

明 細 書

発明の名称：しごき加工用金型及び成形材製造方法

技術分野

[0001] 本発明は、成形加工部に対してしごき加工を行うためのしごき加工用金型及び成形材製造方法に関する。

背景技術

[0002] 一般に、めっき鋼板等の表面処理金属板を素材として、絞り加工等のプレス成形により凸状の成形加工部が成形されている。成形加工部の寸法精度が特に必要とされる場合、成形加工部が成形された後に、その成形加工部に対してしごき加工が施される。しごき加工とは、パンチとダイとの間のクリアランスをしごき加工前の成形加工部の板厚よりも狭くして、パンチ及びダイにより成形加工部の板面をしごき、パンチとダイとの間のクリアランスに成形加工部の板厚を一致させる加工方法である。

[0003] このようなしごき加工に用いる金型としては、例えば下記の特許文献1等
に示されている構成を挙げることができる。すなわち、従来の金型は、パンチとダイとを備えている。パンチは、押込穴への押込方向と平行に直線状に延在された外周面を有する円柱状部材であり、成形加工部の内部に挿入される。ダイは、パンチとともに成形加工部が押し込まれる押込穴を有している。押込穴は、押込穴の入口外縁に配置されるとともに所定の曲率半径を有する曲面により構成された肩部と、肩部のR止まりから押込方向と平行に直線状に延在された内周面とを有している。成形加工部の板面は、押込穴に押し込まれるときに肩部でしごかれて、パンチの外周面と押込穴の内周面との間のクリアランスの広さまで徐々に減肉される。

先行技術文献

特許文献

[0004] 特許文献1：特開平5－50151号公報

発明の概要

発明が解決しようとする課題

- [0005] しごき加工前の成形加工部の板厚は押込方向に沿って非均一である。具体的には、押込方向に沿う成形加工部の後端側の板厚が成形加工部の先端側の板厚よりも厚いことが多い。このように後端側が厚くなるのは、成形加工部を成形する際に後端側よりも先端側が大きく延ばされるためである。
- [0006] 上記のような従来の金型では、パンチの外周面と押込穴の内周面とが平行に延在されている。このため、パンチの外周面と押込穴の内周面との間のクリアランスは押込方向に沿って均一であり、成形加工部の板厚が厚い部分がより多くしごかれてしまう。このため、板厚が厚い部分の表面処理層が削れてしまい、粉状の滓が生じることがある。粉状の滓は、しごき加工後の成形加工部の表面での微小なくぼみ部（打痕）の形成や、その成形材を用いた製品性能の劣化等の問題を引き起こす。
- [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、その目的は、一部の表面処理層に大きな負荷が生じることを回避でき、粉状の滓の発生量を低減できるしごき加工用金型及び成形材製造方法を提供することである。

課題を解決するための手段

- [0008] 本発明に係るしごき加工用金型は、表面処理金属板を素材として形成された凸状の成形加工部に対してしごき加工を行うためのしごき加工用金型であって、成形加工部の内部に挿入されるパンチと、パンチとともに成形加工部が押し込まれる押込穴を有するダイとを備え、押込穴は、押込穴の入口外縁に配置されるとともに所定の曲率半径を有する曲面により構成された肩部と、肩部のR止まりから成形加工部の押込方向に沿って延在されてパンチ及びダイの相対的な変位により成形加工部の外面が摺動される内周面とを含んでおり、内周面は、パンチの外周面と非平行に延在されているとともに、成形加工部のしごき量が押込方向に沿って一定となるようにしごき加工前の成形加工部の押込方向に沿う非均一な板厚分布に応じたクリアランスを外周面との間に有するように設けられている。

[0009] 本発明に係る成形材製造方法は、少なくとも 1 回の成形加工を表面処理金属板に行うことで凸状の成形加工部を成形する工程と、成形加工部を成形した後にしごき加工用金型により成形加工部にしごき加工を行う工程とを含む成形材製造方法であって、しごき加工用金型は、成形加工部の内部に挿入されるパンチと、パンチとともに成形加工部が押し込まれる押込穴を有するダイとを備えており、押込穴は、押込穴の入口外縁に配置されるとともに所定の曲率半径を有する曲面により構成された肩部と、肩部の R 止まりから成形加工部の押込方向に沿って延在されてパンチ及びダイの相対的な変位により成形加工部の外面が摺動される内周面とを含んでおり、内周面は、パンチの外周面と非平行に延在されているとともに、成形加工部のしごき量が押込方向に沿って一定となるようにしごき加工前の成形加工部の押込方向に沿う非均一な板厚分布に応じたクリアランスを外周面との間に有するように設けられている。

発明の効果

[0010] 本発明のしごき加工用金型及び成形材製造方法によれば、押込穴の内周面は、パンチの外周面と非平行に延在されているとともに、成形加工部のしごき量が押込方向に沿って一定となるようにしごき加工前の成形加工部の押込方向に沿う非均一な板厚分布に応じたクリアランスを外周面との間に有するように設けられているので、一部の表面処理層に大きな負荷が生じることを回避でき、粉状の滓の発生量を低減できる。

図面の簡単な説明

[0011] [図1]本発明の実施の形態による成形材製造方法を示すフローチャートである。

[図2]図 1 の成形工程で成形された成形加工部を含む成形材を示す斜視図である。

[図3]図 1 のしごき工程が行われた後の成形加工部を含む成形材を示す斜視図である。

[図4]図 2 の成形加工部 1 の断面図である。

[図5]図1のしごき工程S2で用いられるしごき加工用金型の断面図である。

[図6]図5のしごき加工用金型を用いて成形加工部に対してしごき加工を行っている状態の肩部周辺を拡大して示す説明図である。

[図7]図6の肩部とZn系めっき鋼板のめっき層との関係を概念的に示す説明図である。

[図8]各種のめっき層における図6のめっき層のスキューネス R_{sk} を示すグラフである。

[図9]図8のZn-Al-Mg系合金めっき鋼板におけるしごき率 Y と $X (= r / t_{re})$ との関係を示すグラフである。

[図10]図8の合金化溶融亜鉛めっき鋼板、溶融亜鉛めっき鋼板及び電気亜鉛めっき鋼板におけるしごき率 Y と $X (= r / t_{re})$ 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。
実施の形態1.

図1は本発明の実施の形態による成形材製造方法を示すフローチャートであり、図2は図1の成形工程S1で成形された成形加工部1を含む成形材を示す斜視図であり、図3は図1のしごき工程S2が行われた後の成形加工部1を含む成形材を示す斜視図である。

[0013] 図1に示すように、本実施の形態の成形材製造方法は、成形工程S1としごき工程S2とを含んでいる。成形工程S1は、少なくとも1回の成形加工を表面処理金属板に行うことで凸状の成形加工部1（図2参照）を成形する工程である。成形加工には、絞り加工や張り出し加工等のプレス加工が含まれる。表面処理金属板は、表面に表面処理層が設けられた金属板である。表面処理層には、塗膜やめっき層が含まれる。本実施の形態では、表面処理金属板は、Zn（亜鉛）系めっきが鋼板の表面に施されたZn系めっき鋼板であるとして説明する。

[0014] 図2に示すように、本実施の形態の成形加工部1は、Zn系めっき鋼板が

キャップ体に成形された後に、そのキャップ体の頂部からさらに突出するように成形された凸部である。以下、成形加工部 1 の基部 1 b から頂部 1 a に向かう方向を押込方向 1 c と呼ぶ。この押込方向 1 c は、後述のしごき加工用金型のダイに設けられた押込穴（図 5 参照）に成形加工部 1 が押し込まれる方向を意味する。

[0015] しごき工程 S 2 は、後述するしごき加工用金型により成形加工部 1 にしごき加工を行う工程である。しごき加工とは、しごき加工用金型のパンチとダイとの間のクリアランスをしごき加工前の成形加工部の板厚よりも狭くして、パンチ及びダイにより成形加工部の板面をしごき、パンチとダイとの間のクリアランスに成形加工部の板厚を一致させる加工方法である。すなわち、しごき加工後の成形加工部 1 の肉厚は、しごき加工前の成形加工部 1 の肉厚よりも薄くされている。

[0016] 図 3 に示すように、しごき加工が行われることで、成形加工部 1 の基部 1 b の外面を構成する曲面の曲率半径が小さくされている。このような成形工程 S 1 及びしごき工程 S 2 を経て製造された成形材、すなわち本実施の形態の成形材製造方法により製造された成形材は、様々な用途に用いることができるが、例えばモータケース等の成形加工部 1 の寸法精度が求められる用途に特に用いられる。

[0017] 次に、図 4 は、図 2 の成形加工部 1 の断面図である。図 4 に示すように、しごき加工前の成形加工部 1 の板厚は押込方向 1 c に沿って非均一である。具体的には、押込方向 1 c に沿う成形加工部 1 の基部 1 b 側の板厚は、成形加工部 1 の頂部 1 a 側の板厚よりも厚い。換言すると、成形加工部 1 の板厚は、押込方向 1 c に沿う後端側（基部 1 b 側）から先端側（頂部 1 a 側）に向けて徐々に薄くなっている。このような非均一な板厚分布となるのは、成形工程 S 1 にて成形加工部を成形する際に頂部 1 a 側が基部 1 b 側よりも大きく延ばされるためである。なお、板厚の減少率は、押込方向 1 c に沿って一定であるか又は非一定である。減少率とは、所定位置の板厚 t_1 と、その所定位置から単位距離 d だけ先端側に進んだ位置における板厚 t_2 との差を単位

距離 d で除した値である ($= (t_2 - t_1) / d$)。

[0018] 次に、図5は図1のしごき工程S2で用いられるしごき加工用金型2の断面図であり、図6は図5のしごき加工用金型2を用いて成形加工部に対してしごき加工を行っている状態の肩部211周辺を拡大して示す説明図である。図5において、しごき加工用金型2は、パンチ20とダイ21とを備えている。パンチ20は、上述の成形加工部1の内部に挿入される凸状体である。パンチ20の外周面20aは、押込穴210への押込方向1cと平行に直線状に延在されている。

[0019] ダイ21は、パンチ20とともに成形加工部1が押し込まれる押込穴210を有する部材である。押込穴210は、肩部211と内周面212とを有している。肩部211は、押込穴210の入口外縁に配置されており、所定の曲率半径を有する曲面により構成されている。内周面212は、肩部211のR止まり211aから押込方向1cに沿って延在された壁面である。肩部211のR止まり211aとは、肩部211を構成する曲面の押込穴210の奥側における終端を意味する。内周面212が押込方向1cに沿って延在されるとは、内周面212の延在方向に押込方向1cの成分が含まれることを意味する。後に詳しく説明するように、押込穴210の内周面212は、パンチ20の外周面20aと非平行に延在されている（平行に延在されていない）。

[0020] パンチ20とともに成形加工部1が押込穴210に押し込まれると、図6に示すように成形加工部1の板面が肩部211でしごかれる。また、成形加工部1の外面は、パンチ20及びダイ21の相対的な変位により内周面212上を摺動される。本実施の形態のしごき加工用金型2では、上述のように内周面212がパンチ20の外周面20aと非平行に延在されているので、内周面212も成形加工部1の板面をしごく（減肉する）。

[0021] 内周面212は、成形加工部1のしごき量が押込方向1cに沿って一定となるようにしごき加工前の成形加工部1の押込方向1cに沿う非均一な板厚分布に応じたクリアランス212aをパンチ20の外周面20aとの間に有

するように設けられている。ここでいうクリアランス 212a とは、図 5 に示すようにしごき加工が終了される位置までパンチ 20 が押込穴 210 内に押し込まれた際の内周面 212 と外周面 20a との間のクリアランスである。しごき量とは、しごき加工前の板厚 t_b としごき加工後の板厚 t_a との差である ($= t_b - t_a$)。

[0022] 換言すると、内周面 212 は、押込方向 1c に沿う各位置における外周面 20a とのクリアランス 212a が、同位置におけるしごき加工前の成形加工部 1 の板厚から一定値（必要とされるしごき量）を減じた値となるように設けられている。押込方向 1c に沿う各位置におけるクリアランス 212a を $C(d)$ とし、同位置におけるしごき加工前の成形加工部 1 の板厚を $T_b(d)$ とし、必要とされるしごき量を A とした場合、内周面 212 は、 $C(d) = T_b(d) - A$ を満たすように設けられる。なお、 d は、押込方向 1c に沿う成形加工部 1 の基部 1b からの距離を意味している。

[0023] さらに換言すると、内周面 212 は、しごき加工前の押込方向 1c に沿う成形加工部 1 の板厚の減少率と同じ割合で、内周面 212 と外周面 20a とのクリアランス 212a が押込方向 1c に沿って減少するように設けられている。仮に、押込方向 1c に沿うしごき加工前の成形加工部 1 の板厚の減少率が一定である場合、内周面 212 は、成形加工部 1 の板厚の減少率に応じた角度で延在された直線状のテーパ面により構成される。一方で、押込方向 1c に沿うしごき加工前の成形加工部 1 の板厚の減少率が非一定である場合、成形加工部 1 の板厚の減少率を一定値に近似して、その近似値に応じた角度で延在されるように内周面 212 をテーパ面で構成する。

[0024] このように内周面 212 が構成されることで、押込方向 1c に沿う成形加工部 1 の板厚分布が非均一であっても、しごき加工による成形加工部 1 の表面への負荷を押込方向 1c に沿って均一とすることができる。これにより、一部のめっきに大きな負荷が生じることを回避でき、一部の表面処理層が大きく削れることを防止でき、粉状の滓（めっき滓）の発生量を低減できる。

[0025] 次に、図 7 を参照して肩部 211 でのしごきによりめっき滓が発生するメ

カニズムを説明する。図7は、図6の肩部211とZn系めっき鋼板のめっき層10との関係を概念的に示す説明図である。図7に示すように、Zn系めっき鋼板のめっき層10の表面には微細な凹凸10aが存在する。この凹凸10aは、図6で示したように肩部211によって成形加工部1の板面がしごかれる際に肩部211によって削られて、めっき滓となるおそれがある。

[0026] めっき滓の発生量は、肩部211の曲率半径 r 及びZn系めっき鋼板の板厚 t の比 r/t と相関を有する。肩部211の曲率半径 r が小さいほど、局所的なひずみが増してめっき層10の表面と肩部211との摺動抵抗が増大するので、めっき滓の発生量が増大する。また、Zn系めっき鋼板の板厚 t が大きいほど、肩部211による減肉量が大きくなりZn系めっき鋼板表面にかかる負荷が増大するので、めっき滓の発生量が増大する。すなわち、比 r/t が小さいほどめっき滓の発生量が増大し、比 r/t が大きいほどめっき滓の発生量が減少する。

[0027] 特に、しごき加工が終了する際にR止まり211aとパンチ20との間に挟まれる位置におけるしごき加工前の成形加工部1の板面が、肩部211によって最も減肉される。このため、めっき滓の発生量を抑える観点から見ると、めっき滓の発生量は、肩部211の曲率半径 r と、しごき加工が終了する際にR止まり211aとパンチ20との間に挟まれる位置におけるしごき加工前の成形加工部1の板厚 t_{re} との比 r/t_{re} と強い相関を有する。

[0028] また、めっき滓の発生量は、肩部211によるしごき率とも相関を有する。しごき率は、R止まり211aとパンチ20との間のクリアランスを c_{re} とし、しごき加工が終了する際にR止まり211aとパンチ20との間に挟まれる位置におけるしごき加工前の成形加工部1の板厚を t_{re} とした場合に、 $\{(t_{re} - c_{re}) / t_{re}\} \times 100$ で表わされる。クリアランス c_{re} は、R止まり211aとパンチ20との間に挟まれる位置におけるしごき加工後の成形加工部1の板厚に相当する。しごき率が大きいほど、Zn系めっき鋼板表面にかかる負荷が大きくなり、めっき滓の発生量が増大する。

[0029] 次に、図8は、各種のめっき層における図6のめっき層10のスキューネス R_{sk} を示すグラフである。めっき滓の発生量は、めっき層10のスキューネス R_{sk} とも相関を有する。スキューネス R_{sk} とは、日本工業規格B0601で規定されているものであり、下記の式によって表わされるものである。

[数1]

$$R_{sk} = \frac{l}{Rq^3} \left\{ \frac{1}{l_r} \int_0^{l_r} Z^3(x) dx \right\}$$

ここで、 Rq ：二乗平均平方根粗さ（＝振幅分布曲線の2次モーメントの平方根）

$\int Z^3(x) dx$ ：振幅分布曲線の3次モーメント

[0030] スキューネス R_{sk} は、めっき層10の凹凸10a（図7参照）における凸部の存在確率を表わしている。スキューネス R_{sk} が小さいほど、凸部が少なく、めっき滓の発生量が抑えられる。なお、スキューネス R_{sk} については、本出願人による特開2006-193776号公報でも説明されている。

[0031] 図8に示すように、Zn系めっき鋼板の種類としては、Zn-Al-Mg系合金めっき鋼板、合金化溶融亜鉛めっき鋼板、溶融亜鉛めっき鋼板及び電気亜鉛めっき鋼板が挙げられる。Zn-Al-Mg系合金めっき鋼板は、代表的にはZnと6質量%のAl（アルミニウム）と3質量%のMg（マグネシウム）とを含む合金からなるめっき層を鋼板表面に施したものである。本出願人がそれぞれのスキューネス R_{sk} を調査したところ、図8に示すように、Zn-Al-Mg系合金めっき鋼板のスキューネス R_{sk} は-0.6未満かつ-1.3以上の範囲に含まれ、その他のめっき鋼板は-0.6以上かつ0以下の範囲に含まれることが分った。

[0032] 次に、図9は、Zn-Al-Mg系合金めっき鋼板におけるしごき率YとX（＝ r/t_{re} ）との関係を示すグラフである。本発明者らは、しごき率と r/t_{re} とをそれぞれ変更するように下記の条件にてZn-Al-Mg系合金め

つき鋼板のしごき加工を行った。なお、供試材の板厚は 1.8 mm で、そのめっき付着量は 90 g/m² である。

[0033] [表1]

表1 供試材の化学成分(質量%)

めっき種	C	Si	Mn	P	S	Al	Ti
Zn-Al-Mg系合金めっき鋼板	0.002	0.006	0.14	0.014	0.006	0.032	0.056

[表2]

表2 供試材の機械的性質

めっき種	降伏強度 (N/mm ²)	引張強さ (N/mm ²)	伸び (%)	硬さHv
Zn-Al-Mg系合金めっき鋼板	164	304	49.2	87

[表3]

表3 実験条件

プレス機	2500kN トランスファープレス
しごき加工前の成形加工部の高さ	10.5~13.5 mm
成形加工用金型の肩部の曲率半径 r	1.5~4.5 mm
しごき加工用金型の肩部の曲率半径 r	0.3~2.0 mm
しごき加工用金型のクリアランス	1.10~1.80 mm
プレス油	TN-20 (東京石油(株)製)

[0034] 図9の縦軸は $\{(t_{re} - c_{re}) / t_{re}\} \times 100$ で表わされるしごき率であり、横軸は r / t_{re} で表わされる肩部211の曲率半径 r としごき加工が終了する際に R 止まり 211a とパンチ 20 との間に挟まれる位置におけるしごき加工前の成形加工部 1 の板厚 t_{re} との比である。○はめっき滓の発生を抑えることができたという評価を示し、×はめっき滓の発生を抑えることができなかったという評価を示している。また、●は寸法精度が所定範囲から外れた

ことを示している。

[0035] 図9に示すように、Zn-Al-Mg系合金めっき鋼板の場合、すなわち、スキューネスRskが -0.6 未満かつ -1.3 以上の材料の場合、しごき率をYとし r/t_{re} をXとして $Y=14.6X-4.7$ で表わされる直線の下方の領域でめっき滓の発生を抑えることができることが確認された。すなわち、スキューネスRskが -0.6 未満かつ -1.3 以上の材料の場合、 $0<Y\leq 14.6X-4.7$ を満たすように、肩部211の曲率半径r及びR止まり211aとパンチ20との間のクリアランス c_{re} を決定することで、めっき滓の発生を抑えることができることが確認された。なお、上記の条件式において、 $0<Y$ と規定しているのは、しごき率Yが0%以下の場合にはしごき加工にならないためである。

[0036] 次に、図10は、図8の合金化溶融亜鉛めっき鋼板、溶融亜鉛めっき鋼板及び電気亜鉛めっき鋼板におけるしごき率YとX($=r/t_{re}$)との関係を示すグラフである。本発明者らは、下記の条件にて合金化溶融亜鉛めっき鋼板、溶融亜鉛めっき鋼板及び電気亜鉛めっき鋼板についても同様の実験を行った。なお、プレス機等の実験条件(表3参照)については、上述のZn-Al-Mg系合金めっき鋼板のしごき加工と同様である。また、合金化溶融亜鉛めっき鋼板、溶融亜鉛めっき鋼板は、板厚が 1.8 mm で、めっき付着量を 90 g/m^2 とした。電気亜鉛めっき鋼板については、板厚 1.8 mm で、めっき付着量を 20 g/m^2 とした。

[0037] [表4]

表4 供試材の化学成分(質量%)

めっき種	C	Si	Mn	P	S	Al	Ti
合金化溶融亜鉛めっき鋼板	0.003	0.005	0.14	0.014	0.006	0.035	0.070
溶融亜鉛めっき鋼板	0.004	0.006	0.15	0.014	0.007	0.039	0.065
電気亜鉛めっき鋼板	0.002	0.004	0.13	0.013	0.008	0.041	0.071

[表5]

表5 供試材の機械的性質

めっき種	降伏強度 (N/mm^2)	引張強さ (N/mm^2)	伸び (%)	硬さ H v
合金化溶融亜鉛 めっき鋼板	175	315	46.2	89
溶融亜鉛めっき鋼板	178	318	45.7	90
電気亜鉛めっき鋼板	159	285	53.4	84

[0038] 図10に示すように、合金化溶融亜鉛めっき鋼板、溶融亜鉛めっき鋼板及び電気亜鉛めっき鋼板の場合、すなわち、スキューネス R_{sk} が -0.6 以上かつ 0 以下の材料の場合、しごき率を Y とし r/t_{re} を X として $Y = 12.3X - 7.0$ で表わされる直線の下方の領域でめっき滓の発生を抑えることができることが確認された。すなわち、スキューネス R_{sk} が -0.6 以上かつ 0 以下の材料の場合、 $0 < Y \leq 12.3X - 7.0$ を満たすように、肩部211の曲率半径 r 及び R 止まり211aとパンチ20との間のクリアランス c_{re} を決定することで、めっき滓の発生を抑えることができることが確認された。

[0039] このようなしごき加工用金型2及び成形材製造方法では、内周面212は、成形加工部1のしごき量が押込方向1cに沿って一定となるようにしごき加工前の成形加工部1の押込方向1cに沿う非均一な板厚分布に応じたクリアランス212aをパンチ20の外周面20aとの間に有するように設けられているので、一部の表面処理層（めっき層10）に大きな負荷が生じることを回避でき、粉状の滓（めっき滓）の発生量を低減できる。粉状の滓の発生量を低減することで、しごき加工後の成形加工部1の表面に微小なくぼみ部（打痕）が形成されたり、その成形材を用いた製品性能が劣化されたり、さらに粉状の滓の除去作業が発生したりする問題を解消できる。この構成は、Zn系めっき鋼板のしごき加工を行う際に特に有効である。

[0040] また、スキューネス R_{sk} が -0.6 未満である素材の場合に、 $\{(t_{re} - c_{re}) / t_{re}\} \times 100$ で表わされる Y と r/t_{re} で表わされる X とが $0 < Y \leq$

14. 6 X - 4. 7 の関係を満たすように、肩部 2 1 1 の曲率半径 r 及び R 止まり 2 1 1 a とパンチ 2 0 との間のクリアランス c_{re} が決定されているので、肩部 2 1 1 でのしごきによる粉状の滓の発生量を低減できる。

[0041] さらに、スキューネス R_{sk} が -0. 6 以上である素材の場合に、 $\{(t_{re} - c_{re}) / t_{re}\} \times 100$ で表わされる Y と r / t_{re} で表わされる X とが $0 < Y \leq 12. 3 X - 7. 0$ の関係を満たすように、肩部 2 1 1 の曲率半径 r 及び R 止まり 2 1 1 a とパンチ 2 0 との間のクリアランス c_{re} が決定されているので、肩部 2 1 1 でのしごきによる粉状の滓の発生量を低減できる。

[0042] なお、実施の形態では表面処理金属板が Zn 系めっき鋼板であると説明したが、本発明は例えば塗膜が表面に設けられたアルミニウム板等の他の表面処理金属板にも適用できる。

請求の範囲

- [請求項1] 表面処理金属板を素材として形成された凸状の成形加工部に対してしごき加工を行うためのしごき加工用金型であって、
- 前記成形加工部の内部に挿入されるパンチと、
- 前記パンチとともに前記成形加工部が押し込まれる押込穴を有するダイと
- を備え、
- 前記押込穴は、前記押込穴の入口外縁に配置されるとともに所定の曲率半径を有する曲面により構成された肩部と、前記肩部のR止まりから前記成形加工部の押込方向に沿って延在されて前記パンチ及び前記ダイの相対的な変位により前記成形加工部の外面が摺動される内周面とを含んでおり、
- 前記内周面は、前記パンチの外周面と非平行に延在されているとともに、前記成形加工部のしごき量が前記押込方向に沿って一定となるように前記しごき加工前の前記成形加工部の前記押込方向に沿う非均一な板厚分布に応じたクリアランスを前記外周面との間に有するように設けられている、
- しごき加工用金型。
- [請求項2] 前記肩部の曲率半径及び前記R止まりと前記パンチとの間のクリアランスは、
- 前記肩部の曲率半径を r とし、前記R止まりと前記パンチとの間のクリアランスを c_{re} とし、前記しごき加工が終了する際に前記R止まりと前記パンチとの間に挟まれる位置における前記しごき加工前の前記成形加工部の板厚を t_{re} とした場合に、
- $\{ (t_{re} - c_{re}) / t_{re} \} \times 100$ で表わされる Y と r / t_{re} で表わされる X とが $0 < Y \leq 14.6X - 4.7$ の関係を満たすように決定されている、
- 請求項1記載のしごき加工用金型。

[請求項3] 前記表面処理金属板のスキューネス R_{sk} は -0.6 未満である、
請求項2記載のしごき加工用金型。

[請求項4] 前記肩部の曲率半径及び前記R止まりと前記パンチとの間のクリアランスは、

前記肩部の曲率半径を r とし、前記R止まりと前記パンチとの間のクリアランスを c_{re} とし、前記しごき加工が終了する際に前記R止まりと前記パンチとの間に挟まれる位置における前記しごき加工前の前記成形加工部の板厚を t_{re} とした場合に、

$\{(t_{re} - c_{re}) / t_{re}\} \times 100$ で表わされる Y と r / t_{re} で表わされる X とが $0 < Y \leq 12.3X - 7.0$ の関係を満たすように決定されている、

請求項1記載のしごき加工用金型。

[請求項5] 前記表面処理金属板のスキューネス R_{sk} は -0.6 以上である、
請求項4記載のしごき加工用金型。

[請求項6] 前記表面処理金属板は、鋼板の表面にZn系めっきが施されたZn系めっき鋼板である、請求項1から請求項5までのいずれか1項に記載のしごき加工用金型。

[請求項7] 少なくとも1回の成形加工を表面処理金属板に行うことで凸状の成形加工部を成形する工程と、

前記成形加工部を成形した後にしごき加工用金型により前記成形加工部にしごき加工を行う工程と

を含む成形材製造方法であって、

前記しごき加工用金型は、

前記成形加工部の内部に挿入されるパンチと、

前記パンチとともに前記成形加工部が押し込まれる押込穴を有するダイと

を備えており、

前記押込穴は、前記押込穴の入口外縁に配置されるとともに所定の

曲率半径を有する曲面により構成された肩部と、前記肩部のR止まりから前記成形加工部の押込方向に沿って延在されて前記パンチ及び前記ダイの相対的な変位により前記成形加工部の外面が摺動される内周面とを含んでおり、

前記内周面は、前記パンチの外周面と非平行に延在されているとともに、前記成形加工部のしごき量が前記押込方向に沿って一定となるように前記しごき加工前の前記成形加工部の前記押込方向に沿う非均一な板厚分布に応じたクリアランスを前記外周面との間に有するように設けられている、

成形材製造方法。

[請求項8] 前記肩部の曲率半径及び前記R止まりと前記パンチとの間のクリアランスは、

前記肩部の曲率半径を r とし、前記R止まりと前記パンチとの間のクリアランスを c_{re} とし、前記しごき加工が終了する際に前記R止まりと前記パンチとの間に挟まれる位置における前記しごき加工前の前記成形加工部の板厚を t_{re} とした場合に、

$\{ (t_{re} - c_{re}) / t_{re} \} \times 100$ で表わされる Y と r / t_{re} で表わされる X とが $0 < Y \leq 14.6X - 4.7$ の関係を満たすように決定されている、

請求項7記載の成形材製造方法。

[請求項9] 前記表面処理金属板のスキューネス R_{sk} は -0.6 未満である、請求項8記載の成形材製造方法。

[請求項10] 前記肩部の曲率半径及び前記R止まりと前記パンチとの間のクリアランスは、

前記肩部の曲率半径を r とし、前記R止まりと前記パンチとの間のクリアランスを c_{re} とし、前記しごき加工が終了する際に前記R止まりと前記パンチとの間に挟まれる位置における前記しごき加工前の前記成形加工部の板厚を t_{re} とした場合に、

$\{ (t_{re} - c_{re}) / t_{re} \} \times 100$ で表わされるYと r / t_{re} で表わされるXとが $0 < Y \leq 12.3X - 7.0$ の関係を満たすように決定されている、

請求項7記載の成形材製造方法。

[請求項11] 前記表面処理金属板のスキューネス R_{sk} は -0.6 以上である、
請求項10記載の成形材製造方法。

[請求項12] 前記表面処理金属板は、鋼板の表面にZn系めっきが施されたZn系めっき鋼板である、請求項7から請求項11までのいずれか1項に記載の成形材製造方法。