

(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  
2014年6月26日(26.06.2014)



(10) 国際公開番号  
WO 2014/097745 A1

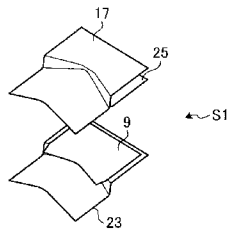
- (51) 国際特許分類:  
B21D 19/08 (2006.01) B21D 22/26 (2006.01)
- (21) 国際出願番号: PCT/JP2013/079132
- (22) 国際出願日: 2013年10月28日(28.10.2013)
- (25) 国際出願の言語: 日本語
- (26) 国際公開の言語: 日本語
- (30) 優先権データ:  
特願 2012-274398 2012年12月17日(17.12.2012) JP
- (71) 出願人: J F E スチール株式会社 (JFE STEEL CORPORATION) [JP/JP]; 〒1000011 東京都千代田区  
区内幸町二丁目2番3号 Tokyo (JP).
- (72) 発明者: 卜部 正樹 (URABE, Masaki); 〒1000011 東京都千代田区  
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: 酒井 宏明 (SAKAI, Hiroaki); 〒1006020 東京都千代田区  
霞が関三丁目2番5号 霞が関ビルディング 酒井国際特許事務所 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, 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, LT, 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, 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).

[続葉有]

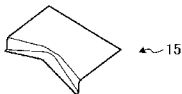
(54) Title: PRESS FORMING METHOD

(54) 発明の名称: プレス成形方法

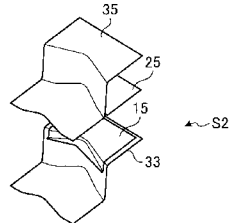
[図1A]



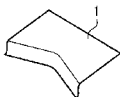
[図1B]



[図1C]



[図1D]



(57) Abstract: This press forming method carries out press forming to form a formed component (1) having a top portion (5) that has a recessed shaped outer edge (3) wherein part of the outer edge is recessed inward and a flange part (7) formed by bending along the recessed shaped outer edge (3) in the top portion (5). The press forming method includes: a first forming step (S1) that forms, at a site in which the flange part (7) is to be formed in blank material (9), a preformed shape component (15) that includes a vertical wall portion (11) that becomes part of the flange part (7) and a protruding part (13) that is bent outward from the vertical wall portion (11) and protrudes to the top portion (5) side; and a second forming step (S2) that forms the flange part (7) by bending a site that includes the protruding part (13) of the preformed shape component (15) formed in the first forming step (S1) along a bending line forming a boundary with the vertical wall portion (11).

(57) 要約: 本発明に係るプレス成形方法は、外周縁の一部が内方に凹んだ凹状外周縁(3)を有する天板部(5)と、天板部(5)における凹状外周縁(3)に沿って曲げ成形されたフランジ部(7)を有する成形部品(1)をプレス成形するプレス成形方法であって、ブランク材(9)におけるフランジ部(7)が形成される部位に、フランジ部(7)の一部となる縦壁部(11)と、縦壁部(11)から外方に向けて折り曲げられると共に天板部(5)側に凸となる山形部(13)とを含む中間形状部品(15)を成形する第1成形工程S1と、第1成形工程S1で成形された中間形状部品(15)の山形部(13)を含む部位を縦壁部(11)との境界となる折り曲げ線に沿って曲げ成形してフランジ部(7)を成形する第2成形工程S2と、を含む。

WO 2014/097745 A1

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：プレス成形方法

技術分野

[0001] 本発明は、金属板をプレス成形して伸びフランジ(stretch flange)を成形するプレス成形方法に関する。

背景技術

[0002] 金属板を金型 (die of press forming) で挟んでプレス成形をすることでフランジ部を成形する際、金属板におけるフランジ部の屈曲端部が引張力を受けて伸び変形 (伸びフランジ) が発生する場合がある。このような成形を伸びフランジ成形(stretch flange forming)と言う。伸びフランジ成形においては、伸び変形が金属板の変形限界を超えると割れ(crack)が発生する。この割れを伸びフランジ割れという。伸びフランジ割れは、例えば自動車(automobile)のプレス成形部品等の特に高張力鋼板(high-strength steel sheet)の成形部品において発生し易い。伸びフランジ割れが発生すると、所定の部品形状が得られない場合がある。

[0003] このような伸びフランジ割れを回避する方法について、例えば特許文献1には、割れが発生し易い部位の端面の状態を改善することで、伸びフランジ割れの発生を抑制する方法が開示されている。また、特許文献2および非特許文献1には、プレス金型によって余肉(excess metal)を付与する方法が記載されている。また、特許文献3および特許文献4には、伸びフランジ割れの発生しにくいブランク(blank)形状を用いる方法が開示されている。また、非特許文献2および非特許文献3には、逐次接触パンチ(sequential contacting punch)を用いて成形を行うことにより、変形を分散させて伸びフランジ部位への変形の集中を抑え、伸びフランジ割れの発生を回避する方法が開示されている。

先行技術文献

特許文献

- [0004] 特許文献1：特開2009-255167号公報  
特許文献2：特開2008-119736号公報  
特許文献3：特開2009-214118号公報  
特許文献4：特開2009-160655号公報

### 非特許文献

- [0005] 非特許文献1：薄鋼板成形技術研究会編「プレス成形難易ハンドブック第3版」、日刊工業新聞社、2007年3月30日、p. 234表4. 23  
非特許文献2：材料とプロセス, 21 (2008), p. 321  
非特許文献3：塑性と加工 第52巻604号 p. 569-573 (2011年)

### 発明の概要

#### 発明が解決しようとする課題

- [0006] しかしながら、特許文献1に開示されているように、割れが発生し易い部位の端面の状態を改善する方法では、その効果は限定的であり、伸びフランジ割れが発生する問題の根本的な解決には至らない。また、特許文献2や非特許文献1に開示されているように、プレス金型によって余肉を付与する方法についても、上記同様に効果が限定的であり、伸びフランジ割れが発生する問題の根本的な解決とは言えない。また、特許文献3および特許文献4に開示されているように、伸びフランジ割れの発生しにくいブランク形状を用いる方法の場合、ブランク形状が制約を受けるため製品形状の自由度が低下する。また、最終的に目標形状にするために該当部位の形状を整えるための加工が必要となり、コスト増大の原因ともなる。また、非特許文献2および非特許文献3に開示されているように、逐次接触パンチを用いる場合、天板部(top portion)の形状悪化が指摘されており、天板部の形状に対する精度が要求される場合には適用するのが難しいという問題がある。

- [0007] 本発明は、上記のような種々の問題を解決するためになされたものであり、製品形状の自由度を低下させることなく、伸びフランジ割れが発生する問題を根本的に解決し、さらには天板部の形状に対する精度にも優れるプレス

成形方法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] 本発明に係るプレス成形方法は、外周縁の一部が内方に凹んだ凹状外周縁を有する天板部と、該天板部における凹状外周縁に沿って曲げ成形されたフランジ部を有する成形部品をプレス成形するプレス成形方法であって、ブランク材における前記フランジ部が形成される部位に、フランジ部の一部となる縦壁部と、該縦壁部から外方に向けて折り曲げられると共に前記天板部側に凸となる山形部とを含む中間形状部品を成形する第1成形工程と、該第1成形工程で成形された中間形状部品の前記山形部を含む部位を縦壁部との境界となる折り曲げ線に沿って曲げ成形してフランジ部を成形する第2成形工程と、を含む。

[0009] 上記の本発明に係るプレス成形方法であって、前記第1成形工程は、ブランク材における天板部となる部位をパッドと第1ダイで挟持して、前記ブランク材におけるフランジ部となる部位を第1パンチによって成形し、前記第2成形工程は、中間形状部品における天板部となる部位をパッドと第2ダイで挟持して、前記中間形状部品における山形部を含む形状に沿う第2パンチによって成形する。

### 発明の効果

[0010] 本発明によれば、製品形状の自由度を低下させることなく、伸びフランジ割れが発生する問題を根本的に解決し、さらには天板部の形状に対する精度にも優れる（天板部の変形がほとんどない）プレス成形方法を提供できる。

### 図面の簡単な説明

[0011] [図1A]図1Aは、本発明の一実施の形態に係るプレス成形方法の第1成形工程を説明する説明図である。

[図1B]図1Bは、本発明の一実施の形態に係るプレス成形方法の第1成形工程を説明する説明図である。

[図1C]図1Cは、本発明の一実施の形態に係るプレス成形方法の第2成形工程を説明する説明図である。

[図1D]図1 Dは、本発明の一実施の形態に係るプレス成形方法の第2成形工程を説明する説明図である。

[図2]図2は、本発明の一実施の形態に係るプレス成形方法によって成形される成形部品の説明図である。

[図3]図3は、本発明の一実施の形態に係るプレス成形方法の第1成形工程によって成形される中間形状部品の説明図である。

[図4A]図4 Aは、本発明の一実施の形態に係るプレス成形方法の第1成形工程に用いる第1パンチの説明図である。

[図4B]図4 Bは、本発明の一実施の形態に係るプレス成形方法の第1成形工程に用いる第1パンチの説明図である。

[図5]図5は、本発明の一実施の形態に係るプレス成形方法の第1成形工程において生じる剪断ひずみ（剪断力によって生じる塑性ひずみ）発生のメカニズムを説明する説明図である。

[図6]図6は、本発明の一実施の形態に係るプレス成形方法の第1成形工程における剪断力によって生じる塑性ひずみをコンター図で示す図である。

[図7]図7は、本発明の一実施の形態に係るプレス成形方法の第1成形工程における板厚減少率をコンター図で示す図である。

[図8A]図8 Aは、本発明の一実施の形態に係るプレス成形方法の第2成形工程に用いる第2パンチの説明図である。

[図8B]図8 Bは、本発明の一実施の形態に係るプレス成形方法の第2成形工程に用いる第2パンチの説明図である。

[図9]図9は、本発明の一実施の形態に係るプレス成形方法の第2成形工程における剪断力によって生ずる塑性ひずみをコンター図で示す図である。

[図10]図10は、本発明の一実施の形態に係るプレス成形方法の第2成形工程における板厚減少率をコンター図で示す図である。

[図11]図11は、従来のプレス成形方法によって生じる塑性ひずみをコンター図で示す図である。

[図12]図12は、従来のプレス成形方法によって成形した場合の板厚減少率

をコンター図で示す図である。

[図13]図13は、本発明の実施例における成形部品の説明図である。

[図14]図14は、本発明の実施例における第1パンチの説明図である。

[図15]図15は、本発明の実施例における第2パンチの説明図である。

[図16]図16は、本発明の実施例の効果を説明するグラフである。

[図17]図17は、本発明の実施例の効果を説明するグラフである。

[図18]図18は、本発明の実施例の効果を説明する説明図であって、成形部品における応力分布をコンター図で示す図である。

[図19]図19は、本発明のプレス成形方法における第1成形工程で用いる第1パンチの他の態様の説明図である。

[図20]図20は、本発明のプレス成形方法における第1成形工程で用いる第1パンチの他の態様の説明図である。

[図21A]図21Aは、本発明にかかるプレス成形方法のメカニズムを説明する説明図である。

[図21B]図21Bは、本発明にかかるプレス成形方法のメカニズムを説明する説明図である。

[図22]図22は、本発明にかかるプレス成形方法のメカニズムを説明する説明図である。

[図23A]図23Aは、本発明にかかるプレス成形方法のメカニズムを説明する説明図である。

[図23B]図23Bは、本発明にかかるプレス成形方法のメカニズムを説明する説明図である。

[図24]図24は、本発明にかかるプレス成形方法のメカニズムを説明する説明図である。

[図25]図25は、本発明にかかるプレス成形方法のメカニズムを説明する説明図である。

### 発明を実施するための形態

[0012] 以下、図面を参照して、本発明の一実施の形態に係るプレス成形方法につ

いて詳細に説明する。なお、この実施形態により本発明が限定されるものではない。

[0013] 発明者は、伸びフランジ成形において、フランジ部の屈曲端部に伸び(stretch)が集中するのを緩和する根本的な解決方法を鋭意検討した。その結果、フランジ部を成形する際、フランジ部における屈曲端部に伸びと縮み(shrinkage)とが同時に発生すれば、これらが相殺され屈曲端部に伸びが集中することなく当該部位に割れが発生することもなくなるのではないかと考えた。そして、フランジ部における屈曲端部に伸びと縮みとが同時に発生するようなプレス成形方法について検討した。この検討内容を図21～図25に基づいて以下に説明する。

[0014] 図21Aは、平板状の第1ブランク50を示す図である。破線は第1フランジ部51(図21A参照)を成形するための第1折り曲げ線53を示し、中央の太い実線は板に入れられた第1切り込み(incision)55を示す。このような第1ブランク50が第1折り曲げ線53に沿って曲げられて第1フランジ部51が成形されると、図21Bに示すように、第1フランジ部51における第1切り込み55の部分が開く。したがって、板に第1切り込み55がなく板が繋がっている場合、第1フランジ部51において、図22に斜線で示した部位に伸びが発生する。これが伸びフランジ成形である。

[0015] 図23Aは、矩形状の板がその中央で山形にされた第2ブランク57を示す図である。破線は第2フランジ部59を成形するための第2折り曲げ線61を示し、中央の太い実線は板に入れられた第2切り込み63を示す。このような第2ブランク57が第2折り曲げ線61に沿って曲げられて第2フランジ部59が成形されると、図23Bに示すように、第2フランジ部59の中央部でブランクの一部が重なり合う。したがって、板に第2切り込み63がなく板が繋がっている場合、第2フランジ部59において、図24に斜線で示した部位に縮みが発生し、当該縮みが板厚増加で吸収されない場合にはシワ(wrinkles)が発生する。これが縮みフランジ成形(shrinkage flange forming)である。

[0016] 以上に説明したように、図22に示すように、平板状の第1ブランク50が、外周縁(outer edge)の一部が内方に凹んだ凹状の第1折り曲げ線53に沿って曲げられて第1フランジ部51が成形されると、第1フランジ部51における屈曲端部に伸びが発生する。また、図24に示すように、山形形状の第2ブランク57が、山形に沿った折り曲げ線61に沿って曲げられて第2フランジ部59が成形されると、第2フランジ部59における屈曲端部に縮みが発生する。

[0017] そこで、このようなフランジ部の同一部分に伸びと縮みが同時に発生する成形を行うことで、伸びと縮みが相殺される。そのためには、フランジ部は、図22に示す内方に凹んだ凹状である第1折り曲げ線53と、図24に示す山形に沿う第2折り曲げ線61との、2つの特質を備えた折り曲げ線に沿って曲げられて成形されればよい。

[0018] このような成形が行われるためには、2つの特質を備えた折り曲げ線が実現される予備的な中間形状(preformed shape)が、目標形状のフランジ部を成形する前段階で作られていければよい。図25は、このような中間形状の一例を示す図である。この中間形状65は、天板部69と縦壁部(vertical wall portion)と山形部73とを含む形状である。天板部69は、外周縁の一部が内方に凹んだ凹状外周縁67を有する。縦壁部71は、該天板部69における凹状外周縁67に沿って曲げ成形されフランジ部の一部となる。山形部73は、該縦壁部71から外方に向けて折り曲げられると共に、天板部69側に凸となっている。図25に示す中間形状65において、縦壁部71に形成された第3折り曲げ線75が、上述した2つの特質を有する折り曲げ線となっている。つまり、中間形状65は、上から見ると内方に凹んでいることから、第3折り曲げ線75は、図22の第1折り曲げ線53と同様の形状になっている。また、中間形状65は、前方から見ると山形になっていることから、第3折り曲げ線75は、図24の第2折り曲げ線61と同様の形状になっている。

[0019] 中間形状65が成形され、図25の矢印Aで示すように、この中間形状6

5に現れた縦壁部71の第3折り曲げ線75に沿って山形部73が成形されると、山形部73の中央先端のX部には、図22に示した伸びと図24に示した縮みとが同時に発生する。その結果、伸びと縮みとが相殺されて、伸びに起因する割れや、縮みに起因するシワ等が発生しない。なお、中間形状65が成形される際に縦壁部71の中央（凹形状の凹部）に伸びが発生するが、当該部位では天板部69からの垂下距離が短いので、大きな伸びとはならず割れ等の問題はない。本発明は上記のような知見に基づいてなされたものであり、具体的には以下の構成からなる。

[0020] 本発明の一実施の形態に係るプレス成形方法は、図2に示す成形部品1をプレス成形するプレス成形方法である。この成形部品1は、外周縁の一部が内方に凹んだ凹状外周縁3を有する天板部5と、該天板部5における凹状外周縁3に沿って曲げ成形されたフランジ部7とを有する。

[0021] 本実施の形態のプレス成形方法は、第1成形工程S1と、第2成形工程S2とを含む。第1成形工程S1では、図1Aに示すように、ブランク材9におけるフランジ部7が形成される部位に、フランジ部7の一部となる縦壁部11と、該縦壁部11から外方に向けて折り曲げられると共に上方に凸となる山形部13とを含む中間形状部品15（図1Bおよび図3参照）が成形される。第2成形工程S2では、図1Cに示すように、第1成形工程S1で成形された中間形状部品15の山形部13を含む形状に沿う第2パンチ35が、山形部13を含む部位を縦壁部11との境界線19に沿って曲げ成形してフランジ部7を成形する（図1D参照）。以下、本実施の形態のプレス成形方法の目標形状である成形部品1、第1成形工程S1、第2成形工程S2について詳細に説明する。

[0022] <成形部品>

本実施の形態におけるプレス成形の目標形状である成形部品1は、図2に示すように、外周縁の一部が内方に凹んだ凹状外周縁3を有する天板部5と、該天板部5における前記凹状外周縁3に沿って曲げ成形されたフランジ部7とを有する。このような形状の成形部品1では、フランジ部7における屈

曲端部 2 1 に伸びが集中して、当該部位に割れが発生しやすい。

[0023] <第 1 成形工程>

本実施の形態の第 1 成形工程 S 1 は、中間形状部品 1 5 (図 3 参照) が成形される工程である。中間形状部品 1 5 には、ブランク材 9 におけるフランジ部 7 が形成される部位に、フランジ部 7 の一部となる縦壁部 1 1 と、該縦壁から外方に向けて折り曲げられると共に上方すなわち天板部 5 側に凸となる山形部 1 3 とが含まれる。

[0024] 第 1 成形工程 S 1 のプレス成形には、図 1 A に示すように、下金型となる第 1 ダイ(die) 2 3 と、ダイの上方から下降する第 1 パンチ(punch) 1 7 と、ブランク材 9 を押えるパッド(pad) 2 5 とが使用される。

[0025] 第 1 パンチ 1 7 は、図 4 A に示すように、平坦部 2 7 と縦壁成形部 2 9 と山形成形部 3 1 とを備える。平坦部 2 7 は、成形部品 1 の天板部 5 に相当する部位に位置する。縦壁成形部 2 9 は、中間形状部品 1 5 の凹状外周縁 3 に沿って下方に延出する縦壁部 1 1 を成形する。山形成形部 3 1 は、縦壁成形部 2 9 から水平方向に延出して上方に凸となる山形を成形する。なお、山形成形部 3 1 には、図 4 B に示すように、山形裾平坦部 3 2 があってもよい。

[0026] 第 1 ダイ 2 3 は、第 1 パンチ 1 7 の各成形部の形状に対応した形状を有している。パッド 2 5 がブランク材 9 を第 1 ダイ 2 3 に押圧する押圧力は、第 1 パンチ 1 7 の下降による成形に際して天板部 5 に変形が生じないような十分強い圧力であることが望ましい。

[0027] 第 1 成形工程 S 1 をより具体的に説明する。第 1 成形工程 S 1 では、図 1 A に示すように、ブランク材 9 を第 1 ダイ 2 3 とパッド 2 5 とが挟持した状態で、第 1 パンチ 1 7 が第 1 ダイ 2 3 側に下降する。第 1 パンチ 1 7 が下降すると、まず第 1 パンチ 1 7 の山形成形部 3 1 (図 4 参照) における両端がブランク材 9 に当接する。第 1 パンチ 1 7 がさらに下降すると、ブランク材 9 の裾から順に山形部 1 3 の成形と縦壁部 1 1 の成形とが同時に行われる。

[0028] このとき、図 5 に矢印で示すように、縦壁部 1 1 は下方に引っ張られ、山形部 1 3 は上方に向けて押し上げられるので、縦壁部 1 1 と山形部 1 3 との

間に剪断力(sheared stress)が作用する。図6は、この第1成形工程S1における剪断力によって生じる塑性ひずみ(plastic strain)を示すコンター図(distribution map)である。図6においては、符号Aで示す部位は塑性ひずみがゼロの部位であり、BCDEFの順に塑性ひずみが大きくなっている。

[0029] 図6に示すように、山形部13のみならず縦壁部11の広い範囲に亘って塑性ひずみが生じていることが分かる。このことから、第1成形工程S1において、縦壁部11の広い範囲の材料が山形部13の成形に寄与しており、山形部13の成形に際して塑性ひずみが集中することなく分散していることが分かる。

[0030] 図7は、第1成形工程S1が実施された後の板厚変化を示すコンター図である。図7においては、符号Aで示す部位は板厚減少率がゼロの部位であり、BCDEFの順に板厚減少率(thickness reduction ratio)が大きくなっている。図7に示すように、板厚減少率は、最も大きい山形部13の頂上付近でも16%であった。

[0031] このように、第1成形工程S1によって、塑性ひずみが集中することなく山形部13が成形され、縦壁部11には山形部13との境界線19が形成される(図3参照)。この境界線19が、図25で示した第3折り曲げ線75と同じ性質、すなわちフランジ部7の屈曲端部21に伸びと縮みとを同時に発生させる性質を有する。

[0032] なお、第1成形工程S1では、フランジ部7となる部位において剪断ひずみ(sheared strain)(剪断力によって生じる塑性ひずみ)が生じることから、天板部5への影響が少なく、天板部5に応力が生じない。そのため、天板部5の平坦度の形状精度が高く保たれる。

[0033] <第2成形工程>

第2成形工程S2では、図1Cに示すように、第2ダイ33とパッド25とが、第1成形工程S1で成形された中間形状部品15を挟み、山形部13を含む形状に沿う第2パンチ35が、山形部13を含む部位を境界線19に沿って下方に折り曲げてフランジ部7を成形する。

- [0034] 第2成形工程S2で使用される第2パンチ35は、図8Aに示すように、第1成形工程S1で成形された山形部13に沿う凹形状と縦壁部11に沿う形状とを有している。第2パンチ35において第1パンチ17と違う点は、縦壁成形部29の長さが長い点のみである。第2ダイ33は、第2パンチ35の各成形部の形状に対応した形状を有している。
- [0035] 図8Aに示すような第2パンチ35が、第1成形工程S1で成形された縦壁部11に沿って下降すると、第2パンチ35が山形部13を含む形状に当接する。第2パンチ35がさらに下降すると、山形部13を含む形状が縦壁部11との境界線19から垂直下方に曲げ成形され、図1Dに示すように目標形状が成形される。なお、第2パンチ35には、図8Bに示すように、山形裾平坦部32があってもよい。また、図8Aまたは図8Bの第2パンチ35と、図4Aまたは図4Bの第1パンチ17との組み合わせはいずれでもよい。
- [0036] この第2成形工程S2では、第1成形工程S1で成形された山形部13を含む形状が境界線19に沿って下方に向けて曲げ成形される。このときフランジ部7の中央下端部には伸びと縮みとの両方が作用し、これらが相殺されるので、この曲げ成形によって大きな伸びが発生することはなく、まして割れが生ずることもない。
- [0037] 図9は、第2成形工程S2後における塑性ひずみの分布を示すコンター図である。図9に示すように、広い範囲に塑性ひずみが分散していることが分かる。つまり、塑性ひずみが集中せずに分散することで、割れの発生が防止されるのである。なお、図9のコンター図に示すように、本発明の方法によってもフランジ部7の屈曲端部に塑性ひずみが生ずるのは、当該部位に発生する伸びと縮みが完全に一致しているわけではないからである。
- [0038] 図10は、第2成形工程S2後の板厚の分布を示すコンター図である。図10に示すように、板厚の変化が広範囲に分散しており、最も板厚減少率が大きい部位でも板厚減少率は20%であった。このことは、伸びと縮みとの相殺作用によって板厚減少率の最大値が小さくなり、割れの発生が確実に防

止されることを意味している。

[0039] 図11は、伸びフランジ成形が一工程で行われる従来のプレス成形方法でプレス成形された場合の塑性ひずみ分布を示すコンター図である。また、図12は同じく伸びフランジ成形が一つの工程で行われる従来のプレス成形方法でプレス成形された場合の板厚の分布を示すコンター図である。図11を図9と比較すると、従来方法（図11）では、塑性ひずみが生じている部位が、図9（本発明）のように分散せずに、フランジ部7の中央下端の屈曲部に集中していることが分かる。また、図12を図10と比較すると、従来方法（図12）では、板厚変化が生じている部位が、図10（本発明）のようにフランジ部7の広い範囲に分散せず、中央に集中していることが分かる。図12に示す従来方法での最大の板厚減少率は41%であり、図10に示す本発明での20%よりも大きくなっている。

[0040] 以上のように、本実施の形態では、ブランク材における前記フランジ部7が形成される部位に、第1成形工程S1で、フランジ部7の一部となる縦壁部11と、縦壁部11から外方に向けて折り曲げられると共に天板部5側に凸となる山形部13とを含む中間形状部品15が成形される。次に、第2成形工程S2において、第1成形工程S1で成形された中間形状部品15の山形部13を含む部位が縦壁部11との境界線19に沿って曲げ成形されて最終形状の成形部品1のフランジ部7が成形される。これにより、第1成形工程S1では、成形部品1におけるフランジ部7の広い範囲に塑性ひずみが生じて山形部13が形成され、それによって伸びの集中が防止されてフランジ部7の屈曲端部に要求される伸び変形が予め成形される。また、第2成形工程S2では、主として曲げ成形となり、フランジ部7の屈曲端部に伸びと縮みとが同時に発生して伸びが集中しないので、割れの発生を効果的に防止して伸びフランジ成形を行うことができる。

[0041] また、第1成形工程S1における山形部13を成形する際の塑性ひずみは、フランジ部7となる縦壁部11と山形部13との間で生ずるため、天板部5にはほとんど応力が発生せず、天板部5の形状精度にも優れる（天板部5

の変形がほとんどない)。

[0042] [実施例]

本発明の効果を検証するため、従来方法と本発明の方法とが有限要素法による解析で検証された。解析に用いたソフトウェアはL S T C社製のL S - D Y N Aバージョン9 7 1であり、動的陽解法(dynamic explicit method)が用いられた。図1 3は、対象とする成形部品の形状を示した図である。また、表1は、図1 3に示した成形部品の各部の寸法等を示す表である。成形部品の形状は、フランジ部の縦壁部の高さHが3 0 m mのもの(成形部品形状1)と、縦壁部の高さHが4 0 m mのもの(成形部品形状2)との2種類とした。なお、表1において、W、L、H、Rの単位はm mであり、 $\theta$ 、 $\phi$ の単位はdegree(度)である。

[0043] [表1]

	W	L	H	$\theta$	$\phi$	R
成型部品形状1	150	100	30	140	90	30
成型部品形状2	150	100	40	140	90	30

[0044] また、図1 4は、本発明の第1成形工程で用いられた第1パンチを示す図である。また、図1 5は、第2成形工程で用いた第2パンチを示す図である。また、表2は、図1 3~1 5に示した各部の寸法を示す表である。なお、表2において、 $W_p$ 、 $L_p$ 、 $H_a$ 、 $H_b$ 、 $W_1$ 、 $L_1$ 、 $R$ 、 $R_{p1}$ 、 $R_t$ 、 $R_b$ の単位はm mであり、 $\theta_1$ 、 $\theta_2$ 、 $\phi_1$ の単位はdegree(度)である。また、表2において、 $R$ 、 $R_{p1}$ 、 $R_t$ 、 $R_b$ はラウンド加工部の半径を示す。

[0045] [表2]

	$W_p$	$L_p$	$H_a$	$H_b$	$W_1$	$L_1$	$\theta_1$	$\theta_2$	$\phi_1$	R	$R_{p1}$	$R_t$	$R_b$
第1パンチ	170	110	5	25	30	100	140	140	90	30	5	30	60
第2パンチ	170	110	72	90	30	100	140	140	90	30	5	30	60

[0046] 図1 6は、フランジ部の縦壁部の高さHが3 0 m mの場合における最大板

厚減少率を、本発明と従来例（一工程で伸びフランジ成形を行う従来のプレス成形方法）とで比較してグラフ表示したものである。また、図17は、フランジ部の縦壁部の高さHが40mmの場合における最大板厚減少率を、本発明と従来例とで比較してグラフ表示したものである。図16に示すように、縦壁部の高さHが30mmの場合、従来例での最大板厚減少率は41%であったのに対して、本発明の最大板厚減少率は20%であった。また、図17に示すように、縦壁部の高さHが40mmの場合、従来例での最大板厚減少率は58%であったのに対して、本発明の最大板厚減少率は31%であった。このように、本発明のプレス成形方法によれば、従来方法より最大板厚減少率が低減されることが実証された。このことは、本発明のプレス成形方法による伸びフランジ成形によって、割れの発生が効果的に防止されることを意味している。

[0047] 図18は、本発明の第2成形工程の実施後の離型(die release)前のブランクの応力分布を示すコンター図である。図18においては、応力がゼロの部位が符号Aで示され、圧縮応力が大きくなるに従って-B、・・・、-Cで示され、逆に引張応力が大きくなるに従って+B、・・・、+Cで示される。図18に示されるように、天板部5にはほとんど応力が発生しておらず、離型後も天板部5の変形がほとんどないことが分かる。これは、第1成形工程S1及び第2成形工程S2のいずれの成形工程でも、塑性ひずみが生じているのはフランジ部7のみであるためと推察される。このため、天板部5の形状の精度が要求されるような場合にも本発明のプレス成形方法は極めて有用であることが実証された。

[0048] なお、上記実施の形態においては、成形部品形状として天板部5が平坦の場合について説明したが、本発明のプレス成形方法によって成形される成形部品の天板部は平坦である必要はない。例えば、天板部が中央に向かって下向きに傾斜する傾斜面を有する凹形状のものであってもよいし、逆に天板部が中央に向かって上向きに傾斜する傾斜面を有する凸形状のものであってもよい。

[0049] 天板部が凹形状の場合における第1パンチ37の天板成形部39は、図19に示すように、中央に向かって下向きに傾斜する傾斜面からなる凹形状であり、山形成形部31の傾斜角度 $\theta_3$ は、天板部が平坦な場合の傾斜角度 $\theta_2$ よりも大きいことが望ましい。また、天板部が凸形状の場合における第1パンチ41の天板成形部43は、図20に示すように、中央に向かって上向きに傾斜する傾斜面からなる凸形状であり、山形成形部31の傾斜角度 $\theta_4$ は、天板部が平坦な場合の傾斜角度 $\theta_2$ よりも小さいことが望ましい。

### 産業上の利用可能性

[0050] 本発明は、金属板をプレス成形して伸びフランジを成形する処理に適用することができる。これにより、製品形状の自由度を低下させることなく、伸びフランジ割れが発生する問題を根本的に解決し、さらには天板部の形状に対する精度にも優れるプレス成形処理が可能となる。

### 符号の説明

- [0051] S1 第1成形工程  
S2 第2成形工程  
1 成形部品  
3 凹状外周縁  
5 天板部  
7 フランジ部  
9 ブランク材  
11 縦壁部  
13 山形部  
15 中間形状部品  
17 第1パンチ  
19 境界線  
21 屈曲端部（フランジ中央下端部）  
23 第1ダイ  
25 パッド

- 2 7 平坦部
- 2 9 縦壁成形部
- 3 1 山形成形部
- 3 2 山形裾平坦部
- 3 3 第2ダイ
- 3 5 第2パンチ
- 3 7 第1パンチ
- 3 9 天板成形部
- 4 1 第1パンチ
- 4 3 天板成形部
- 5 0 第1ブランク
- 5 1 第1フランジ部
- 5 3 第1折り曲げ線
- 5 5 第1切り込み
- 5 7 第2ブランク
- 5 9 第2フランジ部
- 6 1 第2折り曲げ線
- 6 3 第2切り込み
- 6 5 中間形状
- 6 7 凹状外周縁
- 6 9 天板部
- 7 1 縦壁部
- 7 3 山形部
- 7 5 第3折り曲げ線

## 請求の範囲

[請求項1] 外周縁の一部が内方に凹んだ凹状外周縁を有する天板部と、該天板部における凹状外周縁に沿って曲げ成形されたフランジ部を有する成形部品をプレス成形するプレス成形方法であって、

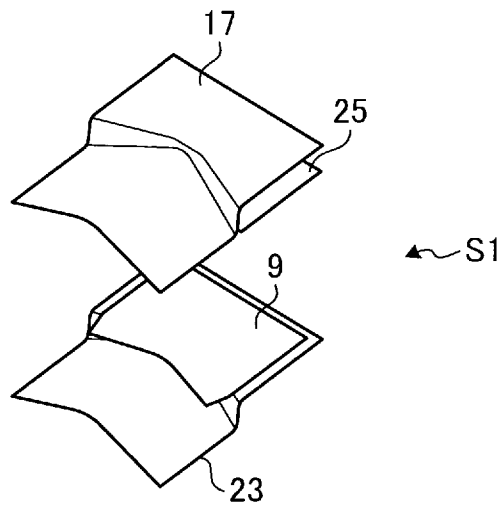
ブランク材における前記フランジ部が形成される部位に、フランジ部の一部となる縦壁部と、該縦壁部から外方に向けて折り曲げられると共に前記天板部側に凸となる山形部を含む中間形状部品を成形する第1成形工程と、

該第1成形工程で成形された中間形状部品の前記山形部を含む部位を縦壁部との境界となる折り曲げ線に沿って曲げ成形してフランジ部を成形する第2成形工程と、を含むプレス成形方法。

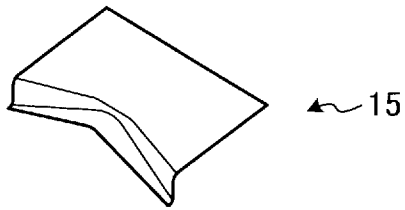
[請求項2] 前記第1成形工程は、ブランク材における天板部となる部位をパッドと第1ダイで挟持して、前記ブランク材におけるフランジ部となる部位を第1パンチによって成形し、

前記第2成形工程は、中間形状部品における天板部となる部位をパッドと第2ダイで挟持して、前記中間形状部品における山形部を含む形状に沿う第2パンチによって成形する請求項1記載のプレス成形方法。

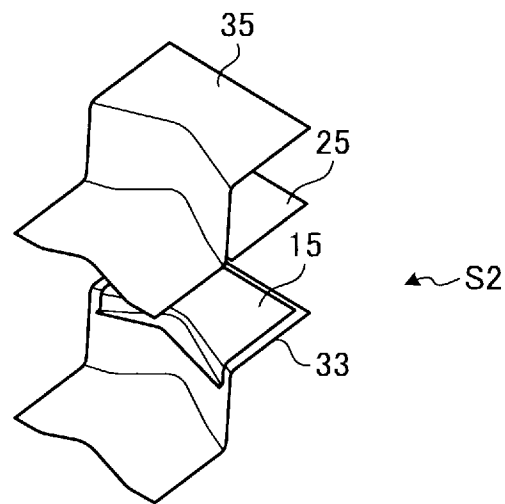
[図1A]



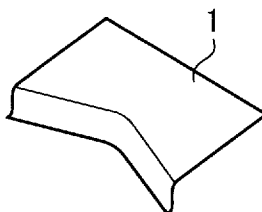
[図1B]



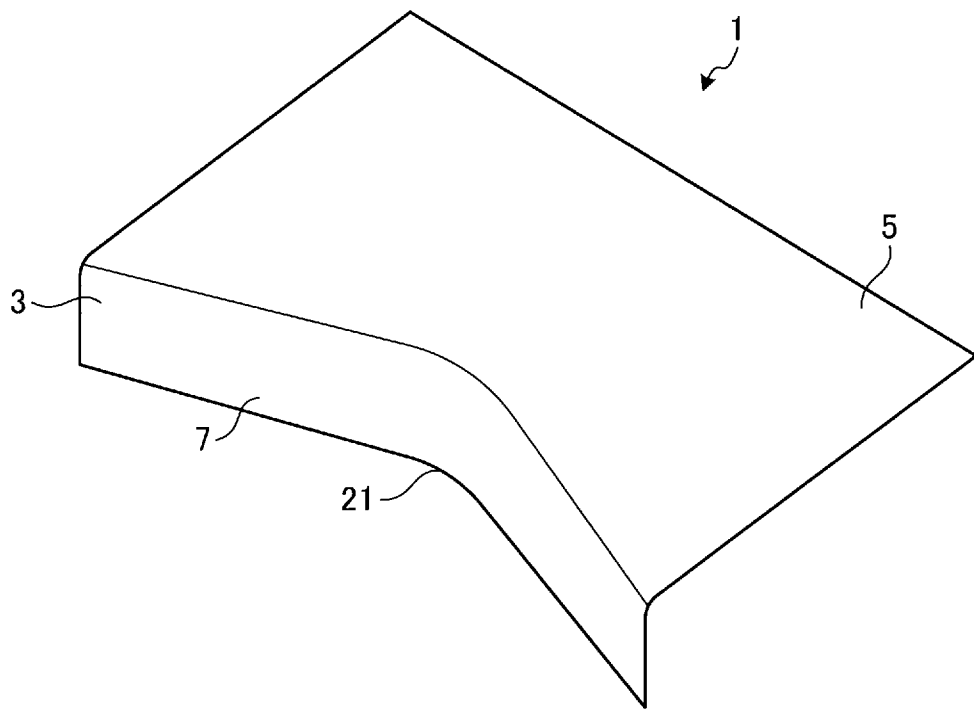
[図1C]



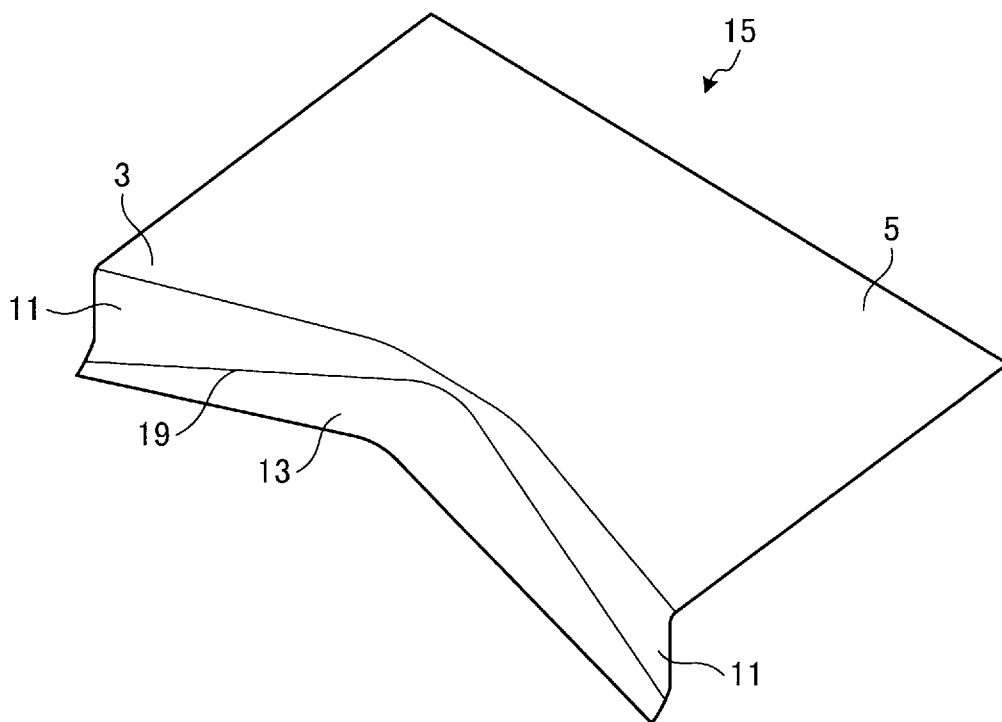
[図1D]



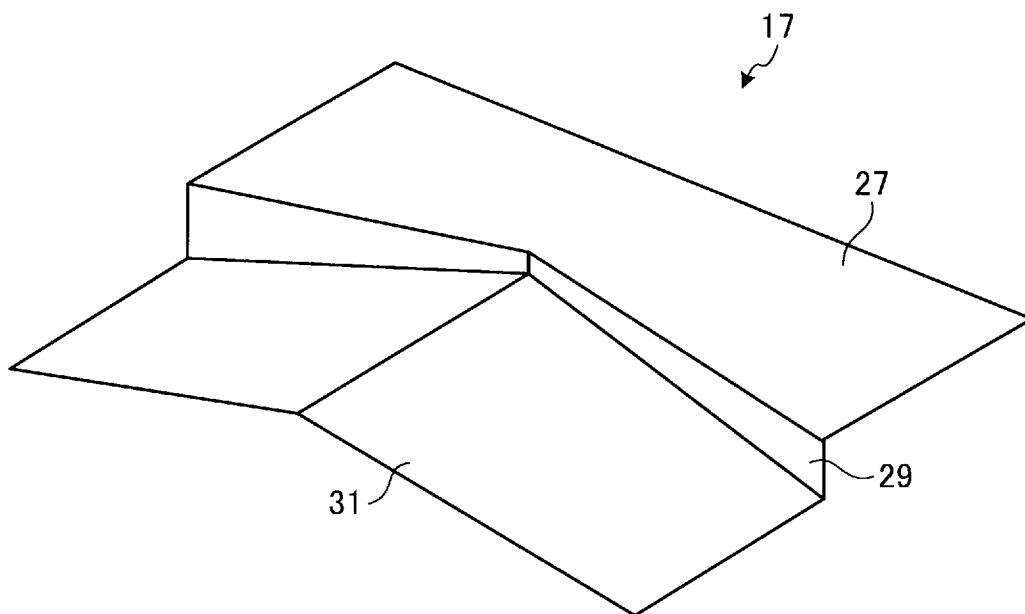
[図2]



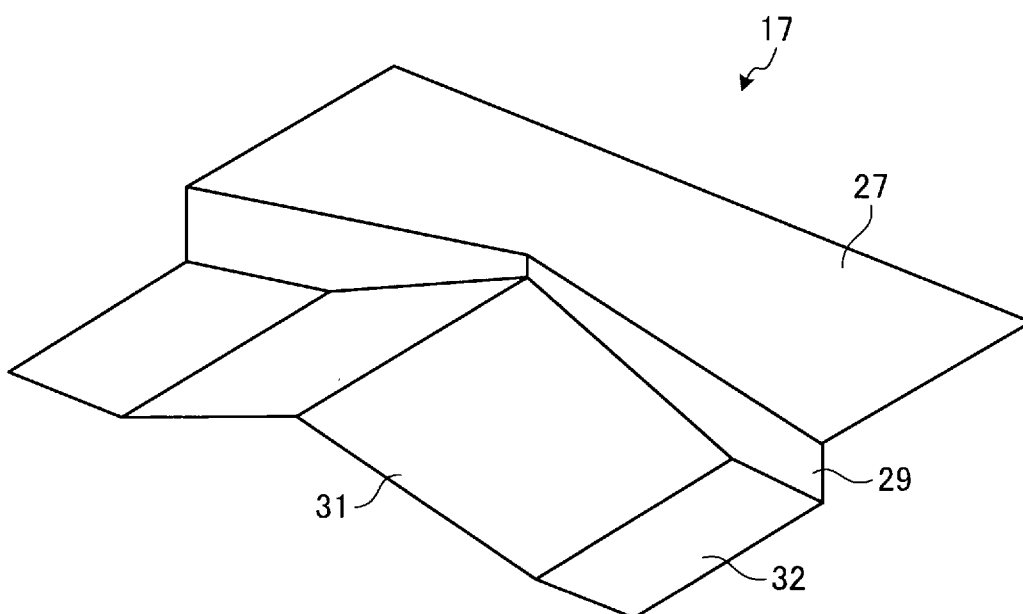
[図3]



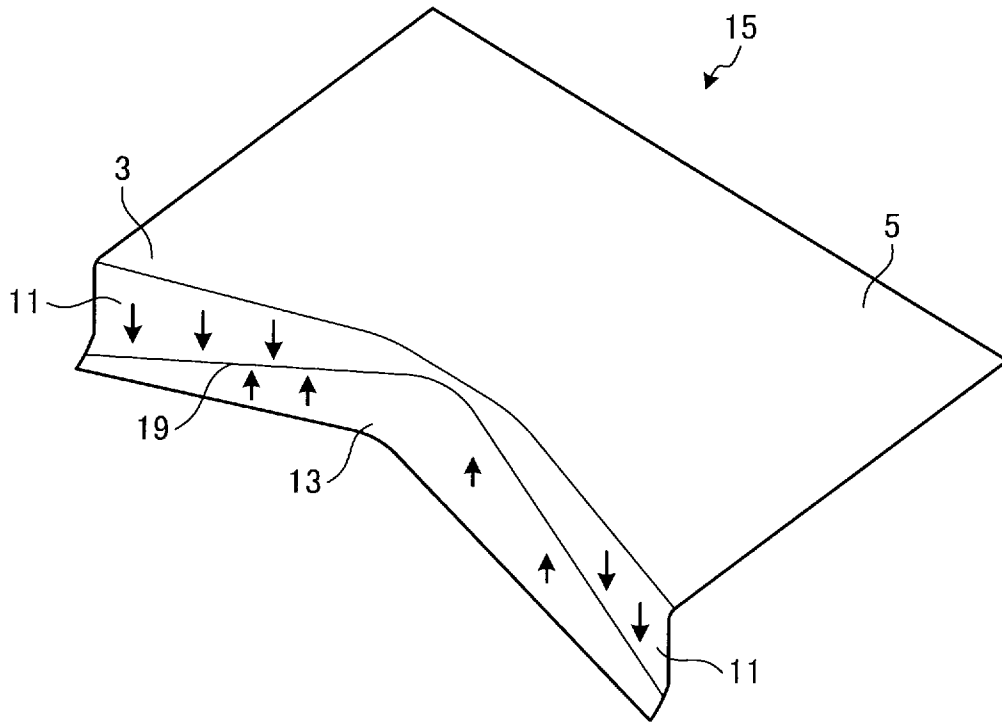
[図4A]



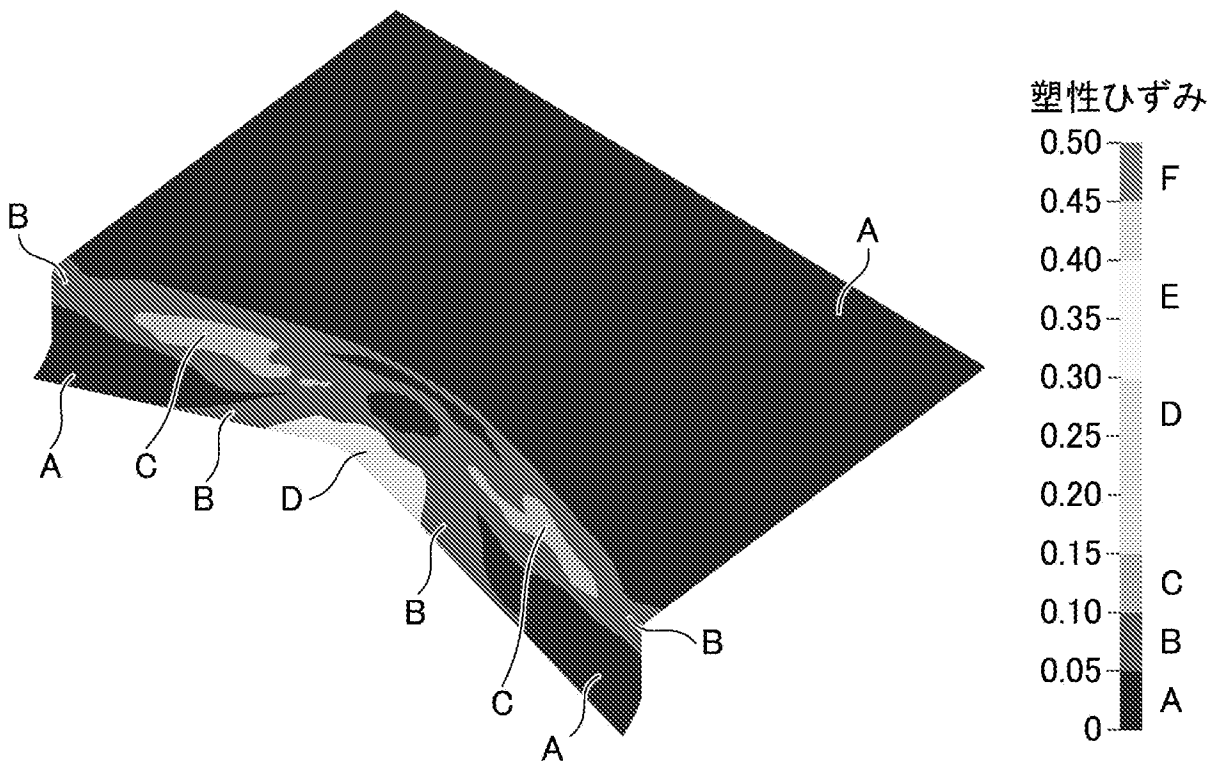
[図4B]



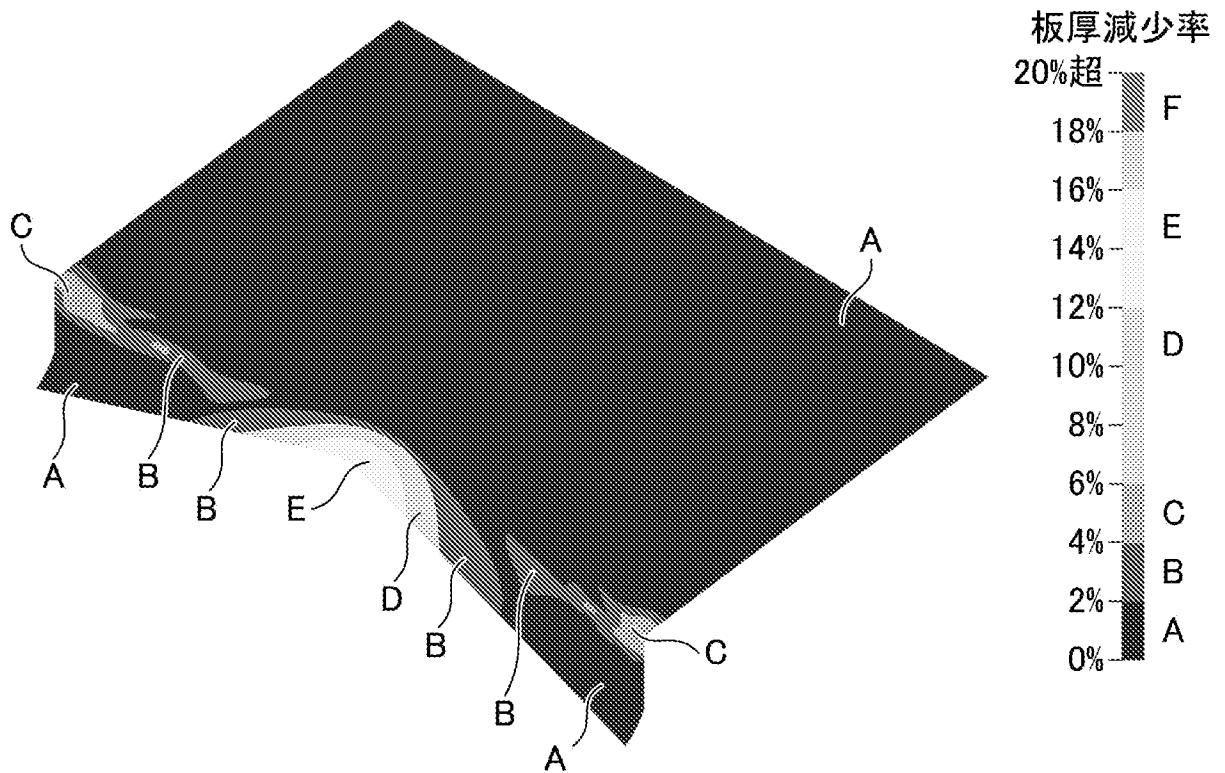
[図5]



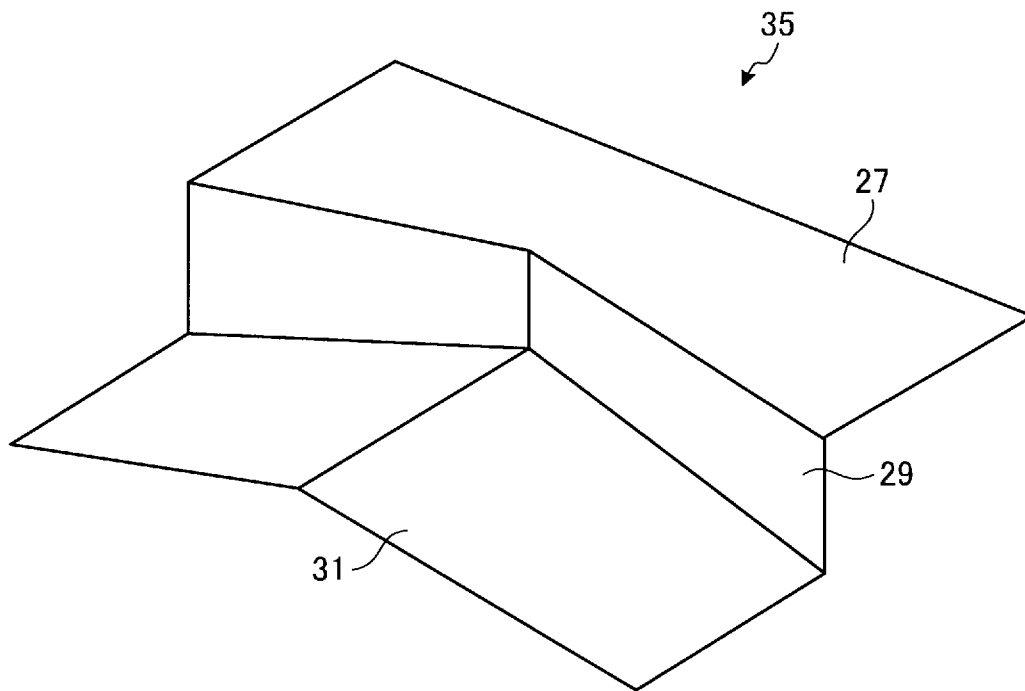
[図6]



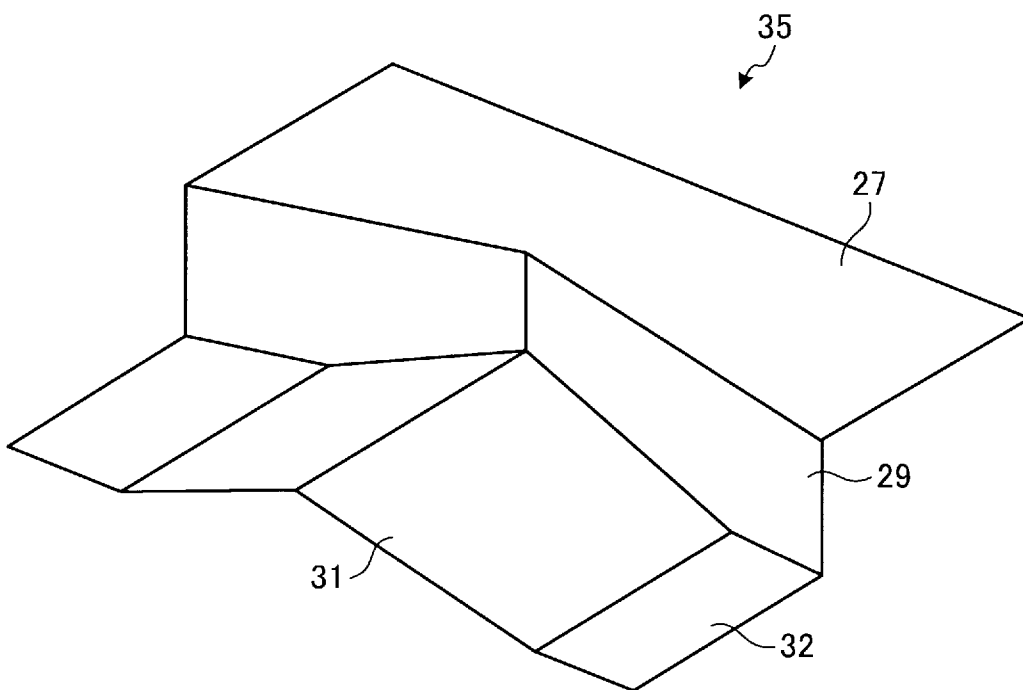
[図7]



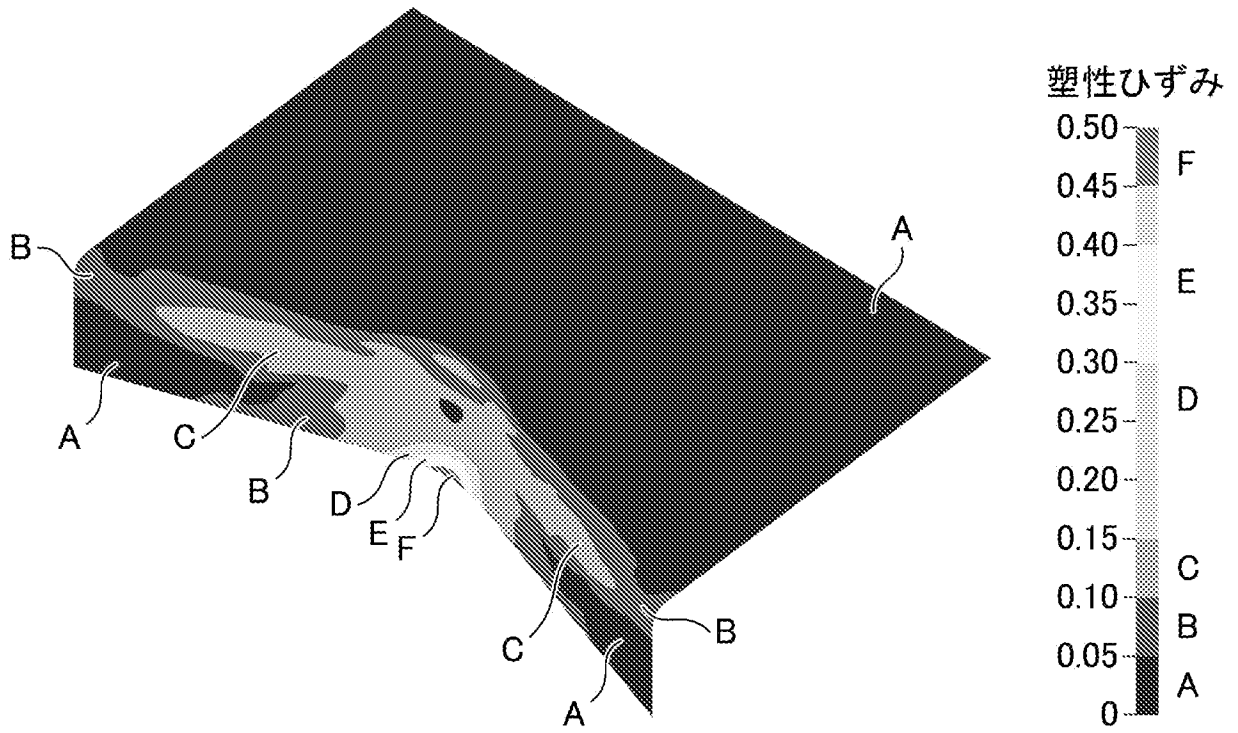
[図8A]



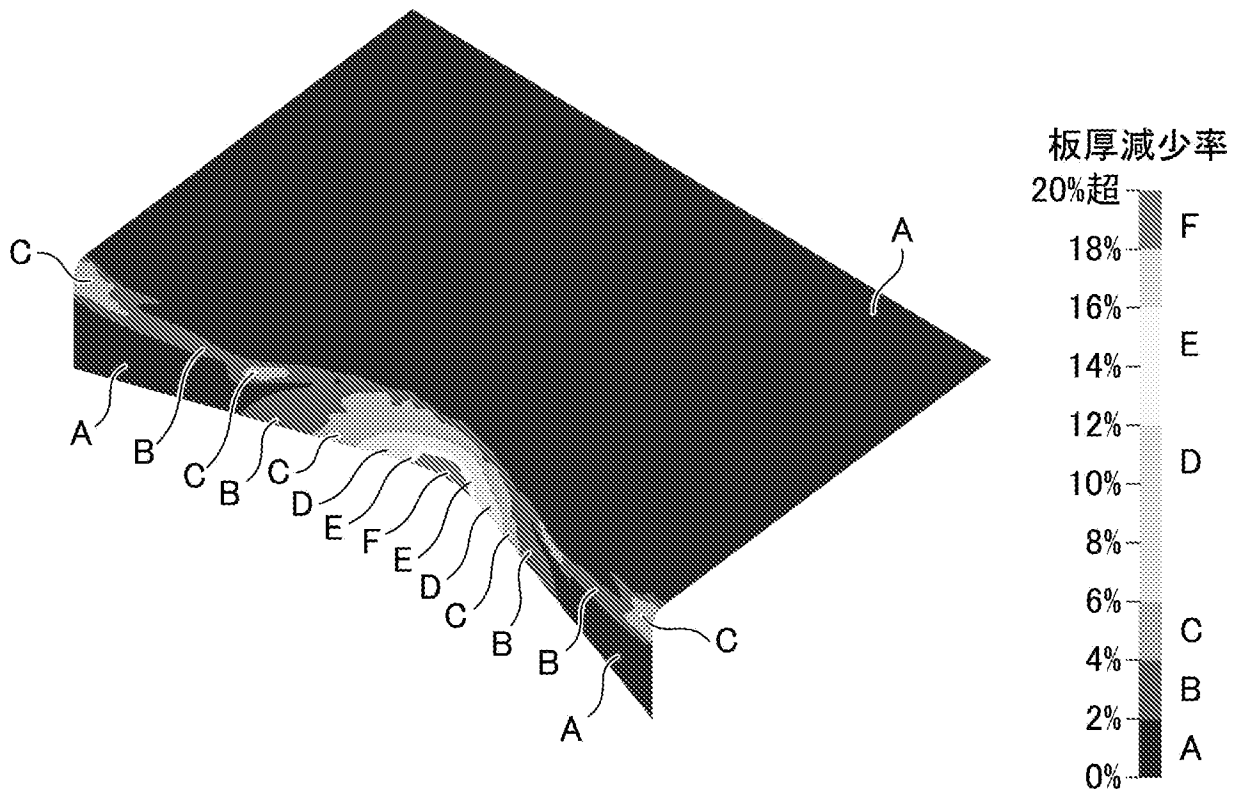
[図8B]



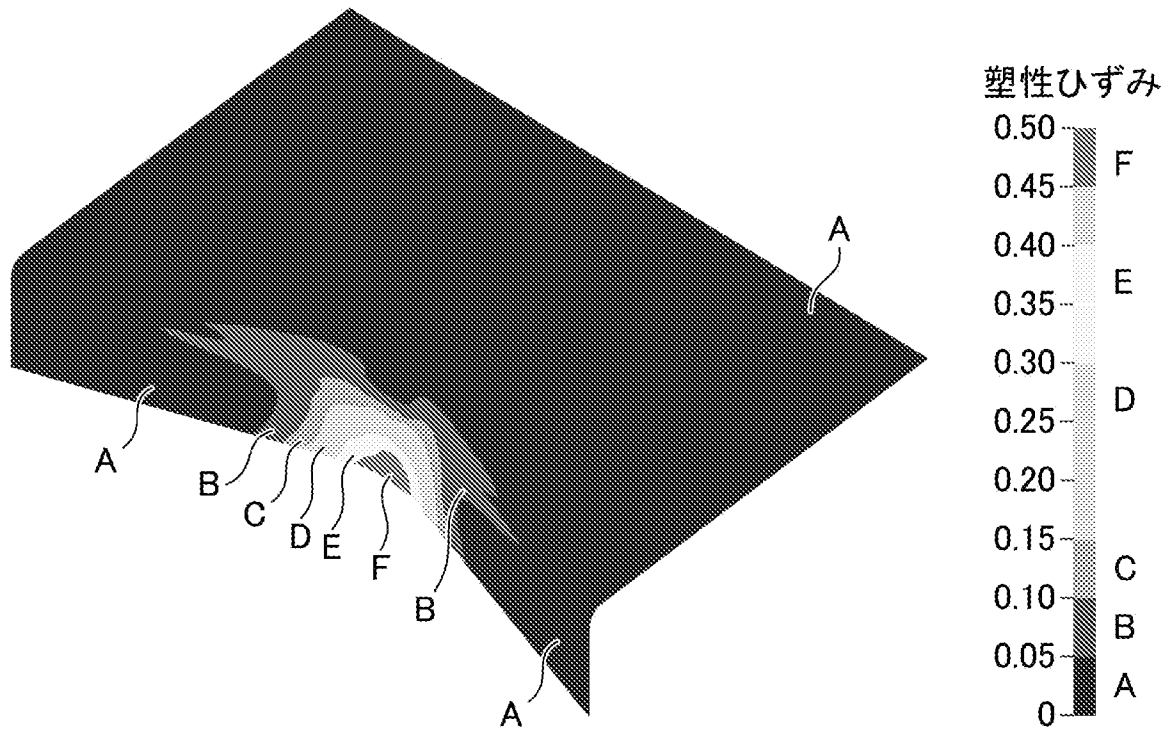
[図9]



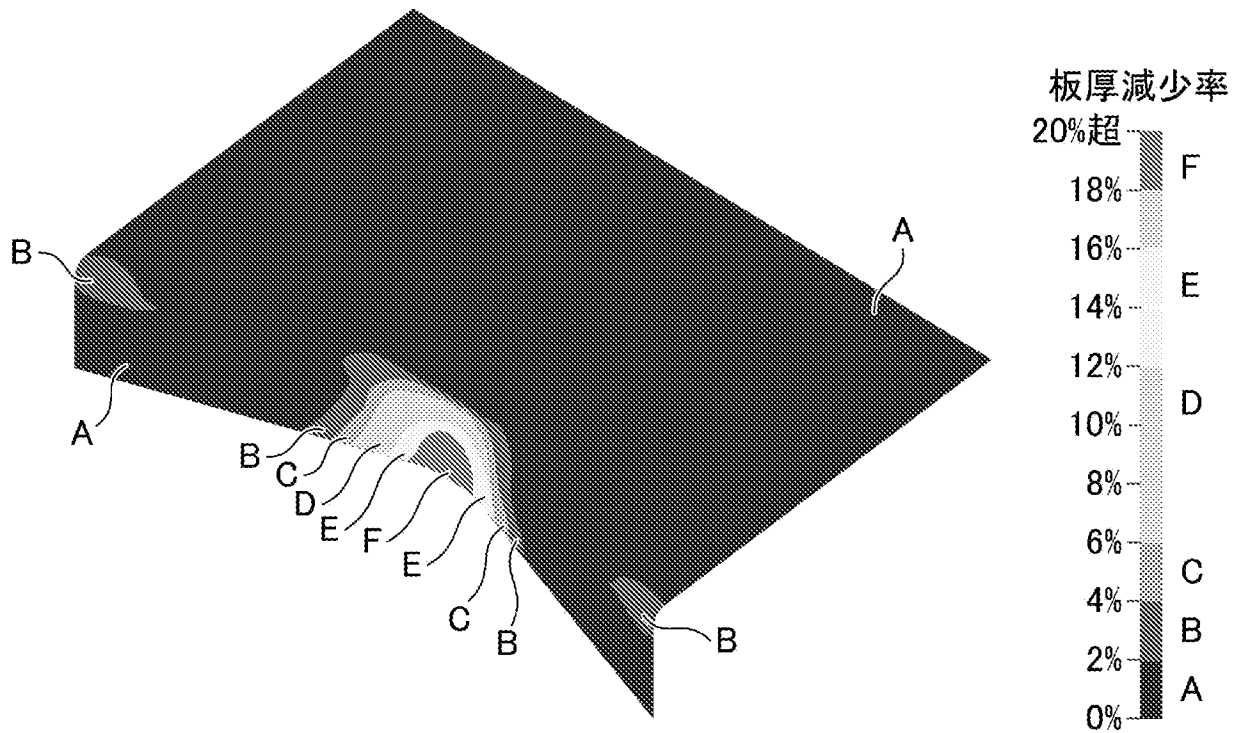
[図10]



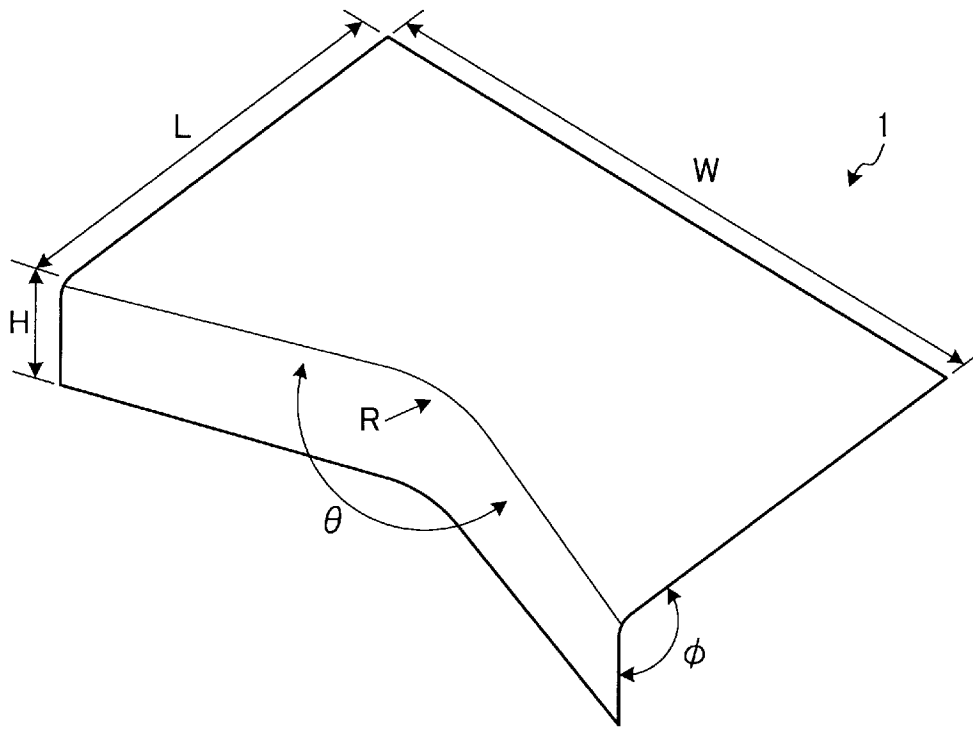
[図11]



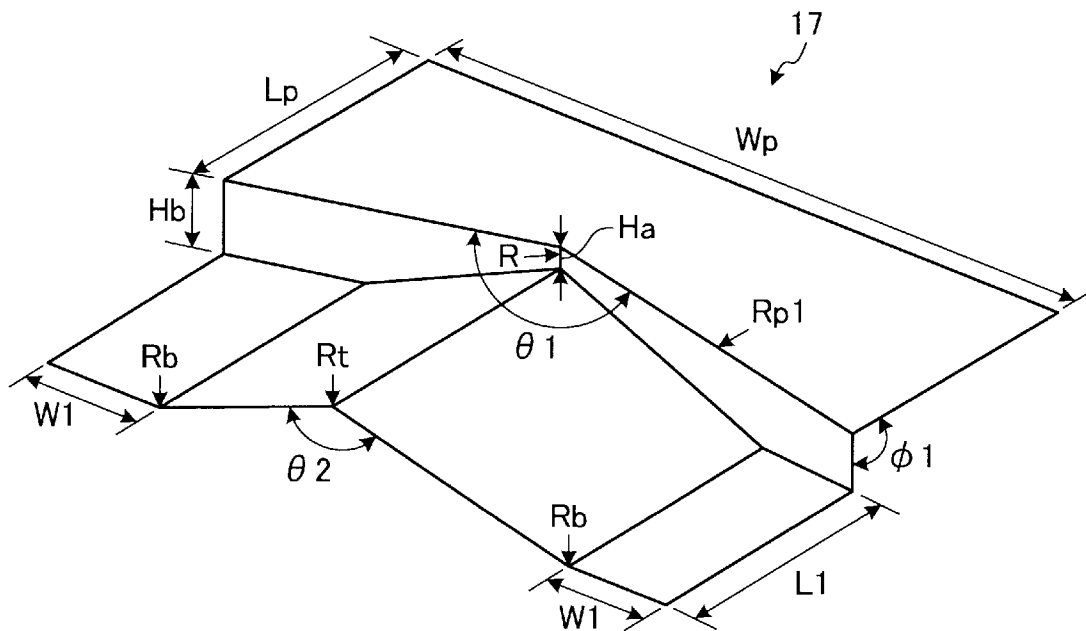
[図12]



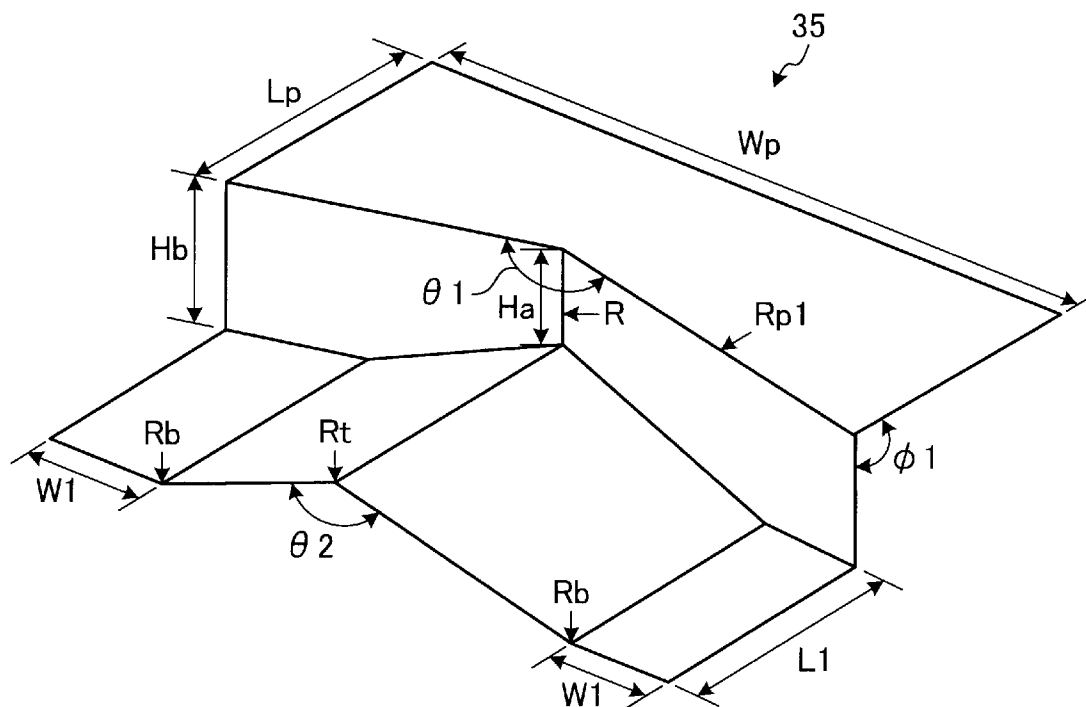
[図13]



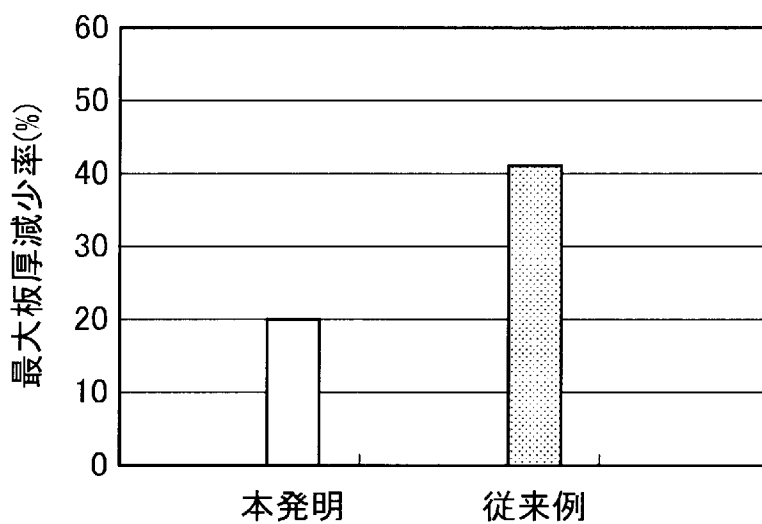
[図14]



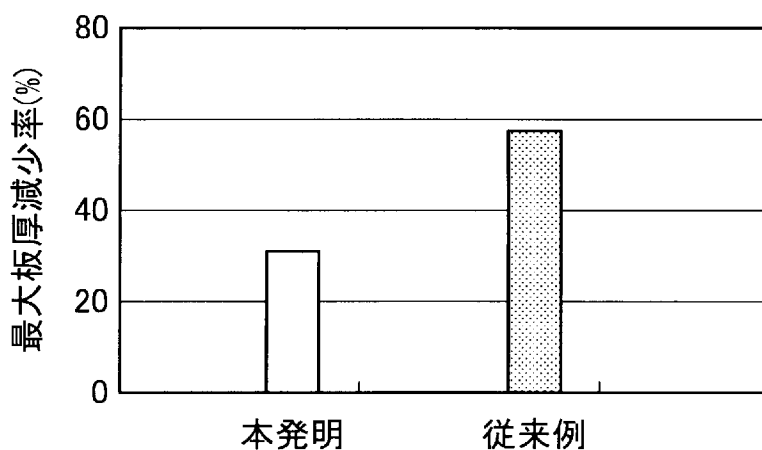
[図15]



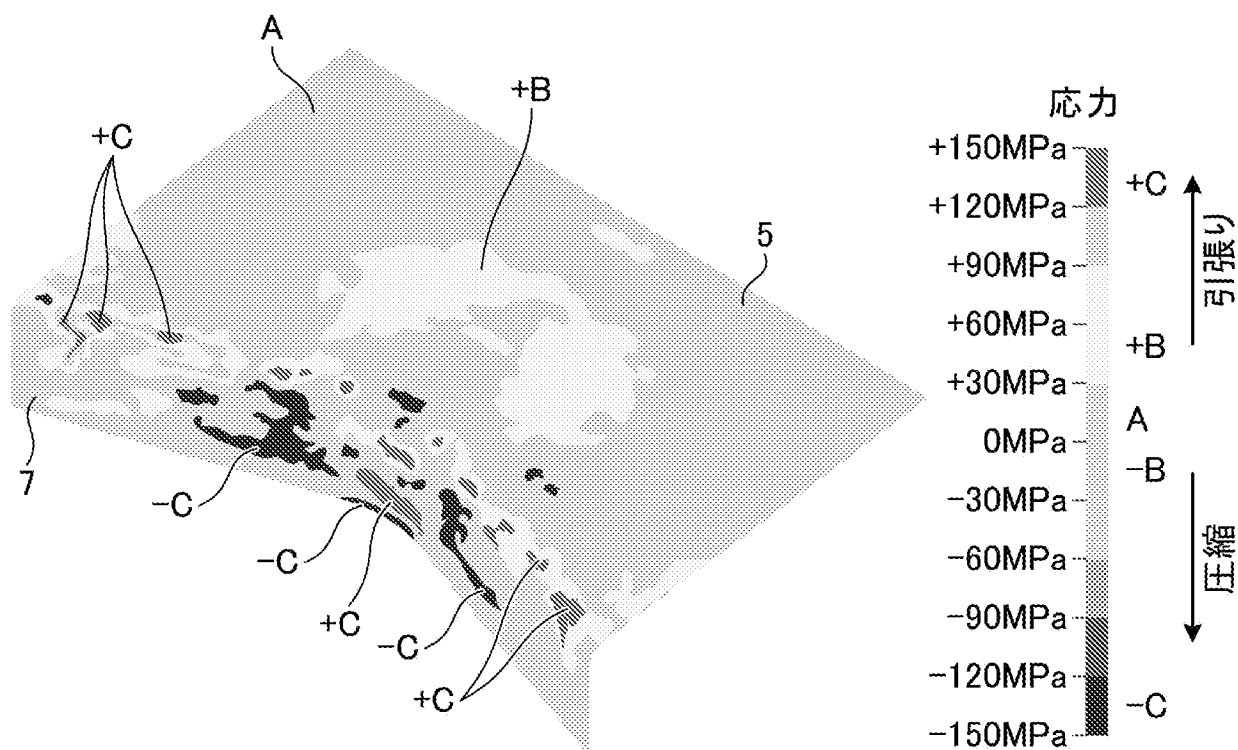
[図16]



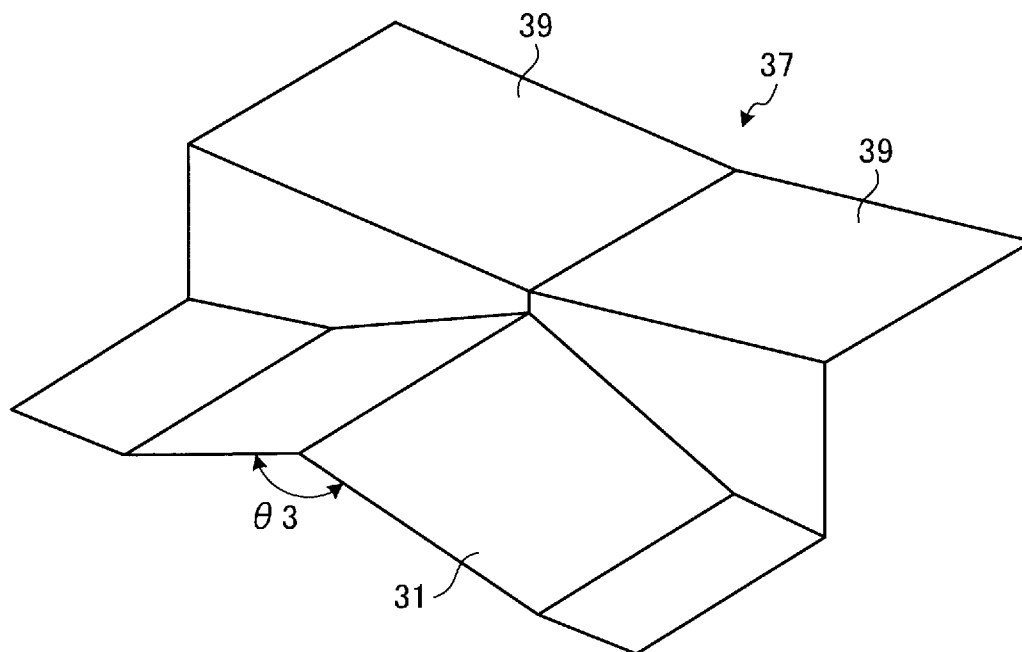
[図17]



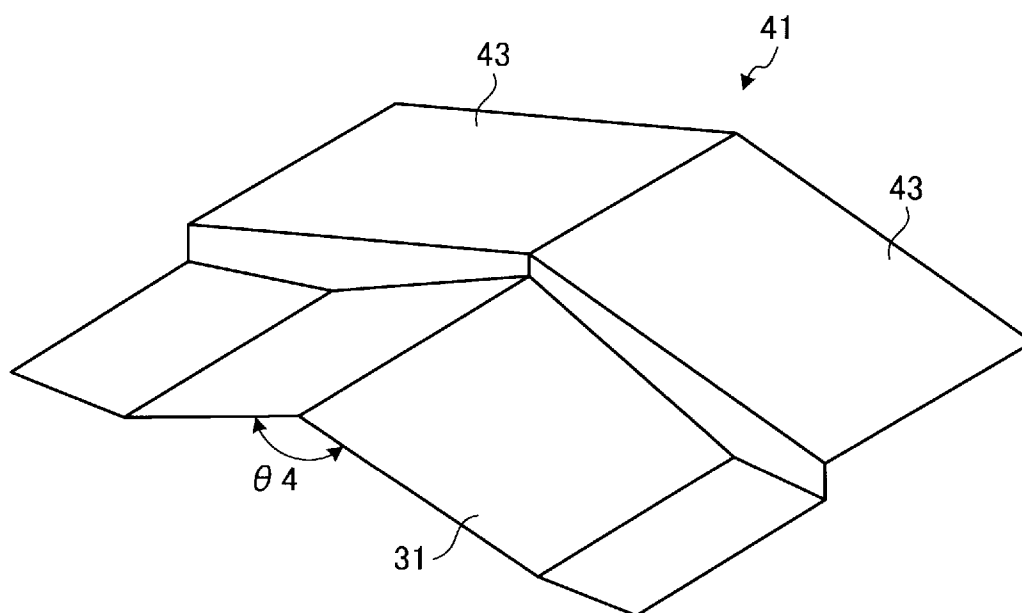
[図18]



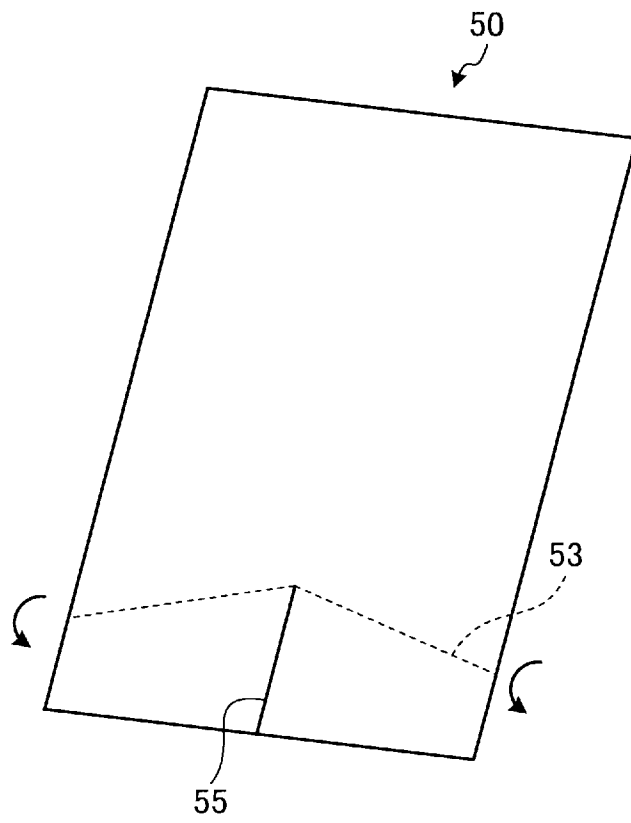
[図19]



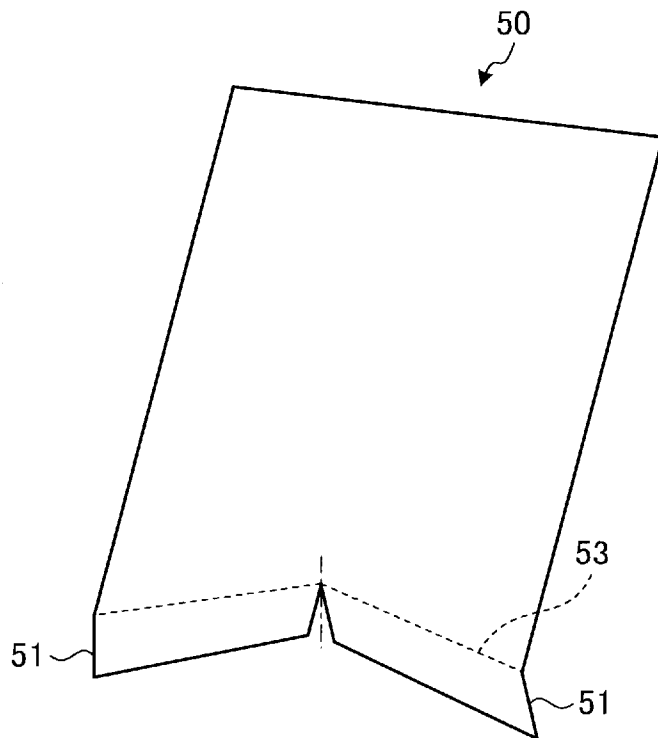
[図20]



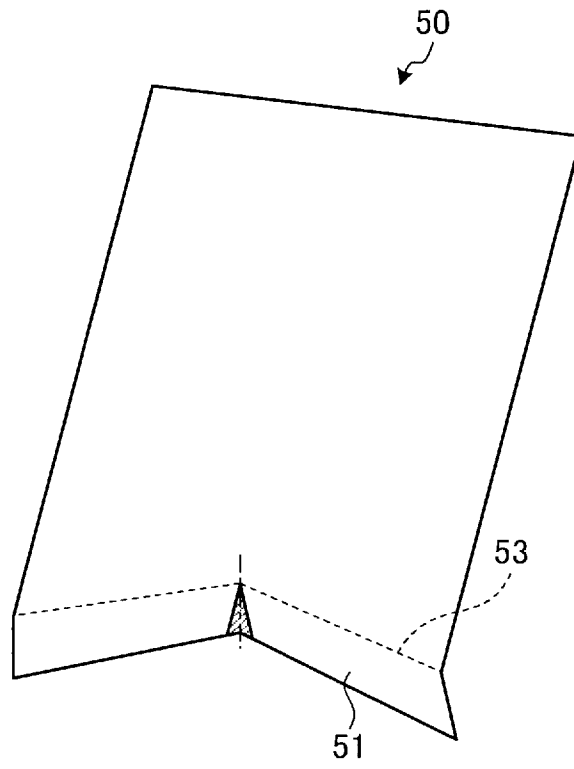
[図21A]



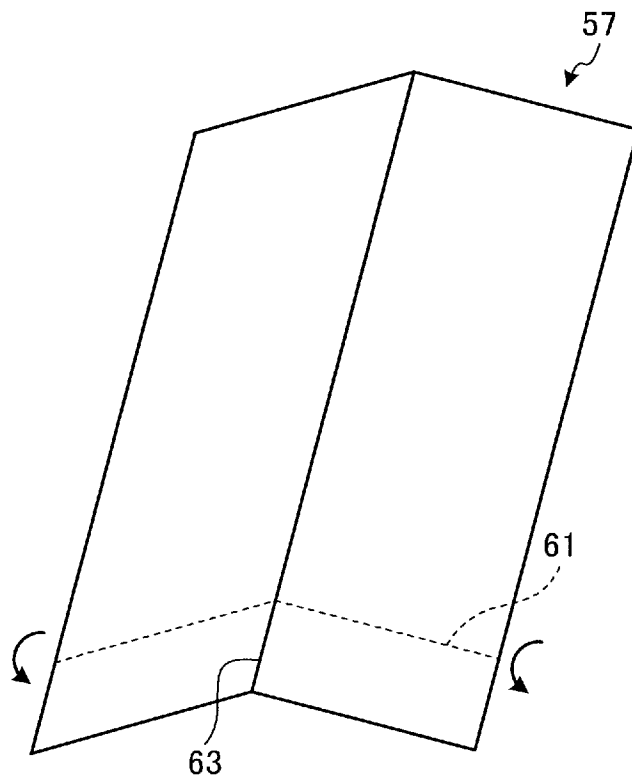
[図21B]



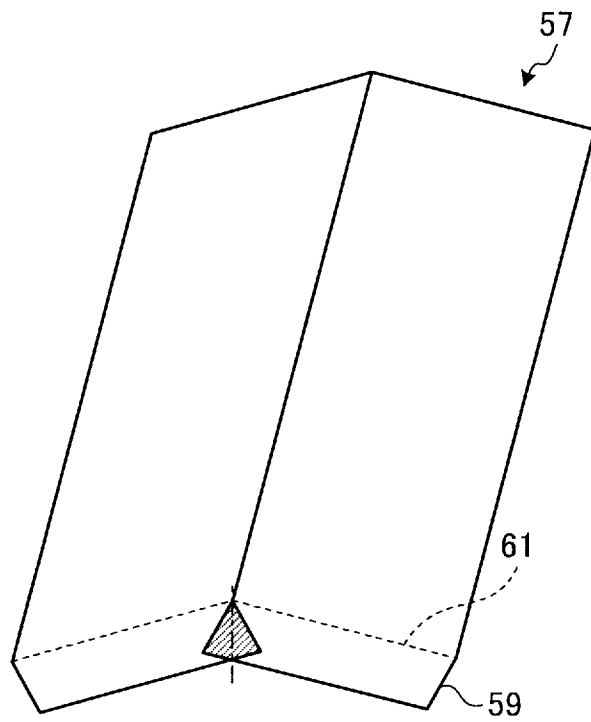
[図22]



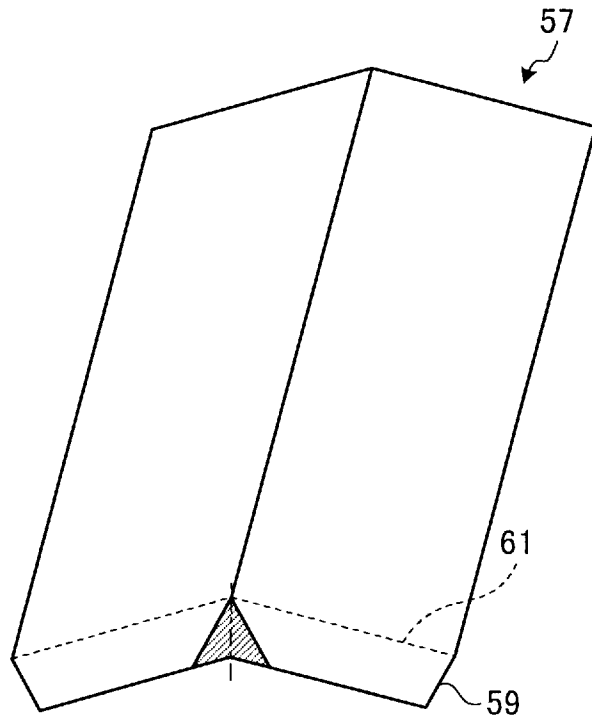
[図23A]



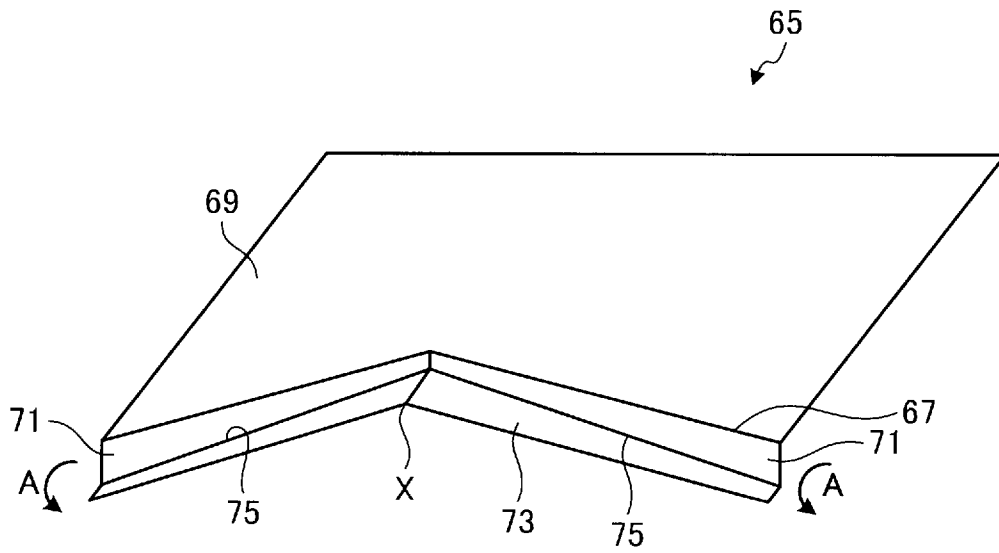
[図23B]



[図24]



[図25]



**INTERNATIONAL SEARCH REPORT**

International application No.  
PCT/JP2013/079132

**A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER**  
B21D19/08(2006.01) i, B21D22/26(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, B21D22/26

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	1996-2014
Kokai Jitsuyo Shinan Koho	1971-2014	Toroku Jitsuyo Shinan Koho	1994-2014

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	Microfilm of the specification and drawings annexed to the request of Japanese Utility Model Application No. 187274/1981 (Laid-open No. 93322/1983) (Toyo Kogyo Co., Ltd.), 24 June 1983 (24.06.1983), claims; fig. 1 to 5 (Family: none)	1-2
A	JP 5-69049 A (Honda Motor Co., Ltd.), 23 March 1993 (23.03.1993), claims; fig. 1 to 6 (Family: none)	1-2

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 06 January, 2014 (06.01.14)	Date of mailing of the international search report 21 January, 2014 (21.01.14)
--	---

Name and mailing address of the ISA/ Japanese Patent Office	Authorized officer
Facsimile No.	Telephone No.

**INTERNATIONAL SEARCH REPORT**

International application No.

PCT/JP2013/079132

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 2012/070623 A1 (Nippon Steel Corp., Suzuki Motor Corp.), 31 May 2012 (31.05.2012), claims; fig. 1 to 11 & CN 103237611 A	1-2
A	JP 2009-241109 A (Kobe Steel, Ltd.), 22 October 2009 (22.10.2009), claims; fig. 1 to 12 (Family: none)	1-2

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, B21D22/26(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, B21D22/26		
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 1971-2014年 日本国実用新案登録公報 1996-2014年 日本国登録実用新案公報 1994-2014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	日本国実用新案登録出願56-187274号(日本国実用新案登録出願公開58-93322号)の願書に添付した明細書及び図面の内容を撮影したマイクロフィルム(東洋工業株式会社)1983.06.24, 実用新案登録請求の範囲,第1-5図(ファミリーなし)	1-2
A	JP 5-69049 A(本田技研工業株式会社)1993.03.23, 特許請求の範囲,図1-6(ファミリーなし)	1-2
A	WO 2012/070623 A1(新日本製鐵株式会社,スズキ株式会社) 2012.05.31,特許請求の範囲,図1-11 & CN 103237611 A	1-2
A	JP 2009-241109 A(株式会社神戸製鋼所)2009.10.22,	1-2
<input checked="" type="checkbox"/> C欄の続きにも文献が列挙されている。 <input 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 06.01.2014	国際調査報告の発送日 21.01.2014	
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) 宇田川 辰郎 電話番号 03-3581-1101 内線 3364	3 P 3730

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
	特許請求の範囲, 図1-12 (ファミリーなし)	