

(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  
2025年1月23日(23.01.2025)



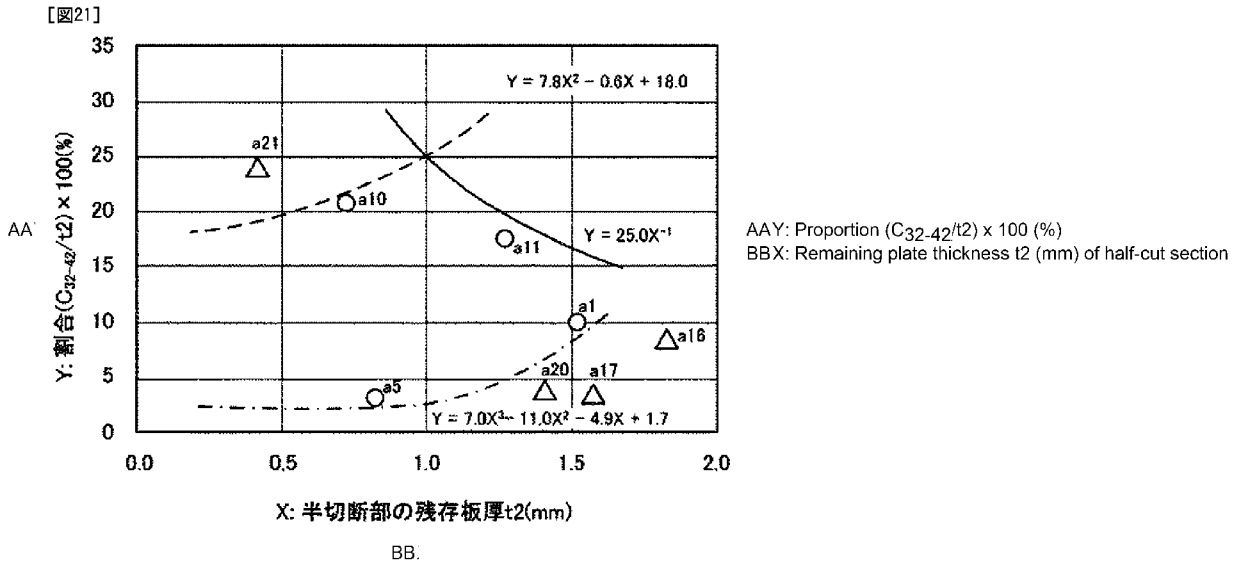
(10) 国際公開番号

WO 2025/018081 A1

- (51) 国際特許分類:  
B21D 28/02 (2006.01) B21D 28/16 (2006.01)  
B21D 28/10 (2006.01)
- (21) 国際出願番号: PCT/JP2024/022100
- (22) 国際出願日: 2024年6月18日(18.06.2024)
- (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 2023-116110 2023年7月14日(14.07.2023) JP
- (71) 出願人: 日本製鉄株式会社 (NIPPON STEEL CORPORATION) [JP/JP]; 〒1008071 東京都千代田区丸の内二丁目6番1号 Tokyo (JP).
- (72) 発明者: 中村 尚文 (NAKAMURA, Naofumi); 〒1008071 東京都千代田区丸の内二丁目6番1号 日本製鉄株式会社内 Tokyo (JP). 大屋 忍 (OYA, Shinobu); 〒1008071 東京都千代田区丸の内二丁目6番1号 日本製鉄株式会社内 Tokyo (JP). 佐々木 宏和 (SASAKI, Hirokazu); 〒1008071 東京都千代田区丸の内二丁目6番1号 日本製鉄株式会社内 Tokyo (JP).
- (74) 代理人: アクシス国際弁理士法人 (AXIS PATENT INTERNATIONAL); 〒1050004 東京都港区新橋二丁目6番2号 新橋アイマークビル 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,

(54) Title: METHOD FOR MANUFACTURING METAL PROCESSED PRODUCT, AND METAL PROCESSED PRODUCT

(54) 発明の名称: 金属製加工品の製造方法及び金属製加工品



(57) Abstract: Provided is a method for manufacturing a metal processed product in which a level difference at a cut end can be suppressed while further increasing the plating-component remaining length at the cut end after finish cutting. A method for manufacturing a metal processed product according to the present invention comprises: a half-cutting step for half-cutting a first element body formed from a material in a plate thickness direction using a first die and a first punch to form a half-cut section; and a finish cutting step for finish-cutting the half-cut section in the same direction as in the half-cutting by using a second die and a second punch to obtain a metal processed product having a cut end. In the finish cutting step, the clearance between the first die and the first punch is modified to the clearance between the second die and the second punch by modifying the side surface position from that of the first die to that of the second die. The modification distance Md (mm)

WO 2025/018081 A1

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:

- 一 国際調査報告 (条約第21条(3))

from the side surface position of the first die to the side surface position of the second die satisfies formula (b1):  $Md \leq 0.25$ . The proportion of the clearance  $C_{32-42}$  between the second die and the second punch in the remaining plate thickness  $t_2$  of the half-cut section satisfies formula (b3-3):  $(C_{32-42}/t_2) \times 100 \leq 25.0 \times t_2^{-1}$  (b3-3)

(57) 要約: 仕上げ切断後の切断端部におけるめっき成分残存長さをより長くしつつ、切断端部の段差を抑えることができる金属製加工品の製造方法を提供する。本発明による金属製加工品の製造方法は、第1ダイ及び第1パンチを用いて、素材から形成された第1素体を板厚方向に半切断し半切断部を形成する、半切断工程と、第2ダイ及び第2パンチを用いて、半切断部を半切断と同一方向から仕上げ切断して、切断端部を有する金属製加工品を得る、仕上げ切断工程と、を備え、仕上げ切断工程に関して、第1ダイと第1パンチとのクリアランスから第2ダイと第2パンチとのクリアランスへの変更を、第1ダイから第2ダイへの側面位置の変更により行い、第1ダイの側面位置から第2ダイの側面位置への変更距離  $Md$  (mm) は、次の式 (b1) を満たし、 $Md \leq 0.25 \dots (b1)$ 。半切断部の残存板厚  $t_2$  に対する第2ダイと第2パンチとのクリアランス  $C_{32-42}$  の割合は、次の式 (b3-3) を満たす。 $(C_{32-42}/t_2) \times 100 \leq 25.0 \times t_2^{-1} \dots (b3-3)$

## 明 細 書

発明の名称： 金属製加工品の製造方法及び金属製加工品

### 技術分野

[0001] 本発明は、表面にめっき層を有するめっき金属板を素材とし、素材の板厚方向に沿った切断端部を有する金属製加工品の製造方法及び金属製加工品に関する。

### 背景技術

[0002] 近年、自動車及び家電等の機器の部品として、表面にめっき層を有するめっき金属板を素材とする金属製加工品を用いることが増えている。めっき金属板を素材として用いることにより、金属製加工品の成形後のめっき処理を省略し、製造コストを抑えることができる。また、成形後のめっき処理を省略することで、成形後のめっき処理による部品の寸法精度の劣化を避けることができる。成形後のめっき処理を省略することは、例えばモータケース等の高い寸法精度が要求される部品において特に検討される。

[0003] 成形後のめっき処理を省略した場合、金属製加工品の切断端部に金属板素地が露出する領域が現れる。加工品が置かれる環境によっては、金属板素地が露出した領域に赤錆が発生する場合がある。赤錆は、加工品の外観を悪化させる。

[0004] 下記の特許文献1では、第1工程にて刃先にR形状を付与したパンチ及びダイを用いてマイナスクリアランスで半切断(半抜き)をして、第2工程にてダイ(又はパンチ)にのみRを付与して、プラスクリアランスで仕上げ切断を行うことにより、表面のめっき層を切断端部の端面に回り込ませる切断端部の防錆抜き工法が提案されている。

### 先行技術文献

#### 特許文献

[0005] 特許文献1：国際公開第2022/039168号

### 発明の概要

## 発明が解決しようとする課題

[0006] また、本発明者らは、防錆効果を大きくするために、仕上げ切断後の切断端部におけるめっき成分残存長さをより長くする方法を検討している。この方法の1つとして、半切断時のダイとパンチとのクリアランスから、仕上げ切断時のダイとパンチとのクリアランスへの変更をダイの側面位置の変更によって行うという方法を見出した。上記の特許文献1では、半切断時のダイとパンチとのクリアランスから、仕上げ切断時のダイとパンチとのクリアランスへの変更をパンチの側面位置の変更によって行っている。これは、ダイの側面位置を維持することで半切断部分と仕上げ切断部分との間の段差を小さくするためである。すなわち、上述のようにダイの側面位置を変更するとき、めっき成分残存長さを長くしつつ切断端部の段差を抑える必要がある。

[0007] 本発明は、上記のような課題を解決するためになされたものであり、その目的の一つは、仕上げ切断後の切断端部におけるめっき成分残存長さをより長くしつつ、切断端部の段差を抑えることができる金属製加工品の製造方法及び金属製加工品を提供することである。

## 課題を解決するための手段

[0008] 本発明に係る金属製加工品の製造方法は、一実施の形態において、表面にめっき層を有するめっき金属板を素材とし、素材の板厚方向に沿った切断端部を有する金属製加工品を製造するための金属製加工品の製造方法であって、第1ダイ及び第1パンチを用いて、素材から形成された第1素体を板厚方向に半切断し半切断部を形成する、半切断工程と、第2ダイ及び第2パンチを用いて、半切断部を半切断と同一方向から仕上げ切断して、切断端部を有する金属製加工品を得る、仕上げ切断工程と、を備え、

半切断工程に関して、

・第1ダイと第1パンチとのクリアランス $C_{31-41}$  (mm) は、マイナスクリアランスに設定され、

仕上げ切断工程に関して、

・第2ダイと第2パンチとのクリアランス $C_{32-42}$  (mm) は、プラスクリア

ランスに設定され、

・第1ダイと第1パンチとのクリアランス $C_{31-41}$  (mm) から第2ダイと第2パンチとのクリアランス $C_{32-42}$  (mm) への変更を、第1ダイから第2ダイへの側面位置の変更により行い、第1ダイの側面位置から第2ダイの側面位置への変更距離 $Md$  (mm) は、次の式 (b1) を満たし、

$$Md \leq 0.25 \dots (b1)$$

・第1ダイが下死点まで押し込まれたときの、第1ダイの刃先と側面との接続位置と、第1素体の下面と接する第1パンチの上面との、第1ダイの押し込み方向に沿う離間距離に相当する半切断部の残存板厚 $t2$ に対する第2ダイと第2パンチとのクリアランス $C_{32-42}$ の割合  $(C_{32-42}/t2) \times 100$  (%) は、次の式 (b3-3) を満たす。

$$(C_{32-42}/t2) \times 100 \leq 25.0 \times t2^{-1} \dots (b3-3)$$

[0009] 本発明に係る金属製加工品は、一実施の形態において、表面にめっき層を有するめっき金属板を素材とし、素材の板厚方向に沿った切断端部を有する金属製加工品であって、切断端部は、板厚方向に、ダレ、せん断面及び破断面を順に、または、ダレ及びせん断面を順に有し、せん断面は、板厚方向に、ダレに連続する第1せん断面と、第1せん断面に連続する第2せん断面とを有し、第2せん断面は、板厚方向に垂直な方向に第1せん断面より突出して形成されており、第1せん断面に対する垂直な方向への第2せん断面の突出量は0mm超かつ0.25mm以下とされており、せん断面が表面のめっき層により覆われているめっき成分残存長さ $L$ と切断端部の板厚 $t1$ との比 $L/t1$ は、0.80以上であり、板厚方向におけるダレの長さ $Z$ と切断端部の板厚 $t1$ との比 $Z/t1$ は、0超かつ0.10未満である。

### 発明の効果

[0010] 本発明の金属製加工品の製造方法及び金属製加工品の一実施の形態によれば、仕上げ切断後の切断端部におけるめっき成分残存長さをより長くしつつ、切断端部の段差を抑えることができる。

### 図面の簡単な説明

[0011] [図1]本発明の実施の形態による金属製加工品の製造方法によって製造される金属製加工品1の一例を示す斜視図である。

[図2]図1の領域Aにおける切断端部の第1態様を示す説明図である。

[図3]図1の領域Aにおける切断端部の第2態様を示す説明図である。

[図4]図2の切断端部の断面の詳細図である。

[図5]ダレZとダレXとの関係の一例を示すグラフである。

[図6]本発明の実施の形態による金属製加工品の製造方法を示す説明図である。  
。

[図7]図6の半切断工程に用いる第1ダイ及び第1パンチを示す説明図である。  
。

[図8]図6の仕上げ切断工程に用いる第2ダイ及び第2パンチを示す説明図である。

[図9]図8の領域Bを拡大して示す説明図である。

[図10]図6の半切断工程に用いる第1ダイ及び第1パンチの第2態様を示す説明図である。

[図11]図6の仕上げ切断工程に用いる第2ダイ及び第2パンチの第2態様を示す説明図である。

[図12]仕上げ切断において発生することがある延性バリを示す説明図である。  
。

[図13]仕上げ切断において発生することがある未切断不良を示す説明図である。

[図14]加工品の一例を示す斜視図である。

[図15]加工品の他の一例を示す斜視図である。

[図16]加工品の他の一例を示す斜視図である。

[図17]加工品の他の一例を示す斜視図である。

[図18]図14の加工品を製造するための切断金型の一例を示す模式図である。  
。

[図19]図18の切断金型により素材を抜き加工した状態を示す模式図である

。

[図20]加工品の他の一例を示す斜視図である。

[図21]曲率半径 $R_{D2}$ が1.00mm以上のときの半切断部の残存板厚に対する第2ダイと第2パンチとのクリアランス $C_{32-42}$ の割合 $(C_{32-42}/t_2) \times 100$ と残存板厚 $t_2$ との関係を示すグラフである。

[図22]曲率半径 $R_{D2}$ が1.00mm未満のときの半切断部の残存板厚 $t_2$ に対する第2ダイと第2パンチとのクリアランス $C_{32-42}$ の割合 $(C_{32-42}/t_2) \times 100$ と残存板厚 $t_2$ との関係を示すグラフである。

### 発明を実施するための形態

[0012] 以下、本発明を実施するための形態について、図面を参照して説明する。本発明は各実施の形態に限定されるものではなく、その要旨を逸脱しない範囲で構成要素を変形して具体化できる。また、各実施の形態に開示されている複数の構成要素の適宜な組み合わせにより、種々の発明を形成できる。例えば、実施の形態に示される全構成要素からいくつかの構成要素を削除してもよい。さらに、異なる実施の形態の構成要素を適宜組み合わせてもよい。

[0013] <金属製加工品について>

図1は、本発明の実施の形態による金属製加工品1の製造方法によって製造される金属製加工品1の一例を示す斜視図である。図1に示す金属製加工品1は、表面にめっき層を有するめっき金属板を素材とするモータケースである。

[0014] 本実施の形態に係る金属製加工品1は、図1に示すように、胴部10、突部11及びフランジ部12を有している。

[0015] 胴部10は、中空筒状の側壁101と、側壁101の一端を覆うように形成された頂壁103とを有する。頂壁103は、金属製加工品1を用いる向きによっては底壁等の他の呼ばれ方をする場合もある。図1に示す金属製加工品1の胴部10は、XY平面による断面形状（胴部10の横断面形状）は真円形であるが、本発明は係る例に限定されない。胴部10のXY平面による断面形状は、例えば楕円形や多角形等の他の形状であってもよい。

- [0016] 突部11は、頂壁103から胴部10の中心軸方向（Z方向）外部側に突出した突状体である。なお、突部11は必ずしも形成される必要はなく、頂壁103は平板状であってもよい。
- [0017] フランジ部12は、胴部10の端部（すなわち、側壁101の他端）から胴部10の径方向（X，Y方向）外部側に延在する板部である。フランジ部12の形状は任意である。本実施の形態に係るフランジ部12は、胴部10の周方向全域にわたって胴部10の径方向に延在している。フランジ部12には、胴部10の周方向に互いに離間して複数のビス穴121が設けられている。ビス穴121には、ビス123が挿通される。金属製加工品1は、ビス123を用いて例えば車体等の取付対象に締結されることにより、取付対象に固定され得る。
- [0018] 本実施の形態に係るフランジ部12は、最終的に金属製加工品1に形成されるフランジ部12の外径よりも大きい外径を有するフランジ部素体（図6のフランジ部素体20）を切断加工して形成される。すなわち、本実施の形態に係る金属製加工品1は、フランジ部12の外周に切断端部13を有している。切断端部13は、素材たるめっき金属板の板厚方向に沿っている。
- [0019] 切断加工には、裁断、打抜き及び穴あけ等の加工が含まれる。裁断は、所定の直線又は曲線に沿って切断対象を切断する加工である。打抜きは、切断対象から製品を打ち抜く加工である。穴あけは、切断対象から非製品となる部分を打ち抜き、開口を有する製品を得る加工である。図1に示すフランジ部12は、フランジ部素体から打抜きにより得ることができる。
- [0020] めっき金属板の母材は、例えば鋼、銅、銅合金、アルミニウム又はアルミニウム合金等の任意の金属であってよい。代表的には、めっき金属板はめっき鋼板である。後に説明する本発明の実施の形態による金属製加工品1の製造方法は、母材が鋼である場合に特に好適である。鋼は錆が生じやすく、耐食性を付与するメリットが大きいためである。
- [0021] めっき鋼板は、例えば、Zn系めっき鋼板、Al系めっき鋼板等である。めっき鋼板は、より好ましくはZn系めっき鋼板である。Zn系めっきは、

母材である鋼板に対し、犠牲防食の作用を有する。そのため、切断端部13の端面の母材露出部からの腐食を抑制することができ、製造される金属製部材の耐食性をより高くすることができる。Zn系めっきとして、溶融Zn亜鉛めっき、合金化溶融亜鉛めっき、Zn-Ni系めっき、Zn-Al系めっき、Zn-Mg系めっき、Zn-Al-Mg系めっき等が挙げられる。

[0022] めっき金属板の板厚（母材金属板の板厚+めっき層の厚み）は、特に限定されない。めっき金属板の板厚は、例えば0.8mm以上かつ6.0mm以下、より好ましくは2.0mm以上かつ4.5mm以下等であり得る。

[0023] めっき金属板におけるめっき付着量が一定以上あると、切断端部13の端面にめっき金属が回り込みやすい。めっき金属が回り込ませることで、切断端部13の端面の耐食性を向上できる。めっき付着量の好ましい下限は、30g/m<sup>2</sup>である。めっき付着量のより好ましい下限は、45g/m<sup>2</sup>である。めっき付着量の好ましい上限は、450g/m<sup>2</sup>である。めっき付着量のより好ましい上限は、190g/m<sup>2</sup>である。

[0024] <加工品の切断端部について>

次に、図2～図5を用いて金属製加工品1の切断端部13について説明する。図2及び図3は図1の領域Aにおける切断端部13の第1及び第2態様を示す説明図である。図2及び図3の左側は図1のZX平面での切断端部13の断面図であり、図2及び図3の右側は図1のX方向に沿って見たときの切断端部13の正面図である。図4は図2の切断端部13の断面の詳細図である。図5は、ダレZとダレXとの関係の一例を示すグラフである。なお、図2～図4において、切断端部13の板厚方向Tは、図1に示した金属製加工品1の中心軸方向（Z方向）と同一方向であるとする。また、図2及び図3では、図4に示すめっき層13gの記載を省略している。

[0025] 図2に特に表れているように、切断端部13は、上面13a側から下面13b側に向けて切断端部13の板厚方向Tに、ダレ13c、せん断面13d及びバリ13fを有している。切断端部13は、せん断面13dとバリ13fとの間に破断面13eをさらに有してよい。なお、金属製加工品1に

はバリ 13 f がない方が好ましく、本実施形態に係る金属製加工品 1 はバリ 13 f がない金属製加工品 1 であってもよい。

[0026] 上面 13 a は、フランジ部素体の切断加工の際に切断金型（図 7 及び図 8 等の第 1 ダイ 31 及び第 2 ダイ 32）の刃先が押し込まれた側の表面（被押し込面）である。下面 13 b は、フランジ部素体の切断加工の際に切断金型の刃先が抜け出た側の表面である。

[0027] ダレ 13 c は、フランジ部素体に対して切断金型の刃先が押し込まれた際に、フランジ部素体（素材たるめっき金属板）の表面に引張力が作用し、フランジ部素体の表面が変形した部分である。ダレ 13 c は、典型的には、曲率を有する滑らかな面として切断端部 13 に現れる。本明細書では、切断端部 13 の板厚方向 T におけるダレ 13 c の寸法を「ダレ Z」と呼び、板厚方向 T に直交する平面方向におけるダレ 13 c の寸法を「ダレ X」と呼ぶ。

[0028] せん断面 13 d は、切断金型の刃先によりフランジ部素体がせん断された面である。せん断面 13 d は、切断端部 13 の板厚方向 T においてダレ 13 c に隣接している。せん断面 13 d は、典型的には、平滑な面として切断端部 13 に現れる。切断金型が被加工材に接触した後に圧縮（加圧）力が加えられて被加工材に食い込むことにより、切断金型の側面と擦れて生じるため、せん断面 13 d は金属光沢を呈することがある。せん断面 13 d には、板厚方向 T に筋状の細かい摺動傷がみられることがある。

[0029] 破断面 13 e は、切断金型の刃先からフランジ部素体に発生したクラックが会合して破断された面である。破断面 13 e は、フランジ部 12 の板厚方向 T においてせん断面 13 d に隣接してよい。破断面 13 e は、典型的には、光沢のない粗い面として切断端部 13 に現れる。破断面 13 e は、切断金型の隙間（クリアランス）に応じた傾斜を有することがある。

[0030] バリ 13 f は、破断面 13 e が形成される際にフランジ部素体が引き延ばされた部分、または、引きちぎられた部分である。バリ 13 f は、フランジ部 12 の板厚方向 T において破断面 13 e に隣接している。

[0031] 切断端部 13 において、ダレ 13 c、せん断面 13 d、破断面 13 e 及び

バリ13fを特定する方法（それぞれの長さを測定する方法）としては、例えば上記特徴をもとに外観からマイクロスコープ又はコントレーサー等により切断端部13の形状プロフィールを観察して測定する方法等がある。

[0032] 本実施の形態のせん断面13dは、板厚方向Tに、ダレ13cに連続する第1せん断面13d1と、第1せん断面13d1に連続する第2せん断面13d2とを有している。第2せん断面13d2の下端は破断面13eに連続してよい。第2せん断面13d2は、板厚方向Tに垂直な方向（図中X軸方向）に第1せん断面13d1より突出して形成されており、第1せん断面13d1に対する垂直な方向への第2せん断面13d2の突出量PAは0mm超かつ0.25mm以下とされている。換言すると、第1せん断面13d1と第2せん断面13d2との間には、0mm超かつ0.25mm以下の高さの段差13d3が形成されていてよい。第2せん断面13d2の突出量PAが0.25mm以下であることで、他部品との干渉を回避し易い。突出量PAは、0.20mm以下、0.15mm以下としてもよい。図2の右側に示すように切断端部13を正面から見たとき、第1せん断面13d1と第2せん断面13d2との間に境界の線が見えることがある。

[0033] 図2は、第1せん断面13d1が実質的に板厚方向Tに延びている態様を示している。これは、後述の半切断工程の際に、第1板押さえ51（図7等参照）による拘束が十分に強い場合か、又は半切断工程の際のクリアランス $C_{31-41}$ が大きい（マイナスクリアランスの中でも $|C_{31-41}|$ が小さい）場合に生じる傾向にある態様を示している。一方で、図3は、第1せん断面13d1が板厚方向Tに対して傾斜して延びている態様を示している。これは、半切断工程の際に、第1板押さえ51による拘束が弱い場合か、又は半切断工程の際のクリアランス $C_{31-41}$ が小さい（マイナスクリアランスの中でも $|C_{31-41}|$ が大きい）場合の態様に生じる傾向にある態様を示している。半切断工程の際の第1板押さえ51による拘束が弱いか又はクリアランス $C_{31-41}$ が小さい場合、半切断工程の際の圧縮応力によって図7におけるフランジ部12の左側が跳ね上がり、半切断工程の後に行われる仕上げ切断工程でフランジ部12

を第2板押さえ52で押さえて平坦にした後に仕上げ切断を実施するため、第1せん断面13d1が板厚方向Tに対して傾斜する傾向にある。

[0034] 突出量PAは、第1せん断面13d1の端面と第2せん断面13d2の端面との板厚方向Tに直交する方向における最も大きな離間距離であり得る。図2のように第1せん断面13d1が板厚方向Tに延びている態様では、突出量PAは、第1せん断面13d1の端面と第2せん断面13d2の端面との板厚方向Tに直交する方向における離間距離とすることができる。図3のように第1せん断面13d1が板厚方向Tに対して傾斜して延びている態様では、突出量PAは、第1せん断面13d1の上端位置（ダレ13cと第1せん断面13d1との接続位置）と、第2せん断面13d2の端面との板厚方向Tに直交する方向における離間距離とすることができる。

[0035] 本実施の形態の金属製加工品1では、図4に特に表しているように、切断端部13の上面13aからせん断面13dにめっき層13gが回り込んでいく。めっき層13gは、フランジ部素体に切断金型の刃先が食い込んでいく際に、切断金型によって引き伸ばされることでせん断面13dに回り込む。このめっき層13gの回り込みにより、せん断面13dの少なくとも一部がめっき層13gによって被覆されて、そのめっき層13gによって被覆された部分での赤錆の発生を抑えることができる。また、めっき層13gがZn系めっき層であるとき、Zn系めっき層の犠牲防食作用により、めっき層13gによって被覆された部分の近傍での赤錆の発生も抑えることができる。

[0036] なお、第1せん断面13d1は半切断工程において生成され、第2せん断面13d2は半切断工程の後の仕上げ切断において生成される。後述のように仕上げ切断はプラスクリアランスで行われるため、仕上げ切断で使用される第2ダイ32の刃先に作用する圧縮応力が小さい。このため、第1せん断面13d1に比べて、第2せん断面13d2へのめっき層13gの回り込みが少なくなる。従って、めっき層13gの回り込みの観点では第1せん断面13d1と第2せん断面13d2の比率（板厚方向Tにかかる第1せん断面13d1の長さ/板厚方向Tにかかる第2せん断面13d2の長さ）は大きい

ほど好ましい。

[0037] 本実施の形態の金属製加工品1では、切断端部13の上面13aからダレ13c、及び、せん断面13dの少なくとも一部を覆うめっき層13gの長さL1は、金属製加工品1の切断端部13の板厚t1の0.80倍以上である。すなわち、せん断面13dがめっき金属板の表面のめっき層13gにより覆われているめっき成分残存長さLと切断端部13の板厚t1との比 $L1/t1$ は、0.80以上である。L1/t1は、0.85以上としてもよい。めっき層13gの長さL1又はめっき成分残存長さL1は、切断端部13の板厚方向Tに係る切断端部13の上面13aとめっき層13gの下端との間の距離ともいえる。切断端部13の板厚t1は、切断端部13の板厚方向Tに係る切断端部13の上面13aと下面13bとの間の距離ともいえる。より具体的には、切断端部13の板厚t1は、ダレ13cの影響を受けていない位置（切断端部13の外縁から十分に離れた位置）における上面13aと下面13bとの間の距離であってよい。切断端部13の板厚t1は、図1に示すフランジ部12の板厚と等しい。

[0038] 本実施の形態の金属製加工品1では、板厚方向Tにおけるダレ13cの長さZと切断端部13の板厚t1との比 $Z/t1$ は、0超かつ0.10未満である。ビス123の周辺の平坦部を確保するためには、ダレXを極力小さくすることが望まれる。ダレZとダレXとは互いに相関関係を有する。そこで、測定しやすいダレZについて整理すると、比 $Z/t1$ が0.10未満とするのがよい。切断端部13の板厚t1は、フランジ部素体20の板厚とも等しい。ダレZは小さい方が好ましく、比 $Z/t1$ は0.08未満、0.06未満または0.04未満としてもよい。

[0039] 図5に、1回の工程で打抜き加工した際の切断端部13のダレZとダレXとの関係の一例を示す。図5は、フランジ部素体に押し込まれる切断金型の刃先にフランジ部素体の板厚比で0.01~0.30の曲率半径を付与し、切断金型のクリアランスを板厚の0.01~0.20倍に設定して打抜き加工したときの、製品の切断端部13のダレZとダレXとの関係を示している

。図5に示すように、1回の工程で打抜き加工すると、板厚方向のダレZに対して、平面方向に現れるダレXは約3～4倍の大きさになる。

[0040] さらに、金属製加工品1の切断端部13の下部側に生じるバリ13fの長さは、0.2mm未満にしてもよい。バリ13fは、打痕、電氣的短絡等の原因となり得る。バリ13fの長さを0.2mm未満として、なるべく金属製加工品1にバリ13fを残存させないようにすることで、打痕、電氣的短絡等の発生を抑制することができる。バリ13fの長さは、0.1mm未満であるのがより好ましい。バリ13fの長さが0mm、つまり金属製加工品1にバリ13fが存在しないことが最も好ましい。

[0041] そこで、本実施形態に係る加工品製造方法では、1回の工程で切断するのではなく、半切断工程と仕上げ切断工程との2回の工程によりめっき鋼板を切断する。これにより、切断端部13のダレ13cが大きくなることを抑えつつ、より多くのめっき層13gをせん断面13dに回り込ませることができる。以下、本実施形態に係る加工品製造方法について説明する。

[0042] <金属製加工品1の製造方法について>

次に、図6は、本発明の実施の形態による金属製加工品1の製造方法を示す説明図である。図6に示すように、本実施の形態の金属製加工品1の製造方法には、準備工程、半切断工程及び仕上げ切断工程が含まれている。

[0043] 準備工程は、第1素体2を準備する工程である。第1素体2は、平板状のめっき金属板に対して例えば絞り加工等の成形加工を施すことにより得ることができる。すなわち、第1素体2は、金属製加工品1と同様にめっき金属板を素材としている。第1素体2は、図1に示すフランジ部12よりも大きい外径を有するフランジ部素体20を備えている。フランジ部素体20は、平面視して外形が円形であってもよく非円形であってもよい。フランジ部素体20以外の部分については、第1素体2は金属製加工品1と同等の形状を有し得る。なお、準備工程は、めっき金属帯に対する成形加工を伴わなくてもよい。何らかの方法によって第三者により加工された素体を入手してもよい。本実施の形態のフランジ部素体20は、切断端部13となる部分を含む

平板状の被切断部分を構成する。

[0044] 半切断工程は、第1素体2を板厚方向に半切断し半切断部を形成する工程である。半切断工程では、フランジ部素体20（被切断部分）の半切断が行われる。半切断とは、フランジ部素体20の板厚方向に、途中位置までフランジ部素体20を切断する加工である。ここで、半切断に用いるダイの側面（図7等の第1ダイ31の側面31a）により平滑化された平滑面が第1せん断面13d1となる。第1素体2のフランジ部素体20が半切断されると、最終的に製品外となる除去部分20aがフランジ部素体20から途中まで切り離される。

[0045] 仕上げ切断工程は、半切断部を半切断と同一方向から仕上げ切断して、切断端部13を有する金属製加工品1を得る工程である。仕上げ切断工程では、フランジ部素体20の除去部分20aを切断し、フランジ部素体20から切り離す。除去部分20aが切断されることで、フランジ部12が形成される。ここで、仕上げ切断に用いるダイの側面（図8等の第2ダイ32の側面32a）により平滑化された平滑面が第2せん断面13d2となる。すなわち、本実施形態に係る金属製加工品1の製造方法では、準備工程にて準備された第1素体2から、半切断工程及び仕上げ切断工程を経て、金属製加工品1を得る。図1に示した金属製加工品1のビス穴121は、第1素体2の段階でフランジ部素体20に形成されてもよく、仕上げ切断工程の後にフランジ部12に形成されてもよい。

[0046] 本実施の形態に係る金属製加工品1の製造方法の半切断工程及び仕上げ切断工程では、ダイ及びパンチを用いてフランジ部素体20が加工される。以下、半切断工程及び仕上げ切断工程の詳細について説明する。ダイ及びパンチの刃先を「肩部」と称する場合もある。

[0047] なお、以下の説明においては、金属製加工品1を得るために用いる金型について、便宜的に、押し込み側の金型をダイ、押し込まれる側の金型をパンチと称する。押し込み側の金型は、第1素体2に対して上方に位置する場合もあれば、下方に位置する場合もある。水平方向に移動する場合も、押し込

み側の金型をダイ、押し込まれる側の金型をパンチと称する。例えば、図2に示す金属製加工品1は、上方の金型を押し込み側の金型として切断されたものである。下方の金型を押し込み側の金型、つまり下方の金型をダイとした場合には、金属製加工品1の切断端部13は、図2とは逆に、ダレ13cが切断端部13の最下方に位置し、その上方にせん断面13dが形成されることになる。上下（又は左右）のどちらの金型がダイとなるかパンチとなるか不明な場合には、実際に切断を行った上で、切断端部13を観察し、ダレ13cが位置する側の表面を押し金型をダイと称し、その反対側の表面を押し金型をパンチと称すればよい。いずれにしても、上述のように、切断端部13の上面13aは、フランジ部素体20の切断加工の際にダイの刃先が押し込まれた側の表面、すなわちダレ13cが位置する側の表面と定義される。また、切断端部13の下面13bは、フランジ部素体20の切断加工の際にダイの刃先が抜け出した側の表面と定義される。

[0048] <a. 半切断工程>

次に、図7は図6の半切断工程に用いる第1ダイ31及び第1パンチ41を示す説明図である。図7の上側は半切断加工の直前の状態を示し、図7の下側は半切断加工の直後の状態を示している。

[0049] 図7に示すように、本実施の形態に係る金属製加工品1の製造方法の半切断工程では、第1ダイ31及び第1パンチ41を用いて第1素体2を板厚方向に半切断して半切断部21を形成する。図7には、半切断加工の一態様として、第1パンチ41及び第1板押さえ51によって挟持された第1素体2のフランジ部素体20を半切断（半抜き）する態様を示している。第1ダイ31は、半切断においてフランジ部素体20に押し込まれる切断金型を構成する。本実施の形態では、フランジ部素体20のうちフランジ部12となる部分を押しさえる金型を第1パンチ41とし、除去部分20aを押しさえる金型を第1ダイ31としている。

[0050] 第1ダイ31と第1パンチ41とのクリアランス $C_{31-41}$  (mm) は、マイナスクリアランスとされる。ここで、クリアランス $C_{31-41}$ は、第1ダイ31と第

1パンチ41との隙間を表し、具体的には、図7に示すように、第1ダイ31の側面31aと第1パンチ41の側面41aとの距離で表される。クリアランスがない状態（すなわち、 $C_{31-41}$ がゼロのとき）を基準として、第1ダイ31の押し込み方向（すなわち、フランジ部12の板厚方向、Z方向）から見て、第1ダイ31と第1パンチ41とが離隔している状態でのクリアランスをプラスクリアランスといい、第1ダイ31と第1パンチ41とが一部重なる状態でのクリアランスをマイナスクリアランスという。本明細書では、ダイとパンチとのクリアランスについて、プラスクリアランスを正の値、マイナスクリアランスを負の値で表す。

[0051] 図7に示すように、第1素体2を半切断する第1ダイ31及び第1パンチ41は、第1ダイ31の押し込み方向から見て、第1ダイ31と第1パンチ41とが一部重なるように配置されている。仮に、クリアランス $C_{31-41}$ をプラスクリアランスとすると、1回で行う打抜き加工のように第1ダイ31及び第1パンチ41の刃先から発生したクラックが会合し、フランジ部素体20から除去部分20aが完全に切断されてしまう可能性がある。また、切断端部13のダレ13cが増大することとなる。クリアランス $C_{31-41}$ をマイナスクリアランスとすることで、半切断工程においてフランジ部素体20から除去部分20aが完全に切断されることを回避し、ダレ13cを低減することができる。

[0052] また、クリアランス $C_{31-41}$ をマイナスクリアランスとすることで、第1ダイ31及び第1パンチ41により挟み込まれた領域において大きな静水圧応力が発生する。このため、第1ダイ31がフランジ部素体20に押し込まれる際に発生する応力において、切断加工後にスクラップ（すなわち、除去部分20a）となる材料とフランジ部12となるフランジ材料との間に生じる引張応力が占める割合が減少する。その結果、切断加工後にスクラップとなる第1ダイ31の刃先先端に接する材料が第1ダイ31の刃先先端から第1ダイ31の側面31a側へ流動しやすくなり、せん断面13dへのめっき層13gの回り込みを大きくすることができる。また、この引張応力の割合が減

少することによって圧縮応力が高まり、本来スクラップとなる側へ流れる材料がフランジ部12となる側へ押し戻される。その結果、切断加工後にダレ13cとなる部分にも材料が充填され、ダレ13cを小さくすることができる。

[0053] 第1ダイ31と第1パンチ41との隣接方向（図7ではX方向）において、切断加工後にスクラップとなる材料の長さが短いほど、その材料は第1ダイ31の刃先先端から第1ダイ31の側面31a側へ流動しやすい。このため、第1ダイ31の側面31aがフランジ部素体20の端部からフランジ部素体20（すなわち、フランジ部12）の板厚t1の2倍以下の範囲内に位置するように第1ダイ31を配置して、半切断することが好ましい。

[0054] 第1ダイ31と第1パンチ41とのクリアランス $C_{31-41}$ （mm）は、次の式（a1）を満たすことが好ましい。

$$-0.35 \times t_1 \leq C_{31-41} \leq -0.0125 \times t_1 \quad \dots (a1)$$

ここで、t1は、第1素体2の半切断対象部の板厚（mm）である。本実施の形態では、第1素体2の半切断対象部は、フランジ部素体20である。

[0055] クリアランス $C_{31-41}$ がフランジ部素体20の板厚t1の-0.0125倍以下であれば、第1ダイ31及び第1パンチ41により挟み込まれた領域において大きな静水圧応力が発生し、引張応力の割合が減少する。その結果、半切断中にクラックが発生して完全な切断が生じてしまい、大きな破断面が発生することがなくなり、半切断工程においてフランジ部素体20から除去部分20aが完全に切断されることを回避できる。一方、クリアランス $C_{31-41}$ がフランジ部素体20の板厚t1の-0.35倍以上であれば、半切断に必要な成形荷重は増大せず、プレス能力を超過することもない。従って、金型への負担も小さく、金型寿命の低下を抑制することができる。クリアランス $C_{31-41}$ は、フランジ部素体20の板厚t1の-0.10倍以下または-0.15倍以下とすることがより好ましい。クリアランス $C_{31-41}$ は、フランジ部素体20の板厚t1の-0.30倍以上または-0.25倍以上としてもよい。

[0056] 第1ダイ31の刃先は、図7に示すように曲率半径 $R_{D1}$ （mm）を有するR

形状とされ、第1ダイ31の刃先の曲率半径 $R_{D1}$  (mm)は、次の式(a2)を満すことが好ましい。

$$0.10 \times t_1 \leq R_{D1} \leq 1.50 \quad \dots (a2)$$

[0057] また、第1パンチ41の刃先は、図7に示すように曲率半径 $R_{P1}$  (mm)を有するR形状とされ、第1パンチ41の刃先の曲率半径 $R_{P1}$  (mm)は、次の式(a3)を満すことが好ましい。

$$0.10 \times t_1 \leq R_{P1} \leq 3.00 \quad \dots (a3)$$

[0058] 曲率半径 $R_{D1}$ 、 $R_{P1}$ が板厚 $t_1$ の0.10倍以上であれば、めっき層13gを削り取ることなくマイナスクリアランス下で大きな静水圧応力が発生し、第1ダイ31直下のスクラップ(すなわち、除去部分20a)となる材料が第1ダイ31の刃先から第1ダイ31の側面31a側へ流動させることができる。また、 $R_{D1}$ が板厚 $t_1$ の0.10倍以上であれば、より深く第1ダイ31をフランジ部素体20に押し込むことができるため、第1ダイ直下のスクラップ(すなわち、除去部分20a)となる材料を第1ダイ31の刃先から第1ダイ31の側面31a側へ流動させることができる。この流動により、第1ダイ31がフランジ部素体20に押し込まれる際に発生する応力において、切断加工後にスクラップとなる材料とフランジ部12となるフランジ材料との間に生じる引張応力が占める割合が減少する。その結果、せん断面13dにめっき層13gに回り込ませることができる。

[0059] 一方、曲率半径 $R_{D1}$ 、 $R_{P1}$ をそれぞれ、1.50mm以下及び3.00mm以下とすれば、半切断の際に第1ダイ31の刃先に位置する材料が少なくなり、続いて行われる仕上げ切断において破断面13eの生成を低減することができる。

[0060] また、第1ダイ31及び第1パンチ41の刃先をR形状とすることで、第1ダイ31又は第1パンチ41の一方の刃先のみをR形状とした場合に比べ、半切断工程でのフランジ部素体20の切断量を大きくすることができる。すなわち、第1ダイ31及び第1パンチ41の刃先をR形状とすることで、第1ダイ31又は第1パンチ41の一方の刃先のみをR形状とした場合に比

べ、第1素体2の半切断部21の残存板厚 $t_2$  (mm)を小さくすることができる。なお、第1素体2(フランジ部素体20)の半切断部21の残存板厚 $t_2$ は、図7の下側に示すように第1ダイ31が下死点まで押し込まれたときの、第1ダイ31の刃先と側面31aとの接続位置と、第1素体2の下面2bと接する第1パンチ41の上面41bとの、第1ダイ31の押し込み方向に沿う離間距離に相当し、半切断部21における除去部分20aの残存板厚ともいえる。

[0061] 第1ダイ31の刃先のみをR形状とした場合は、第1ダイ31の押し込み量 $D$ をフランジ部12の板厚 $t_1$ 以上とすると、第1ダイ31の刃先が第1パンチ41の刃先に接触してしまう。この場合、第1ダイ31の押し込み量 $D$ をフランジ部12の板厚 $t_1$ 以上とすることはできない。なお、押し込み量 $D$ は、図7に示すように、第1ダイ31が第1素体2のフランジ部素体20の上面に接触した位置から、第1ダイ31の押し込みを停止する位置(以下、この位置を「下死点」ともいう)までの、第1ダイ31の移動量である。

[0062] 一方、第1ダイ31及び第1パンチ41の刃先をR形状とすれば、図7に示すように、第1ダイ31の刃先が第1パンチ41の刃先に接触するまでの、第1ダイ31の押し込み可能な量が大きくなる。このため、第1ダイ31及び第1パンチ41の刃先の両方をR形状とすることで、第1ダイ31の押し込み量 $D$ をフランジ部12の板厚 $t_1$ 以上とすることができ、半切断におけるフランジ部素体20の切断量をより大きくすることが可能となり、切断端部13におけるせん断面13dの割合を大きくすることができる。これにより、めっき層13gをせん断面13dにより多く回り込ませることができ、めっき層13gにより覆われる切断端部13の割合を増加させることができる。また、残存板厚 $t_2$ が小さくなることで仕上げ切断工程での切断量が小さくなり、仕上げ切断された部位の一部にめっき層が残存していない状態を回避することができる。

[0063] 半切断部21の残存板厚 $t_2$  (mm)は、次の式(a4)を満たすことが好ましい。

$$0.20 \leq t_2 \leq 1.80 \quad \dots (a4)$$

[0064] 残存板厚  $t_2$  を 1.80 mm 以下とすることにより、続いて行われる仕上げ切断工程で、せん断面 13 d にめっき層 13 g を十分回り込ませることができる。これにより、切断面の耐食性が向上する。残存板厚  $t_2$  の上限は、好ましくは 1.40 mm、より好ましくは 1.30 mm である。

[0065] 一方、残存板厚  $t_2$  が 0.20 mm 以上であれば、半切断途中に一部が切断したり、仕上げ切断工程後に部分的未切断による部分的な巨大バリが発生したりすることを回避できる。下死点での第 1 ダイ 3 1 と第 1 パンチ 4 1 との間隔  $C_{P1-D1}$  を確保でき、半切断中にクラックが発生して部分的に完全な切断が生じてしまうことを回避できる。なお、間隔  $C_{P1-D1}$  は、下死点での第 1 ダイ 3 1 と第 1 パンチ 4 1 との間隔の最小値とする。残存板厚  $t_2$  の下限は、好ましくは 0.40 mm、より好ましくは 0.50 mm である。

[0066] <b. 仕上げ切断工程>

次に、図 8 は図 6 の仕上げ切断工程に用いる第 2 ダイ 3 2 及び第 2 パンチ 4 2 を示す説明図であり、図 9 は図 8 の領域 B を拡大して示す説明図である。図 8 の上側は仕上げ切断加工の直前の状態を示し、図 8 の下側は仕上げ切断加工の直後の状態を示している。

[0067] 仕上げ切断工程では、図 8 に示すように、半切断部 2 1 を有するフランジ部素体 2 0 が、第 2 ダイ 3 2 及び第 2 パンチ 4 2 を用いて仕上げ切断される。図 8 では、仕上げ切断の一態様として、第 2 パンチ 4 2 及び第 2 板押さえ 5 2 によって挟持されたフランジ部素体 2 0 からフランジ部 1 2 を打ち抜きする態様を示している。第 2 ダイ 3 2 は、仕上げ切断においてフランジ部素体 2 0 に押し込まれる切断金型を構成する。本実施の形態では、フランジ部素体 2 0 のうちフランジ部 1 2 となる部分を押さえる金型を第 2 パンチ 4 2 とし、除去部分 2 0 a を押さえる金型を第 2 ダイ 3 2 としている。

[0068] 本実施の形態に係る仕上げ切断は、半切断と同じ方向から行われる。すなわち、図 7 に示すように半切断においてフランジ部素体 2 0 の上面側からフランジ部素体 2 0 に第 1 ダイ 3 1 を押し込んだとき、図 8 に示すように仕上

げ切断においてもフランジ部素体 20 の上面側からフランジ部素体 20 に第 2 ダイ 32 を押し込む。これにより、フランジ部素体 20 から除去部分 20 a が分離されて、フランジ部 12 及び切断端部 13 を有する金属製加工品 1 を得る。

[0069] 第 2 ダイ 32 と第 2 パンチ 42 とのクリアランス  $C_{32-42}$  (mm) は、プラスクリアランスである。クリアランス  $C_{32-42}$  は、第 2 ダイ 32 の側面 32 a と第 2 パンチ 42 の側面 42 a との距離で表される。ここで、半切断工程と同様に、第 2 ダイ 32 と第 2 パンチ 42 とが離隔している状態でのクリアランスをプラスクリアランスといい、第 2 ダイ 32 と第 2 パンチ 42 とが一部重なる状態でのクリアランスをマイナスクリアランスという。

[0070] 本実施の形態に係る仕上げ切断では、半切断工程における第 1 ダイ 31 と第 1 パンチ 41 とのクリアランス  $C_{31-41}$  (mm) から第 2 ダイ 32 と第 2 パンチ 42 とのクリアランス  $C_{32-42}$  (mm) への変更を、第 1 ダイ 31 から第 2 ダイ 32 への側面位置の変更により行い、第 1 ダイ 31 の側面位置から第 2 ダイ 32 の側面位置への変更距離  $Md$  (mm) は、次の式 (b1) を満たす。

$$Md \leq 0.25 \dots (b1)$$

[0071] 第 1 ダイ 31 から第 2 ダイ 32 への側面位置の変更は、第 1 ダイ 31 から第 2 ダイ 32 への径変更と同義であり得る。上記の式 (b1) から、第 1 ダイ 31 の径  $D_{31}$  と第 2 ダイ 32 の径  $D_{32}$  との関係は、次の式 (b1)' を満たしてよい。

$$0.5 \text{ mm} \geq |D_{32} - D_{31}| \dots (b1)'$$

[0072] 金属製加工品 1 の外周側に切断端部 13 が形成される場合には第 2 ダイ 32 の内径は第 1 ダイ 31 の内径以上とし、金属製加工品 1 の内周側に切断端部 13 が形成される場合には第 2 ダイ 32 の外径は第 1 ダイ 31 の外径以下とされる。式 (b1)' における径  $D_{31}$ 、 $D_{32}$  は、金属製加工品 1 の外周側に切断端部 13 が形成される場合には第 1 ダイ 31 及び第 2 ダイ 32 の内径を指し、金属製加工品 1 の内周側に切断端部 13 が形成される場合には第 1 ダイ 31 及び第 2 ダイ 32 の外径を指す。

- [0073] クリアランスの変更を第1ダイ31から第2ダイ32への側面位置の変更により行うとは、第2パンチ42の側面42aの位置を半切断時の第1ダイ31の側面31aの位置（第1せん断面13d1の位置）として、第2ダイ32の側面32aがクリアランス $C_{32-42}$ （mm）だけ第1せん断面13d1から離れた状態で仕上げ切断を行うともいえる。
- [0074] ここで、図9の（a）は、クリアランスの変更を第1ダイ31から第2ダイ32への側面位置の変更により行い、第2ダイ32の側面32aがクリアランス $C_{32-42}$ （mm）だけ第1せん断面13d1から離れた状態を示している。一方で、図9の（b）は、クリアランスの変更を第1パンチ41から第2パンチ42への側面位置の変更により行い、第2ダイ32の側面32aが第1せん断面13d1と接触した状態を示している。図9の（b）は、第2ダイ32の径 $D_{32}$ が第1ダイ31の径 $D_{31}$ から変更されておらず、第2ダイ32と第1素体2との位置関係が第1ダイ31と第1素体2との位置関係と同一である状態を示しているともいえる。
- [0075] 上述のように半切断工程においては第1ダイ31と第1パンチ41とのクリアランス $C_{31-41}$ （mm）がマイナスクリアランスとされているので、第1ダイ31が下死点まで押し込まれたときに第1ダイ31と第1ダイ31とが最も接近する箇所、すなわち半切断部21の厚みが最も薄い箇所は、第1ダイ31の側面31aの延長面と第1パンチ41の側面41aの延長面との間に位置する。図9の（a）に示すように第2ダイ32の側面32aをクリアランス $C_{32-42}$ （mm）だけ第1せん断面13d1から離すことにより、図9の（b）に示すように第2ダイ32の側面32aを第1せん断面13d1と接触させた場合と比較して、第2ダイ32の側面32aの延長面上における半切断部21の厚み $t_3$ が薄くなる。厚み $t_3$ は仕上げ切断を行う長さに相当し、厚み $t_3$ が薄いほど第1せん断面13d1を長く残し、めっき成分残存長さ $L$ を長くできる。
- [0076] 変更距離 $Md$ 又は第1ダイ31の径 $D_{31}$ と第2ダイ32の径 $D_{32}$ との差の絶対値が大き過ぎると、仕上げ切断工程において部分的に切断が終了せず未切

断部が発生することがある。また、切断できたとしても、仕上げ切断後の切断端面13の端面に過大な段差13d3が発生しやすくなる。第1ダイ31の側面位置から第2ダイ32の側面位置への変更距離Mdを0.25mm以下にすることで（換言すると、第1ダイ31の径D<sub>31</sub>と第2ダイ32の径D<sub>32</sub>との差の絶対値を0.50mm以下にすることで）、未切断部の発生を抑えることができるとともに、第1せん断面13d1と第2せん断面13d2との段差13d3を0.25mm以下にすることができる。変更距離Mdは、0.088mm以下であることが好ましく、0.063mm以下であることがより好ましい。また、差の絶対値は、0.175mm以下であることが好ましく、0.125mm以下であることがより好ましい。

[0077] 第2ダイ32の刃先は、所定の曲率半径R<sub>D2</sub>（mm）を有するR形状とされている。図15に示すように、第2ダイ32がフランジ部素体20の仕上げ切断が行われる部分に押し込まれるため、第2ダイ32の刃先を、曲率半径R<sub>D2</sub>を有するR形状とする。曲率半径R<sub>D2</sub>（mm）は次の式（b2）を満たすことが好ましい。

$$0.20 \leq R_{D2} \leq 1.20 \quad \dots (b2)$$

[0078] R<sub>D2</sub>が小さすぎると、せん断面13dに回り込んだめつき層13gを削ぎ落としてしまうおそれがある。そのため、R<sub>D2</sub>は、0.20mm以上であることが好ましい。R<sub>D2</sub>の下限は、より好ましくは0.25mm、更により好ましくは0.30mmである。一方、R<sub>D2</sub>が大きすぎると、仕上げ切断（仕上げ抜き）の際の第2ダイ32の刃先の食い込みが不十分となり、素材の延性が高められ、延性バリ14（図12参照）が発生しやすくなる。R<sub>D2</sub>は、1.20mm以下であることが好ましい。R<sub>D2</sub>の上限は、より好ましくは1.00mm、更により好ましくは0.80mmである。

[0079] なお、第2パンチ42の刃先は、図8に示すように丸みがない角形とする。このとき、第2パンチ42の刃先は、0.25mm未満、0.15mm未満、0.10mm未満又は0.05mm未満の曲率半径を有していてもよい。もしくは、第2パンチ42の刃先の曲率半径は、第1素体2のフランジ部

素体20の板厚 $t_1$ の0.10倍未満としてもよく、必要に応じて、0.06倍未満、0.04倍未満又は0.02倍未満としてもよい。

[0080] <c. 半切断工程及び仕上げ切断工程の第2形態>

次に、図10は図6の半切断工程に用いる第1ダイ31及び第1パンチ41の第2態様を示す説明図であり、図11は図6の仕上げ切断工程に用いる第2ダイ32及び第2パンチ42の第2態様を示す説明図である。

[0081] 図10は、図7よりも押込み量 $D$ が少ない半切断の態様を示している。押込み量 $D$ が少なくなることによって仕上げ切断で切断する残存板厚 $t_2$ が大きくなっている。残存板厚 $t_2$ が大きくなることで、第2せん断面13d2が長くなる傾向にある。

[0082] ここで、本発明者らは、切断端部13が形成されたフランジ部12の板厚 $t_1$ 、切断加工の条件及び表面処理条件等を種々の範囲で変化させた実験を行い、仕上げ切断における延性バリ14（図12参照）及び未切断不良15（図13参照）の発生状況、並びにめっき成分残存長さ $L$ 及び切断端部13の段差13d3を調査した。

[0083] 延性バリ14は、仕上げ切断において材料が切断されずに薄く引き延ばされたものであり、半切断によって形成された半切断部21の残存板厚 $t_2$ に対して仕上げ切断時の第2ダイ32及び第2パンチ42間のクリアランス $C_{32-42}$ が過小なときに生じる傾向にある。未切断不良15は、部分的未切断による部分的な巨大バリが発生するものであり、半切断によって形成された半切断部21の残存板厚 $t_2$ に対して仕上げ切断時の第2ダイ32及び第2パンチ42間のクリアランス $C_{32-42}$ が過大なときに生じる傾向にある。切断端部13の段差13d3の大きさは、第1せん断面13d1に対する垂直な方向への第2せん断面13d2の突出量 $PA$ （図2参照）に相当する。

[0084] その結果、半切断部21の残存板厚 $t_2$ に対する第2ダイ32と第2パンチ42とのクリアランス $C_{32-42}$ の割合 $(C_{32-42}/t_2) \times 100$  (%) が、以下の式(b3-3)を満たすことで、めっき成分残存長さ $L$ を長くしつつ切断端部13の段差13d3を抑えることができることが分かった。すなわち、

本実施の形態の仕上げ切断では、割合  $(C_{32-42}/t_2) \times 100$  (%) は、次の式 (b 3-3) を満たす。

$$(C_{32-42}/t_2) \times 100 \leq 25.0 \times t_2^{-1} \dots (b 3-3)$$

[0085] また、割合  $(C_{32-42}/t_2) \times 100$  (%) が、第2ダイ32の曲率半径  $R_{D_2}$  に応じて以下の式 (b 3-1), (b 3-2), (b 3-4) を満たすことで、仕上げ切断における延性バリ14及び未切断不良15の発生を抑制できることが分かった。

[0086] すなわち、本実施の形態の仕上げ切断では、割合  $(C_{32-42}/t_2) \times 100$  (%) は、曲率半径  $R_{D_2}$  が1.00mm以上の場合、次の式 (b 3-1) 及び (b 3-2) を満たすことが好ましい。

$$(C_{32-42}/t_2) \times 100 \geq 7.0 \times t_2^3 - 11.0 \times t_2^2 + 4.9 t_2 + 1.7 \dots (b 3-1)$$

$$(C_{32-42}/t_2) \times 100 \leq 7.8 \times t_2^2 - 0.6 \times t_2 + 18.0 \dots (b 3-2)$$

[0087] また、割合  $(C_{32-42}/t_2) \times 100$  (%) は、曲率半径  $R_{D_2}$  が1.00mm未満の場合、次の式 (b 3-4) 及び (b 3-2) を満たすことが好ましい。

$$(C_{32-42}/t_2) \times 100 \geq 2.3 \dots (b 3-4)$$

$$(C_{32-42}/t_2) \times 100 \leq 7.8 \times t_2^2 - 0.6 \times t_2 + 18.0 \dots (b 3-2)$$

[0088] 割合  $(C_{32-42}/t_2) \times 100$  (%) が式 (b 3-1) 又は (b 3-4) を満たすことで延性バリ14の発生を抑制でき、式 (b 3-2) を満たすことで未切断不良15の発生を抑制できる。

[0089] なお、上述の式 (b 2) で示す通り、本実施の形態の第2ダイ32の曲率半径  $R_{D_2}$  は0.20mm以上かつ1.20mm以下である。曲率半径  $R_{D_2}$  が1.00mm以上の場合とは曲率半径  $R_{D_2}$  が1.00mm以上かつ1.20mm以下の場合を意味し、曲率半径  $R_{D_2}$  が1.00mm未満の場合とは曲率半径  $R_{D_2}$  が0.20mm以上かつ1.00mm未満の場合を意味する。

## [0090] &lt;加工品例&gt;

上記実施の形態では、金属製加工品 1 が図 1 に示したようなモータケースである場合について説明したが、本実施の形態に係る加工品製造方法により製造される金属製加工品 1 は、めっき金属板を素材とし、切断端部 1 3 を有する任意の物品であってよい。金属製加工品 1 としては、例えば、板材、フランジ部 1 2 を有する絞り加工品、フランジ部 1 2 を有するバーリング加工品、フランジ部 1 2 を有する張出し加工品、曲げ加工品、各種ワッシャ、プレート、ギア、バネ等の打抜き加工品等が挙げられる。

[0091] 金属製加工品 1 は、例えば、図 1 4 に示すような円環状の平ワッシャ 9 0 0 であってもよい。また、金属製加工品 1 は、例えば図 1 5 に示すような歯部 9 1 1 を有する平ワッシャ 9 1 0 A、9 1 0 B、9 1 0 C であってもよい。あるいは、金属製加工品 1 は、例えば図 1 6 に示すような波形の円環状の皿ばね 9 2 0 であってもよい。図 1 6 の皿ばね 9 2 0 は、例えば図 1 4 に示す平ワッシャ 9 0 0 を波形に加工して製造し得る。さらに、金属製加工品 1 は、例えば図 1 7 に示すような歯部 9 3 1 を有する皿ばね 9 3 0 であってもよい。

[0092] 金属製加工品 1 が図 1 4 ~ 図 1 7 に示したような環状の各種プレート部材であるとき、その外周部及び内周部が切断端部 1 3 となる。

[0093] 例えば、図 1 4 に示す平ワッシャ 9 0 0 の内周面及び外周面のせん断面をめっき層により覆うようにするには、図 1 8 及び図 1 9 に示すような切断金型を使用して加工すればよい。図 1 8 は、平ワッシャ 9 0 0 を加工するための切断金型の一例を示す模式図である。図 1 9 は、図 1 8 の切断金型により素体 9 を抜き加工した状態を示す模式図である。

[0094] 図 1 8 に示す切断金型は、平ワッシャ 9 0 0 のような環状の金属製加工品 9 0 を製造するための金型であり、中空円筒形状のダイ（以下、「外側ダイ」と称する。）6 1 と、円柱形状のダイ（以下、「内側ダイ」と称する。）6 3 と、円板状の素体 9（図 1 9 参照）を支持する中空円筒形状のパンチ 6 5 とを有する。外側ダイ 6 1 及び内側ダイ 6 3 と、パンチ 6 5 とは対向して

設けられ、外側ダイ61及び内側ダイ63をパンチ65に支持された素体9に押し込むことにより、素体9を切断する。外側ダイ61の内径は金属製加工品90の外径に対応し、内側ダイ63の外径は金属製加工品90の内径に対応する。外側ダイ61の内周面の刃先、及び、内側ダイ63の外周面の刃先は、曲率半径を有するR形状を有する。一方、パンチ65の内周面及び外周面の縁部は、R形状を有していない。

[0095] このような切断金型により素体9を仕上げ切断すると、図19に示すように、金属製加工品90の外周面91よりも外部側となる部分9aが外側ダイ61により切断され、金属製加工品90の内周面92よりも内部側となる部分9bが内側ダイ63により切断される。これにより、図14に示すような金属製加工品90（平ワッシャ900）が形成される。

[0096] さらに、金属製加工品1は、例えば、図20に示すような円板状のプレート940であってもよい。

[0097] 以上、添付図面を参照しながら本発明の好適な実施の形態について詳細に説明したが、本発明はかかる例に限定されない。本発明の属する技術の分野における通常の知識を有する者であれば、特許請求の範囲に記載された技術的思想の範疇内において、各種の変更例又は修正例に想到し得ることは明らかであり、これらについても、当然に本発明の技術的範囲に属するものと了解される。

## 実施例

[0098] 以下、実施例によって本発明をより具体的に説明する。本発明はこれらの実施例に限定されない。

[0099] 本発明者らは、以下の表1及び表2に示すように、半切断加工及び仕上げ切断加工の条件を種々の範囲で変化させて複数の加工品サンプルを作成した。第1素体2（めっき金属板）としては、板厚3.2mmの平板状のZn-6%A1-3%Mg（質量比）合金めっき鋼板を用いた。鋼板のめっき付着量は90g/m<sup>2</sup>（片面）であった。

[0100]

[表1]

No.	第1素体			半抜き加工(半切断工程)							
	切断部 板厚 t1[mm]	めっき 付着量 (g/m <sup>2</sup> )	クリアランス C <sub>31-41</sub> /板 厚t1	ダイの曲率半径R <sub>D1</sub>		ハンチの 曲率半径R <sub>E1</sub>		ダイの 挿込み量 D[mm] (D/t1)	下死点で のハンチダ イ間隔C <sub>P-D</sub> [mm]	ダイ径D <sub>31</sub> [mm]	
				R <sub>D1</sub> [mm]	R <sub>D1</sub> /t1	R <sub>E1</sub> [mm]	R <sub>E1</sub> /t1				
本発明例	1	3.2	90	-0.350	1.20	0.38	0.50	0.16	0.90	0.4	85.00
	2	3.2	90	-0.013	1.20	0.38	1.20	0.38	1.17	0.6	85.00
	3	3.2	90	-0.250	0.32	0.10	1.00	0.31	0.90	0.4	85.00
	4	3.2	90	-0.190	1.50	0.47	0.80	0.25	0.91	0.8	85.00
	5	3.2	90	-0.130	1.20	0.38	1.10	0.34	1.12	0.4	85.00
	6	3.2	90	-0.130	1.20	0.38	0.32	0.10	0.99	0.4	85.00
	7	3.2	90	-0.280	1.20	0.38	3.00	0.94	1.18	0.7	85.00
	8	3.2	90	-0.130	1.20	0.38	2.30	0.72	1.30	0.5	85.00
	9	3.2	90	-0.160	1.20	0.38	0.32	0.10	0.97	0.5	85.00
	10	3.2	90	-0.130	1.20	0.38	1.50	0.47	1.15	0.5	85.00
	11	3.2	90	-0.130	1.20	0.38	0.50	0.16	0.98	0.5	85.00
	12	2.0	90	-0.300	1.20	0.60	2.50	1.25	1.43	0.5	85.00
	13	3.2	90	-0.130	1.20	0.38	1.00	0.31	1.06	0.5	85.00
	14	3.2	90	-0.250	0.29	<u>0.09</u>	0.50	0.16	0.88	0.4	85.00
	15	3.2	90	-0.250	<u>1.75</u>	0.55	0.50	0.16	1.01	0.4	85.00
	16	3.2	90	-0.250	1.20	0.38	0.30	<u>0.09</u>	0.88	0.5	85.00
	17	3.2	90	-0.310	1.30	0.41	0.50	0.16	0.82	0.7	85.00
	18	3.2	90	-0.130	1.20	0.38	1.00	0.31	1.06	0.5	85.00
	19	3.2	90	-0.130	1.20	0.38	1.50	0.47	1.19	0.4	85.00
	20	3.2	90	-0.250	1.20	0.38	0.50	0.16	0.94	0.4	85.00
	21	3.2	90	-0.130	1.20	0.38	2.00	0.63	1.24	0.5	85.00
	22	3.2	90	-0.310	1.20	0.38	<u>3.20</u>	1.00	1.06	1.0	85.00
比較例	1	3.2	90	-0.250	1.20	0.38	0.50	0.16	0.87	0.6	85.00
	2	3.2	90	-0.250	1.20	0.38	2.00	0.63	0.85	1.2	85.00
参考例	1	3.2	90	<u>-0.006</u>	1.22	0.38	0.50	0.16	1.14	0.4	85.00
	2	3.2	90	<u>-0.090</u>	1.20	0.38	2.00	0.63	1.33	0.4	85.00

[表2]

No.	総厚t2 [mm]	ダイ径 D <sub>2</sub>		ダイの側面位置の 最大間隔RD [mm]	ダイの 曲率半径R <sub>0.2</sub>		カワラス Ca-A2 /厚さt2 (%)	式bs-3 右辺の値	10≦R <sub>0.2</sub> 右辺の値	R <sub>0.2</sub> <10 右辺の値	ダイの側面 位置変位に よる(Y/N)	カワラス/厚さが 式bs-1を満足するか (Y/N)	10≦R <sub>0.2</sub> カワラス/厚さが 式bs-1を満足するか (Y/N)	カワラス/厚さが式 bs-2を満足するか (Y/N)	RDS<10 カワラス/厚さが 式bs-1を満足するか (Y/N)
		D <sub>2</sub> [mm]	[0.02-0.01] [mm]		R <sub>0.2</sub> [mm]	R <sub>0.2</sub> [mm]									
1	1.52	85.30	0.30	0.15	1.00	0.66	9.868	16.45	8.32	-	35.11	Yes	Yes	Yes	-
2	0.65	85.20	0.20	0.10	0.40	0.62	15.385	38.46	-	2.3	20.81	Yes	-	Yes	Yes
3	0.64	85.10	0.10	0.05	0.80	0.94	7.813	39.06	-	2.3	20.81	Yes	-	Yes	Yes
4	1.78	85.20	0.20	0.10	0.80	0.45	5.987	13.97	-	2.3	41.82	Yes	-	Yes	Yes
5	0.82	85.05	0.05	0.03	1.20	1.46	3.049	30.49	2.18	-	22.75	Yes	Yes	Yes	-
6	1.24	85.10	0.10	0.05	0.80	0.65	4.032	20.16	-	2.3	29.25	Yes	-	Yes	Yes
7	0.62	85.25	0.25	0.13	0.80	1.29	20.161	40.32	-	2.3	20.63	Yes	-	Yes	Yes
8	0.23	85.05	0.05	0.03	0.30	1.30	10.870	108.70	-	2.3	18.27	Yes	-	Yes	Yes
9	1.42	85.50	0.50	0.25	0.80	0.56	17.606	17.61	-	2.3	32.88	Yes	-	Yes	Yes
10	0.72	85.30	0.30	0.15	1.00	1.39	20.893	34.72	2.14	-	21.61	Yes	Yes	Yes	-
11	1.27	85.45	0.45	0.23	1.00	0.79	17.717	19.69	4.52	-	29.82	Yes	Yes	Yes	-
12	0.33	85.10	0.10	0.05	0.50	1.52	15.152	75.76	-	2.3	18.65	Yes	-	Yes	Yes
13	1.01	85.30	0.30	0.15	0.20	0.20	14.881	24.75	-	2.3	25.95	Yes	-	Yes	Yes
14	0.70	85.05	0.05	0.03	0.80	1.14	3.571	35.71	-	2.3	21.40	Yes	-	Yes	Yes
15	1.72	85.05	0.05	0.03	0.80	0.47	1.453	14.53	-	2.3	40.04	Yes	-	Yes	N
16	1.57	85.10	0.10	0.05	1.00	0.64	3.185	15.92	9.37	-	36.28	Yes	N	Yes	-
17	1.82	85.30	0.30	0.15	1.00	0.53	8.021	13.37	18.17	-	44.15	Yes	N	Yes	-
18	1.01	85.20	0.20	0.10	0.15	0.15	9.901	24.75	-	2.3	25.95	Yes	-	Yes	Yes
19	0.58	85.25	0.25	0.13	0.80	1.38	21.552	43.10	-	2.3	20.28	Yes	-	N	Yes
20	1.40	85.10	0.10	0.05	1.30	0.93	3.571	17.86	6.21	-	32.45	Yes	N	Yes	-
21	0.42	85.20	0.20	0.10	1.00	2.38	23.810	59.52	2.34	-	19.12	Yes	Yes	N	-
22	1.00	85.35	0.35	0.18	0.40	0.40	17.500	25.00	2.60	-	25.20	Yes	-	Yes	Yes
1	1.62	85.55	0.55	0.28	0.80	0.49	16.975	15.43	-	2.3	37.50	Yes	-	Yes	Yes
2	1.69	85.00	0.00	0.00	0.15	0.09	10.059	14.79	-	2.3	39.26	N	-	Yes	Yes
1	半切断後に一部切断したため中断														
2	半切断後に一部切断したため中断														

[0102]

[表3]

	No.	切断端面の形状					評価				
		φL×長さ 板厚比 (Z/t)	φL×長さ 板厚比 (X/t)	破断面 長さ [mm]	めっき成分 残存長さL 板厚比 (L/t)	第2せん断面 突出量 [mm]	赤錆 発生 日数 [日]	端面外 評価	延性バリ 発生有無	未切断不良 発生有無	切断端面 段差
本発明例	1	0.01	0.04	0.30	0.844	0.15	≧90	○	○	○	○
	2	0.06	0.25	0.12	0.813	0.10	≧90	○	○	○	○
	3	0.03	0.13	0.15	0.800	0.05	≧90	○	○	○	○
	4	0.03	0.12	0.32	0.810	0.10	≧90	○	○	○	○
	5	0.06	0.24	0.15	0.870	0.03	≧90	○	○	○	○
	6	0.04	0.16	0.28	0.815	0.05	≧90	○	○	○	○
	7	0.05	0.19	0.40	0.810	0.13	≧90	○	○	○	○
	8	0.07	0.26	0.14	0.855	0.03	≧90	○	○	○	○
	9	0.04	0.17	0.25	0.920	0.25	≧90	○	○	○	○
	10	0.08	0.29	0.17	0.857	0.15	≧90	○	○	○	○
	11	0.01	0.05	0.25	0.905	0.23	≧90	○	○	○	○
	12	0.06	0.25	0.19	0.925	0.05	≧90	○	○	○	○
	13	0.06	0.24	0.22	0.805	0.15	≧90	○	○	○	○
	14	0.01	0.04	0.16	<u>0.756</u>	0.03	60	○	○	○	○
	15	0.01	0.05	0.00	<u>0.711</u>	0.03	60	○	×	○	○
	16	0.01	0.04	0.00	<u>0.780</u>	0.05	60	○	×	○	○
	17	0.01	0.04	0.38	<u>0.753</u>	0.15	60	○	×	○	○
	18	0.06	0.24	0.21	<u>0.705</u>	0.10	60	○	○	○	○
	19	0.07	0.25	0.00	0.835	0.13	≧90	○	○	×	○
	20	0.02	0.09	0.00	0.831	0.05	≧90	○	×	○	○
	21	0.06	0.25	0.00	0.851	0.10	≧90	○	○	×	○
	22	0.08	0.29	<u>0.45</u>	<u>0.730</u>	0.18	60	○	○	○	○
比較例	1	0.02	0.08	0.35	0.822	<u>0.28</u>	≧90	○	○	○	×
	2	0.06	0.26	0.40	<u>0.680</u>	0.02	30	○	○	○	○
参考例	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	2	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-

[0103] (半切断工程)

第1素体2に対し、図7又は図10に示す方法により半切断工程を実施した。第1パンチ41及び第1板押さえ51により保持された第1素体2に対

して第1ダイ31を押し込むことにより、半切断加工を行った。第1ダイ31は、内径85.00mmの円形孔を備えた環状体とした。第1パンチ41は、第1ダイ31の円形孔に挿通可能な円柱状とした。第1パンチ41の外径は、表1に示すクリアランス $C_{31-41}$ に応じて変更した。第1ダイ31及び第1パンチ41の刃先は、表1に示す曲率半径 $R_{D1}$ 、 $R_{P1}$ を有するR形状であった。第1ダイ31の押込み量 $D$ 及び下死点での第1ダイ31と第1パンチ41との間隔 $C_{P-D}$ は、表1に示す通りであった。

[0104] (仕上げ切断工程)

半切断工程後の第1素体2に対して、図8又は図11に示す方法により仕上げ切断工程を実施し、加工品サンプルを得た。第2パンチ42及び第2板押さえ52により保持された第1素体2に対して第2ダイ32を押し込むことにより、仕上げ切断加工を行った。第2ダイ32は、表2に示す内径の円形孔を備えた環状体とした。第2パンチ42は、第2ダイ32の円形孔に挿通可能な円柱状とした。第2ダイ32としては、基本的にクリアランスに応じて内径を変更したものをを用いた。但し、比較例2においては、第1ダイ31と同じ85.00mmの内径を有するものをを用いた。第2パンチ42の外径は基本的に85.00mmとした。但し、比較例2においては、第2パンチ42の外径は84.66mmとした。第2ダイ32の刃先は、表2に示す曲率半径 $R_{D2}$ を有するR形状であった。第2パンチ42の刃先は、丸みのない角形であった。

[0105] 表中の仕上げ切断工程に関する式(b3-1)～(b3-4)は、以下に示す通りである。

$$(C_{32-42}/t_2) \times 100 \geq 7.0 \times t_2^3 - 11.0 \times t_2^2 + 4.9 t_2 + 1.7 \quad \dots (b3-1)$$

$$(C_{32-42}/t_2) \times 100 \leq 7.8 \times t_2^2 - 0.6 \times t_2 + 18.0 \quad \dots (b3-2)$$

$$(C_{32-42}/t_2) \times 100 \leq 25.0 \times t_2^{-1} \quad \dots (b3-3)$$

$$(C_{32-42}/t_2) \times 100 \geq 2.3 \quad \dots (b3-4)$$

ここで、 $C_{32-42}$ は第2ダイ32と第2パンチ42とのクリアランス (mm) であり、 $t_2$ は第1素体2の半切断部21の板厚である。表中の各種条件を満たすか否かを表す欄において、「Yes」はそれらの条件を満たすことを表し、「N」はそれらの条件を満たさないことを表している。

[0106] (加工品サンプルにおける調査)

各サンプルについて切断端部13の形状を調査するとともに、端面ダレ評価、延性バリ評価、未切断不良発生有無及び段差評価を行い、大気曝露試験による赤錆発生日数を調べた。赤錆発生の有無は、目視で確認した。上述のような各工程を通して得られた加工品サンプルの切断端面について、板厚方向Tにおけるダレ13cの長さZと切断端部13の板厚 $t_1$ との比 $Z/t_1$ 、板厚方向Tに直交する平面方向におけるダレ13cの長さXと切断端部13の板厚 $t_1$ との比 $Z/t_1$ 、板厚方向Tにおける破断面13eの長さ (mm)、めっき成分残存長さLと切断端部13の板厚 $t_1$ との比 $L/t_1$ 、第1せん断面13d1に対する第2せん断面13d2の突出量PA (mm)を調査した。また、各加工品サンプルについて、端面ダレ評価、延性バリ評価、未切断不良発生有無及び段差評価を行い、大気曝露試験による赤錆発生日数を調べた。それらの結果を表3に示している。

[0107] なお、端面ダレ評価に関して、丸(O)はダレZ長さ板厚比( $Z/t_1$ )が0.10未満を表す。延性バリ評価に関して、丸(O)は延性バリ14の長さが0.2mm未満を表し、クロス(X)は延性バリ14の長さが0.2mm以上を表す。未切断不良発生有無に関して、丸(O)は未切断不良15のない状態を表し、クロス(X)は未切断不良15による巨大バリが発生した状態を表す。段差評価に関して、丸(O)は第1せん断面13d1に対する第2せん断面13d2の突出量PA (mm)が0.25mm以下であることを表し、クロス(X)は第2せん断面13d2の突出量PA (mm)が0.25mm超であることを表す。

[0108] 表1及び表2に示すように、本発明例1~22は、以下の加工条件を満たす実施例である。

半切断工程に関して、

- ・第1ダイ31と第1パンチ41とのクリアランス $C_{31-41}$  (mm) が、マイナスクリアランスに設定され、

仕上げ切断工程に関して、

- ・第2ダイ32と第2パンチ42とのクリアランス $C_{32-42}$  (mm) が、プラスクリアランスに設定され、

- ・第1ダイ31と第1パンチ41とのクリアランス $C_{31-41}$  (mm) から第2ダイ32と第2パンチ42とのクリアランス $C_{32-42}$  (mm) への変更が、第1ダイ31から第2ダイ32への側面位置の変更により行われ、第1ダイ31の側面位置から第2ダイ32の側面位置への変更距離 $Md$  (mm) が、次の式 (b1) を満たし、

$$Md \leq 0.25 \quad \dots (b1)$$

- ・半切断部21の残存板厚 $t2$ に対する第2ダイ32と第2パンチ42とのクリアランス $C_{32-42}$ の割合  $(C_{32-42}/t2) \times 100$  (%) が、次の式 (b3-3) を満たす。

$$(C_{32-42}/t2) \times 100 \leq 25.0 \times t2^{-1} \quad \dots (b3-3)$$

[0109] これに対して、比較例1では、第1ダイ31の側面位置から第2ダイ32の側面位置への変更距離 $Md$  (mm) が0.28と比較的大きく設定されており、上記の式 (b1) を満たしていない。また、比較例1では、半切断部21の残存板厚 $t2$ に対する第2ダイ32と第2パンチ42とのクリアランス $C_{32-42}$ の割合  $(C_{32-42}/t2) \times 100$  (%) が上記の式 (b3-3) を満たしていない。

[0110] 本発明例1~22では、第1せん断面13d1に対する第2せん断面13d2の突出量 $PA$  (mm) を0.25mm以下に抑えることができているが、比較例1では、第1せん断面13d1に対する第2せん断面13d2の突出量 $PA$  (mm) が0.28と比較的大きくなっている。これらの結果から、上記の式 (b1) 及び式 (b3-3) を満たすことで、切断端部13の段差13d3を0.25mm以下に抑えることができることが分かる。

[0111] また、比較例2では、第1ダイ31と第1パンチ41とのクリアランス $C_{31-41}$  (mm) から第2ダイ32と第2パンチ42とのクリアランス $C_{32-42}$  (mm) への変更を、第1ダイ31から第2ダイ32への側面位置の変更ではなく、第1パンチ41から第2パンチ42への側面位置の変更により行っている。

[0112] 本発明例1～22では、めっき成分残存長さ板厚比 ( $L/t_1$ ) が0.70以上となっているが、比較例2では、0.70未満となっている。これらの結果から、クリアランスの変更を第1パンチ41から第2パンチ42への側面位置の変更により行うことで、仕上げ切断後の切断端部13におけるめっき成分残存長さ $L$ をより長くできることが確認された。

[0113] 次に、本発明例1, 2は、半切断工程に関して、第1ダイ31と第1パンチ41とのクリアランス $C_{31-41}$  (mm) が次の式 (a1) を満たし、かつ上限又は下限に近い例である。

$$-0.35 \times t_1 \leq C_{31-41} \leq -0.0125 \times t_1 \quad \dots (a1)$$

ここで、 $t_1$ は、前記第1素体の半切断対象部の板厚 (mm) である。

[0114] これに対して、参考例1は、クリアランス $C_{31-41}$  (mm) が比較的小さく設定されており、上記の式 (a1) を満たさない例である。本発明例1, 2では完全な切断が生じることなく半切断を想定通り実施できたが、参考例1では完全な切断が一部に生じた。この結果から、式 (a1) を満たすことで、半切断中にクラックが発生して完全な切断が生じてしまい、大きな破断面が発生することがなくなり、半切断工程においてフランジ部素体20から除去部分20aが完全に切断されることを回避できることが確認できた。なお、比較例としては示していないが、クリアランス $C_{31-41}$  (mm) が $-0.35 \times t_1$  未満であるとき、半切断に必要な成形荷重が増大し、金型への負担が大きくなり、金型寿命が低下すると予期される。

[0115] 次に、本発明例3, 4, 6, 7は、半切断工程に関して、

・第1ダイ31の刃先の曲率半径 $R_{D1}$  (mm) が次の式 (a2) を満たし、

$$0.10 \times t_1 \leq R_{D1} \leq 1.50 \quad \dots (a2)$$

・第1パンチ41の刃先の曲率半径 $R_{P1}$  (mm) が次の式 (a3) を満たす例である。

$$0.10 \times t_1 \leq R_{P1} \leq 3.00 \quad \dots (a3)$$

本発明例3, 4は式 (a2) の上限又は下限に近い例であり、本発明例6, 7は式 (a3) の上限又は下限に近い例である。

[0116] これに対して、本発明例14, 15は、第1ダイ31の刃先の曲率半径 $R_{D1}$ が上記の式 (a2) を満たさない例である。また、本発明例16, 22は、第1パンチ41の刃先の曲率半径 $R_{P1}$ が上記の式 (a3) を満たさない例である。表3に示すように、本発明例3, 4ではめっき成分残存長さ $L$ と切断端部13の板厚 $t_1$ との比 $L/t_1$ を0.80以上とすることができた。また、表3に示すように、比 $L/t_1$ を0.80以上とすることで、切断端部13の赤錆発生まで90日以上の良い耐食性を得ることができる。一方、曲率半径 $R_{D1}$ ,  $R_{P1}$ が比較的小さく設定された本発明例14, 16では、比 $L/t_1$ が0.80未満となっていた。また、曲率半径 $R_{D1}$ ,  $R_{P1}$ が比較的大きく設定された本発明例15, 22でも比 $L/t_1$ が0.80未満となっていた。本発明例14~16, 22の切断端部13の赤錆発生までの日数は60日程度であった。これは、実用に耐えられるものの、本発明例3, 4, 6, 7の耐食性と比較すると劣る。これらの結果から、曲率半径 $R_{D1}$ ,  $R_{P1}$ が上記の式 (a2), (a3) を満たすことが好ましいことが分かった。

[0117] 次に、本発明例4, 8は、半切断工程に関して、半切断部21の残存板厚 $t_2$  (mm) が次の式 (a4) を満たし、かつ式 (a4) の上限又は下限に近い例である。

$$0.20 \leq t_2 \leq 1.80 \quad \dots (a4)$$

[0118] これに対して、本発明例17は、残存板厚 $t_2$ が1.80mm超となった例である。また、参考例2は残存板厚 $t_2$ が0.20mm未満となった例である。本発明例4, 8では、めっき成分残存長さ $L$ と切断端部13の板厚 $t_1$ との比 $L/t_1$ を0.80以上とすることができているが、本発明例17

では比 $L/t_1$ が0.80未満となっていた。また、参考例2では半切断後に一部切断が生じた。これらの結果から、残存板厚 $t_2$  (mm)が上記の式(a4)を満たすことが好ましいことが分かった。

[0119] 次に、本発明例5, 13は、仕上げ切断工程に関して、第2ダイ32の刃先が曲率半径 $R_{D2}$  (mm)を有するR形状とされ、曲率半径 $R_{D2}$  (mm)が次の式(b2)を満たし、かつ式(b2)の上限又は下限に近い例である。

$$0.20 \leq R_{D2} \leq 1.20 \quad \dots (b2)$$

[0120] これに対して、本発明例18は曲率半径 $R_{D2}$ が0.20mm未満の例である。本発明例5, 13ではめっき成分残存長さ $L$ と切断端部13の板厚 $t_1$ との比 $L/t_1$ を0.80以上とすることができているが、本発明例18では比 $L/t_1$ が0.80未満となっていた。これらの結果から、曲率半径 $R_{D2}$ が0.20mm以上であることが好ましいことが分かった。

[0121] また、本発明例20は曲率半径 $R_{D2}$ が1.20mm超の例である。本発明例5, 13では延性バリ14の発生を抑制できているが、本発明例20では延性バリ14が発生していた。これらの結果から、曲率半径 $R_{D2}$ が1.20mm以下であることが好ましいことが分かった。

[0122] 次に、本発明例1, 5は、仕上げ切断工程に関して、第2ダイ32の曲率半径 $R_{D2}$ が1.00mm以上であるとき、半切断部21の残存板厚 $t_2$ に対する第2ダイ32と第2パンチ42とのクリアランス $C_{32-42}$ の割合 $(C_{32-42}/t_2) \times 100$  (%)が次の式(b3-1)を満たし、かつ式(b3-1)の下限に近い例である。

$$(C_{32-42}/t_2) \times 100 \geq 7.0 \times t_2^3 - 11.0 \times t_2^2 + 4.9 t_2 + 1.7 \quad \dots (b3-1)$$

[0123] これに対して、本発明例16, 17, 20は、曲率半径 $R_{D2}$ が1.00mm以上であり、かつ割合 $(C_{32-42}/t_2) \times 100$  (%)が上記の式(b3-1)の下限値を下回る例である。本発明例1, 5では延性バリ14の発生を抑制できているが、本発明例16, 17, 20では延性バリ14が発生していた。これらの結果から、曲率半径 $R_{D2}$ が1.00mm以上であるとき、割合(

$C_{32-42}/t_2) \times 100 (\%)$  が上記の式 (b3-1) を満たすことが好ましいことが分かった。

[0124] 次に、本発明例6は、仕上げ切断工程に関して、第2ダイ32の曲率半径  $R_{D2}$  が1.00mm未満であるとき、半切断部21の残存板厚  $t_2$  に対する第2ダイ32と第2パンチ42とのクリアランス  $C_{32-42}$  の割合  $(C_{32-42}/t_2) \times 100 (\%)$  が次の式 (b3-4) を満たし、かつ式 (b3-4) の下限に近い例である。

$$(C_{32-42}/t_2) \times 100 \geq 2.3 \quad \dots (b3-4)$$

[0125] これに対して、本発明例15は、曲率半径  $R_{D2}$  が1.00mm未満であり、かつ割合  $(C_{32-42}/t_2) \times 100 (\%)$  が上記の式 (b3-4) の下限値を下回る例である。本発明例6では延性バリ14の発生を抑制できているが、本発明例15では延性バリ14が発生していた。これらの結果から、曲率半径  $R_{D2}$  が1.00mm未満であるとき、割合  $(C_{32-42}/t_2) \times 100 (\%)$  が上記の式 (b3-4) を満たすことが好ましいことが分かった。

[0126] 次に、本発明例7, 10は、仕上げ切断工程に関して、半切断部21の残存板厚  $t_2$  に対する第2ダイ32と第2パンチ42とのクリアランス  $C_{32-42}$  の割合  $(C_{32-42}/t_2) \times 100 (\%)$  が次の式 (b3-2) を満たし、かつ式 (b3-2) の上限に近い例である。

$$(C_{32-42}/t_2) \times 100 \leq 7.8 \times t_2^2 - 0.6 \times t_2 + 18.0 \quad \dots (b3-2)$$

[0127] これに対して、本発明例19, 21は、割合  $(C_{32-42}/t_2) \times 100 (\%)$  が上記の式 (b3-2) の上限値を超えている例である。本発明例7, 10では、未切断不良15の発生を抑制できているが、本発明例19, 21では未切断不良15が発生していた。これらの結果から、割合  $(C_{32-42}/t_2) \times 100 (\%)$  が上記の式 (b3-2) を満たすことが好ましいことが分かった。

[0128] ここで、図21は、曲率半径  $R_{D2}$  が1.00mm以上のときの半切断部21の残存板厚  $t_2$  に対する第2ダイ32と第2パンチ42とのクリアランス  $C_{32-42}$

$_{42}$ の割合  $(C_{32-42}/t_2) \times 100$ と残存板厚  $t_2$ との関係を示すグラフである。同様に、図22は、曲率半径  $R_{D2}$ が1.00mm未満のときの半切断部21の残存板厚  $t_2$ に対する第2ダイ32と第2パンチ42とのクリアランス  $C_{32-42}$ の割合  $(C_{32-42}/t_2) \times 100$ と残存板厚  $t_2$ との関係を示すグラフである。

[0129] 図21及び図22に示すグラフの縦軸（Y軸）は、半切断部21の残存板厚  $t_2$ に対する第2ダイ32と第2パンチ42とのクリアランス  $C_{32-42}$ の割合  $(C_{32-42}/t_2) \times 100$ （%）である。縦軸（Y軸）は、半切断部21の残存板厚  $t_2$ である。

[0130] グラフにおいて、「a1」等の番号が付された丸又は三角のプロットは、各実施例を示している。「a」は本発明例のプロットであることを示し、「b」は比較例のプロットであることを示している。プロットの番号は各例の番号に対応している。丸のプロットは、仕上げ切断における延性バリ14及び未切断不良15の発生を抑制でき、かつ第1せん断面13d1に対する第2せん断面13d2の突出量  $PA$ （mm）が0.25mm以下に抑えることができた実施例を示すプロットである。三角のプロットは、延性バリ14若しくは未切断不良15が発生したか、又は第2せん断面13d2の突出量  $PA$ （mm）超となった実施例を示すプロットである。

[0131] 図21及び図22のグラフから、延性バリ14及び未切断不良15の発生状況並びに第2せん断面13d2の突出量  $PA$ は、割合  $(C_{32-42}/t_2) \times 100$ （%）及び半切断部21の残存板厚  $t_2$ と相関関係を有していることが分かる。

[0132] グラフにおいて実線で示す曲線は、めっき成分残存長さ  $L$ を長くしつつ切断端部13の段差13d3を抑えることができた試験例から得られた近似曲線であり、上述の式（b3-3）に相当する。式（b3-3）を改めて以下に示しておく。図中の回帰曲線又は直線は、割合  $(C_{32-42}/t_2) \times 100$ を  $Y$ と表記し、残存板厚  $t_2$ を  $X$ と表記している。

$$(C_{32-42}/t_2) \times 100 \leq 25.0 \times t_2^{-1} \cdots (b3-3)$$

[0133] 割合  $(C_{32-42}/t_2) \times 100$  (%) 及び半切断部 21 の残存板厚  $t_2$  がこの近似曲線よりも下の領域に含まれていれば、めっき成分残存長さ  $L$  を長くしつつ切断端部 13 の段差  $d_3$  を抑えることができることが分かる。

[0134] グラフにおいて破線で示す曲線は、未切断不良 15 の発生を抑制できた試験例から得られた近似曲線であり、上述の式 (b3-2) に相当する。式 (b3-2) を改めて以下に示しておく。

$$(C_{32-42}/t_2) \times 100 \leq 7.8 \times t_2^2 - 0.6 \times t_2 + 18.0 \quad \dots (b3-2)$$

[0135] 割合  $(C_{32-42}/t_2) \times 100$  (%) 及び半切断部 21 の残存板厚  $t_2$  がこの近似曲線よりも下の領域に含まれていれば、未切断不良 15 の発生を抑制できることが分かる。

[0136] 図 21 のグラフにおいて一点鎖線で示す曲線は、曲率半径  $R_{D2}$  が 1.00 m 以上のときに延性バリ 14 の発生を抑制できた試験例から得られた近似曲線であり、上述の式 (b3-1) に相当する。式 (b3-1) を改めて以下に示しておく。

$$(C_{32-42}/t_2) \times 100 \geq 7.0 \times t_2^3 - 11.0 \times t_2^2 + 4.9 t_2 + 1.7 \quad \dots (b3-1)$$

[0137] 曲率半径  $R_{D2}$  が 1.00 mm 以上のとき、割合  $(C_{32-42}/t_2) \times 100$  (%) 及び半切断部 21 の残存板厚  $t_2$  がこの近似曲線よりも上の領域に含まれていれば、延性バリ 14 の発生を抑制できることが分かる。

[0138] 図 22 のグラフにおいて二点鎖線で示す直線は、曲率半径  $R_{D2}$  が 1.00 m 未満のときに延性バリ 14 の発生を抑制できた試験例から得られた近似直線であり、上述の式 (b3-4) に相当する。式 (b3-4) を改めて以下に示しておく。

$$(C_{32-42}/t_2) \times 100 \geq 2.3 \quad \dots (b3-4)$$

[0139] 曲率半径  $R_{D2}$  が 1.00 mm 未満のとき、割合  $(C_{32-42}/t_2) \times 100$  (%) 及び半切断部 21 の残存板厚  $t_2$  がこの近似曲線よりも上の領域に含まれていれば、延性バリ 14 の発生を抑制できることが分かる。

## 符号の説明

[0140]	1	: 金属製加工品
	2	: 第1素体
	1 3	: 切断端部
	1 3 c	: ダレ
	1 3 d	: せん断面
	1 3 d 1	: 第1せん断面
	1 3 d 2	: 第2せん断面
	1 3 e	: 破断面
	1 3 f	: バリ
	1 3 g	: めっき層
	2 1	: 半切断部
	3 1	: 第1ダイ
	3 2	: 第2ダイ
	4 1	: 第1パンチ
	4 2	: 第2パンチ

## 請求の範囲

### [請求項1]

表面にめっき層を有するめっき金属板を素材とし、前記素材の板厚方向に沿った切断端部を有する金属製加工品を製造するための金属製加工品の製造方法であって、

第1ダイ及び第1パンチを用いて、前記素材から形成された第1素体を前記板厚方向に半切断し半切断部を形成する、半切断工程と、

第2ダイ及び第2パンチを用いて、前記半切断部を前記半切断と同一方向から仕上げ切断して、前記切断端部を有する前記金属製加工品を得る、仕上げ切断工程と、

を備え、

前記半切断工程に関して、

・前記第1ダイと前記第1パンチとのクリアランス $C_{31-41}$  (mm) は、マイナスクリアランスに設定され、

前記仕上げ切断工程に関して、

・前記第2ダイと前記第2パンチとのクリアランス $C_{32-42}$  (mm) は、プラスクリアランスに設定され、

・前記第1ダイと前記第1パンチとのクリアランス $C_{31-41}$  (mm) から前記第2ダイと前記第2パンチとのクリアランス $C_{32-42}$  (mm) への変更を、前記第1ダイから前記第2ダイへの側面位置の変更により行い、前記第1ダイの側面位置から前記第2ダイの側面位置への変更距離 $Md$  (mm) は、次の式 (b1) を満たし、

$$Md \leq 0.25 \dots (b1)$$

・前記第1ダイが下死点まで押し込まれたときの、前記第1ダイの刃先と側面との接続位置と、前記第1素体の下面と接する前記第1パンチの上面との、前記第1ダイの押し込み方向に沿う離間距離に相当する前記半切断部の残存板厚 $t_2$ に対する前記第2ダイと前記第2パンチとのクリアランス $C_{32-42}$ の割合 ( $C_{32-42}/t_2$ )  $\times 100$  (%) は、次の式 (b3-3) を満たす、

$$(C_{32-42}/t_2) \times 100 \leq 25.0 \times t_2^{-1} \quad \dots (b3 - 3)$$

金属製加工品の製造方法。

[請求項2]

前記半切断工程に関して、

・前記第1ダイと前記第1パンチとのクリアランス $C_{31-41}$  (mm) は、次の式 (a1) を満たし、

$$-0.35 \times t_1 \leq C_{31-41} \leq -0.0125 \times t_1 \quad \dots (a1)$$

ここで、 $t_1$  は、前記第1素体の半切断対象部の板厚 (mm) であり、

・前記第1ダイの刃先は曲率半径 $R_{D1}$  (mm) を有するR形状とされ、前記曲率半径 $R_{D1}$ は、次の式 (a2) を満たし、

$$0.10 \times t_1 \leq R_{D1} \leq 1.50 \quad \dots (a2)$$

・前記第1パンチの刃先は曲率半径 $R_{P1}$  (mm) を有するR形状とされ、前記曲率半径 $R_{P1}$  (mm) は、次の式 (a3) を満たし、

$$0.10 \times t_1 \leq R_{P1} \leq 3.00 \quad \dots (a3)$$

・前記第1ダイが下死点まで押し込まれたときの、前記第1ダイの刃先と側面との接続位置と、前記第1素体の下面と接する前記第1パンチの上面との、前記第1ダイの押し込み方向に沿う離間距離に相当する前記半切断部の残存板厚 $t_2$  (mm) は、次の式 (a4) を満たす、

$$0.20 \leq t_2 \leq 1.80 \quad \dots (a4)$$

請求項1に記載の金属製加工品の製造方法。

[請求項3]

前記仕上げ切断工程に関して、

・前記第2ダイの刃先は曲率半径 $R_{D2}$  (mm) を有するR形状とされ、前記曲率半径 $R_{D2}$  (mm) は次の式 (b2) を満たし、

$$0.20 \leq R_{D2} \leq 1.20 \quad \dots (b2)$$

・前記割合 $(C_{32-42}/t_2) \times 100$  (%) は、

前記曲率半径  $R_{D2}$  が 1.00 mm 以上の場合、次の式 (b3-1) 及び (b3-2) を満たし、

$$(C_{32-42}/t_2) \times 100 \geq 7.0 \times t_2^3 - 11.0 \times t_2^2 + 4.9 t_2 + 1.7 \quad \dots (b3-1)$$

$$(C_{32-42}/t_2) \times 100 \leq 7.8 \times t_2^2 - 0.6 \times t_2 + 18.0 \quad \dots (b3-2)$$

前記曲率半径  $R_{D2}$  が 1.00 mm 未満の場合、次の式 (b3-4) 及び (b3-2) を満たす、

$$(C_{32-42}/t_2) \times 100 \geq 2.3 \quad \dots (b3-4)$$

$$(C_{32-42}/t_2) \times 100 \leq 7.8 \times t_2^2 - 0.6 \times t_2 + 18.0 \quad \dots (b3-2)$$

請求項 1 又は 2 に記載の金属製加工品の製造方法。

[請求項 4]

表面にめっき層を有するめっき金属板を素材とし、前記素材の板厚方向に沿った切断端部を有する金属製加工品であって、

前記切断端部は、前記板厚方向に、ダレ、せん断面及び破断面を順に、または、ダレ及びせん断面を順に有し、

前記せん断面は、前記板厚方向に、前記ダレに連続する第 1 せん断面と、前記第 1 せん断面に連続する第 2 せん断面とを有し、

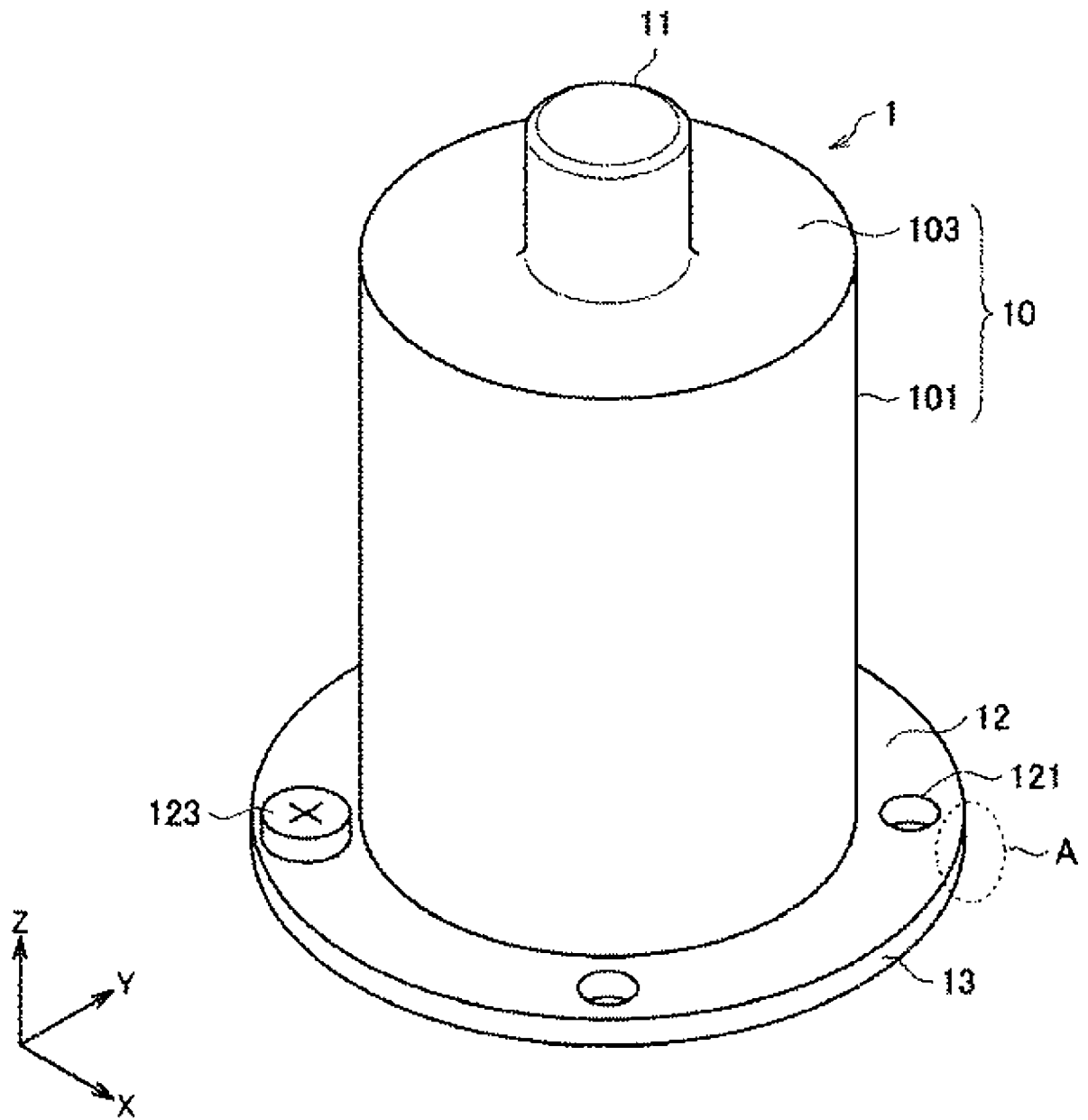
前記第 2 せん断面は、前記板厚方向に垂直な方向に前記第 1 せん断面より突出して形成されており、前記第 1 せん断面に対する前記垂直な方向への前記第 2 せん断面の突出量は 0 mm 超かつ 0.25 mm 以下とされており、

前記せん断面が前記表面のめっき層により覆われているめっき成分残存長さ  $L$  と前記切断端部の板厚  $t_1$  との比  $L/t_1$  は、0.80 以上であり、

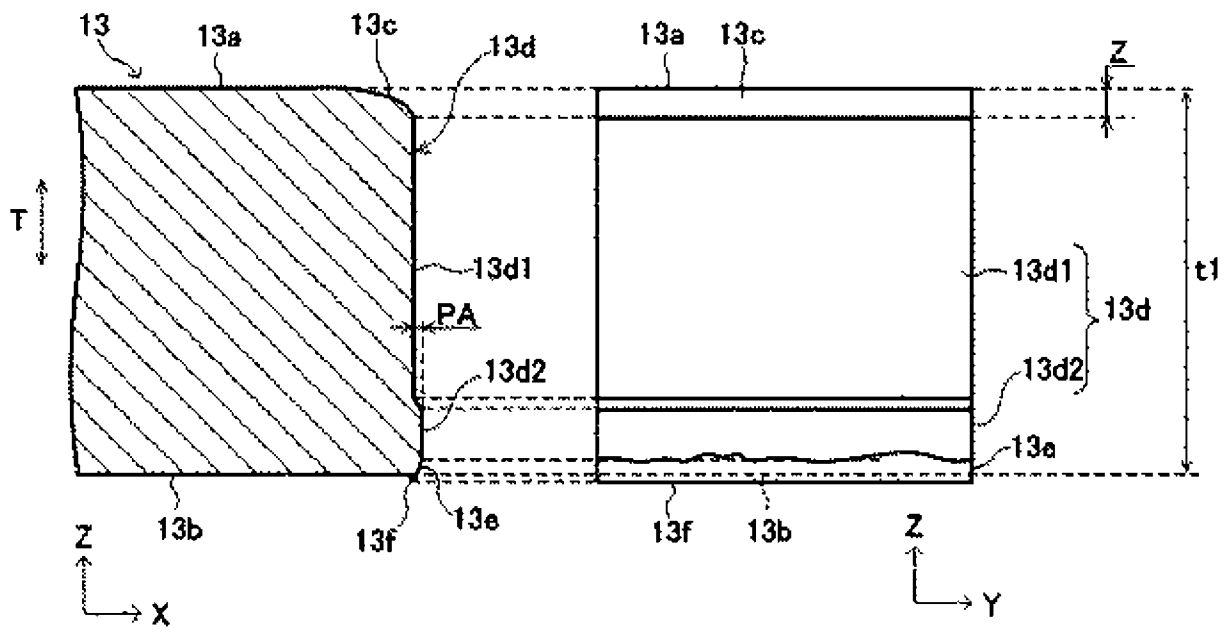
前記板厚方向における前記ダレの長さ  $Z$  と前記切断端部の板厚  $t_1$  との比  $Z/t_1$  は、0 超かつ 0.10 未満である、

金属製加工品。

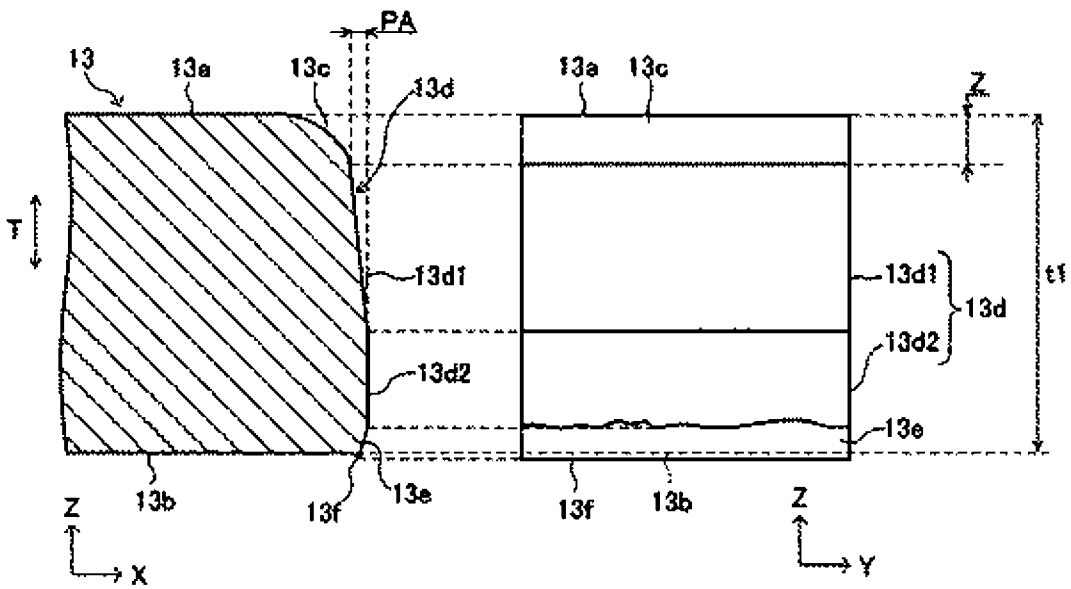
[図1]



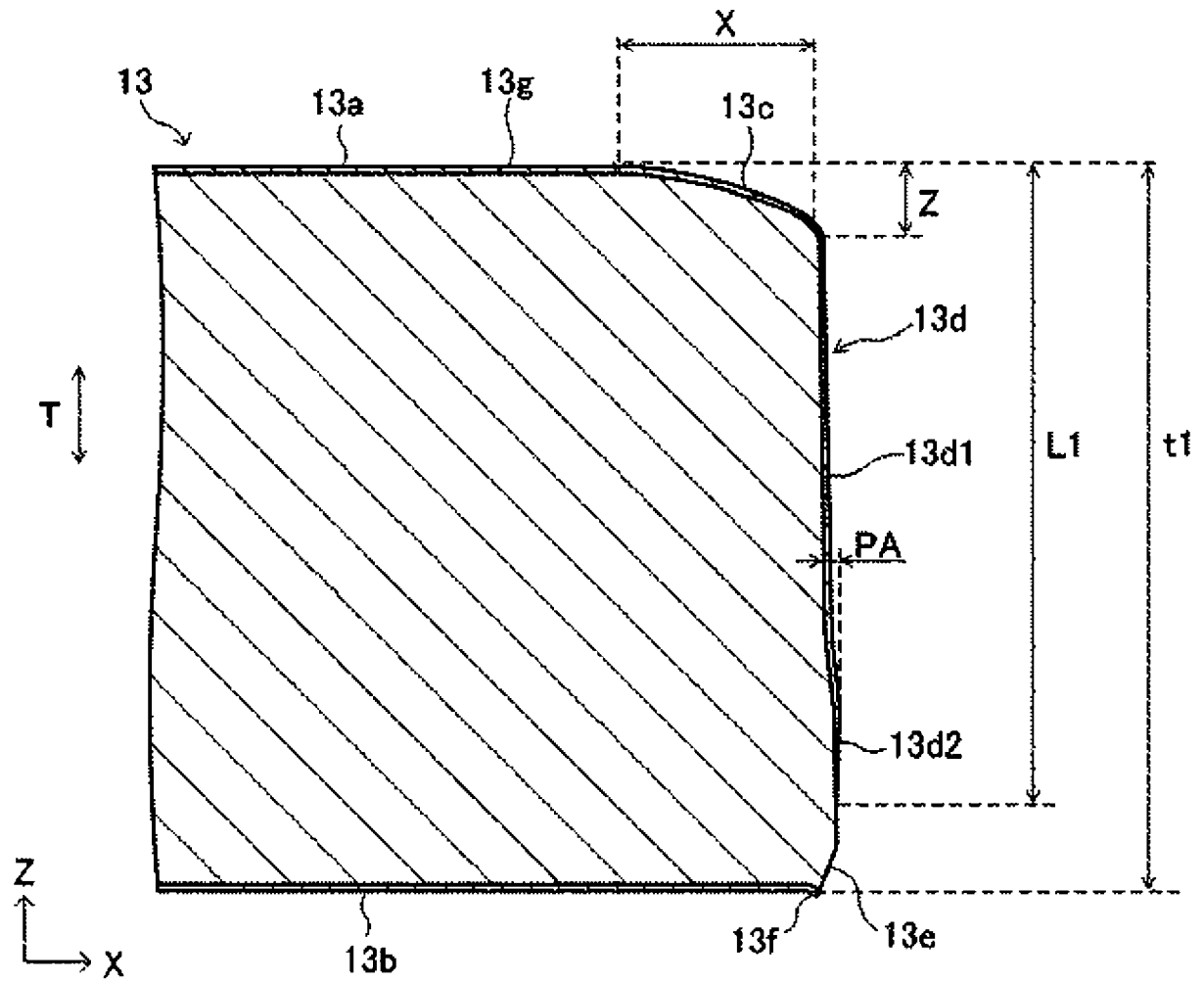
[図2]



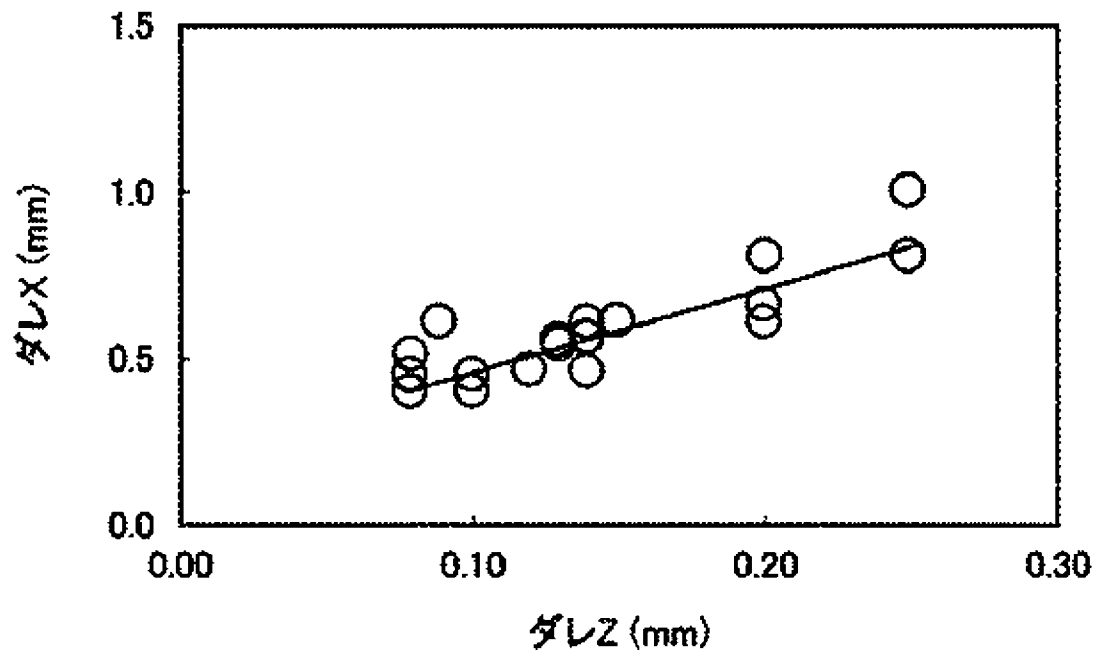
[図3]



[図4]



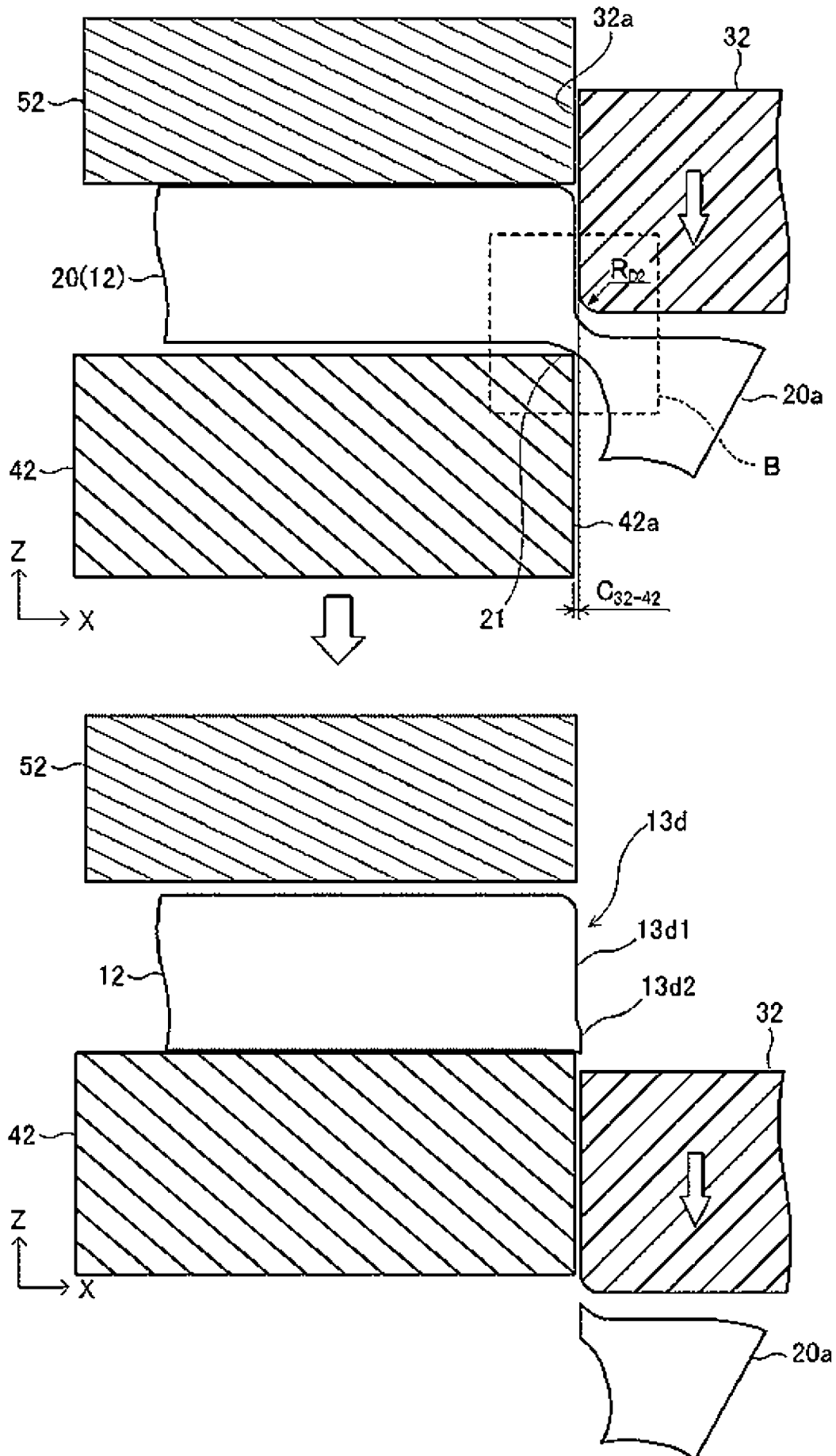
[図5]



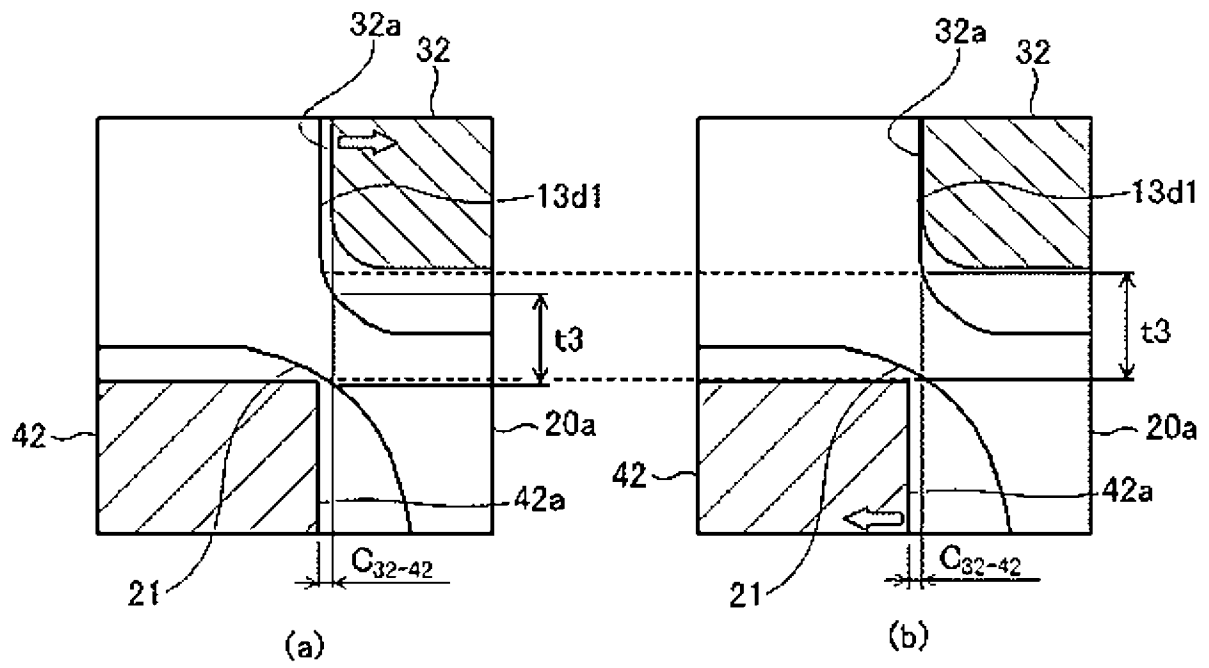




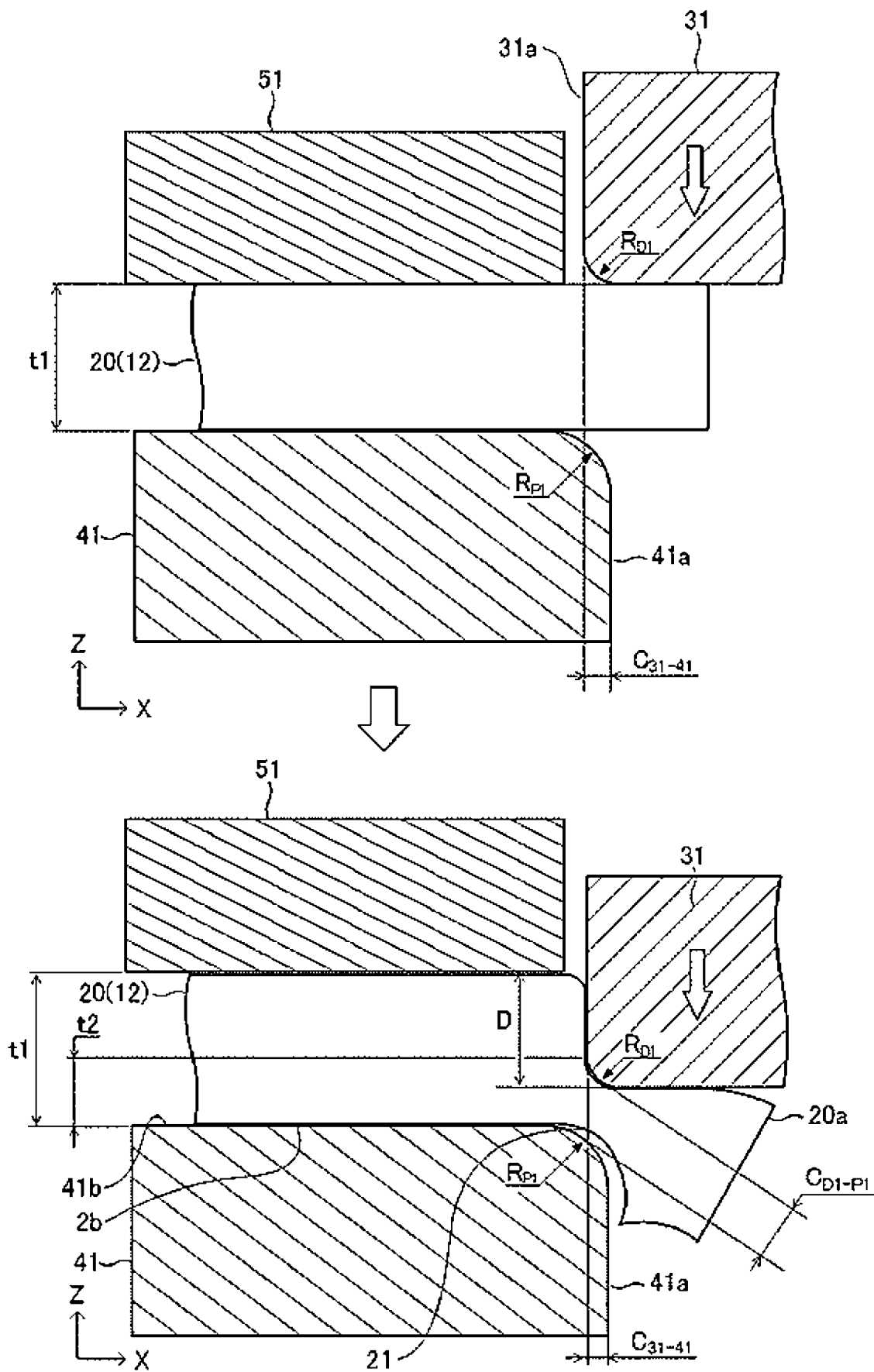
[図8]



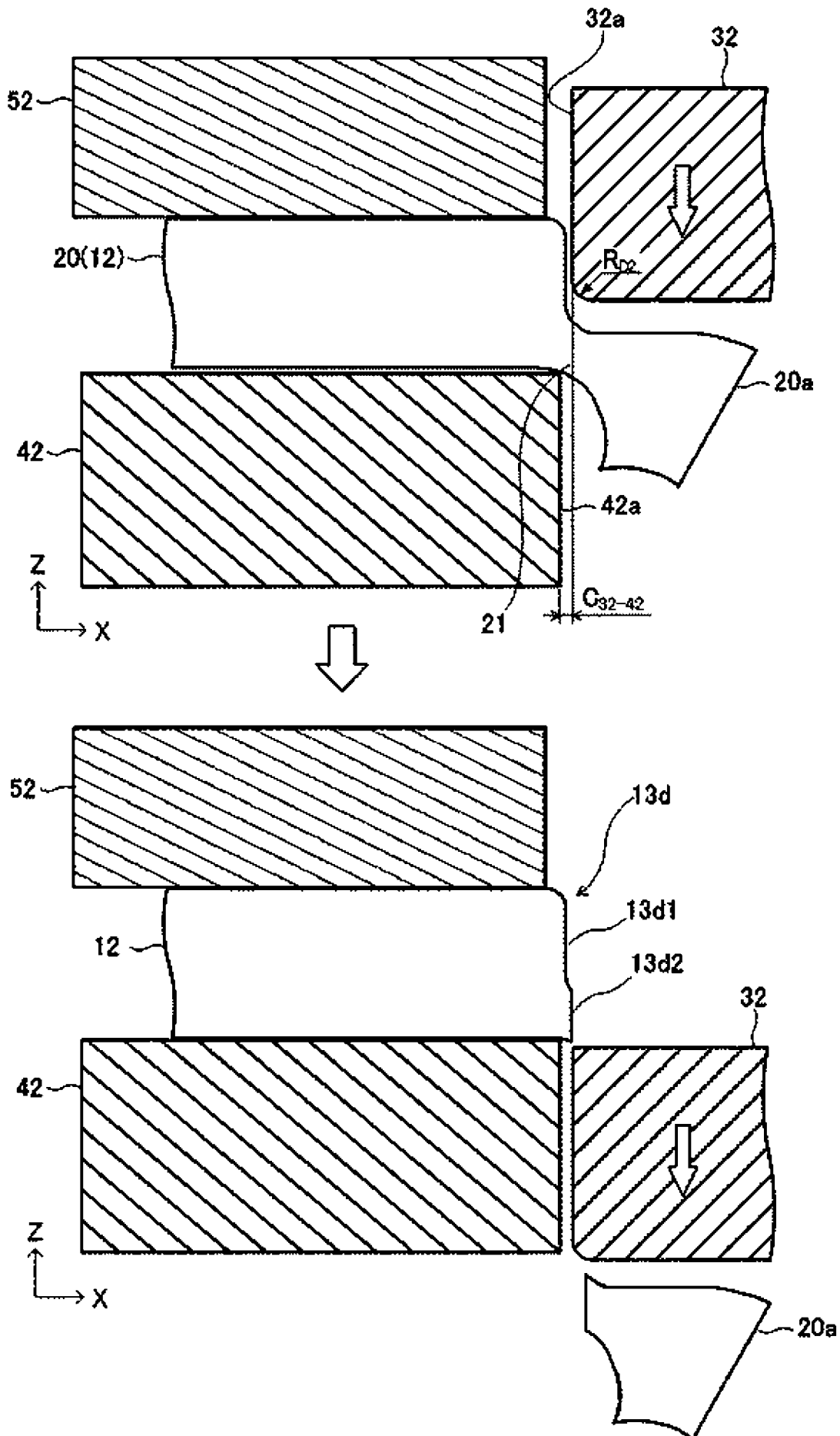
[図9]



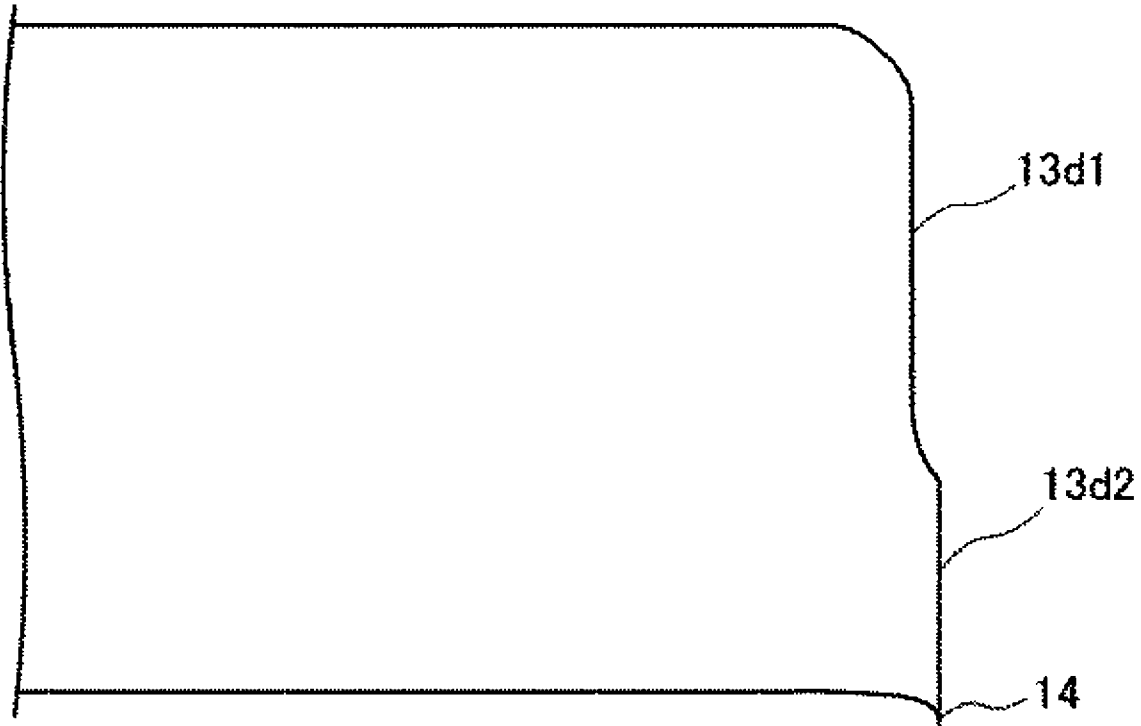
[図10]



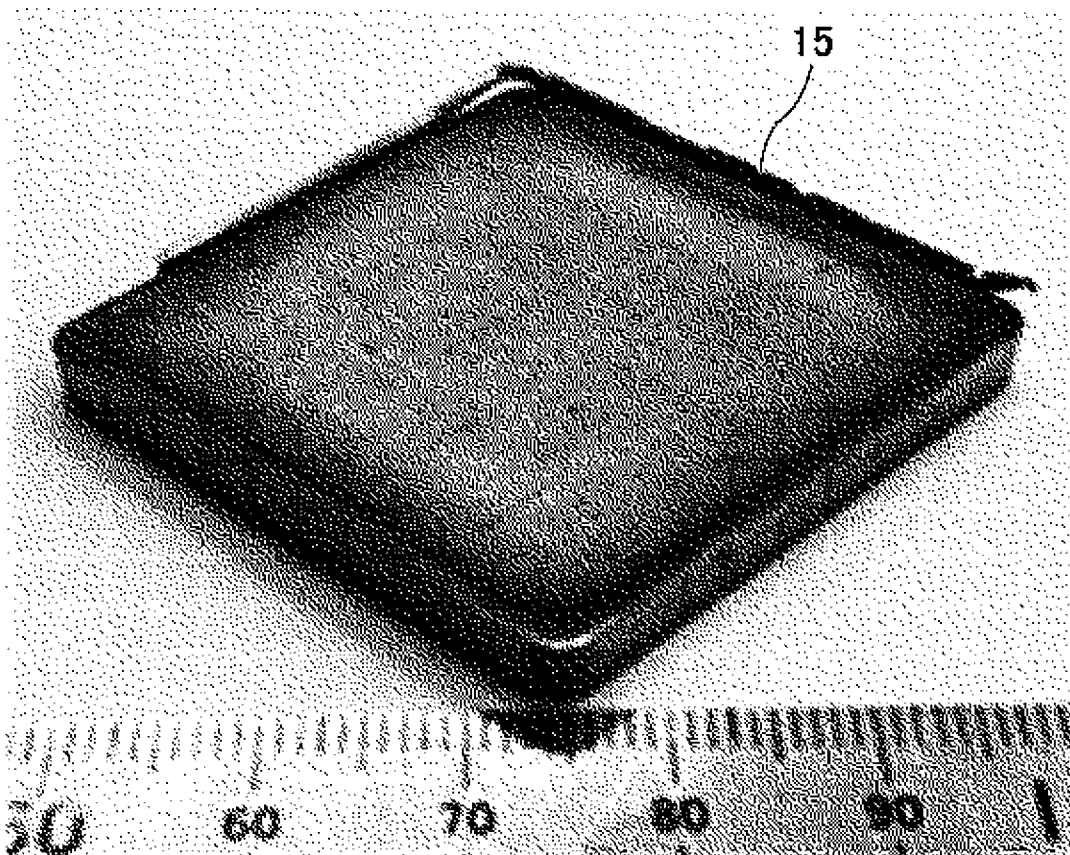
[図11]



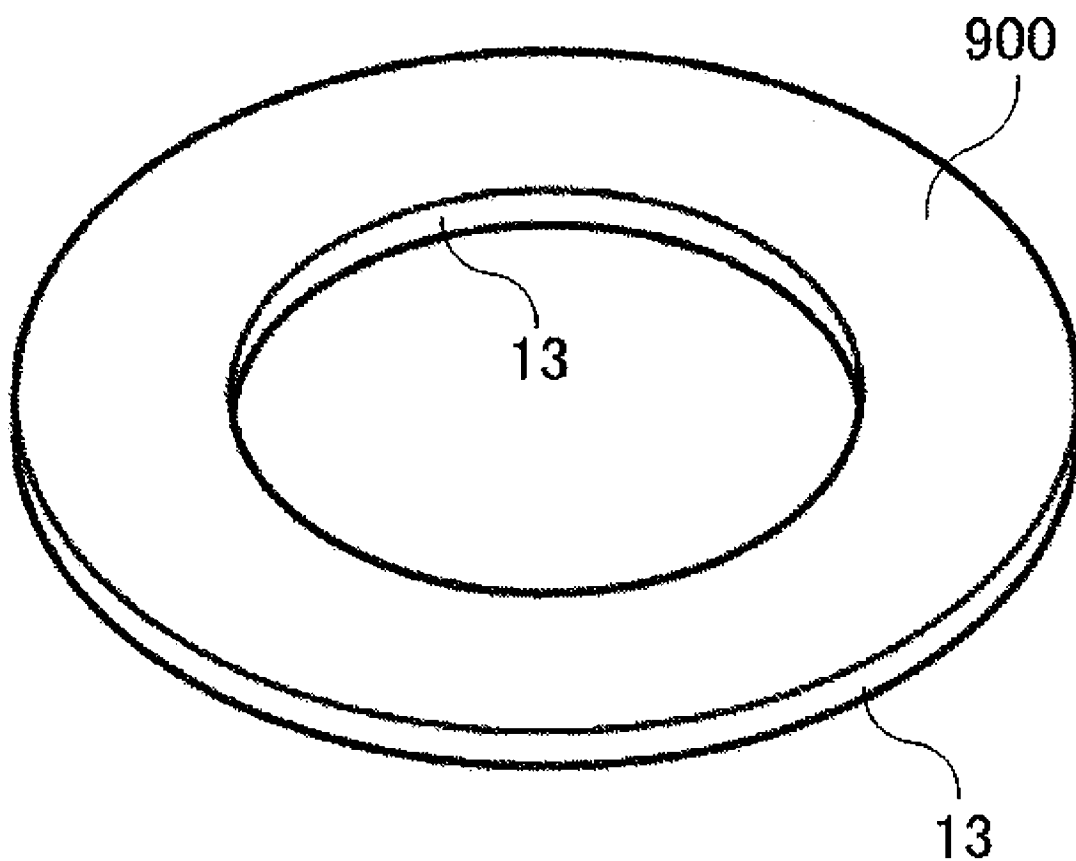
[図12]



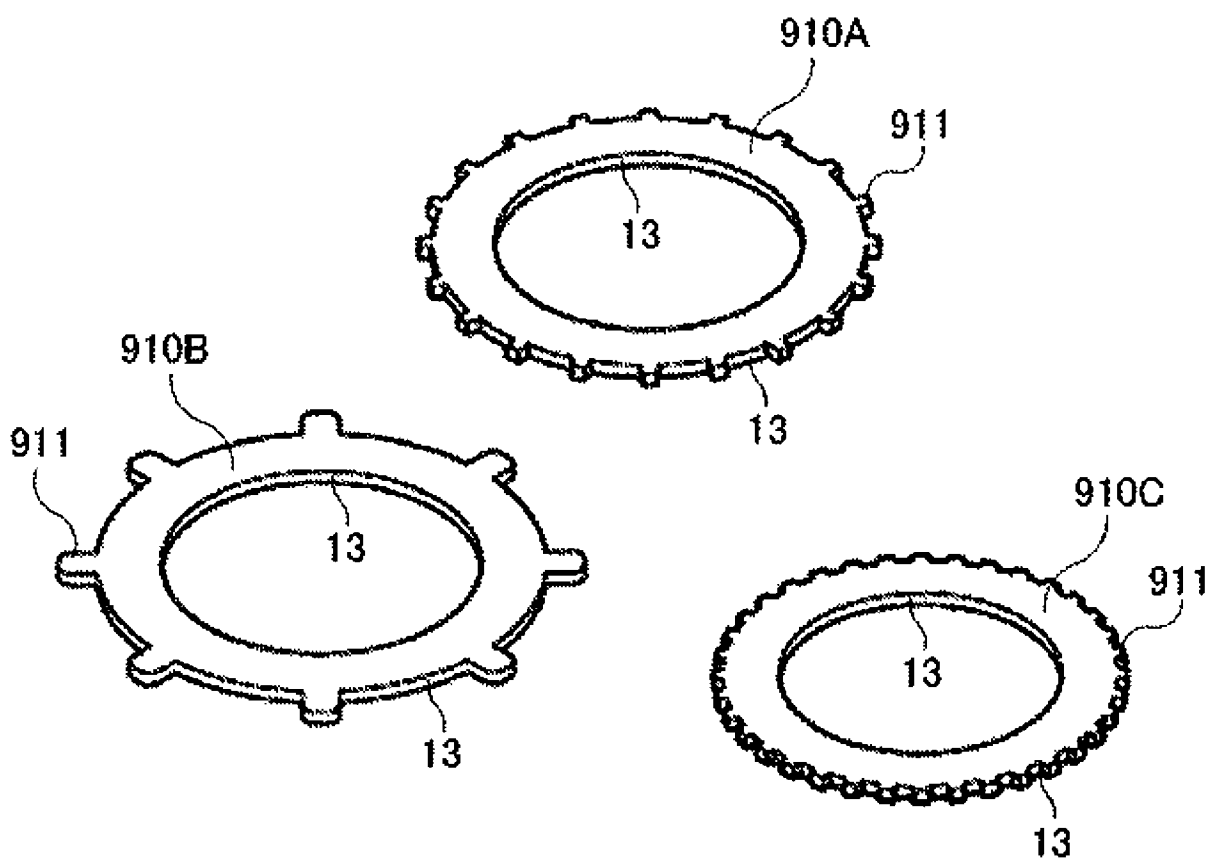
[図13]



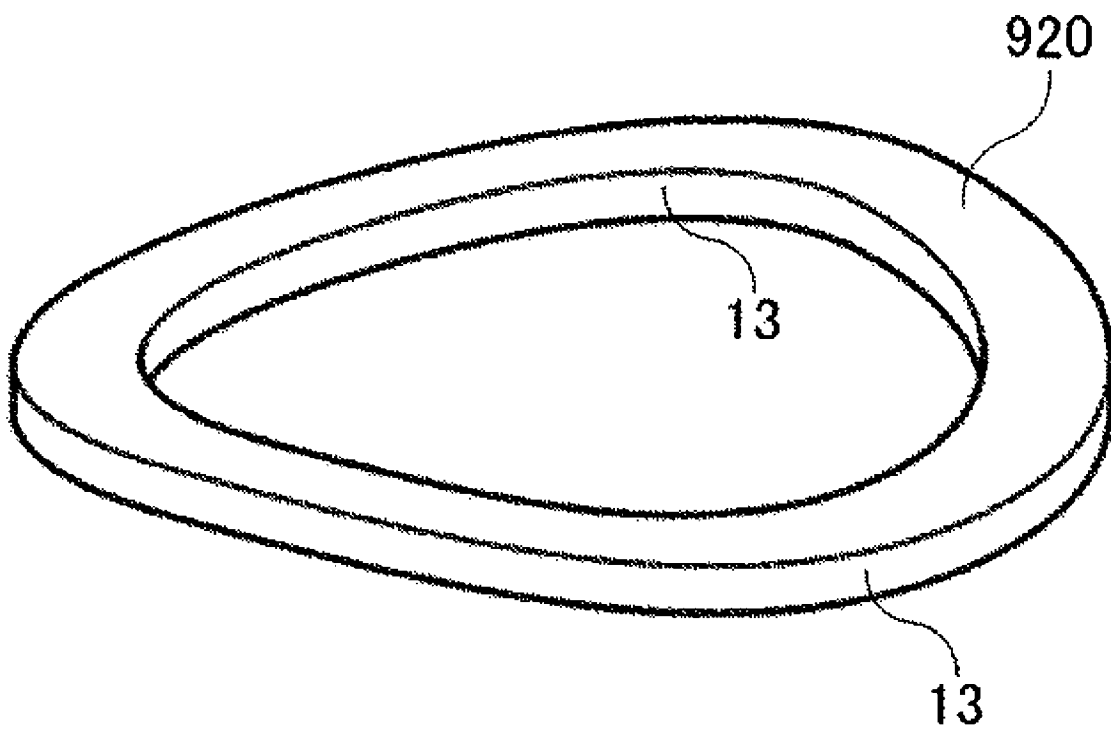
[図14]



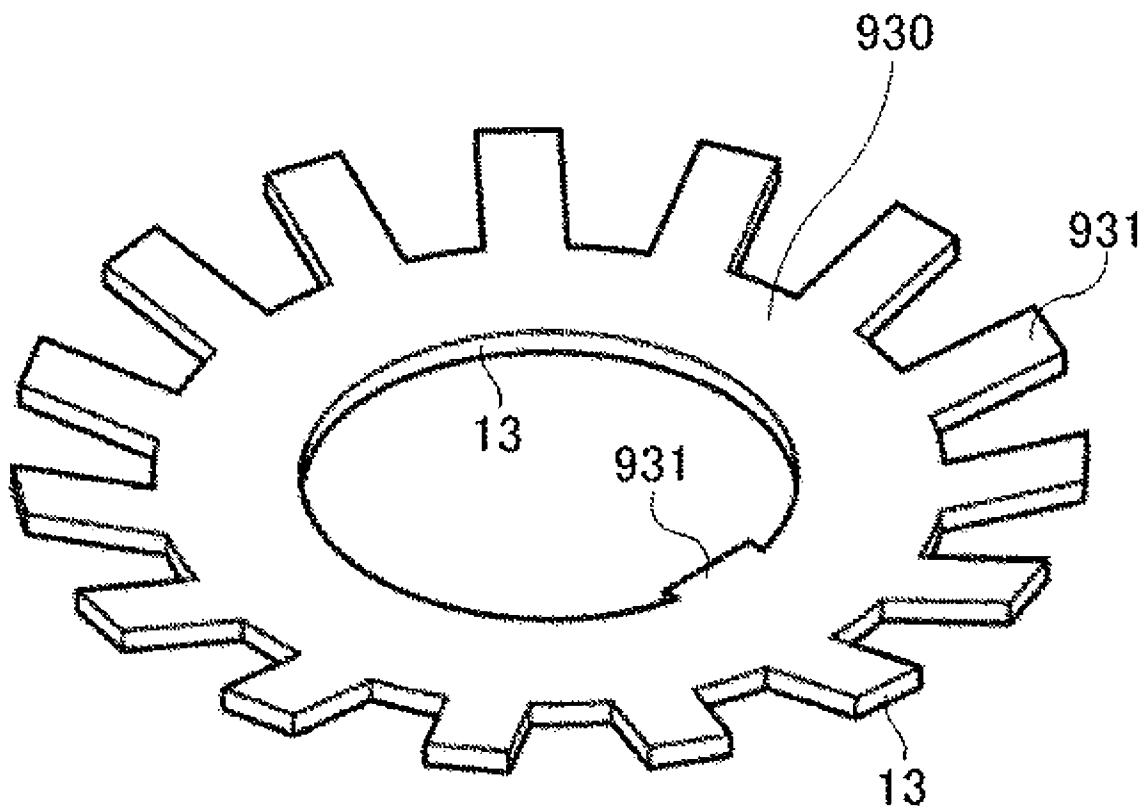
[図15]



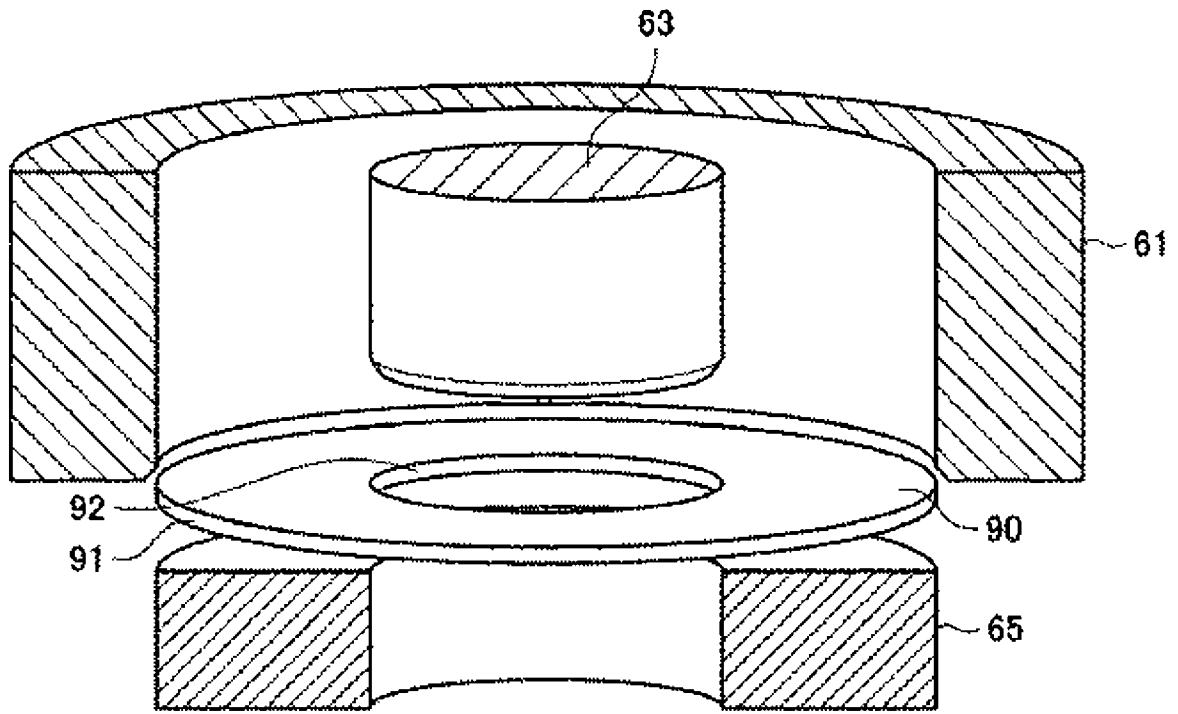
[図16]



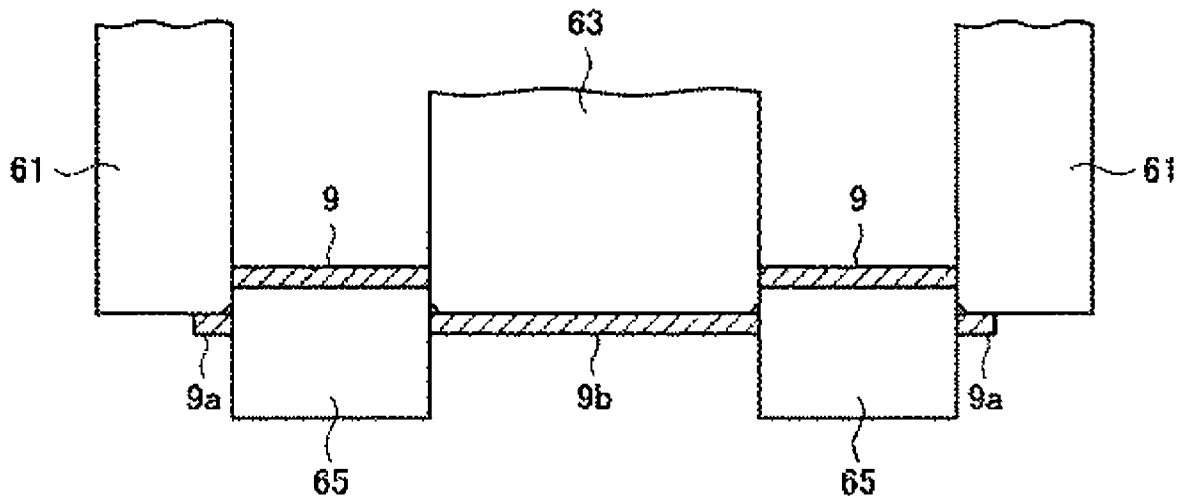
[図17]



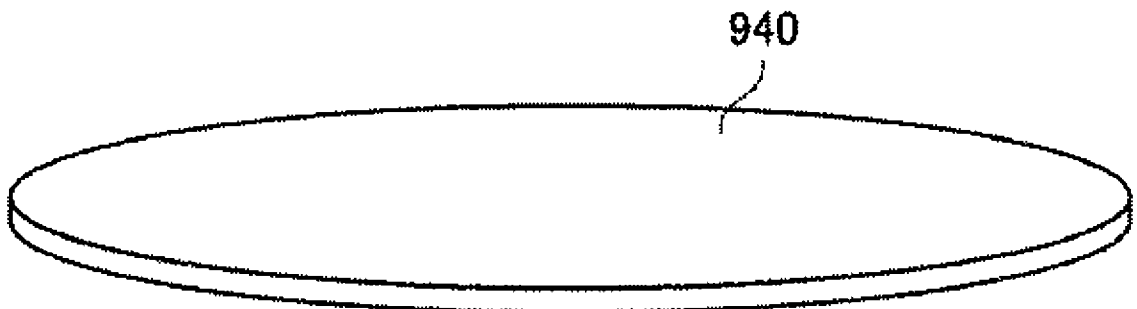
[図18]



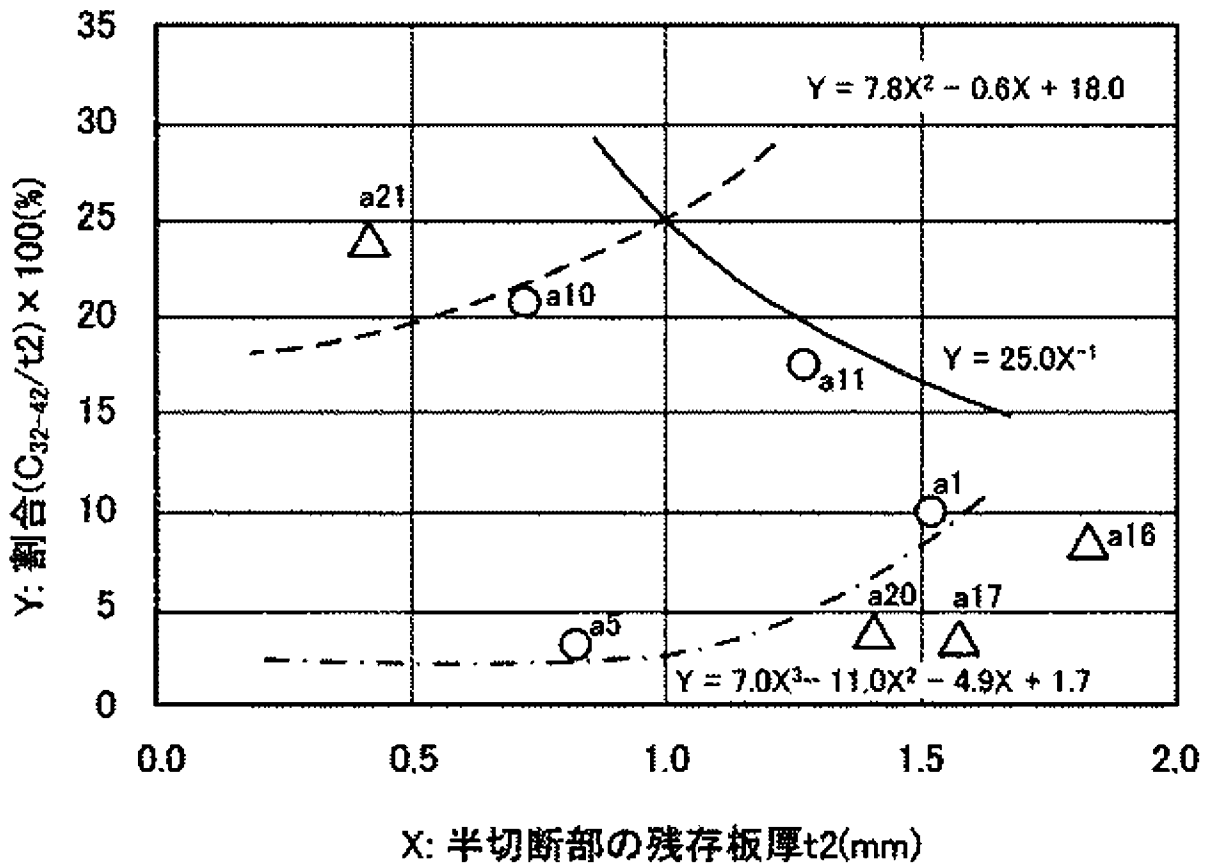
[図19]



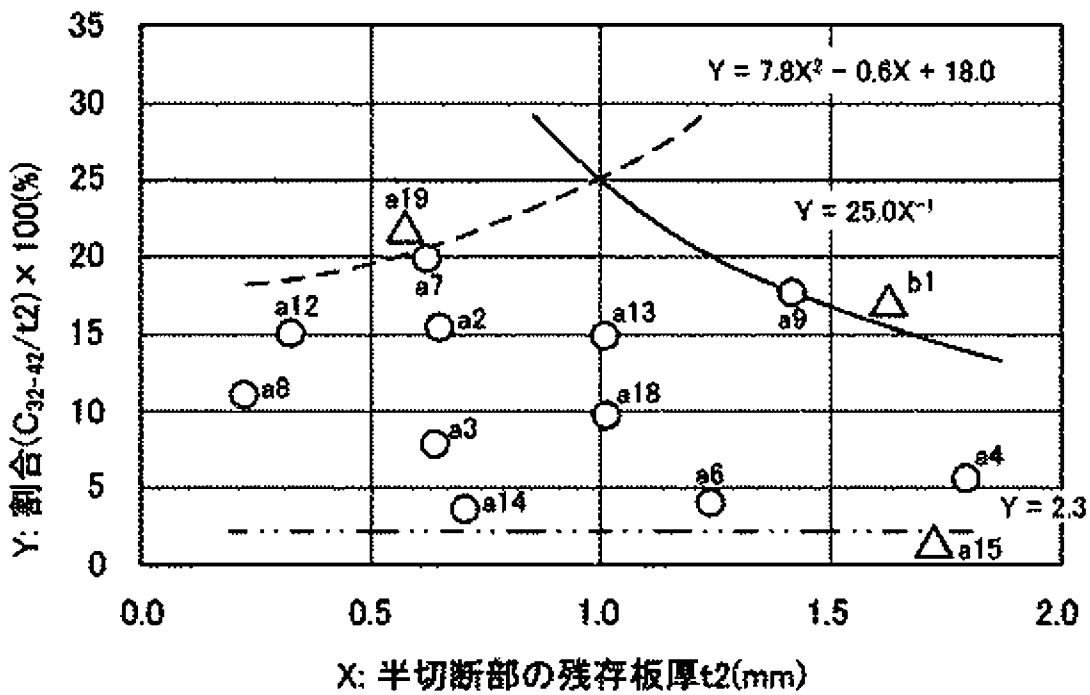
[図20]



[図21]



[図22]



## INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

**PCT/JP2024/022100**

<b>A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER</b> <i>B21D 28/02</i> (2006.01)i; <i>B21D 28/10</i> (2006.01)i; <i>B21D 28/16</i> (2006.01)i FI: B21D28/02 Z; B21D28/10; B21D28/16  According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC		
<b>B. FIELDS SEARCHED</b>		
Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols) B21D28/02; B21D28/10; B21D28/16		
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)		
<b>C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT</b>		
Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
X	WO 2022/039168 A1 (NIPPON STEEL CORPORATION) 24 February 2022 (2022-02-24) paragraphs [0030]-[0177], fig. 1-22	1-4
A	JP 2008-155218 A (NISSHIN STEEL CO., LTD.) 10 July 2008 (2008-07-10) paragraphs [0008]-[0028], fig. 1-2	1-4
<input type="checkbox"/> Further documents are listed in the continuation of Box C. <input checked="" type="checkbox"/> 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 <b>25 July 2024</b>		Date of mailing of the international search report <b>13 August 2024</b>
Name and mailing address of the ISA/JP <b>Japan Patent Office (ISA/JP) 3-4-3 Kasumigaseki, Chiyoda-ku, Tokyo 100-8915 Japan</b>		Authorized officer  Telephone No.

**INTERNATIONAL SEARCH REPORT**  
**Information on patent family members**

International application No.

**PCT/JP2024/022100**

Patent document cited in search report			Publication date (day/month/year)	Patent family member(s)			Publication date (day/month/year)
WO	2022/039168	A1	24 February 2022	CN	115943002	A	
				KR	10-2023-0051772	A	
JP	2008-155218	A	10 July 2008	(Family: none)			

A. 発明の属する分野の分類（国際特許分類（IPC）） B21D 28/02(2006.01)i; B21D 28/10(2006.01)i; B21D 28/16(2006.01)i FI: B21D28/02 Z; B21D28/10; B21D28/16		
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）） B21D28/02; B21D28/10; B21D28/16 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	WO 2022/039168 A1（日本製鉄株式会社）24.02.2022（2022 - 02 - 24） 段落[0030]-[0177]、[図1]-[図22]	1-4
A	JP 2008-155218 A（日新製鋼株式会社）10.07.2008（2008 - 07 - 10） 段落[0008]-[0028]、[図1]-[図2]	1-4
<input 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 “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 25.07.2024	国際調査報告の発送日 13.08.2024	
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） 飯田 義久 3P 6212 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/JP2024/022100

引用文献	公表日	パテントファミリー文献	公表日
WO 2022/039168 A1	24.02.2022	CN 115943002 A KR 10-2023-0051772 A	
JP 2008-155218 A	10.07.2008	(ファミリーなし)	