

(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2日(02.01.2025)



(10) 国際公開番号

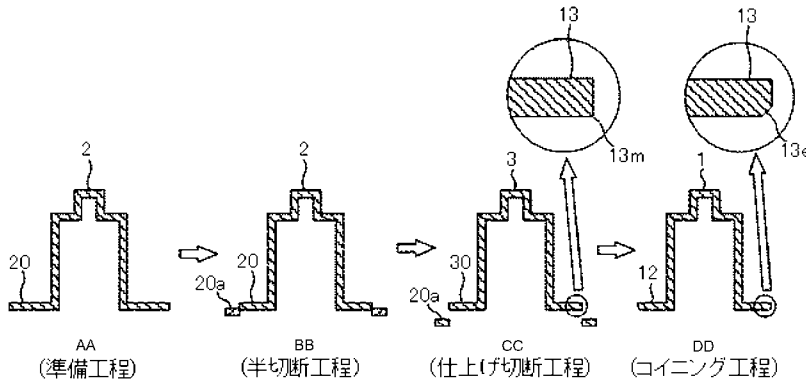
WO 2025/004910 A1

- (51) 国際特許分類:  
B21D 28/02 (2006.01) B21D 28/16 (2006.01)  
B21D 22/02 (2006.01)
- (21) 国際出願番号: PCT/JP2024/022099
- (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 2023-105174 2023年6月27日(27.06.2023) 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,

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

(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

[図9]



AA Preparation step  
BB Half-cutting step  
CC Finish cutting step  
DD Coining step

(57) Abstract: Provided is a method for manufacturing a metal processed article, whereby it is possible to reduce the height of a protrusion originating from a protruding part remaining after a coining step. A method for manufacturing a metal processed article according to the present invention comprises a half-cutting step, a finish cutting step, and a coining step. With respect to the half-cutting step, a clearance  $C_{31-41}$  (mm) between a first die and a first punch is set to a negative clearance, a cutting edge of the first die and a cutting edge of the first punch are formed in rounded shapes having predetermined radii of curvature  $R_{D1}$  and  $R_{P1}$  (mm), a protruding part having a height  $h$  (mm) is formed on a half-cutting part, and the height  $h$  (mm) corresponds to the separation distance along the pressing direction of the first die between the position on the cutting edge of the first punch on an extension line of the side surface of the first die and an extension line of the upper surface of the first punch in contact with the lower surface of a first element body. With respect to the coining step,

WO 2025/004910 A1

BB, BG, BH, BN, BR, BW, BY, BZ, CA, CH, CL, CN, CO, CR, CU, CV, CZ, DE, DJ, DK, DM, DO, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, GT, HN, HR, HU, ID, IL, IN, IQ, IR, IS, IT, JM, JO, JP, KE, KG, KH, KN, KP, KR, KW, KZ, LA, LC, LK, LR, LS, LU, LY, MA, MD, MG, MK, MN, MU, MW, MX, MY, MZ, NA, NG, NI, NO, NZ, OM, PA, PE, PG, PH, PL, PT, QA, RO, RS, RU, RW, SA, SC, SD, SE, SG, SK, SL, ST, SV, SY, TH, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA, UG, US, UZ, VC, VN, WS, ZA, ZM, ZW.

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

添付公開書類 :

- 一 国際調査報告 (条約第21条(3))

the pad has a vertical wall surface, a bottom wall surface, and a pressing surface, and when the area of the area of the region surrounded by the extension surface of the vertical wall surface, the extension surface of the bottom wall surface, and the pressing surface is defined as the coining area  $A_r$ , the coining area  $A_r$  is set so as to satisfy the following expression:  $h \leq -1.09A_r + 1.04$ .

(57) 要約 : コイニング工程後に残存するツノ部由来の突部の高さを軽減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、半切断工程と、仕上げ切断工程と、コイニング工程と、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、第1ダイの刃先及び第1パンチの刃先は、所定の曲率半径  $R_{D1}$ ,  $R_{P1}$  (mm) を有するR形状とされ、半切断部には、高さ  $h$  (mm) を有するツノ部が形成され、高さ  $h$  (mm) は、第1ダイの側面の延長線上における第1パンチの刃先上の位置と、第1素体の下面と接する第1パンチの上面の延長線との、第1ダイの押込み方向に沿う離間距離に相当し、コイニング工程に関して、パッドは、縦壁面、底壁面、及び押当面を有し、縦壁面の延長面、底壁面の延長面及び押当面によって囲まれる領域の面積をコイニング面積  $A_r$  としたとき、コイニング面積  $A_r$  は、次の式を満たすように設定されている、 $h \leq -1.09A_r + 1.04$ 。

## 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とともに、切断端部のコーナー部にコイニング面が形成された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。また、この特許文献1では、仕上げ切断工程に続いて、コイニング加工を実施することについても開示されている。コイニング加工では、仕上げ切断後の加工品の切断端部の破断面側の角部（コーナー部）に平滑化面が形成される。平滑化面は、粗面状の新生面である破断面と比べて、赤錆が発生し難い。また、コイニング加工により、仕

上げ切断時に生じたバリを潰すことができる。コイニング加工は、押当面向を備えるパッドとコイニングブロックとで切断端部を挟み、押当面向で破断面側のコーナー部を圧縮することにより実施される。

## 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] 本発明者らは、防錆効果を大きくするために、より多くのめっき層を切断端部の端面に回り込ませることを検討している。めっき層の回り込み量を増大させるため、半切断に用いるパンチ及びダイの刃先の曲率半径をより大きくするとともに、ダイの押込み量をより大きくしたところ、仕上げ切断工程で切断端部の下部にツノ部と称する突起が発生し、コイニング工程の後にそのツノ部に由来する大きな突部が切断端部の下面に形成されるという新たな課題が生じた。突部は、コイニング加工によりツノ部が潰されることで形成される。上記の特許文献1ではこれらに対する配慮がなされていない。

[0007] 例えば、モータケース等のような絞り加工品には、加工品を他の機器に固定するためのフランジが設けられることがある。フランジの端部は切断加工により形成される。フランジ部の下面に大きな突部が形成されていると、フランジを他の機器に固定する際に、フランジと他の機器との間に空間が生じガタツキの原因となり、製品性能の劣化を招くことが懸念される。

[0008] 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、コイニング工程後に残存するツノ部由来の突部の高さを軽減できる金属製加工品の製造方法を提供することである。また、本発明の目的の一つは、突部によるガタツキを低減できる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

[0009] 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とともに、切断端部のコーナー部にコイニング面が形成された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、切断端部を有する第2素体を得る、仕上げ切断工程と、第2素体の切断端部のコーナー部をパッドに押し当て、コーナー部にコイニング面が形成された金属製加工品を得る、コイニング工程と、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、

- ・第1ダイの刃先及び第1パンチの刃先は、所定の曲率半径 $R_{D1}$ ,  $R_{P1}$  (mm) を有するR形状とされ、

- ・半切断部には、高さ $h$  (mm) を有するツノ部が形成され、高さ $h$  (mm) は、第1ダイの側面の延長線上における第1パンチの刃先上の位置と、第1素体の下面と接する第1パンチの上面の延長線との、第1ダイの押込み方向に沿う離間距離に相当し、次の式で表され、

[数1]

$$h = R_{P1} - \sqrt{|C_{31-41}| \times (2R_{P1} - |C_{31-41}|)}$$

コイニング工程に関して、

- ・パッドは、縦壁面、底壁面、及び縦壁面と底壁面とが突き当たる角において縦壁面と底壁面とを接続し、切断端部のコーナー部が押し当てられる平面状又は曲面状の押当面を有し、

- ・コーナー部の押し当て方向に沿う断面でパッドを見たとき、縦壁面の延

長面、底壁面の延長面及び押当面によって囲まれる領域の面積をコイニング面積 $A_r$  ( $\text{mm}^2$ ) としたとき、コイニング面積 $A_r$  ( $\text{mm}^2$ ) は、次の式を満たすように設定されている、

$$h \leq -1.09A_r + 1.04。$$

[0010] 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、上面側から下面側に向けて切断端部の板厚方向に、ダレ、せん断面及びコイニング面を順に有し、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、板厚方向に対する第1せん断面の傾斜角度 $\theta_{d1}$ と、板厚方向に対する第2せん断面の傾斜角度 $\theta_{d2}$ とは、 $\theta_{d1} > \theta_{d2}$ を満たし、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 $L_1$  ( $\text{mm}$ )と切断端部の板厚 $t_1$  ( $\text{mm}$ )との比 $L_1 / t_1$ は、0.80以上であり、切断端部の上面を基準として切断端部の下面に向かう板厚方向におけるダレの長さ $Z$  ( $\text{mm}$ )と切断端部の板厚 $t_1$  ( $\text{mm}$ )との比 $Z / t_1$ は、 $-0.10$ 以上かつ $0.10$ 未満であり、コイニング面の下部に $0\text{mm}$ 超かつ $0.20\text{mm}$ 以下の高さ $h_0$ を有する突部が設けられており、切断端部の下面から切断端部の端面に表面のめっき層が回り込んでおり、下面から回り込んだめっき層の上端の、下面を基準とした板厚方向に係る高さ $L_c$  ( $\text{mm}$ )が、コイニング面の曲率半径 $R_0$  ( $\text{mm}$ )又はテーパ面高さ $C_0$  ( $\text{mm}$ )の $0.10$ 倍以上である。

### 発明の効果

[0011] 本発明の金属製加工品の製造方法の一実施の形態によれば、コイニング工程後に残存するツノ部由来の突部の高さを軽減できる。また、本発明の金属製加工品の一実施の形態によれば、突部によるガタツキを低減できる。

### 図面の簡単な説明

[0012] [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1の領域Aにおける切断端部の第3態様を示す説明図である。
- [図5]図1の領域Aにおける切断端部の第4態様を示す説明図である。
- [図6]図2の切断端部の断面の詳細図である。
- [図7]図6の領域Bを詳細に示す図である。
- [図8]ダレZとダレXとの関係の一例を示すグラフである。
- [図9]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10]図9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11]図10の半切断部を拡大して示す説明図である。
- [図12]図10の第1パンチの刃先の曲率半径及びクリアランスの変化に伴うツノ部の変化を示す説明図である。
- [図13]図9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14]図9のコイニング工程で用いるパッド及びコイニングブロックを示す説明図である。
- [図15]コイニング工程後の金属製加工品の切断端部を示す写真である。
- [図16]加工品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]加工品の他の一例を示す斜視図である。
- [図19]加工品の他の一例を示す斜視図である。
- [図20]図16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21]図20の切断金型により素体を抜き加工した状態を示す模式図である。
- [図22]図16の加工品を製造するためのコイニング金型の一例を示す模式図

である。

[図23]加工品の他の一例を示す斜視図である。

[図24]実施例における半切断後（仕上げ切断前）のツノ部の高さと、コイニング工程で用いるパッドにおけるコイニング面積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

[0013] 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。

#### [0014] <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。図1に示すモータケースは、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成形することができる。

[0015] 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。

[0016] 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。

[0017] 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。

[0018] 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。

[0019] 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9の第1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。

[0020] 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。

[0021] 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もよい。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。

[0022] 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。

[0023] 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。

[0024] 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。めっき金属を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。

[0025] <加工品の切断端部について>

次に、図2～図8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～図5は図1の領域Aにおける切断端部13の第1～第4態様を示す説明図である。図2～図5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～図5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6は図2の切断端部13の断面の詳細図であり、図7は図6の領域Bを詳細に示す図である。図8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6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～図5では、図6に示すめっき層13f、13kの記載を省略している。

[0026] 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及びコイニング面13eを順に有している。

[0027] 上面13aは、フランジ部素体の切断加工の際に切断金型（図10及び図

13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(被押込面)である。下面13b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。

[0028] ダレ13c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13c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13c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13cの寸法を「ダレX」と呼ぶ。

[0029] せん断面13d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13dは、切断端部13の板厚方向Tにおいてダレ13cに隣接している。せん断面13d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13dは金属光沢を呈することがある。せん断面13d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。

[0030] コイニング面13eは、後述のコイニング加工により切断端部13の下面13b側のコーナー部13m(図9参照)が押圧又は圧縮された面である。本実施の形態のコイニング面13eはテーパ面(平面状の面取り面)とされている。下面13bの延在方向に対するコイニング面13eの延在方向の傾斜角度 $\theta$ は、例えば $45^\circ$ 又は $60^\circ$ であり得る。しかしながら、図5に示すように、コイニング面13eはR面(曲面状の面取り面)等の他の押圧又は圧縮面であってもよい。コイニング面13eは、典型的には、破断面の凹凸が潰された滑らかな面として切断端部13に現れる。切断端部13は、バリを有してなくてよい。切断加工においてバリが生じることがあっても、そのバリがコイニング加工により潰されるためである。

[0031] 切断端部13において、ダレ13c、せん断面13d及びコイニング面13e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の下端はコニング面13eに連続してよい。これら第1せん断面13d1及び第2せん断面13d2は、板厚方向Tに対する傾斜角度 $\theta d1$ 、 $\theta d2$ が異なる面である。板厚方向Tに対する第1せん断面13d1の傾斜角度 $\theta d1$ と、板厚方向Tに対する第2せん断面13d2の傾斜角度 $\theta d2$ とは、 $\theta d1 > \theta d2$ を満たす。換言すると、第1せん断面13d1は、板厚方向Tに対して第2せん断面13d2よりも大きく傾いている。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。板厚方向Tに直交する方向（図中X軸方向）に関して、第2せん断面13d2は、第1せん断面13d1よりも外方に突出されていてよい。

[0033] 本実施の形態の金属製加工品1では、図6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13fが回り込んでいく。めっき層13f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13f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13fによって被覆されて、そのめっき層13f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13f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13f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。

[0034] 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13f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13fによ

り覆われているめっき成分残存長さ $L_1$ と切断端部13の板厚 $t_1$ との比 $L_1/t_1$ は、0.80以上である。めっき層13fの長さ $L_1$ 又はめっき成分残存長さ $L_1$ 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13fの下端との間の距離ともいえる。切断端部13の板厚 $t_1$ 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 $t_1$ は、ダレ13c及びコイニング面13e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 $t_1$ は、図1に示すフランジ部12の板厚と等しい。

[0035] ここで、コイニング面13eを形成する際のコイニング加工では、切断端部13の下面13b側から上面13a側に向けて切断端部13に押圧又は圧縮の力が作用し、切断端部13内でダレ13c、せん断面13d及び破断面が押し上げられることがある。コイニング加工の加工量によっては、切断端部13のダレ13cは、図2のような態様ではなく、図3又は図4に示す態様をとることがある。

[0036] 図3は、コイニング加工により、ダレ13cとせん断面13dとの境界位置13gが上面13aと同じ高さ位置まで押し上げられた態様を示している。図4は、コイニング加工により、ダレ13cとせん断面13dとの境界位置13gが上面13aよりも高い位置まで押し上げられた態様を示している。図3及び図4のいずれの態様においても、切断端部13の平滑な上面13aに続いて、ダレ13cに相当する変形面が残っている。変形面は、平滑な上面13aよりも上方に膨らんでいる場合がある。本明細書では、このような変形面もダレ13cとして扱う。特に、図4のようなダレ13cを上方に凸のダレ13cと呼ぶこともある。

[0037] 図4に示すように上方に凸のダレ13cの場合、すなわちダレ13cとせん断面13dとの境界位置13gが上面13aよりも高い位置まで押し上げられる場合、境界位置13gの押し上げ量が大きすぎると、切断端部13の

過剰な変形により例えばビス123（図1参照）の安定性が損なわれる等の不具合を生じる場合がある。

[0038] 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を基準として切断端部13の下面13bに向かう板厚方向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 $Z/t1$ が、 $-0.10$ 以上かつ $0.10$ 未満とされている。比 $Z/t1$ が $-0.10$ 以上であることで、上方に凸のダレ13cが上面13aから過剰に突出することを回避でき、切断端部13の過剰な変形による不具合が発生する虞を抑えることができる。比 $Z/t1$ が $0.10$ 未満であることで、ダレX（板厚方向Tに直交する平面方向におけるダレ13cの寸法）が大きくなり過ぎることを回避できる。比 $Z/t1$ は、 $0$ 以上かつ $0.10$ 未満であることがより好ましい。これにより、切断端部13の形状をより好ましい状態とすることができる。比 $Z/t1$ は、 $-0.10$ 以上かつ $0$ 未満であってもよい。

[0039] なお、ダレZとダレXとは互いに相関関係を有することが知られている。図8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8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 $0.01 \sim 0.30$ の曲率半径を付与し、切断金型のクリアランスを板厚の $0.01 \sim 0.20$ 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8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。この相関関係は、コイニング加工前のものであるが、コイニング加工後にも影響を及ぼす。

[0040] ダレZを測定するとき、切断端部13の上面13aの高さ位置を基準位置（0点）として、上面13aより下方の位置までの長さを正の長さとして定義し、上面13aより上方の位置までの長さを負の長さとして定義する。基準位置は、ダレ13c及びコイニング面13e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）における切断端部13の上面13aの高

さ位置とする。

[0041] 例えば、ダレ13c及びコイニング面13eの影響を受けていない位置から切断端部13の外縁に向けて、切断端部13の表面上で高さ位置の測定点を走査することができる。図2に示す第1態様のように境界位置13gが上面13aよりも低い位置にあるとき、境界位置13gに向けて切断端部13の表面の高さ位置が徐々に下がり、境界位置13gを超える際に切断端部13の表面の高さ位置が非連続の値をとる。図3に示す第2態様のように境界位置13gが上面13aと同じ高さ位置にあるとき、境界位置13gに向けて切断端部13の表面の高さ位置に僅かに変動するとともに、境界位置13gを超える際に切断端部13の表面の高さ位置が非連続の値をとる。図4に示す第3態様のように境界位置13gが上面13aよりも高い位置にあるとき、境界位置13gに向けて切断端部13の表面の高さ位置が徐々に上がり、境界位置13gを超える際に切断端部13の表面の高さ位置が非連続の値をとる。ダレ13cの長さZは、切断端部13の表面の高さ位置が非連続の値を採る直前の高さ位置と基準位置との間の板厚方向Tにおける長さとしてとることができる。切断端部13の表面の高さ位置が非連続の値を採る直前の高さ位置は、境界位置13gの高さ位置であり得る。ダレ13cの長さZの測定方法としては、例えば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。

[0042] 本実施の形態の金属製加工品1では、コイニング面13eの下部に突部13hが設けられている。突部13hは、コイニング面13eを形成するコイニング加工において切断端部13の下面13b側のコーナー部13m（図9参照）の材料が板厚方向Tに直交する方向（図中X軸方向）に係る内方に逃げることで形成される。

[0043] 突部13hは、0mm超かつ0.20mm以下の高さh0を有している。金属製加工品1は、切断端部13の下面13bを他の構造に接触させるように使用されることがある。突部13hの高さh0が大きいと、切断端部13の下面13bと他の構造との間に空間が生じガタツキの原因となる。突部1

3 hの高さh 0が0. 2 0 mm以下であることで、突部1 3 hによるガタツキを低減できる。高さh 0は、切断端部1 3の板厚方向Tにおける切断端部1 3の下面1 3 bと突部1 3 hの下端との間の距離であってよい。

[0044] 図7に示すように、突部1 3 hは、切断加工で生じたツノ部2 1 a（ツノ状の突起）がコイニング加工により潰されて形成されることがあり、切断端部1 3の下面1 3 bのめっき層1 3 kが突部1 3 hに巻き込まれていることがある。ツノ部2 1 aの高さhとコイニング加工により潰されるコイニング面積A rをともに小さくすることで、突部1 3 hが巻き込んでいるめっき層1 3 kの量を少なく抑えることができ、このめっき層1 3 kが脱落することで生じるヒゲバリの発生を抑えることができる。

[0045] 本実施の形態の金属製加工品1では、図6に特に表しているように、切断端部1 3の下面1 3 bから切断端部1 3の端面にめっき金属板の表面のめっき層1 3 kが回り込んでいる。めっき層1 3 kは、コイニング加工が行われる際に、下面1 3 bのめっき層1 3 kがコイニング面1 3 eを構成する部分とともに押圧又は圧縮されて切断端部1 3の端面に回り込む。このめっき層1 3 kの回り込みにより、コイニング面1 3 eの少なくとも一部がめっき層1 3 kにより被覆される。コイニング面1 3 eのめっき層1 3 kによって被覆された部分では、赤錆の発生をより抑えることができる。

[0046] 本実施の形態の金属製加工品1では、切断端部1 3の下面1 3 bから回り込んだめっき層1 3 kの上端の、切断端部1 3の下面1 3 bを基準とした板厚方向Tに係る高さL cが、コイニング面1 3 eの曲率半径R 0又はテーパ面高さC 0の0. 1 0倍以上である。高さL cが曲率半径R 0又はテーパ面高さC 0の0. 1 0倍以上であることで、赤錆の発生をより確実に抑えることができる。曲率半径R 0は、コイニング面1 3 eが図5に示すようにR面（曲面状の面取り面）であるときのコイニング面1 3 eの外側の曲率半径である。テーパ面高さC 0は、コイニング面1 3 eが図2等に示すようにテーパ面（平面状の面取り面）であるときの板厚方向Tに沿う下面1 3 bとコイニング面1 3 eの上端との間の長さである。これら曲率半径R 0又はテーパ

面高さC0は、切断端部13の断面において測定できる。

[0047] <金属製加工品1の製造方法について>

次に、図9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9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、仕上げ切断工程及びコイニング工程が含まれている。

[0048] 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第1フランジ部素体20を備えている。第1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。第1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入手してもよい。本実施の形態の第1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。

[0049] 半切断工程は、第1素体2を半切断する工程である。半切断工程では、第1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、第1フランジ部素体20の板厚方向に、途中位置まで第1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（図10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の第1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が第1フランジ部素体20から途中まで切り離される。

[0050] 仕上げ切断工程は、第1素体2の第1フランジ部素体20（被切断部分）に対して切断加工を施して第2素体3を得る工程である。第2素体3は金属製加工品1を製造するための中間部材であり、第2素体3に加工をさらに加

えることにより金属製加工品1を得ることができる。仕上げ切断工程では、第1フランジ部素体20の除去部分20aを切断し、第1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、第2フランジ部素体30が形成される。ここで、仕上げ切断に用いるダイの側面(図13の第2ダイ32の側面32a)で平滑化された平滑面が第2せん断面13d2となる。第2フランジ部素体30は、切断端部13を有している。第2素体3の切断端部13は、下面13b側にコーナー部13mを有している。コーナー部13mは、バリ及び/又は後述のツノ部21a(図13等参照)を有している場合もある。

[0051] コイニング工程は、仕上げ切断工程で得られた第2素体3の切断端部13に対してコイニング加工を施して金属製加工品1を得る工程である。後に図を用いて説明するように、本実施の形態のコイニング加工は、第2素体3の切断端部13のコーナー部13mをパッド7に押し当てて、そのコーナー部13mにコイニング面13eを形成する加工である。コイニング面13eは、コーナー部13mが押し潰された面である。実施の形態に係る金属製加工品1の製造方法では、第2素体3の第2フランジ部素体30のコーナー部13mにコイニング面13eが形成されることで、フランジ部12を有する金属製加工品1が得られる。図1に示した金属製加工品1のビス穴121は、第1素体2又は第2素体3の段階で第1フランジ部素体20又は第2フランジ部素体30に形成されてもよく、コイニング工程の後にフランジ部12に形成されてもよい。

[0052] 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第1フランジ部素体20及び第2フランジ部素体30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。

[0053] 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、素体2, 3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及びコイニング面13eが形成されことになる。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、第1フランジ部素体20及び第2フランジ部素体30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、第2フランジ部素体30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。

[0054] <a. 半切断工程>

図10は図9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11は図10の半切断部21を拡大して示す説明図である。図12は図10の第1パンチ41の刃先の曲率半径 $R_{p1}$ 及びクリアランス $C_{31-41}$ の変化に伴うツノ部21aの変化を示す説明図である。

[0055] 図10の上側は半切断加工の直前の状態を示し、図10の下側は半切断加工の直後の状態を示している。図10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10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の第1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、半切断において第1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、第1フ

ランジ部素体20のうちフランジ部12となる部分を押さえる金型を第1パンチ41とし、除去部分20aを押さえる金型を第1ダイ31としている。

[0056] 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10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。

[0057] 図10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、第1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第1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。

[0058] 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が第1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13f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。

[0059] 第1ダイ31と第1パンチ41との隣接方向（図10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が第1フランジ部素体20の端部から第1フランジ部素体20（すなわち、フランジ部12）の板厚 $t_1$ 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。

[0060] 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、 $t_1$ 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、第1フランジ部素体20である。

[0061] クリアランス $C_{31-41}$ が第1フランジ部素体20の板厚 $t_1$ 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第1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 $C_{31-41}$ が第1フランジ部素体20の板厚 $t_1$ 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、第1フランジ部素体20の板厚 $t_1$ の $-0.10$ 倍以下又は $-0.15$ 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、第1フランジ部素体20の板厚 $t_1$ の $-0.30$ 倍以上又は $-0.25$ 倍以上としてもよい。

[0062] 第1ダイ31の刃先及び第1パンチ41の刃先は、図10に示すように所定の曲率半径 $R_{D1}$ 、 $R_{P1}$  (mm) を有するR形状とされる。

[0063] 第1ダイ31の刃先の曲率半径 $R_{D1}$  (mm) は、次の式(a2)を満たすことが好ましい。

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

第1パンチ41の刃先の曲率半径 $R_{P1}$  (mm) は、次の式(a3)を満たすことが好ましい。

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

[0064] 曲率半径 $R_{D1}$ が板厚 $t_1$ の $0.10$ 倍以上であれば、めっき層13f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。 $R_{P1}$ が板厚 $t_1$ の $0.10$ 倍以上であれば、より深く第1ダイ31を第1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31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が第1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13fを回り込ませることができる。

[0065] 一方、曲率半径 $R_{D1}$ を $1.50$  mm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

破断面の生成を低減することができる。さらに、曲率半径 $R_{p1}$ を3.00mm以下とすれば、その後のコイニング加工の後にめっき層の脱落であるヒゲバリの発生やコイニング面13eの下部におけるツノ部由来の突部13hの高さ $h_0$ の増大を防止できる。

[0066] 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、半切断工程での第1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の板厚 $t_2$ (mm)を小さくすることができる。なお、第1素体2(第1フランジ部素体20)の半切断部21の板厚 $t_2$ は、図10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の刃先の上面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。

[0067] 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10に示すように、第1ダイ31が第1素体2の第1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。

[0068] 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10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

る第1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13f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13f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t2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。残存板厚t2は、第1フランジ部素体20の板厚t1 [mm] の0.30倍以下としてもよい。

[0069] 半切断部21（第1フランジ部素体20）に対する第1ダイ31の押込み量D (mm) は、次の式 (a4) を満たすことが好ましい。

$$1.00 \times t1 < D \leq t1 + 1.00 \quad \dots (a4)$$

下死点での第1ダイ31と第1パンチ41との間隔 $C_{D1-P1}$  (mm) は、次の式 (a5) を満たすことが好ましい。

$$0.20 \leq C_{D1-P1} \quad \dots (a5)$$

[0070] 押込み量Dが板厚t1の1.00倍より大きければ、続いて行われる仕上げ切断において破断面が生成され難くなる。一方、押込み量Dが板厚t1に1.00mmを加えた値以下であれば、ツノ部21aの高さhを低くすることができる。そのため、コイニング加工の後にめっき層の脱落であるヒゲバリの発生を抑制し易く、またコイニング面13eの下部における突部13hの高さh0を0.20mm以下とし易い。

[0071] 一方、下死点での第1ダイ31と第1パンチ41との間隔 $C_{D1-P1}$ を0.20mm以上確保することで、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 $C_{D1-P1}$ は、下死点での第1ダイ31と第1パンチ41との間隔の最小値とする。

[0072] 図11に特に表すように、半切断部21には、高さh (mm) を有するツノ部21aが形成される。高さh (mm) は、第1ダイ31の側面31aの延長線上における第1パンチ41の刃先上の位置と、第1素体2の下面2bと接する第1パンチ41の上面41bの延長線との、第1ダイ31の押込み

方向に沿う離間距離に相当し、次の式で表されるものである。すなわち、ツノ部 2 1 a の高さ  $h$  (mm) は、半切断工程で使用される第 1 パンチ 4 1 の刃先の曲率半径  $R_{P1}$  (mm) と、第 1 ダイ 3 1 と第 1 パンチ 4 1 との間のクリアランス  $C_{31-41}$  (mm) とによって決まるものである。

[0073] [数2]

$$h = R_{P1} - \sqrt{|C_{31-41}| \times (2R_{P1} - |C_{31-41}|)}$$

[0074] 高さ  $h$  は、以下のように導出できる。すなわち、図 1 1 に示すように線分「X」を置くと、三平方の定理より、以下の式 (1) が得られる。

$$R_{P1}^2 = (R_{P1} - |C_{31-41}|)^2 + X^2 \quad \dots (1)$$

式 (1) を  $X$  について解くと以下の式 (2) が得られる。

[数3]

$$X = \sqrt{|C_{31-41}| \times (2R_{P1} - |C_{31-41}|)} \quad \dots (2)$$

ここで、 $h = R_{P1} - X$  であるため、これに式 (2) の  $X$  を代入することにより、上述の高さ  $h$  の式が得られる。

[0075] ツノ部 2 1 a の高さ  $h$  は、第 1 パンチ 4 1 の刃先の曲率半径  $R_{P1}$  が大きくなるほど、またクリアランス  $C_{31-41}$  がプラスクリアランスに近づくほど高くなる。図 1 2 の (b) は図 1 2 の (a) よりも第 1 パンチ 4 1 の刃先の曲率半径  $R_{P1}$  が大きくなったときのツノ部 2 1 a を概略的に示し、図 1 2 の (c) は図 1 2 の (a) よりも第 1 パンチ 4 1 の刃先の曲率半径  $R_{P1}$  が大きくなるとともに、クリアランス  $C_{31-41}$  がプラスクリアランスにより近づいたときのツノ部 2 1 a を概略的に示している。図 1 2 の (a) ~ (c) に示すように、ツノ部 2 1 a の高さ  $h$  が大きくなるほど、仕上げ切断に用いる金型 (第 2 ダイ 3 2 及び第 2 パンチ 4 2) に第 1 素体 2 を設置したときに、ツノ部 2 1 a により第 1 素体 2 の下面 2 b が第 2 パンチ 4 2 の上面 4 2 b から浮き上がる。

[0076] <b. 仕上げ切断工程>

次に、図13は、図9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を示す説明図である。図13の上側は仕上げ切断加工の直前の状態を示し、図13の下側は仕上げ切断加工の直後の状態を示している。

[0077] 仕上げ切断工程では、図13に示すように、半切断部21を有する第1フランジ部素体20が、第2ダイ32及び第2パンチ42を用いて仕上げ切断される。図13では、仕上げ切断の一態様として、第2パンチ42及び第2板押さえ52によって挟持された第1フランジ部素体20から第2フランジ部素体30を打ち抜きする態様を示している。第2ダイ32は、仕上げ切断において第1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、第1フランジ部素体20のうちフランジ部12となる部分を押さえる金型を第2パンチ42とし、除去部分20aを押さえる金型を第2ダイ32としている。第2ダイ32は、第1ダイ31と同一であってもよい。つまり、半切断工程で使用した第1ダイ31を、仕上げ切断工程で第2ダイ32として使用してもよい。

[0078] 第2ダイ32と第1素体2との位置関係は、第1ダイ31と第1素体2との位置関係と同一であることが好ましい。これらの位置関係が同一でない場合、例えば第2ダイ32の径が第1ダイ31の径より大きいと、切断端部13に段差が生じる。逆に例えば第2ダイ32の径が第1ダイ31の径より小さいと、半切断工程で生成された半切断された切断端部13に第2ダイ32が接触し、せん断面13dに回り込んだめっき層13fを第2ダイ32が削り落とすおそれがある。第2パンチ42と第1素体2との位置関係は、第1ダイ31の径よりも第2パンチ42の径を小さくすることが好ましい。ただし第2ダイ32の径より小さければ第2パンチ42の径は第1ダイ31の径と同じでも問題ない。逆に第2パンチ42の径が第1ダイ31の径よりも大きいと切断端部13に段差が生じる。

[0079] 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10に示すように半切断において第1フランジ部素体20の上面側

から第1フランジ部素体20に第1ダイ31を押し込んだとき、図13に示すように仕上げ切断においても第1フランジ部素体20の上面側から第1フランジ部素体20に第2ダイ32を押し込む。これにより、第1フランジ部素体20から除去部分20aが分離されて、切断端部13を有する第2素体3を得る。

[0080] 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32aと第2パンチ42の側面42a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。

[0081] 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とする。第2ダイ32と第2パンチ42とのクリアランス $C_{32-42}$ は、次の式(b1)を満たすことが好ましい。

$$0.01 \leq C_{32-42} \leq 0.20 \times t_2 \quad \dots (b1)$$

ここで、 $t_2$ は、上述のように第1素体2(第1フランジ部素体20)の半切断部21の板厚であり、図10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の刃先の上面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。

[0082] クリアランス $C_{32-42}$ が0.01mm以上であれば、仕上げ切断の際に、プレス機械のスライド精度や金型の芯ズレ等が生じて第2ダイ32と第2パンチ42が接触して破損するおそれがない。一方、クリアランス $C_{32-42}$ が板厚 $t_2$ の0.20倍以下であれば、バリが生成されにくくなる。ここで、第2ダイ32の側面32aで平滑化された端面の平滑面が第2せん断面13d2となる。

[0083] 第2ダイ32の刃先は、所定の曲率半径 $R_{D2}$  (mm) を有するR形状とされ

ている。図13に示すように、第2ダイ32が第1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 $R_{D2}$ を有するR形状とする。なお、第2パンチ42の刃先は、図13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の第1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。

[0084] 第2ダイ32の刃先の曲率半径 $R_{D2}$  (mm) は、次の式 (b2) を満たすことが好ましい。

$$0.25 \leq R_{D2} \leq 1.50 \times t_2 \quad \dots (b2)$$

曲率半径 $R_{D2}$ が0.25mm以上であれば、せん断面13dに回り込んだめつき層13fを第2ダイ32が削り落とすことがない。一方、曲率半径 $R_{D2}$ が板厚 $t_2$ の1.50倍以下であれば、バリが生成されにくくなる。

[0085] なお、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 $D_{32}$ は第1ダイ31の内径 $D_{31}$ 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 $d_{32}$ は第1ダイ31の外径 $d_{31}$ 以下とされる。具体的には、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の内径 $D_{31}$ と第2ダイ32の内径 $D_{32}$ との差の絶対値 $|D_{32} - D_{31}|$ は、1.00mm以下とするのが望ましい。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の外径 $d_{31}$ と第2ダイ32の外径 $d_{32}$ との差の絶対値 $|d_{32} - d_{31}|$ は、1.00mm以下とするのが望ましい。これにより、半切断工程と仕上げ切断工程との2回の工程を実施するためにダイ31、32の径差 $D_{32} - D_{31}$ 又は $d_{32} - d_{31}$ によって金属製加工品1の切断端部13に生じる段差を小さくすることができ、良好な切断断面を得ることができる。

[0086] なお、金属製加工品1の品質として、切断端部13の段差が許容される場合には、金属製加工品1の外周側に切断端部13が形成されるときの内径差の絶対値 $|D_{32} - D_{31}|$ 、金属製加工品1の内周側に切断端部13が形成されるときの外径差の絶対値 $|d_{32} - d_{31}|$ は、1.00mm超であってもよい。また、これらの径差の絶対値 $|D_{32} - D_{31}|$ 及び $|d_{32} - d_{31}|$ の上限は、小さい方が好ましく、0.75mm、0.50mm、0.35mm又は0.20mmとしてもよい。径差の絶対値 $|D_{32} - D_{31}|$ 及び $|d_{32} - d_{31}|$ の下限は0mmである。なお、金属製加工品1の切断端部13に生じる段差は小さい方が好ましく、0.5mm以下としてもよい。金属製加工品1の切断端部13に生じる段差の上限は、必要に応じて、0.4mm、0.3mm、0.2mm又は0.1mmとしてもよい。仕上げ切断工程で材料を切断する際に、先端の材料に局部伸びが生じてトゲ状に延ばされる所謂バリはボリュームが少ないため、後工程のコイニングにて潰され端部に生じる段差の原因とはならないが、仕上げ切断後の第2フランジ部素体30の下部に残存するツノ部21aはバリに比べてボリュームがあるためコイニング後に端部に生じる段差の原因となりうる。

[0087] 仕上げ切断後の第2フランジ部素体30の下部にはツノ部21aが残存している。半切断後のツノ部21aの高さhが高いほど、仕上げ切断後に大きなツノ部21aが残存する。

[0088] <c. コイニング工程>

次に、図14は図9のコイニング工程で用いるパッド7及びコイニングブロック8を示す説明図であり、図15はコイニング工程後の金属製加工品1の切断端部13を示す写真である。図14に示すように、本実施の形態のコイニング工程では、パッド7及びコイニングブロック8により第2素体3の切断端部13を挟み込む。パッド7は、縦壁面70、底壁面71及び押当面72を有する。

[0089] 縦壁面70は、パッド7及びコイニングブロック8により第2素体3の切断端部13を挟み込む際に、第2素体3のせん断面13dと対向し、かつ、

略平行となるように配置される。縦壁面70は、コイニングブロック8の進退方向（図11ではZ方向）と平行となるように配置される。

[0090] 底壁面71は、第2素体3を挟んで、切断端部13の板厚方向Tにコイニングブロック8と対向するように配置される。底壁面71は、縦壁面70の下方（すなわち、コイニングブロック8と反対側）において、縦壁面70と直交する方向に延在する。

[0091] 押当面72は、縦壁面70と底壁面71とが突き当たる角において縦壁面70と底壁面71とを接続する面である。押当面72は、第2素体3にコイニング面（図2～図6のコイニング面13e）を形成するために設けられ、コイニング面の形状に対応する平面状又は曲面状とされている。例えば、図2～図4に示すように、コイニング面13eを平面状の面取り面（以下、「テーパ面」と称する。）とする場合には、図14に示すように押当面72は縦壁面70及び底壁面71に対して傾斜する平面状とされる。一方、図5に示すように、第2素体3のコイニング面13eを曲面状の面取り面（以下、「R面」と称する。）とする場合には、押当面72は窪んだ曲面状とされる。

[0092] コイニング工程では、図14に示すように、第2素体3の切断端部13をパッド7の縦壁面70と対向させた状態で、コイニングブロック8とパッド7の底壁面71とにより、第2素体3を板厚方向Tに挟み込む。そして、コイニングブロック8を底壁面71に向かって押し込み、第2素体3の下面13bが底壁面71に接する位置まで、第2素体3を押し下げる。ここで、第2素体3の下面13bが底壁面71に接する前に、コーナー部13m又はツノ部21aが押当面72に押し当てられる。コーナー部13m又はツノ部21aが押当面72に押し当てられた後、コイニングブロック8がさらに押し込まれて、第2素体3の下面13bが底壁面71に接する。この過程において、コーナー部13m又はツノ部21aが押当面72で押し潰され、図2～図5のコイニング面13eが形成される。コイニング工程後の金属製加工品1の切断端部13は、例えば、図15の写真に示すような状態となる。

[0093] コイニング面13eは、押当面72の表面が転写された平滑面であり、粗面状の破断面と比較して赤錆が発生しにくい。面粗さが平滑となることでコイニング面13eに水分が滞留しにくいためと考えられる。また、切断端部13の下面13b側のめっき層13kがコイニング面13eに薄く伸ばされることも赤錆が発生しにくい要素であると考えられる。

[0094] 一方、コイニング面13eを形成するコイニング加工において切断端部13のコーナー部13mの材料が板厚方向Tに直交する方向（図中X軸方向）に係る内方に逃げることで突部13h（図2～図6参照）が形成される。上述のように突部13hの高さh0が大きいと、切断端部13の下面13bと他の構造との間に空間が生じガタツキの原因となる。また、図7に示すように、切断端部13のツノ部21aのめっき層13kが突部13hに巻き込まれていることがあり、突部13hに巻き込まれためっき層13kが脱落することでヒゲバリが発生することがある。

[0095] 本発明者らは、切断加工及びコイニング加工の条件を種々の範囲で変化させた実験を行い、突部13hの高さh0及びヒゲバリの発生状況を調査した。その結果、突部13hの高さh0及びヒゲバリの発生状況は、半切断後（仕上げ切断前）のツノ部21aの高さh、及びコイニング工程で用いるパッド7におけるコイニング面積Arと相関関係を有していることが分かった。なお、仕上げ切断条件によってバリが発生することがあるが、バリはボリウムが少ないため後工程のコイニングにてヒゲバリが発生する原因とはならない。

[0096] 本発明の実施の形態における金属製加工品1の製造方法では、コイニング面積Arは、次の式を満たすように設定される。

$$h \leq -1.09Ar + 1.04$$

hは半切断後のツノ部21aの高さ（mm）であり、Arはコイニング工程で用いるパッド7におけるコイニング面積（mm<sup>2</sup>）である。コイニング面積Arがこの式を満たすように設定されることで、突部13hの高さh0を0.20mm以下とすることができる。本発明の実施の形態における金属製

加工品 1 の製造方法は、上記の式を満たすように半切断後のツノ部 2 1 a の高さ  $h$  及びコイニング面積  $A_r$  を設定する工程を含むと理解できる場合がある。

[0097] また、本発明の実施の形態における金属製加工品 1 の製造方法では、コイニング面積  $A_r$  は、次の式を満たすように設定されることが好ましい。

$$h \leq 1.20 A_r^2 - 2.07 A_r + 0.90$$

上述のように、 $h$  は半切断後のツノ部 2 1 a の高さ (mm) であり、 $A_r$  はコイニング工程で用いるパッド 7 におけるコイニング面積 (mm<sup>2</sup>) である。コイニング面積  $A_r$  がこの式を満たすように設定されることで、ヒゲバリの発生を回避できる。本発明の実施の形態における金属製加工品 1 の製造方法は、上記の式を満たすように半切断後のツノ部 2 1 a の高さ  $h$  及びコイニング面積  $A_r$  を設定する工程を含むと理解できる場合がある。

[0098] <加工品例>

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。

[0099] 金属製加工品 1 は、例えば、図 1 6 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 7 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 8 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 8 の皿ばね 9 2 0 は、例えば図 1 6 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 9 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。

- [0100] 金属製加工品 1 が図 1 6 ~ 図 1 9 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。
- [0101] 例えば、図 1 6 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 2 0 及び図 2 1 に示すような切断金型を使用して加工すればよい。図 2 0 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 2 1 は、図 2 0 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。
- [0102] 図 2 0 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 2 3 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 6 1 及び内側ダイ 6 3 をパンチ 6 5 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 6 1 の内径は金属製加工品 9 0 の外径に対応し、内側ダイ 6 3 の外径は金属製加工品 9 0 の内径に対応する。外側ダイ 6 1 の内周面の刃先、及び、内側ダイ 6 3 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 6 5 の内周面及び外周面の縁部は、R 形状を有していない。
- [0103] 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 2 1 に示すように、金属製加工品 9 0 の外周面 9 1 よりも外部側となる部分 9 a が外側ダイ 6 1 により切断され、金属製加工品 9 0 の内周面 9 2 よりも内部側となる部分 9 b が内側ダイ 6 3 により切断される。
- [0104] 図 2 2 に示すコイニング金型は、図 2 0 に示す金型を用いた切断加工の後に、素体 9 の切断端部 9 c にコイニング加工を施すための金型であり、パッド 7 及びコイニングブロック 8 を有している。パッド 7 は、底部 7 5 と、底部 7 5 から突出された中央突部 7 6 及び側周部 7 7 とを有している。中央突部 7 6 の外周面及び側周部 7 7 の内周面が縦壁面 7 0 を構成しており、底部 7 5 の上面が上述の底壁面 7 1 を構成している。底壁面 7 1 と縦壁面 7 0 と

の間に押当面 7 2 が形成されている。コイニングブロック 8 は環状体であり得る。切断加工により環状に形成された素体 9 の孔部 9 d に中央突部 7 6 を通すとともに、コイニングブロック 8 によりその素体 9 を押し下げることにより、素体 9 の切断端部 9 c にコイニング加工を施すことができる。これらの切断加工及びコイニング加工により、図 1 6 に示すような金属製加工品 9 0 (平ワッシャ 9 0 0) を形成できる。但し、この図はコイニング加工を説明したものであり、加工後に製品を金型から排出する機構については省略している。

[0105] さらに、金属製加工品 1 は、例えば、図 2 3 に示すような円板状のプレート 9 4 0 であってもよい。

[0106] 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

[0107] 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。

[0108] 本発明者らは、以下の表 1 ~ 表 3 に示すように、半切断加工、仕上げ切断加工、及びコイニング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 としては、板厚 3. 2 mm の平板状の Zn - 6 % Al - 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 9 0 g / m<sup>2</sup> (片面) であった。

[0109]

[表1]

	第1素体			半切断工程										
	No.	切断部の板厚t1 [mm]	めっき付着量 [g/m <sup>2</sup> ]	第1ダイの曲率半径R <sub>01</sub> [mm]	第1ダイの曲率半径R <sub>01</sub> [mm]	第1ダイの押込み量D [mm]	下死点での第1ダイと第1パンチ間隔C <sub>01-P1</sub> [mm]	C <sub>01-P1</sub> が式(a1)を満たすか Y/N	R <sub>01</sub> が式(a2)を満たすか Y/N	R <sub>01</sub> が式(a3)を満たすか Y/N	Dが式(a4)を満たすか Y/N	C <sub>01-P1</sub> が式(a5)を満たすか Y/N	形成されるシノ部の高さh [mm]	
本発明例	1	3.20	90	-0.80	1.20	1.50	3.45	0.40	Yes	Yes	Yes	Yes	Yes	0.17
	2	3.20	90	-1.10	1.20	1.20	3.23	0.30	Yes	Yes	Yes	Yes	Yes	0.00
	3	3.20	90	-0.04	1.20	1.20	4.09	0.40	Yes	Yes	Yes	Yes	Yes	0.89
	4	3.20	90	-0.40	0.32	1.00	3.25	0.25	Yes	Yes	Yes	Yes	Yes	0.20
	5	3.20	90	-0.80	1.50	0.50	3.24	0.30	Yes	Yes	Yes	Yes	Yes	0.10
	6	3.20	90	-0.40	1.20	1.50	4.13	0.20	Yes	Yes	Yes	Yes	Yes	0.48
	7	3.20	90	-0.40	1.20	0.32	3.22	0.35	Yes	Yes	Yes	Yes	Yes	0.01
	8	3.20	90	-0.90	1.20	3.00	4.20	0.40	Yes	Yes	Yes	Yes	Yes	0.86
	9	3.20	90	-0.85	1.20	2.00	3.67	0.40	Yes	Yes	Yes	Yes	Yes	0.36
	10	3.20	90	-0.80	1.20	2.00	3.72	0.40	Yes	Yes	Yes	Yes	Yes	0.40
	11	3.20	90	-1.00	1.20	1.50	3.31	0.40	Yes	Yes	Yes	Yes	Yes	0.09
	12	3.20	90	-0.48	1.20	2.00	4.04	0.40	Yes	Yes	Yes	Yes	Yes	0.70
	13	3.20	90	-0.50	1.20	2.00	4.02	0.40	Yes	Yes	Yes	Yes	Yes	0.68
	14	2.00	90	-0.50	1.20	1.50	2.42	0.40	Yes	Yes	Yes	Yes	Yes	0.38
	15	3.20	90	-0.40	0.30	1.20	3.28	0.30	Yes	N	Yes	Yes	Yes	0.31
	16	3.20	90	-0.80	1.75	0.50	3.23	0.40	Yes	N	Yes	Yes	Yes	0.10
	17	3.20	90	-0.80	1.20	0.30	2.76	0.50	Yes	Yes	N	N	Yes	0.00
	18	3.20	90	-0.60	1.20	1.50	3.82	0.40	Yes	Yes	Yes	Yes	Yes	0.30
比較例	1	3.20	90	-0.80	1.20	3.25	4.16	0.60	Yes	Yes	N	Yes	Yes	1.11
	2	3.20	90	-0.80	1.20	3.00	4.30	0.40	Yes	Yes	Yes	N	Yes	0.96
	3	3.20	90	-0.40	1.20	1.50	3.82	0.40	Yes	Yes	Yes	Yes	Yes	0.48
	4	3.20	90	-0.02	1.20	0.50	3.64	0.40	N	Yes	Yes	Yes	Yes	0.36
	5	3.20	90	-0.80	1.20	1.50	3.45	0.40	Yes	Yes	Yes	Yes	Yes	0.17

[0110]

[表2]

	No.	仕上げ切断工程					コイニング工程			
		板厚t2 [mm]	クワランス C <sub>22-42</sub> [mm]	第2ダイの曲 率半径R <sub>02</sub> [mm]	C <sub>22-42</sub> が式(b 1)を満たす か Y/N	R <sub>02</sub> が式(b 2)を満たす か Y/N	コイニング面 R面/C面	コイニング面 積Ar[mm <sup>2</sup> ]	$h \leq -1.09A_r + 1.04$ を満 たすか Y/N	$h \leq 1.20A_r^2 - 2.07A_r + 0.90$ を満たすか Y/N
本発明例	1	0.95	0.05	1.00	Yes	Yes	R面	0.077	Yes	Yes
	2	1.17	0.05	1.00	Yes	Yes	R面	0.077	Yes	Yes
	3	0.31	0.05	0.45	Yes	Yes	R面	0.077	Yes	N
	4	0.27	0.05	0.40	Yes	Yes	R面	0.077	Yes	Yes
	5	1.46	0.10	1.00	Yes	Yes	R面	0.260	Yes	Yes
	6	0.27	0.05	0.40	Yes	Yes	R面	0.260	Yes	N
	7	1.18	0.20	1.00	Yes	Yes	R面	0.550	Yes	Yes
	8	0.20	0.04	0.30	Yes	Yes	R面	0.019	Yes	Yes
	9	0.73	0.10	0.25	Yes	Yes	R面	0.260	Yes	Yes
	10	0.68	0.01	0.60	Yes	Yes	R面	0.550	Yes	N
	11	1.09	0.10	0.50	Yes	Yes	R面	0.860	Yes	N
	12	0.36	0.05	0.50	Yes	Yes	R面	0.077	Yes	Yes
	13	0.38	0.05	0.50	Yes	Yes	C面	0.320	Yes	N
	14	0.78	0.05	1.00	Yes	Yes	R面	0.077	Yes	Yes
	15	0.22	0.04	0.30	Yes	Yes	R面	0.077	Yes	Yes
	16	1.72	0.10	1.00	Yes	Yes	R面	0.260	Yes	Yes
	17	1.64	0.10	1.00	Yes	Yes	R面	0.077	Yes	Yes
	18	0.78	0.18	1.00	N	Yes	R面	0.550	Yes	N
比較例	1	0.24	0.04	0.40	Yes	N	R面	0.077	N	N
	2	0.10	0.02	0.20	Yes	N	R面	0.260	N	N
	3	0.58	0.10	0.80	Yes	Yes	R面	0.550	N	N
	4				半切断後に一部切断したため中断					
	5	0.95	0.005	1.00	N	Yes	仕上げ切断中に刃先が接触し欠損したため中断			

[0111]

[表3]

No.	加工品サンプルの切断端面														
	第1せん断 面傾斜角 $\theta d1$ [°]	第2せん断 面傾斜角 $\theta d2$ [°]	$\theta d1 > \theta d2$ を満たす か Y/N	めっ透成分 残存長さ $L1$ [mm]	$L1/\tau1$	ゲレ長さ [mm]	$Z/\tau1$	コイニング面		めっ透層上 端の長さ $Lc$ [mm]	$Lc/RD$ または $Lc/CS$	突部高さ $hO$ [mm]	ヒゲ/バリ有無 有/無	バリ有無 有/無	
								曲率半径 $R0$ [mm]	C面高さ $CO$ [mm]						
本発明例	1	7	1	Yes	2.85	0.881	0.10	0.03	0.60		0.11	0.18	0.00	無	無
	2	10	2	Yes	2.70	0.844	0.03	0.01	0.60		0.10	0.17	0.00	無	無
	3	3	0	Yes	2.60	0.813	0.20	0.06	0.60		0.10	0.17	0.17	有	無
	4	7	1	Yes	2.56	0.800	0.10	0.03	0.60		0.08	0.13	0.00	無	無
	5	7	1	Yes	2.57	0.803	0.10	0.03	1.10		0.12	0.11	0.03	無	無
	6	5	1	Yes	2.80	0.806	0.15	0.05	1.10		0.17	0.15	0.12	有	無
	7	5	1	Yes	2.60	0.813	0.10	0.03	1.60		0.25	0.16	0.10	無	無
	8	2	0	Yes	2.95	0.822	0.18	0.06	0.30		0.04	0.13	0.13	無	無
	9	3	0	Yes	2.56	0.800	0.13	0.04	1.10		0.16	0.15	0.10	無	無
	10	3	0	Yes	2.95	0.822	0.10	0.03	1.60		0.24	0.15	0.18	有	無
	11	4	1	Yes	2.64	0.825	0.05	0.02	2.00		0.30	0.15	0.19	有	無
	12	3	0	Yes	2.90	0.806	0.18	0.05	0.60		0.07	0.12	0.10	無	無
	13	3	0	Yes	2.88	0.800	0.11	0.03		0.80	0.10	0.13	0.19	有	無
	14	10	2	Yes	1.85	0.825	0.05	0.03	0.60		0.07	0.12	0.07	無	無
	15	6	1	Yes	2.50	0.781	0.03	0.01	0.60		0.10	0.17	0.00	無	無
	16	6	1	Yes	2.52	0.788	0.03	0.01	1.10		0.13	0.12	0.03	無	無
	17	5	1	Yes	2.48	0.778	0.02	0.01	0.60		0.07	0.12	0.00	無	無
	18	7	1	Yes	2.80	0.875	0.10	0.03	1.60		0.15	0.09	0.17	有	有
比較例	1	1	0	Yes	3.05	0.853	0.25	0.08	0.60		0.05	0.08	0.24	有	有
	2	1	0	Yes	2.55	0.797	0.22	0.07	1.10		0.10	0.09	0.24	有	有
	3	6	1	Yes	2.74	0.856	0.12	0.04	1.60		0.20	0.13	0.22	有	無
	4														
	5														

[0112] (半切断工程)

第1素体2に対し、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 $C_{D1-P1}$ は、表1に示す通りであった。

[0113] 半切断加工の後に、第1素体2に形成された半切断部21（図10参照）の板厚 $t_2$ を測定した。その測定結果を表2に示す。また、第1素体2に形成された半切断部21のツノ部21aの高さ $h$ （図11参照）を上述の計算式により求めた。その計算結果を表1に合わせて示す。

[0114] なお、表中の半切断工程に関する式（a1）～（a5）は、以下に示す通りである。

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

ここで、 $t_1$ は第1素体2の半切断対象部の板厚（mm）であり、 $C_{31-41}$ は第1ダイ31と第1パンチ41とのクリアランス（mm）である。

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

ここで、 $R_{D1}$ は第1ダイ31の刃先の曲率半径（mm）である。

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

ここで、 $R_{P1}$ は第1パンチ41の刃先の曲率半径（mm）である。

$$1.00 \times t_1 < D \leq t_1 + 1.00 \quad \dots (a4)$$

ここで、 $t_1$ は第1素体2の半切断対象部の板厚（mm）であり、 $D$ は半切断部21に対する第1ダイ31の押込み量（mm）である。

$$0.20 \leq C_{D1-P1} \quad \dots (a5)$$

ここで、 $C_{D1-P1}$ は下死点での第1ダイ31と第1パンチ41との間隔（mm）である。

[0115] 表1及び表2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。

[0116] （仕上げ切断工程）

半切断工程後の第1素体2に対して、図13に示す方法により仕上げ切断工程を実施し、第2素体3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、内径85.00mm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パンチ42の外径は、表2に示すクリアランス $C_{32-42}$ に応じて変更した。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。

[0117] 表中の仕上げ切断工程に関する式 (b1) 及び (b2) は、以下に示す通りである。

$$0.01 \leq C_{32-42} \leq 0.20 \times t_2 \quad \dots (b1)$$

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。

$$0.25 \leq R_{D2} \leq 1.50 \times t_2 \quad \dots (b2)$$

ここで、 $R_{D2}$ は第2ダイ32の刃先の曲率半径 (mm) である。

[0118] (コイニング工程)

仕上げ切断工程で得られた第2素体3に対して、図14に示す方法によりコイニング工程を実施し、加工品サンプルを得た。コイニング加工は、第2素体3の切断端面13のコーナー部13mをパッド7の押当面72に押し当てることにより行った。パッド7の押当面72は、表2に示す通り平面状又は曲面状であった。表2に示す通りコイニング面積 $A_r$ を変更した。

[0119] (加工品サンプルにおける調査)

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、第1せん断面13d1の傾斜角度 $\theta_{d1}$  [°]、第2せん断面13d2の傾斜角度 $\theta_{d2}$  [°]、めっき成分残存長さ $L_1$  [mm]、ダレ長さ $Z$  [mm]、コイニング面13eの曲率半径 $R_0$  [mm] 又はテーパ面高さ $C_0$  [mm]、めっき層13kの上端の高さ $L_c$  [mm]、突部13hの高さ $h_0$  [mm]、ヒゲバリの有無及びバリの有無を調査した。その結果を表3に示す。

[0120] なお、ヒゲバリの有無に関して、コイニングによってヒゲ状のバリが脱落したものは「有」と評価した。バリの有無に関して、コイニングによってバリが潰れたものは「無」と評価し、コイニングをしてもバリが潰れきれずに浮いているものやコイニング後にバリが脱落したものは「有」と評価した。

ここでは、めっき成分が脱落したものをヒゲバリと称し、鋼板の鋼素地が主成分のものをバリと称している。

[0121] 表中の本発明例1～18は、加工品サンプルの切断端面における突部13hの高さh0が0.20mm以下の例である。比較例1～5は、加工品サンプルの切断端面における突部13hの高さh0が0.20mmを超えているか、又は半切断若しくは仕上げ切断において加工を中止した例である。本発明例1～18及び比較例1～5のいずれにおいても、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、第1ダイ31の刃先及び第1パンチ41の刃先が所定の曲率半径 $R_{D1}$ ,  $R_{P1}$  (mm) を有するR形状とされている。

[0122] ここで、図24は、実施例における半切断後（仕上げ切断前）のツノ部21aの高さhと、コイニング工程で用いるパッド7におけるコイニング面積 $A_r$ との関係を示すグラフである。図24に示すグラフの縦軸は、半切断後のツノ部21aの高さh (mm) である。半切断後のツノ部21aの高さhについては、図11を用いて説明した通りである。図24に示すグラフの横軸は、コイニング工程で用いるパッド7におけるコイニング面積 $A_r$  (mm<sup>2</sup>) である。コイニング面積 $A_r$ は、図14に示すようにコーナー部13mの押し当て方向に沿う断面でパッド7を見たとき、縦壁面70の延長面70a、底壁面71の延長面71a及び押当面72によって囲まれる領域の面積を指す。

[0123] グラフにおいて、「a1」～「a18」が付された三角又は丸のプロットは、本発明例1～18におけるツノ部21aの高さh及びコイニング面積 $A_r$ を示している。「b1」～「b3」が付されたバツのプロットは、比較例1～3のツノ部21aの高さh及びコイニング面積 $A_r$ を示している。すなわち、「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。

[0124] 本発明例のプロットのうち、三角のプロット (a3, a6, a10, a1

1, a 13, a 18) は、突部13hの高さh0が0.20mm以下であるものの、ヒゲバリが発生しているときの半切断後のツノ部21aの高さh及びコイニング面積Arを示している。丸のプロット(a1, a2, a4, a5, a7~a9, a12, a14~a17)は、突部13hの高さh0が0.20mm以下であるとともに、ヒゲバリが発生していないときの半切断後のツノ部21aの高さh及びコイニング面積Arを示している。比較例1~3を表すバツのプロットは、突部13hの高さh0が0.20mmを超えているとともに、ヒゲバリが発生しているときの半切断後のツノ部21aの高さh及びコイニング面積Arを示している。

[0125] 図24のグラフから、突部13hの高さh0及びヒゲバリの発生状況は、半切断後(仕上げ切断前)のツノ部21aの高さh、及びコイニング工程で用いるパッド7におけるコイニング面積Arと相関関係を有していることが分かる。

[0126] グラフ中に示す直線は、突部13hの高さh0が0.20mm以下の試験例から得られた近似直線( $h = -1.09A_r + 1.04$ )である。半切断後のツノ部21aの高さh及びコイニング面積Arがこの近似直線よりも下の領域に含まれていれば、突部13hの高さh0を0.20mm以下とすることができることが分かる。

[0127] グラフ中に示す曲線は、ヒゲバリの発生を回避できた試験例から得られた近似曲線( $h = 1.20A_r^2 - 2.07A_r + 0.90$ )である。半切断後のツノ部21aの高さh及びコイニング面積Arがこの近似曲線よりも下の領域に含まれていれば、突部13hの高さh0を0.20mm以下とすることができ、かつヒゲバリの発生を回避できることが分かる。

[0128] 本発明例1~14は、上述の半切断工程に関する式(a1)~(a5)及び仕上げ切断工程に関する式(b1)及び(b2)を満たす例である。

[0129] これに対して、本発明例15~17は、半切断工程に関する式(a1)~(a5)の少なくとも1つを満たしていない例である。より具体的には、本発明例15, 16は式(a2)を満たしておらず、本発明例17は式(a3

) 及び (a 4) を満たしていない。

[0130] 本発明例 1 ~ 14 の加工品サンプルでは、せん断面 13 d がめっき金属板の表面のめっき層 13 f により覆われているめっき成分残存長さ  $L_1$  と切断端部 13 の板厚  $t_1$  との比  $L_1 / t_1$  を 0.80 以上とするとの目標を達成している。これに対して、本発明例 15 ~ 17 の加工品サンプルでは、比  $L_1 / t_1$  が 0.80 を下回っていた。この結果から、上述の半切断工程に関する式 (a 1) ~ (a 5) を満たすことが好ましいことが分かる。

[0131] また、本発明例 18 は、仕上げ切断工程に関する式 (b 1) 及び (b 2) の少なくとも 1 つを満たしていない例である。より具体的には、本発明例 18 は式 (b 1) を満たしていない。

[0132] 本発明例 1 ~ 14 の加工品サンプルでは、切断端部 13 の下面 13 b から回り込んだめっき層 13 k の上端の、切断端部 13 の下面 13 b を基準とした板厚方向 T に係る高さ  $L_c$  をコイニング面 13 e の曲率半径  $R_0$  又はテーパ面高さ  $C_0$  の 0.10 倍以上とするとの目標を達成している。これに対して、本発明例 18 の加工品サンプルでは、高さ  $L_c$  が曲率半径  $R_0$  又はテーパ面高さ  $C_0$  の 0.10 倍未満となった。この結果から、上述の仕上げ切断工程に関する式 (b 1) 及び (b 2) を満たすことが好ましいことが分かる。

[0133] なお、本明細書に記載された発明は、次のように記載することも可能である。

[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とともに、前記切断端部のコーナー部にコイニング面が形成された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第2素体を得る、仕上げ切断工程と、

前記第2素体の前記切断端部のコーナー部分をパッドに押し当て、前記コーナー部にコイニング面が形成された金属製加工品を得る、コイニング工程と、

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、

・前記第1ダイの刃先及び前記第1パンチの刃先は、所定の曲率半径 $R_{D1}$ ,  $R_{P1}$  (mm) を有するR形状とされ、

・前記半切断部には、高さ $h$  (mm) を有するツノ部が形成され、前記高さ $h$  (mm) は、前記第1ダイの側面の延長線上における前記第1パンチの刃先上の位置と、前記第1素体の下面と接する前記第1パンチの上面の延長線との、前記第1ダイの押し込み方向に沿う離間距離に相当し、次の式で表され、

[数4]

$$h = R_{P1} - \sqrt{|C_{31-41}| \times (2R_{P1} - |C_{31-41}|)}$$

前記コイニング工程に関して、

・前記パッドは、縦壁面、底壁面、及び前記縦壁面と前記底壁面とが突き当たる角において前記縦壁面と前記底壁面とを接続し、前記切断端部の前記コーナー部が押し当てられる平面状又は曲面状の押当面を有し、

・前記コーナー部の押し当て方向に沿う断面で前記パッドを見たとき、前記縦壁面の延長面、前記底壁面の延長面及び前記押当面によって囲まれる領域の面積をコイニング面積 $A_r$  (mm<sup>2</sup>) としたとき、前記コイニング面積 $A_r$  (mm<sup>2</sup>) は、次の式を満たすように設定されている、

$$h \leq -1.09Ar + 1.04$$

金属製加工品の製造方法。

[2]

前記コイニング面積  $A_r$  ( $\text{mm}^2$ ) は、次の式をさらに満たすように設定されている、

$$h \leq 1.20Ar^2 - 2.07Ar + 0.90$$

第1項に記載の金属製加工品の製造方法。

[3]

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  $C_{31-41}$  ( $\text{mm}$ ) 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 ( $\text{mm}$ ) であり、

、

・前記第1ダイの刃先の曲率半径  $R_{D1}$  ( $\text{mm}$ ) 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パンチの刃先の曲率半径  $R_{P1}$  ( $\text{mm}$ ) は、次の式 (a3) を満たし、

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

・前記半切断部に対する前記第1ダイの押込み量  $D$  ( $\text{mm}$ ) は、次の式 (a4) を満たし、

$$1.00 \times t_1 < D \leq t_1 + 1.00 \quad \dots (a4)$$

・下死点での前記第1ダイと前記第1パンチとの間隔  $C_{D1-P1}$  ( $\text{mm}$ ) は、次の式 (a5) を満たす、

$$0.20 \leq C_{D1-P1} \quad \dots (a5)$$

第1又は2項に記載の金属製加工品の製造方法。

[4]

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、次の式 (b1) を満たし、

$$0.01 \leq C_{32-42} \leq 0.20 \times t_2 \quad \dots (b1)$$

ここで、 $t_2$  は、前記第1ダイが前記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パンチの刃先の上面との、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、前記第1素体の半切断部の板厚 (mm) であり、

・前記第2ダイの刃先は、所定の曲率半径 $R_{D2}$  (mm) を有するR形状とされ、

・前記第2ダイの刃先の曲率半径 $R_{D2}$  (mm) は、次の式 (b2) を満たす、

$$0.25 \leq R_{D2} \leq 1.50 \times t_2 \quad \dots (b2)$$

第1から3項までのいずれか1項に記載の金属製加工品の製造方法。

[5]

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、上面側から下面側に向けて前記切断端部の板厚方向に、ダレ、せん断面及びコイニング面を順に有し、

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、前記板厚方向に対する前記第1せん断面の傾斜角度 $\theta_{d1}$ と、前記板厚方向に対する前記第2せん断面の傾斜角度 $\theta_{d2}$ とは、 $\theta_{d1} > \theta_{d2}$ を満たし、

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 $L_1$  (mm) と前記切断端部の板厚 $t_1$  (mm) との比 $L_1 / t_1$ は、0.80以上であり、

前記切断端部の前記上面を基準として前記切断端部の前記下面に向かう前記板厚方向における前記ダレの長さ $Z$  (mm) と前記切断端部の板厚 $t_1$  (

mm) との比  $Z/t$  は、 $-0.10$  以上かつ  $0.10$  未満であり、

前記コイニング面の下部に  $0$  mm 超かつ  $0.20$  mm 以下の高さ  $h_0$  を有する突部が設けられており、

前記切断端部の前記下面から前記切断端部の端面に前記表面のめっき層が回り込んでおり、前記下面から回り込んだ前記めっき層の上端の、前記下面を基準とした前記板厚方向に係る高さ  $L_c$  (mm) が、前記コイニング面の曲率半径  $R_0$  (mm) 又はテーパ面高さ  $C_0$  (mm) の  $0.10$  倍以上である、

金属製加工品。

### 符号の説明

[0134]	1	: 金属製加工品
	2	: 第1素体
	3	: 第2素体
	7	: パッド
	13	: 切断端部
	13a	: 上面
	13b	: 下面
	13c	: ダレ
	13d	: せん断面
	13d1	: 第1せん断面
	13d2	: 第2せん断面
	13e	: コイニング面
	13f	: 上面からのめっき層
	13h	: 突部
	13k	: 下面からのめっき層
	13m	: コーナー部
	21	: 半切断部
	21a	: ツノ部

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
7 0	: 縦壁面
7 1	: 底壁面
7 2	: 押当面

## 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とともに、前記切断端部のコーナー部にコイニング面が形成された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第2素体を得る、仕上げ切断工程と、

前記第2素体の前記切断端部のコーナー部をパッドに押し当て、前記コーナー部にコイニング面が形成された金属製加工品を得る、コイニング工程と、

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、

・前記第1ダイの刃先及び前記第1パンチの刃先は、所定の曲率半径 $R_{D1}$ ,  $R_{P1}$  (mm)を有するR形状とされ、

・前記半切断部には、高さ $h$  (mm)を有するツノ部が形成され、前記高さ $h$  (mm)は、前記第1ダイの側面の延長線上における前記第1パンチの刃先上の位置と、前記第1素体の下面と接する前記第1パンチの上面の延長線との、前記第1ダイの押込み方向に沿う離間距離に相当し、次の式で表され、

[数1]

$$h = R_{P1} - \sqrt{|C_{31-41}| \times (2R_{P1} - |C_{31-41}|)}$$

前記コイニング工程に関して、

- ・前記パッドは、縦壁面、底壁面、及び前記縦壁面と前記底壁面とが突き当たる角において前記縦壁面と前記底壁面とを接続し、前記切断端部の前記コーナー部が押し当てられる平面状又は曲面状の押当面を有し、

- ・前記コーナー部の押し当て方向に沿う断面で前記パッドを見たとき、前記縦壁面の延長面、前記底壁面の延長面及び前記押当面によって囲まれる領域の面積をコイニング面積  $A_r$  ( $\text{mm}^2$ ) としたとき、前記コイニング面積  $A_r$  ( $\text{mm}^2$ ) は、次の式を満たすように設定されている、

$$h \leq -1.09A_r + 1.04$$

金属製加工品の製造方法。

[請求項2] 前記コイニング面積  $A_r$  ( $\text{mm}^2$ ) は、次の式をさらに満たすように設定されている、

$$h \leq 1.20A_r^2 - 2.07A_r + 0.90$$

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  $C_{31-41}$  ( $\text{mm}$ ) は、次の式 (a1) を満たし、

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

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

- ・前記第1ダイの刃先の曲率半径  $R_{D1}$  ( $\text{mm}$ ) は、次の式 (a2) を満たし、

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

- ・前記第1パンチの刃先の曲率半径  $R_{P1}$  ( $\text{mm}$ ) は、次の式 (a3) を満たし、

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

・前記半切断部に対する前記第1ダイの押し込み量D (mm) は、次の式 (a4) を満たし、

$$1.00 \times t_1 < D \leq t_1 + 1.00 \quad \dots (a4)$$

・下死点での前記第1ダイと前記第1パンチとの間隔 $C_{D1-P1}$  (mm) は、次の式 (a5) を満たす、

$$0.20 \leq C_{D1-P1} \quad \dots (a5)$$

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]

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、次の式 (b1) を満たし、

$$0.01 \leq C_{32-42} \leq 0.20 \times t_2 \quad \dots (b1)$$

ここで、 $t_2$  は、前記第1ダイが前記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パンチの刃先の前記上面との、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、前記第1素体の半切断部の板厚 (mm) であり、

・前記第2ダイの刃先は、所定の曲率半径 $R_{D2}$  (mm) を有するR形状とされ、

・前記第2ダイの刃先の曲率半径 $R_{D2}$  (mm) は、次の式 (b2) を満たす、

$$0.25 \leq R_{D2} \leq 1.50 \times t_2 \quad \dots (b2)$$

請求項3に記載の金属製加工品の製造方法。

[請求項5]

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、上面側から下面側に向けて前記切断端部の板厚方向に、ダレ、せん断面及びコイニング面を順に有し、

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、前記板厚方向に対する前記第1せん断面の傾斜角度 $\theta d 1$ と、前記板厚方向に対する前記第2せん断面の傾斜角度 $\theta d 2$ とは、 $\theta d 1 > \theta d 2$ を満たし、

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 $L 1$  (mm)と前記切断端部の板厚 $t 1$  (mm)との比 $L 1 / t 1$ は、0.80以上であり、

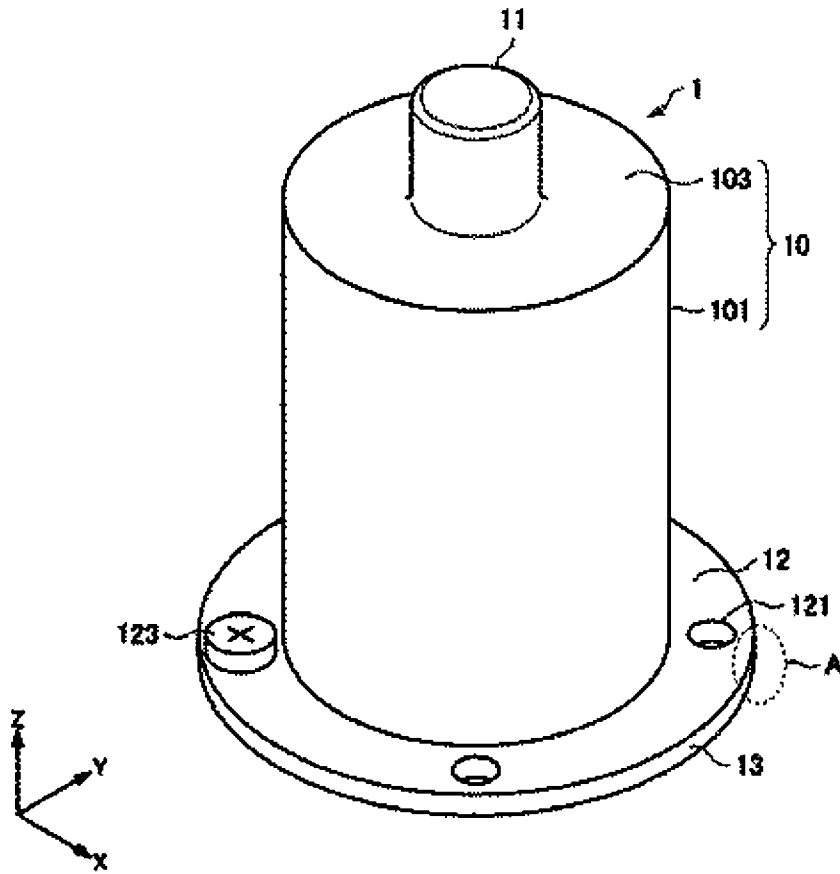
前記切断端部の前記上面を基準として前記切断端部の前記下面に向かう前記板厚方向における前記ダレの長さ $Z$  (mm)と前記切断端部の板厚 $t 1$  (mm)との比 $Z / t 1$ は、 $-0.10$ 以上かつ $0.10$ 未満であり、

前記コイニング面の下部に $0$  mm超かつ $0.20$  mm以下の高さ $h 0$ を有する突部が設けられており、

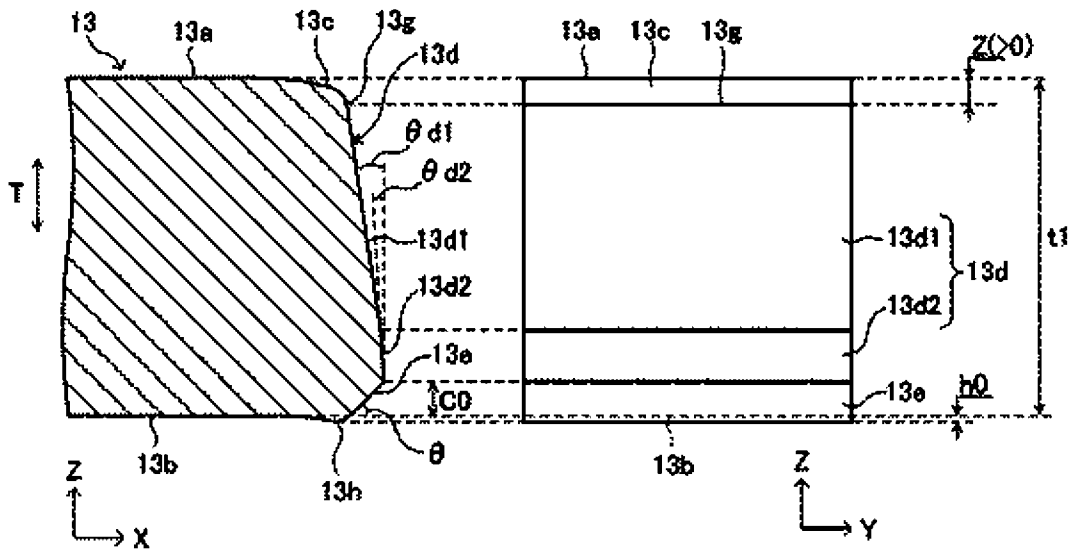
前記切断端部の前記下面から前記切断端部の端面に前記表面のめっき層が回り込んでおり、前記下面から回り込んだ前記めっき層の上端の、前記下面を基準とした前記板厚方向に係る高さ $L c$  (mm)が、前記コイニング面の曲率半径 $R 0$  (mm)又はテーパ面高さ $C 0$  (mm)の $0.10$ 倍以上である、

金属製加工品。

[図1]

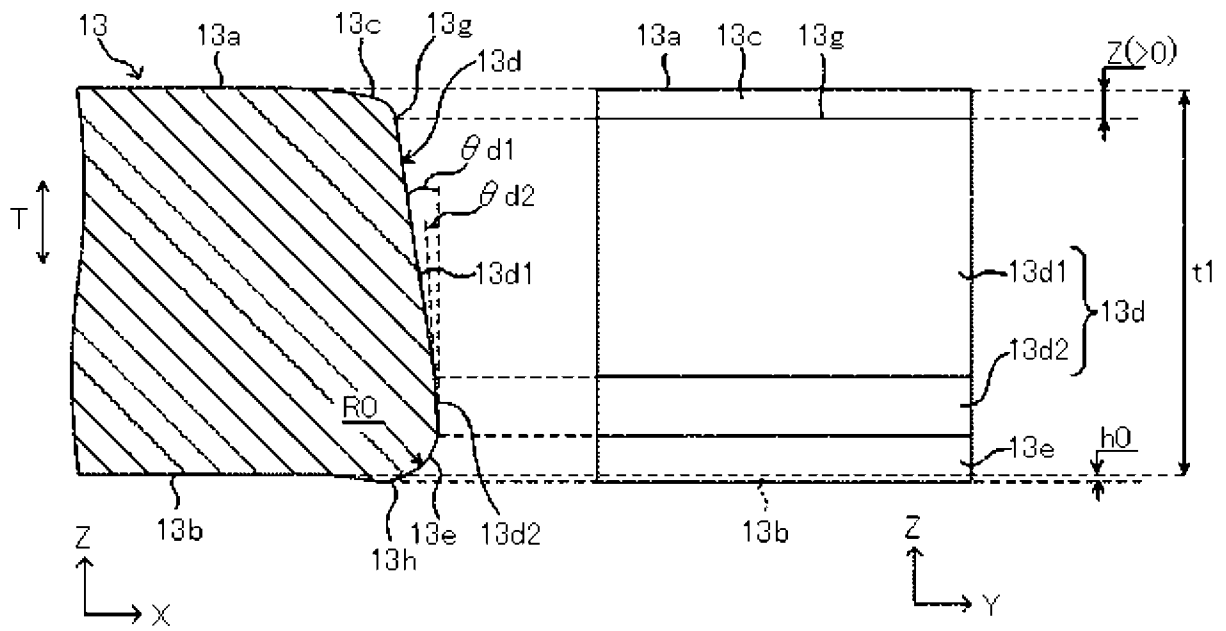


[図2]

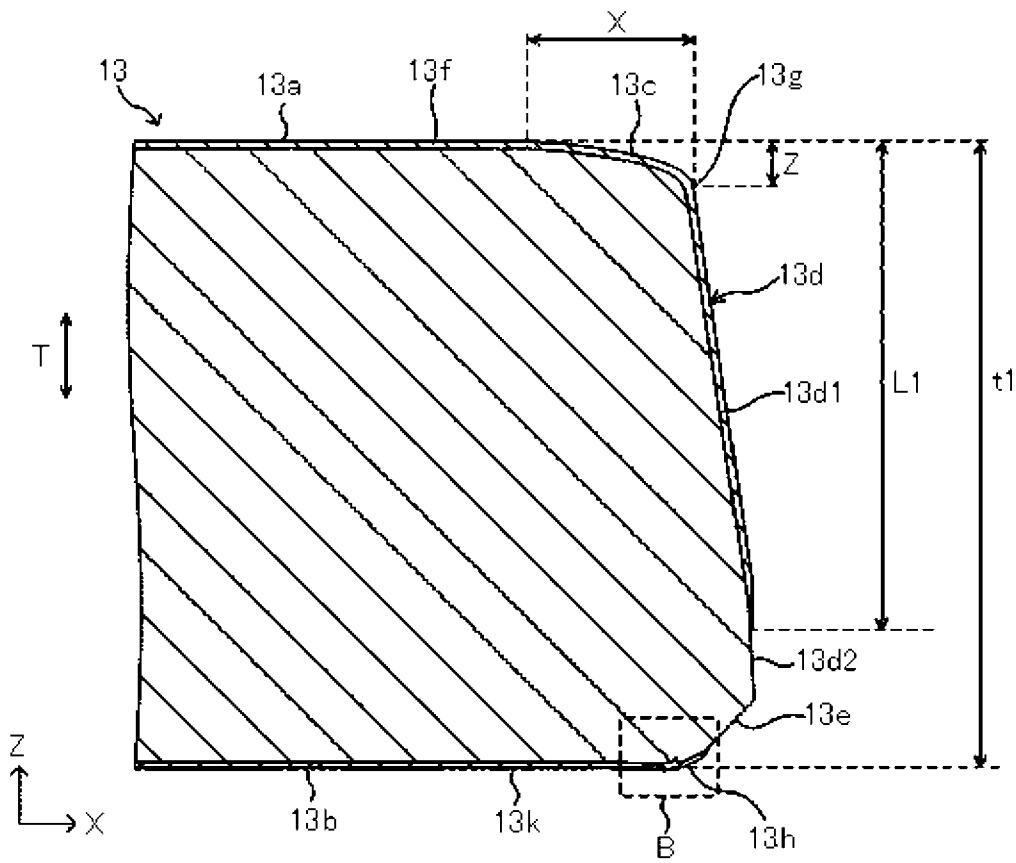




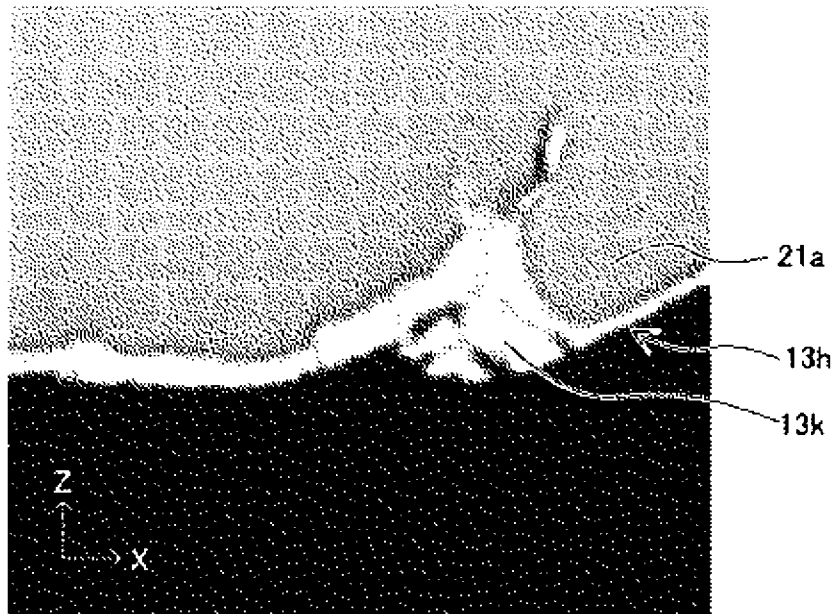
[図5]



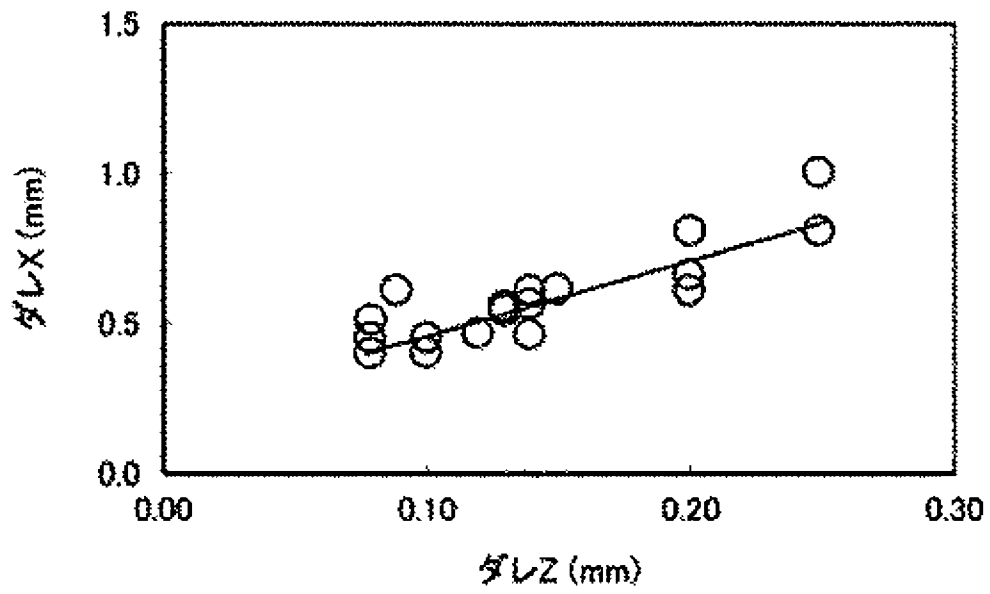
[図6]



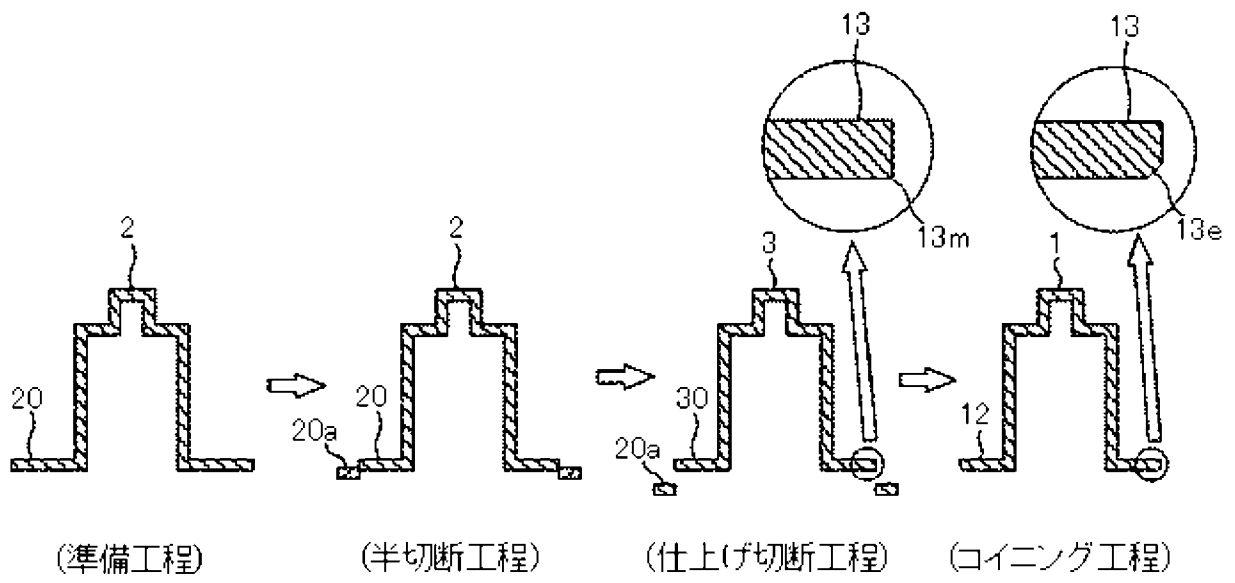
[図7]



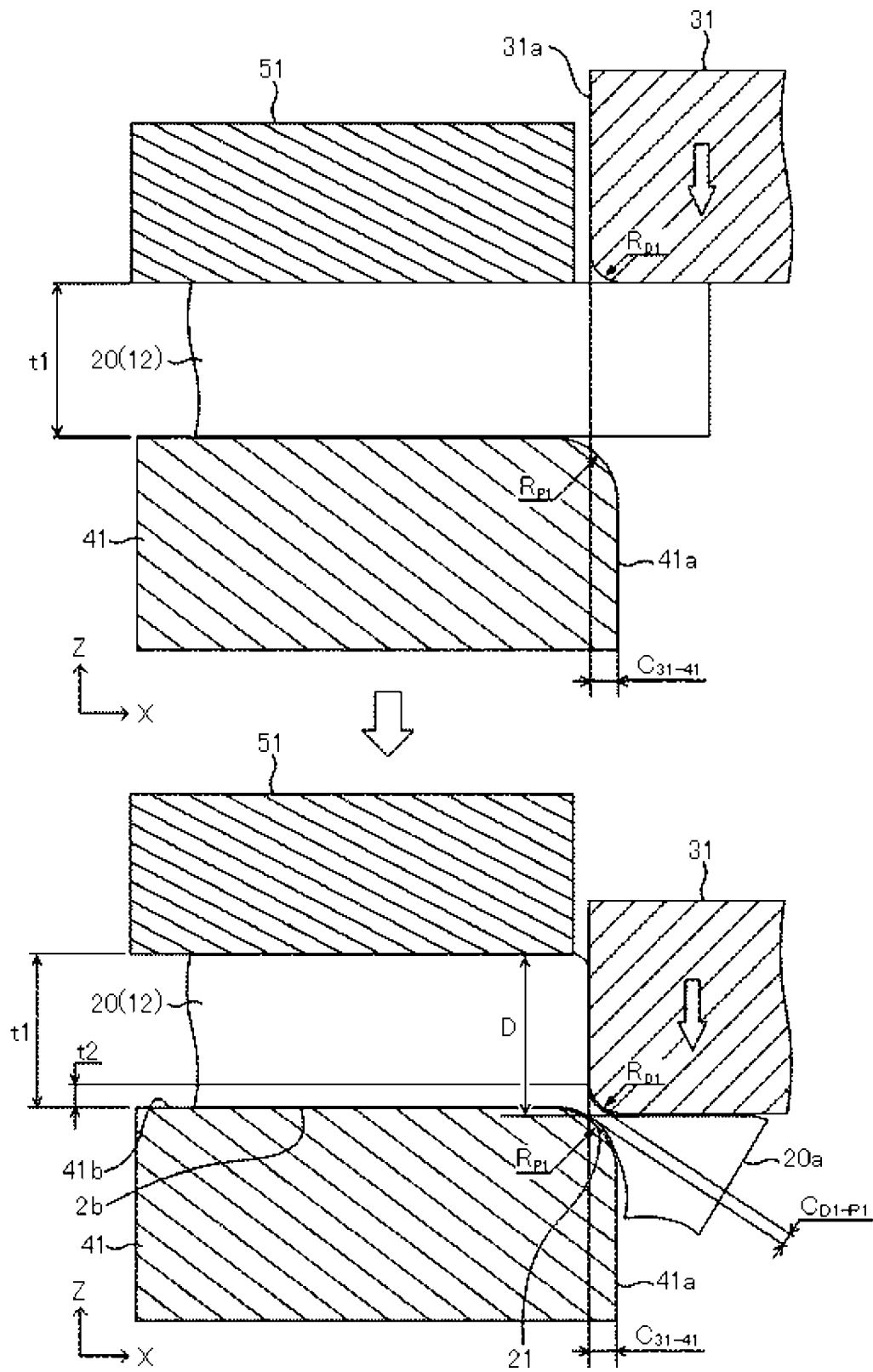
[図8]



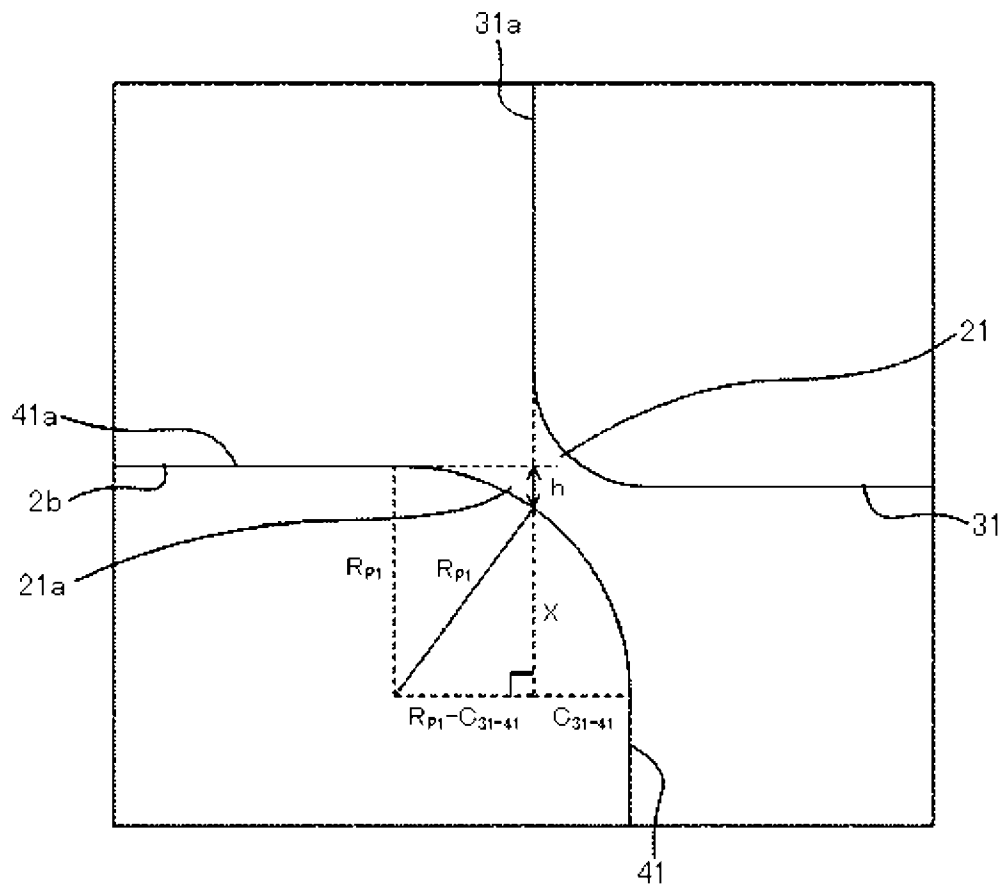
[図9]



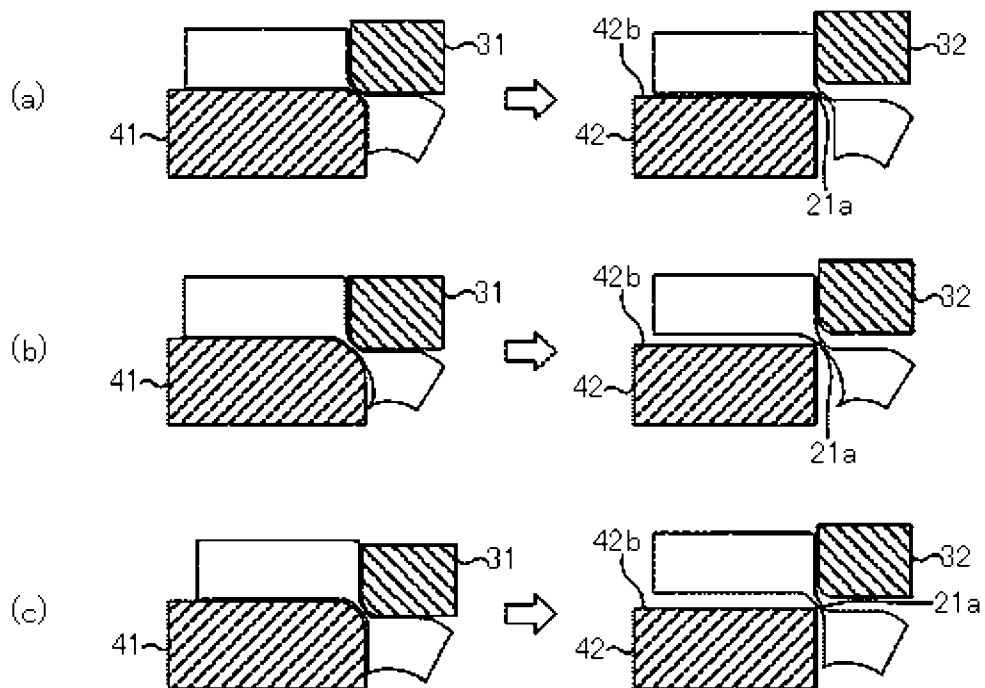
[図10]



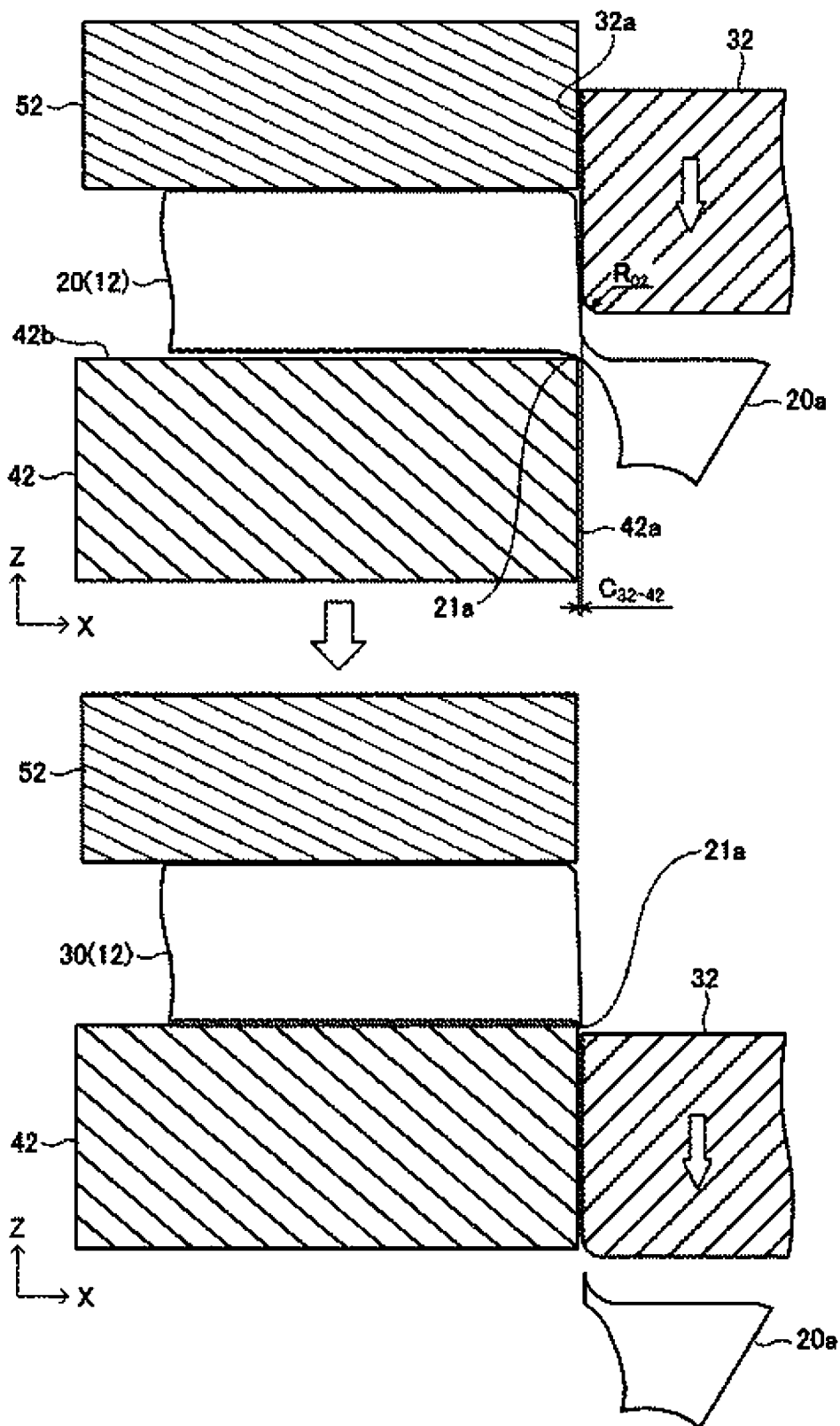
[図11]



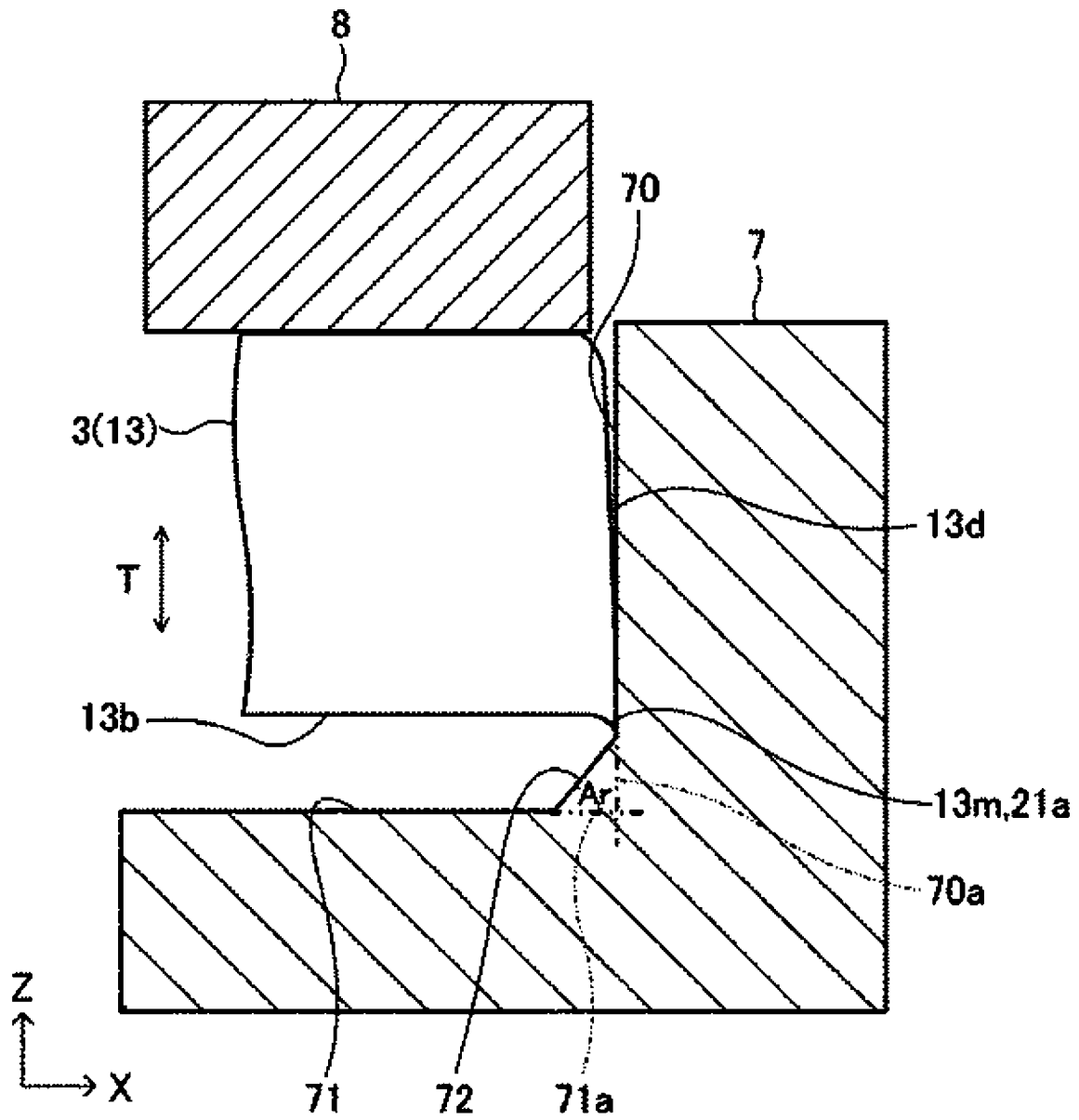
[図12]



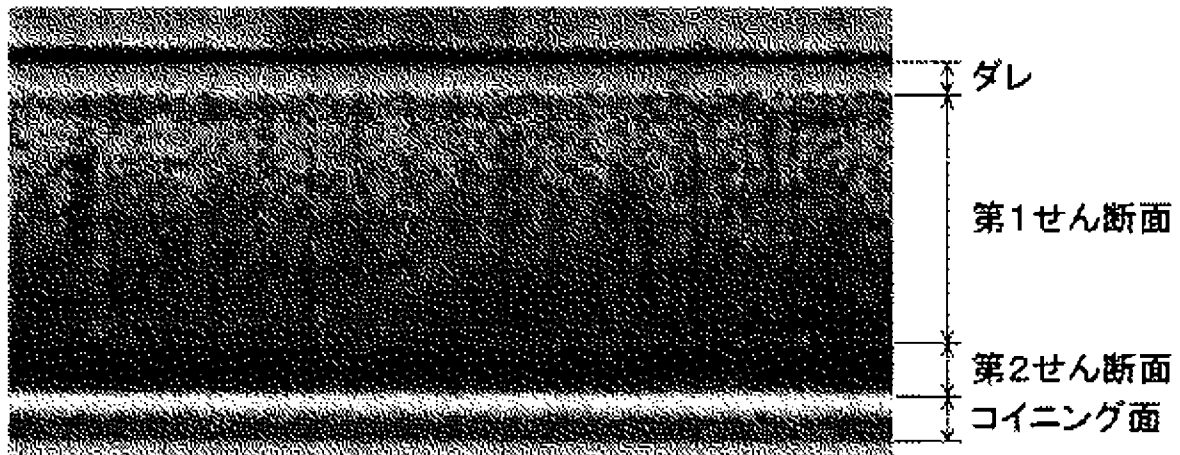
[図13]



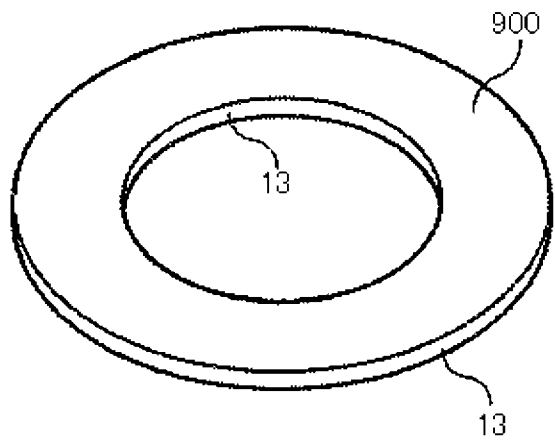
[図14]



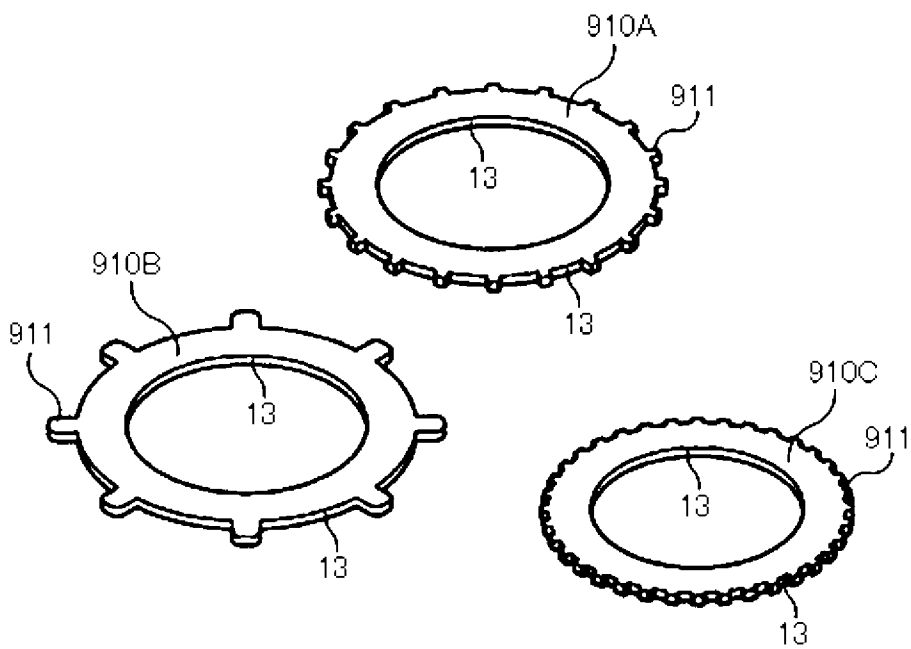
[図15]



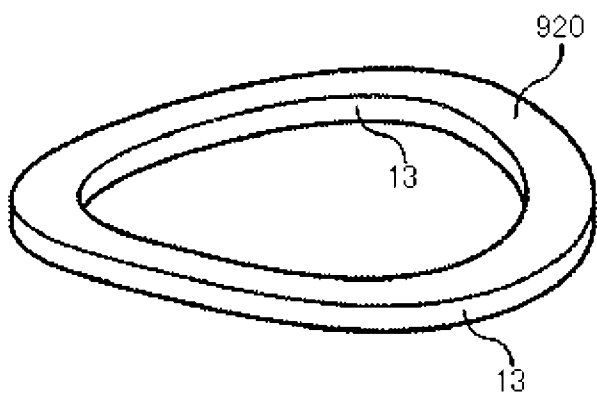
[図16]



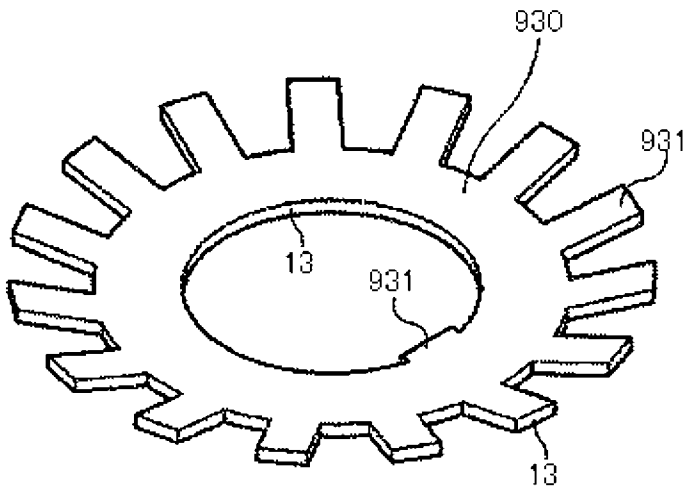
[図17]



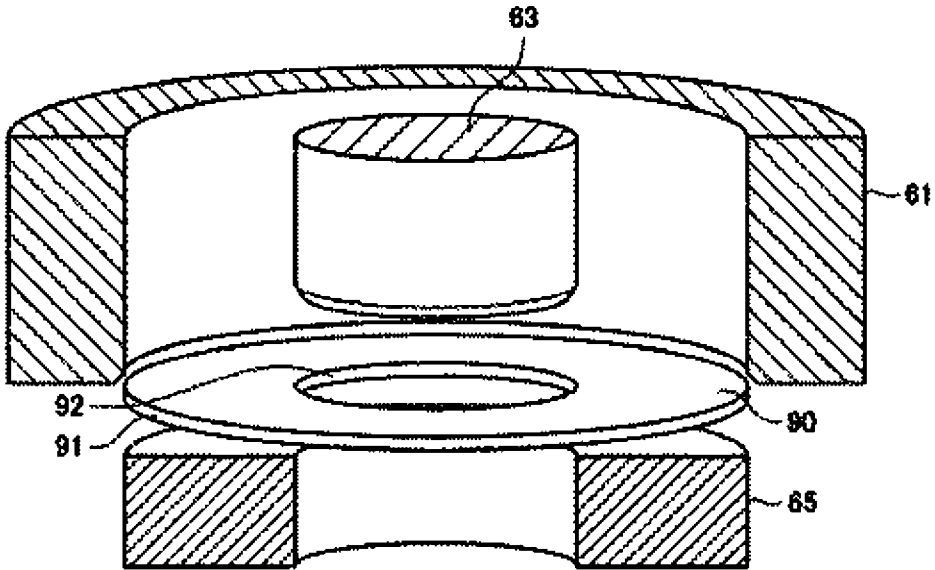
[図18]



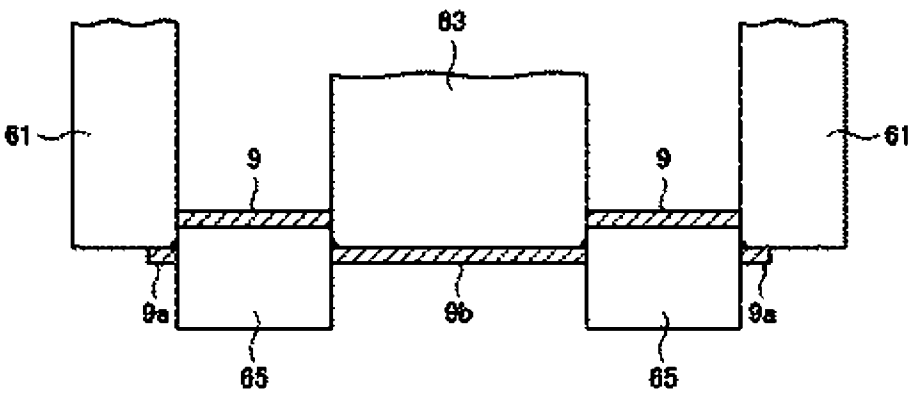
[図19]



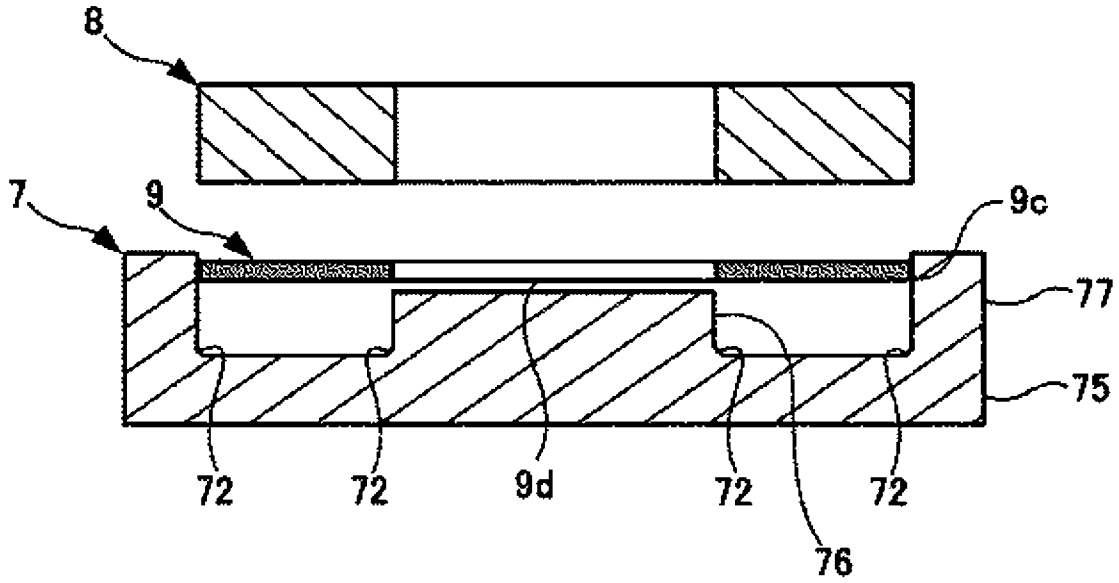
[図20]



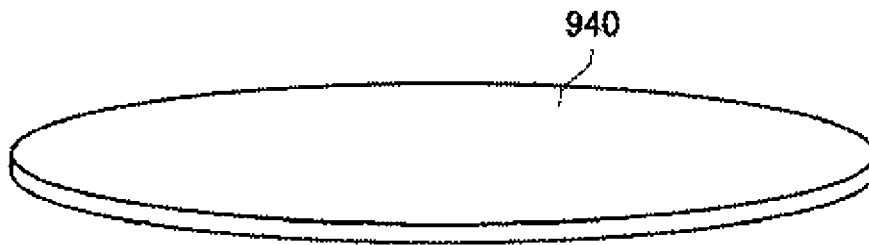
[図21]



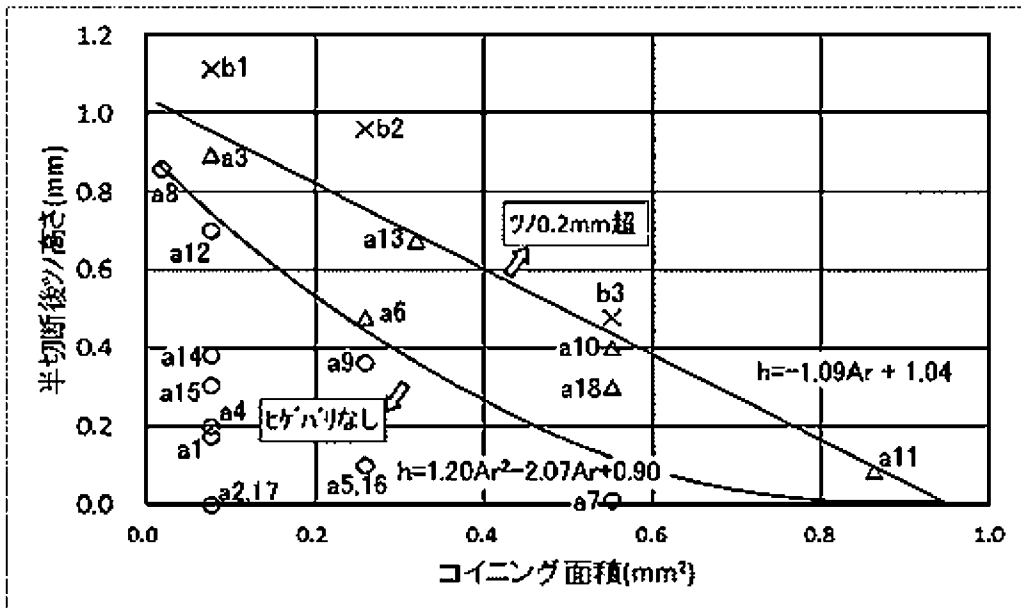
[図22]



[図23]



[図24]



## INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

**PCT/JP2024/022099**

<b>A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER</b>		
<i>B21D 28/02</i> (2006.01)i; <i>B21D 22/02</i> (2006.01)i; <i>B21D 28/16</i> (2006.01)i FI: B21D28/02 Z; B21D28/16; B21D22/02 A		
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; B21D22/02; 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	5
A	paragraphs [0030]-[0177], fig. 1-22	1-4
A	JP 6-57325 A (KABUSHIKI KAISHA KOBE SEIKO SHO) 01 March 1994 (1994-03-01) paragraph [0018]	1-5
<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/JP2024/022099**

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	6-57325	A	01 March 1994	(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 22/02(2006.01)i; B21D 28/16(2006.01)i FI: B21D28/02 Z; B21D28/16; B21D22/02 A		
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; B21D22/02; 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]	5
A	段落[0030]-[0177]、[図1]-[図22]	1-4
A	JP 6-57325 A（株式会社神戸製鋼所）01.03.1994（1994 - 03 - 01） 段落[0018]	1-5
<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/JP2024/022099

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 6-57325 A	01.03.1994	(ファミリーなし)	