生の有無 (○: 割れ無, ×: 割れ有)	成形解析での せん断縁の 残留応力 [MPa]	備考
			×	684	1工程目のみ成形
20	55	1.4	○	168	引張残留応力の 領域に対する 幅影響
		1.2	○	197	
		1.1	○	268	
		0.0	×	497	

[0040] [表4]

2工程目 張出し高さ [mm]	2工程目 曲率半径 [mm]	X1/X0	浸漬試験による 割れ発生の有無 (○: 割れ無, ×: 割れ有)	成形解析での せん断縁の 残留応力 [MPa]	備考
			×	684	1工程目のみ成形
10	104	1.15	○	218	引張残留応力の 領域に対する 線長影響
		1.05	○	357	
		1.03	×	448	
		1.02	×	512	

[0041] 表2から分かるように、張出し形状の張出し高さは、5 mmで浸漬試験による割れが発生し、10 mm～40 mmでは浸漬試験による割れが回避できた。

また、せん断縁の残留応力低減効果も確認できた。頂点部の曲率半径については、張出し高さHが40mmにおいて、頂点部の曲率半径が5mm~30mmでは、浸漬試験による割れが回避できた。一方で頂点部の曲率半径が3mmでは割れが発生した。

以上から、張出し形状の高さが10mm以上かつ張出し形状の頂点部の半径が5mm以上であることが適切であるといえる。

[0042] また、表3から分かるように、張出し高さH20mm、頂点部の半径が55mmにおいて、L1とL0の比(L1/L0)が1.1以上1.4以下の範囲では浸漬試験による割れが発生せず、比(L1/L0)が1.0だと割れが発生した。以上から、 $L1 > L0$ とすることが適切であるといえる。

また、表4から分かるように、張出し高さが10mm、頂点部の曲率半径が104mmにおいて、X1とX0の比(X1/X0)が1.05と1.15だと浸漬試験による割れが発生せず、比(X1/X0)が1.02と1.03で割れが発生した。以上から、張出し成形の成形前の長さX0と成形後の長さX1の線長差について、 $X1 > 1.03 \cdot X0$ が適切であるといえる。

[0043] ここで、本願が優先権を主張する、日本国特許出願2019-047362(2019年3月14日出願)の全内容は、参照により本開示の一部をなす。ここでは、限られた数の実施形態を参照しながら説明したが、権利範囲はそれらに限定されるものではなく、上記の開示に基づく各実施形態の改変は当業者にとって自明なことである。

符号の説明

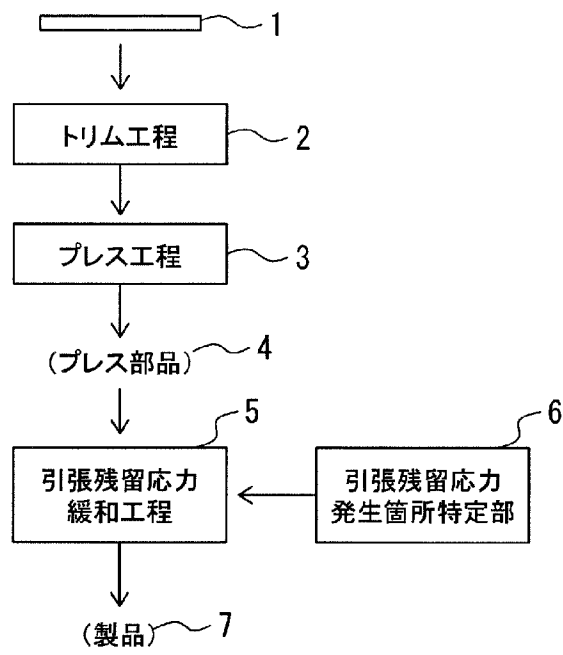
- [0044] 1 金属板
2 トリム工程
3 プレス工程(第1のプレス成形工程)
4 プレス部品
5 引張残留応力緩和工程
6 引張残留応力発生箇所特定部

7 製品

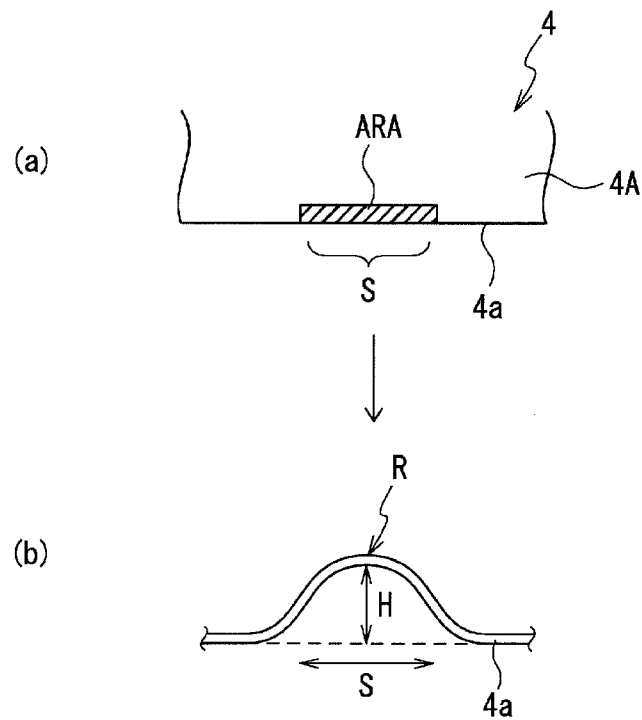
請求の範囲

- [請求項1] せん断端面を有する金属板をプレス成形してプレス部品を製造するプレス部品の製造方法であって、
- 離型後に上記金属板のせん断端面の一部にせん断縁に沿った方向に引張残留応力が発生すると推定される第1のプレス成形工程を含み、
- 上記第1のプレス成形工程の後工程として、少なくとも上記引張残留応力が発生すると推定されるせん断端面の箇所を含む領域を、板厚方向に張出し成形する引張残留応力緩和工程を有することを特徴とするプレス部品の製造方法。
- [請求項2] 上記引張残留応力緩和工程での張出し成形で形成される張出し形状を、せん断端面から離れるほど、張出し高さが小さくなるように設定することを特徴とする請求項1に記載したプレス部品の製造方法。
- [請求項3] 上記引張残留応力が発生すると推定される箇所を、上記金属板の成形解析を実施し、離型後の成形解析結果から特定することを特徴とする請求項1又は請求項2に記載したプレス部品の製造方法。
- [請求項4] 上記引張残留応力緩和工程での張出し成形で、せん断端面を、張出し高さが10mm以上で且つ張出し頂点部でのせん断縁に沿った方向の曲率半径が5mm以上の張出し形状に成形することを特徴とする請求項1～請求項3のいずれか1項に記載したプレス部品の製造方法。
- [請求項5] 上記引張残留応力緩和工程での張出し成形で、上記せん断縁に沿った張出し成形される部分の張出し成形前の長さをX0とし、上記せん断縁に沿った張出し成形される部分の張出し成形後の長さをX1としたとき、下記(1)式を満足することを特徴とする請求項1～請求項4のいずれか1項に記載したプレス部品の製造方法。
- $$X1 > 1.03 \cdot X0 \quad \dots (1)$$
- [請求項6] 上記金属板の引張強度が980MPa以上であることを特徴とする請求項1～請求項5のいずれか1項に記載したプレス部品の製造方法。

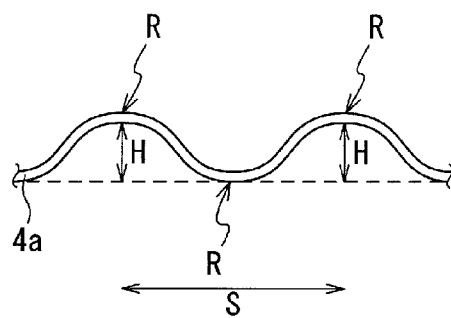
[図1]



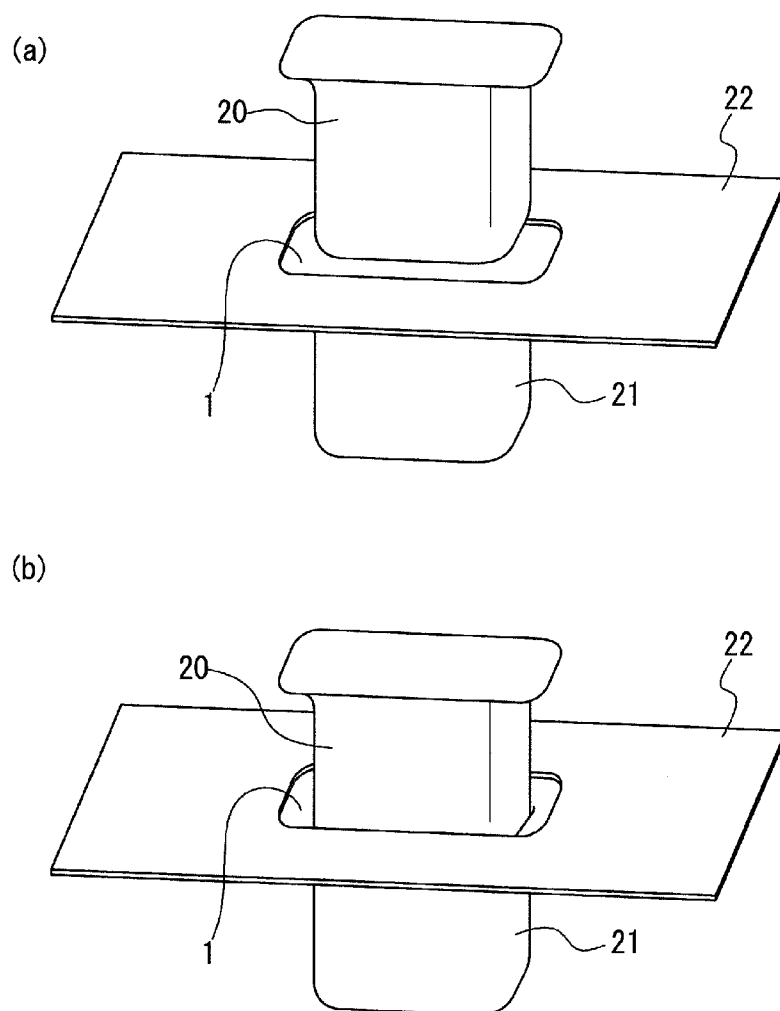
[図2]



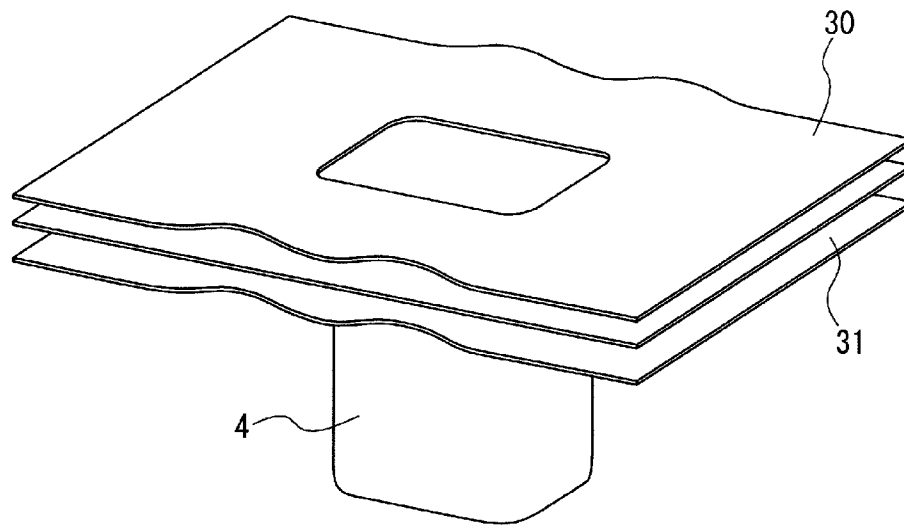
[図3]



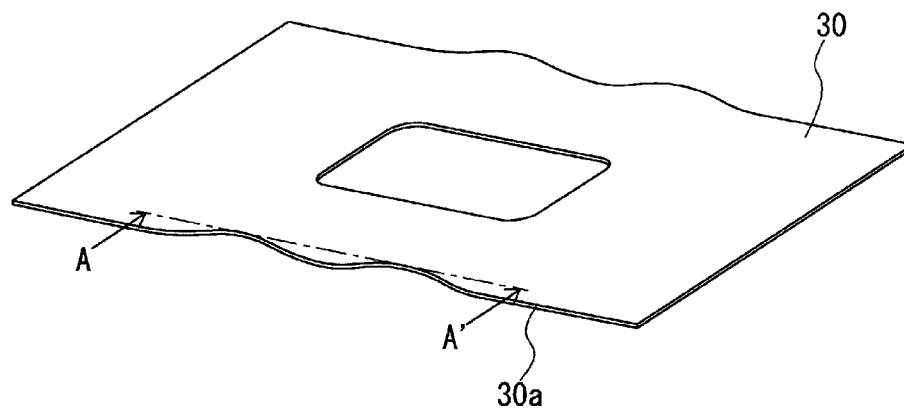
[図4]



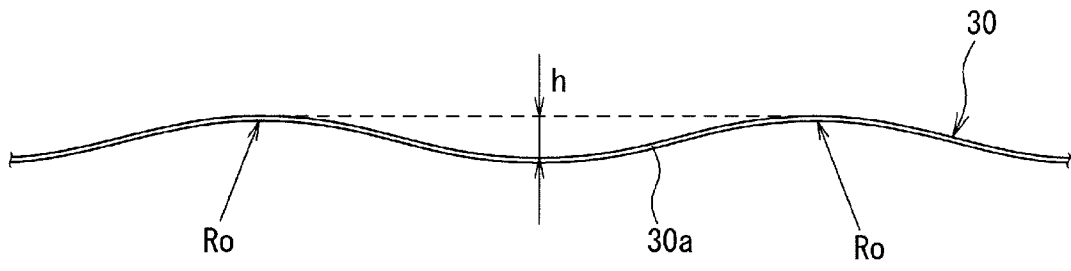
[図5]



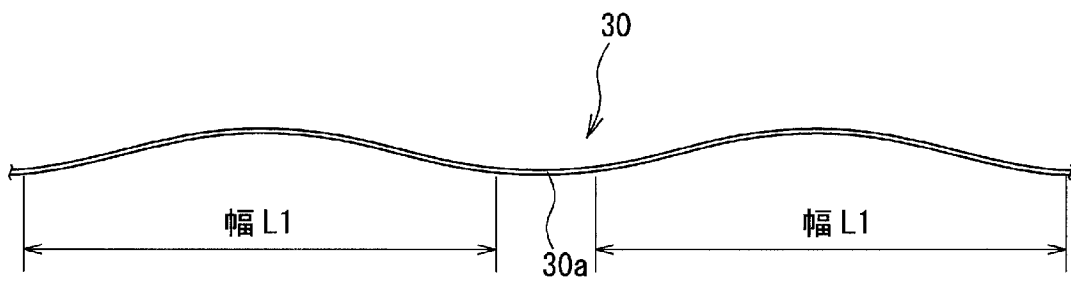
[図6]



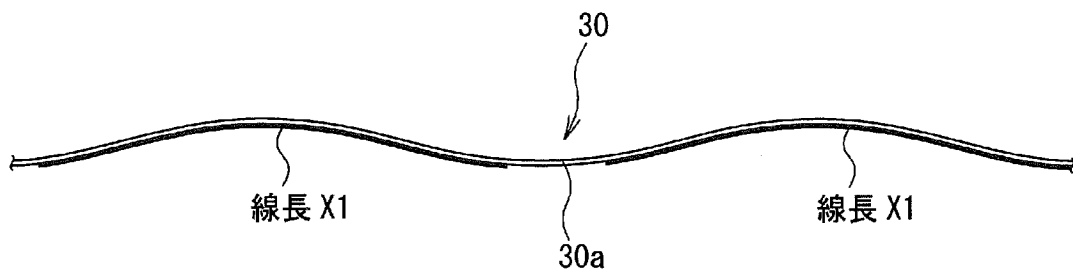
[図7]



[図8]



[図9]



INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2020/011188

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER
 B21D 22/00(2006.01) i; B21D 22/20(2006.01) i; B21D 22/26(2006.01) i
 FI: B21D22/20 Z; B21D22/00; B21D22/20 E; B21D22/26 D
 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)
 B21D22/00; B21D22/20; B21D22/26

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	1971-2020
Registered utility model specifications of Japan	1996-2020
Published registered utility model applications of Japan	1994-2020

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

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
Y	JP 7-112574 B2 (TOPRE CORPORATION) 06.12.1995 (1995-12-06) page 2, left column, lines 28-40, page 2, right column, lines 7-25, fig. 2-4	1, 3
A	page 2, left column, lines 28-40, page 2, right column, lines 7-25, fig. 2-4	2, 4-6
Y	JP 2006-289480 A (AIDA ENGINEERING, LTD.) 26.10.2006 (2006-10-26) paragraphs [0024], [0029]- [0051], fig. 5-9	1, 3
A	paragraphs [0024], [0029]-[0051], fig. 5-9	2, 4-6
Y	JP 7-171625 A (YAMATO KOGYO CO., LTD.) 11.07.1995 (1995-07-11) paragraphs [0011]-[0012]	1, 3
A	paragraphs [0011]-[0012]	2, 4-6
Y	JP 2003-311339 A (SUMITOMO METAL INDUSTRIES, LTD.) 05.11.2003 (2003-11-05) paragraphs [0002], [0036]- [0037], [0044], fig. 1-2	1, 3
A	paragraphs [0002], [0036]-[0037], [0044], fig. 1-2	2, 4-6

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 25 May 2020 (25.05.2020)	Date of mailing of the international search report 02 June 2020 (02.06.2020)
---	---

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/JP2020/011188

C (Continuation). DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
Y	JP 2017-170484 A (NIPPON STEEL & SUMITOMO METAL CORPORATION) 28.09.2017 (2017-09-28) paragraph [0058]	3
A	paragraph [0058]	1-2, 4-6
Y	JP 2003-33828 A (TOYOTA MOTOR CORP.) 04.02.2003 (2003-02-04) paragraphs [0012]-[0019]	3
A	paragraphs [0012]-[0019]	1-2, 4-6

INTERNATIONAL SEARCH REPORT
Information on patent family members

International application No.
PCT/JP2020/011188

Patent Documents referred in the Report	Publication Date	Patent Family	Publication Date
JP 7-112574 B2	06 Dec. 1995	(Family: none)	
JP 2006-289480 A	26 Oct. 2006	(Family: none)	
JP 7-171625 A	11 Jul. 1995	(Family: none)	
JP 2003-311339 A	05 Nov. 2003	(Family: none)	
JP 2017-170484 A	28 Sep. 2017	(Family: none)	
JP 2003-33828 A	04 Feb. 2003	(Family: none)	

A. 発明の属する分野の分類（国際特許分類（IPC）） B21D 22/00(2006.01)i; B21D 22/20(2006.01)i; B21D 22/26(2006.01)i FI: B21D22/20 Z; B21D22/00; B21D22/20 E; B21D22/26 D		
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）） B21D22/00; B21D22/20; B21D22/26 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 1971-2020年 日本国実用新案登録公報 1996-2020年 日本国登録実用新案公報 1994-2020年		
国際調査で使用した電子データベース（データベースの名称、調査に使用した用語）		
C. 関連すると認められる文献		
引用文献の カテゴリー*	引用文献名 及び一部の箇所が関連するときは、その関連する箇所の表示	関連する 請求項の番号
Y	JP 7-112574 B2（東プレ株式会社）06.12.1995（1995-12-06） 第2頁左欄第28行-同欄第40行、第2頁右欄第7行-同欄第25行、第2 図-第4図	1,3
A	第2頁左欄第28行-同欄第40行、第2頁右欄第7行-同欄第25行、第2 図-第4図	2,4-6
Y	JP 2006-289480 A（アイダエンジニアリング株式会社）26.10.2006（2006-10-26） 段落[0024]、[0029]-[0051]、図5-図9	1,3
A	段落[0024]、[0029]-[0051]、図5-図9	2,4-6
Y	JP 7-171625 A（大和工業株式会社）11.07.1995（1995-07-11） 段落[0011]-[0012]	1,3
A	段落[0011]-[0012]	2,4-6
Y	JP 2003-311339 A（住友金属工業株式会社）05.11.2003（2003-11-05） 段落[0002]、[0036]-[0037]、[0044]、図1-図2	1,3
A	段落[0002]、[0036]-[0037]、[0044]、図1-図2	2,4-6
<input checked="" type="checkbox"/> C欄の続きにも文献が列挙されている。 <input checked="" type="checkbox"/> 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 25.05.2020	国際調査報告の発送日 02.06.2020	
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	

C. 関連すると認められる文献		
引用文献の カテゴリー*	引用文献名 及び一部の箇所が関連するときは、その関連する箇所の表示	関連する 請求項の番号
Y	JP 2017-170484 A (新日鐵住金株式会社) 28.09.2017 (2017 - 09 - 28)	3
A	段落 [0058]	1-2, 4-6
Y	JP 2003-33828 A (トヨタ自動車株式会社) 04.02.2003 (2003 - 02 - 04)	3
A	段落 [0012] - [0019]	1-2, 4-6

国際調査報告
特許ファミリーに関する情報

国際出願番号

PCT/JP2020/011188

引用文献	公表日	特許ファミリー文献	公表日
JP 7-112574 B2	06.12.1995	(ファミリーなし)	
JP 2006-289480 A	26.10.2006	(ファミリーなし)	
JP 7-171625 A	11.07.1995	(ファミリーなし)	
JP 2003-311339 A	05.11.2003	(ファミリーなし)	
JP 2017-170484 A	28.09.2017	(ファミリーなし)	
JP 2003-33828 A	04.02.2003	(ファミリーなし)	