(19)国家知识产权局

(12)发明专利

(10)授权公告号 CN 113557096 B
(45)授权公告日 2023.09.01

(21)申请号 202080020389.X

(22)申请日 2020.01.09

(65)同一申请的已公布的文献号
申请公布号 CN 113557096 A

(43)申请公布日 2021.10.26

(30)优先权数据
2019-044631 2019.03.12 JP
2019-044629 2019.03.12 JP
2019-044628 2019.03.12 JP

(85)PCT国际申请进入国家阶段日
2021.09.10

(86)PCT国际申请的申请数据
PCT/JP2020/000526 2020.01.09

(87)PCT国际申请的公布数据
WO2020/183882 JA 2020.09.17

(73)专利权人 日本制铁株式会社
地址 日本东京都

(72)发明人 安富隆 小林亚畅

(74)专利代理机构 北京林达刘知识产权代理事务所(普通合伙) 11277
专利代理师 刘新宇 张会华

(51)Int.Cl.
B21D 28/02(2006.01)
B21D 28/14(2006.01)
B21D 28/24(2006.01)
B21D 28/26(2006.01)
B21D 28/34(2006.01)
B23D 15/06(2006.01)
B23D 35/00(2006.01)

(56)对比文件
JP 2004034183 A,2004.02.05
JP 2000108077 A,2000.04.18
WO 2017057466 A1,2017.04.06
JP S60232812 A,1985.11.19
US 4370910 A,1983.02.01
US 2004238663 A1,2004.12.02
JP 2014065045 A,2014.04.17
CN 105636718 A,2016.06.01
TW 201822910 A,2018.07.01
CN 106457348 A,2017.02.22
CN 107249774 A,2017.10.13
CN 104684700 A,2015.06.03

审查员 谢江芳

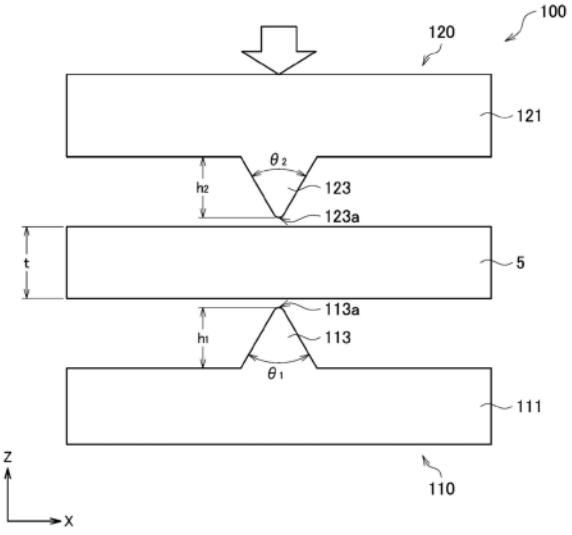
权利要求书3页 说明书44页 附图31页

(54)发明名称

切断方法和切断加工品

(57)摘要

一种使用具备冲模和冲头的切断工具来切断被加工材的切断方法，该切断方法包含如下工序：将被加工材配置于冲模与冲头之间；以及在使冲模的楔形状的第1刃部与冲头的楔形状的第2刃部相对的状态下使冲头向冲模侧相对压入来切断被加工材，第1刃部的顶端角度θ_1和第2刃部的顶端角度θ_2是10°以上且120°以下，第1刃部的顶端半径R_1和第2刃部的顶端半径R_2是板厚的0.5%以上且35.0%以下。



CN 113557096 B

1.一种切断方法,其是使用具备冲模和冲头的切断工具来切断被加工材的切断方法,其中,

该切断方法包含如下工序:

将所述被加工材配置于所述冲模与所述冲头之间;以及

在使所述冲模的楔形状的第1刃部与所述冲头的楔形状的第2刃部相对的状态下,使所述冲头向所述冲模侧相对压入,切断所述被加工材,

所述第1刃部的顶端角度θ_1和所述第2刃部的顶端角度θ_2是10°以上且120°以下,

所述第1刃部的顶端半径R_1和所述第2刃部的顶端半径R_2是板厚的0.5%以上且35.0%以下,

所述被加工材的切断利用多个切断工序进行,

所述多个切断工序包含第1切断工序和在所述第1切断工序之后进行的第2切断工序,

在所述第2切断工序中,进行如下设定中的至少任一者,切断所述被加工材:

使所述第2切断工序中的所述第1刃部的顶端角度θ_1比所述第1切断工序中的所述第1刃部的顶端角度θ_1小;以及

使所述第2切断工序中的所述第2刃部的顶端角度θ_2比所述第1切断工序中的所述第2刃部的顶端角度θ_2小,

或者/并且,

在所述第2切断工序中,进行如下设定中的至少任一者,切断所述被加工材:

使所述第2切断工序中的所述第1刃部的顶端半径R_1比所述第1切断工序中的所述第1刃部的顶端半径R_1小;以及

使所述第2切断工序中的所述第2刃部的顶端半径R_2比所述第1切断工序中的所述第2刃部的顶端半径R_2小。

2.根据权利要求1所述的切断方法,其中,

所述被加工材是利用包覆材包覆母材的表面而成的复层材。

3.根据权利要求1或2所述的切断方法,其中,

所述第1刃部的顶端角度θ_1和所述第2刃部的顶端角度θ_2是30°以上且90°以下。

4.根据权利要求1或2所述的切断方法,其中,

所述第1刃部的顶端半径R_1和所述第2刃部的顶端半径R_2是板厚的1.5%以上且10.0%以下。

5.根据权利要求1所述的切断方法,其中,

对于所述多个切断工序中的第1次切断工序的所述冲头的冲程S,在将所述第1刃部的顶端半径定义为R_1,将所述第2刃部的顶端半径定义为R_2,将所述被加工材的板厚定义为t时,满足下述式(A),

$(R_1+R_2)\leqslant S\leqslant\{t-(R_1+R_2)\}$・・・(A)。

6.根据权利要求1所述的切断方法,其中,

所述被加工材的切削宽度是所述被加工材的一个端部与该被加工材的切断位置的距离,

对于所述被加工材的切削宽度D,在将所述第1刃部的顶端半径定义为R_1,将所述第2刃部的顶端半径定义为R_2,将所述被加工材的板厚定义为t时,满足下述式(B),

$R \leqslant D \leqslant 3t$ ・・・(B)

$R = Min(R_1, R_2)$。

7.根据权利要求1所述的切断方法,其中,

所述冲模的楔形状的第1刃部和所述冲头的楔形状的第2刃部分别具有相对于刃尖处的法线非对称的形状。

8.根据权利要求7所述的切断方法,其中,

所述第1刃部的顶端角度θ_1由该刃部的刃尖处的法线分割成两个角度θ_{1a}、θ_{1b},

所述第2刃部的顶端角度θ_2由该刃部的刃尖处的法线分割成两个角度θ_{2a}、θ_{2b},

作为角度θ_{1a}与角度θ_{1b}的角度差的$(\theta_{1a}-\theta_{1b})$或$(\theta_{1b}-\theta_{1a})$及作为角度$\theta_{2a}$与角度$\theta_{2b}$的角度差的$(\theta_{2a}-\theta_{2b})$或$(\theta_{2b}-\theta_{2a})$是5°以上且45°以下。

9.根据权利要求7所述的切断方法,其中,

在将所述第1刃部的顶端半径R_1设为由该刃部的刃尖处的法线分割成两个的所述第1刃部的各顶端半径R_{1a}、R_{1b}的平均值,将所述第2刃部的顶端半径R_2设为由该刃部的刃尖处的法线分割成两个的所述第2刃部的各顶端半径R_{2a}、R_{2b}的平均值时,

所述顶端半径R_1、R_2分别是板厚的0.5%以上且35.0%以下。

10.根据权利要求9所述的切断方法,其中,

分割所述第1刃部的顶端半径R_1而成的两个顶端半径之比R_{1a}/R_{1b}或R_{1b}/R_{1a}及分割所述第2刃部的顶端半径R_2而成的两个顶端半径之比R_{2a}/R_{2b}或R_{2b}/R_{2a}是1.1以上且100以下。

11.根据权利要求1所述的切断方法,其中,

该切断方法包含如下工序:

从所述被加工材形成具有最终形状区域和沿着该最终形状区域的缘部设置的多余区域的中间件;以及

使用具备与所述最终形状区域的缘部对应地刃部形成为封闭形状的冲模和冲头的切断工具,在使所述冲模的楔形状的第1刃部与所述冲头的楔形状的第2刃部相对的状态下,使所述冲头向所述冲模侧相对压入,切断所述中间件。

12.一种切断加工品,其是利用权利要求1～11中任一项所述的切断方法对被加工材进行切断加工而形成的切断加工品。

13.根据权利要求12所述的切断加工品,其中,

所述切断加工品的切断端面包括:

第1倾斜面,其在板厚方向上从第1表面朝向中央倾斜;

第2倾斜面,其在板厚方向上从第2表面朝向中央倾斜;以及

断裂面,其形成于所述第1倾斜面与所述第2倾斜面之间,

从正面观察所述切断端面时的倾斜面的厚度满足下述关系式(C),

$(T_1+T_2) < T$ ・・・(C)

$T_1 = A_1\cos\theta_1$, $T_2 = A_2\cos\theta_2$

在此,T_1是从正面观察所述切断端面时的所述第1倾斜面的厚度,T_2是从正面观察所述切断端面时的所述第2倾斜面的厚度,A_1是从侧面观察所述切断端面时的所述第1倾斜面的长度,A_2是从侧面观察所述切断端面时的所述第2倾斜面的长度,θ_1是所述第1倾斜面的倾斜角度,θ_2是所述第2倾斜面的倾斜角度,T是所述被加工材的板厚。

14.根据权利要求13所述的切断加工品，其中，

从正面观察所述切断端面时的所述断裂面的厚度T_3满足下述关系式(D)，$0<T_3\leq 0.5T$・・・(D)。

15.根据权利要求13所述的切断加工品，其中，

所述被加工材是利用包覆材包覆母材的表面而成的复层材，

所述第1倾斜面和所述第2倾斜面这两者的至少局部由覆盖所述母材的所述表面的所述包覆材包覆。

16.根据权利要求15所述的切断加工品，其中，

所述第1倾斜面的至少局部由覆盖所述母材的所述第1表面的包覆材包覆，

所述第2倾斜面的至少局部由覆盖所述母材的所述第2表面的包覆材包覆。

17.根据权利要求15或16所述的切断加工品，其中，

所述母材的板厚t是0.2mm以上且10mm以下。

切断方法和切断加工品

技术领域

[0001] 本发明涉及被加工材的切断方法和利用该切断方法切断而形成的切断加工品。

背景技术

[0002] 如对金属件的表面实施镀覆处理而成的镀覆金属板或对金属件的表面进行涂装而成的涂装金属板等那样，根据用途而制造各种表面处理件。例如，在建材、汽车、家电产品中，利用耐腐蚀性优异的镀覆钢板。

[0003] 使用对被加工材实施表面处理而制造的表面处理件的部件例如在切断被实施表面处理的被加工材之后进行加工而制造。被加工材5的切断能够使用例如图35所示那样的剪切加工工具10来切断。剪切加工工具10由冲模11、冲头12以及压料圈13构成。例如，在利用冲模11和压料圈13约束被加工材5的一端的状态下，使相对于冲模11具有间隙d地放置的冲头12向冲模11侧相对移动，对被加工材5施加剪切力。由此，切断被加工材5。

[0004] 使用图35所示那样的剪切加工工具10来切断的被实施表面处理的被加工材5具有图36所示那样的切断端面。被加工材5的切断端面由塌边、剪切面以及断裂面构成。塌边是在对在作为母材的金属件5a的表面包覆有覆膜层5b的被加工材5从被加工材5的上表面侧朝向下表面侧压入图35所示的冲头12时由于作用于被加工材5的上表面的牵拉力而产生的变形。剪切面是由于陷入被加工材5的冲头12的移动而形成的平滑面，断裂面是被加工材5以在被加工材5产生的裂纹为起点而断裂而成的面。如图36所示，在被加工材5的切断端面中，覆膜层5b残存于塌边部，但几乎不残存于剪切面，在断裂面中金属件5a暴露。

[0005] 在此，在被加工材5的切断端面中金属件5a几乎都暴露出来的剪切面和断裂面的耐腐蚀性较低，担心红锈的产生。例如，作为对金属件的表面实施镀覆金属层而成的镀覆金属板的切断端面的防锈对策，通常有利用镀覆金属层进行的牺牲防腐蚀或化成。例如，在专利文献1中公开了如下内容：以切断端面的塌边的大小在板厚方向上处于板厚的0.10倍以上的范围且在平面方向上处于板厚的0.45倍以上的范围的方式进行切断加工。利用这样的切断加工提高施加于金属件的牵拉力和剪切力，使包覆于基材金属件的表面的镀覆金属层绕向切断端面，利用镀覆金属层包覆切断端面中的剪切面的至少局部。利用绕到该切断端面的镀覆金属层的牺牲防腐蚀作用，抑制切断端面的红锈的产生。

[0006] 另外，在专利文献2中公开了如下方法：在利用上下错开的旋转刀刃切断表面处理钢板之后，使用成形辊而进行端面处理。

[0007] 而且，在专利文献3中公开了如下层叠基材的切断方法：向由具有顶端截面呈V形状的上刃的上刃模和与上刃模相对的具有相同形状构造的下刃的下刃模构成的金属模输送而载置层叠基材，利用基于上刃模或上刃模和下刃模的移动动作的上刃和下刃进行切断加工。

[0008] 另外，在专利文献4中公开了如下电触点的制造方法：在线材包覆熔接性良好的材料的外皮而构成线状的触点件，利用具有上表面倾斜的楔状截面的切削刀刃的刀具透过所述外皮而剪断该触点件，从而使所述外皮塑性变形而在线材的剪切面形成熔接性良好的材

料的覆膜，借助该剪切面将线材接合于触点基体金属。在切削刀刃上表面的斜面的中途设有凹陷。

[0009] 现有技术文献

[0010] 专利文献

[0011] 专利文献1：日本特开2017-87294号公报

[0012] 专利文献2：日本特开2018-075600号公报

[0013] 专利文献3：日本特开2006-315123号公报

[0014] 专利文献4：日本特开平1-255117号公报

[0015] 专利文献5：国际公开第2016/027288号

[0016] 专利文献6：日本特开2012-101258号公报

[0017] 专利文献7：日本特开2008-155219号公报

[0018] 非专利文献

[0019] 非专利文献1：加田修、另外两人、“棒线材的高性能成形分析”、新日铁技报、新日铁住金株式会社、2007年3月、第386号、p.59-63

发明内容

[0020] 发明要解决的问题

[0021] 但是，在上述专利文献1中，基材金属件的表面的镀覆金属层仅包覆切断端面中的剪切面的至少局部，在断裂面中基材金属件仍然暴露。因此，镀覆金属板的切断端面的耐腐蚀性不充分。另外，通常，若要以防锈为目的而对切断端面赋予过度的牺牲防腐蚀性，则镀覆金属板的表面的镀材减少，镀覆金属板的表面的表面耐腐蚀性(即，平面耐腐蚀性)降低。

[0022] 另外，在上述专利文献2中，通过表面处理钢板的切断加工和切断加工后的表面处理钢板的端面部的成形这两次加工而提高镀材的包覆率。但是，需要实施多个加工工序，因此设备成本变大。另外，在专利文献2所记载的加工方法中，在利用上下错开的旋转刀刃切断表面处理钢板之后，调整其端面部的形状，因此在各工序中在不同的方向上施加应力，因此容易在镀层产生裂纹、剥离。而且，在专利文献2所记载的加工方法中，为了覆盖作为母材的钢板的端面，需要使更多的镀层从表面侧流入。这样一来，存在产生表层的镀材开裂、局部变薄等不良情况，或者产生由镀材流入到附着有氧化覆膜或污染物的钢板表面上导致的镀材的密合不良的可能性。

[0023] 而且，在上述专利文献3中，刃尖的顶端具有图2的(a)所示那样的平坦部分。因此，若使用该工具来切断层叠基材，则在刀刃切入层叠基材时镀材断开，镀材未包覆于切断端面。另外，在切断的最后成为压溃材料的状态，因此难以在一个工序中切断层叠基材，或者，难以进行在第1工序中对层叠基材施加充分的损伤而在下一工序中将切断端面设为期望的形状的切断。

[0024] 另外，在上述专利文献4中，其目的在于，在切断线材的镀材时使线材的镀材包覆于其端面。如专利文献4的图1或图2所示，该刀具的刀刃的一面是倾斜面，但另一面是大致垂直的面，成为非对称性明显较高的形状。在刀刃切入线材时，刀刃与线材点接触，因此在与刀刃的行进方向垂直的方向上几乎不产生力。因此，若是线材，即使是专利文献4所示的刃尖的形状也能够切断。相对于此，在切断板材的被加工材的情况下，刀刃与被加工材线接

触。因此，在专利文献4所示的刃尖的形状的情况下，在与刀刃的行进方向垂直的方向上产生较大的力，对刀刃的载荷变大。在被加工材如树脂那样相对于刀刃而言非常柔软的情况下，在该刀刃产生的载荷不会产生问题，但在如金属材料那样具有一定以上的强度的材料的切断中，使刀刃的耐久性明显劣化。

[0025] 于是，本发明是鉴于上述问题而完成的，本发明的目的在于，提供在被加工材的切断中能够抑制被加工材所具有的性能在切断后降低的情况的新颖且改良的切断方法和切断工具。

[0026] 用于解决问题的方案

[0027] 为了解决上述问题，根据本发明的一个观点，提供一种切断方法，其是使用具备冲模和冲头的切断工具来切断被加工材的切断方法，其中，该切断方法包含如下工序：将被加工材配置于冲模与冲头之间；以及在使冲模的楔形状的第1刃部与冲头的楔形状的第2刃部相对的状态下，使冲头向冲模侧相对压入，切断被加工材，第1刃部的顶端角度θ_1和第2刃部的顶端角度θ_2是10°以上且120°以下，第1刃部的顶端半径R_1和第2刃部的顶端半径R_2是板厚的0.5％以上且35.0％以下。

[0028] 也可以是，被加工材是利用包覆材包覆母材的表面而成的复层材。

[0029] 也可以是，第1刃部的顶端角度θ_1和第2刃部的顶端角度θ_2是30°以上且90°以下。

[0030] 也可以是，第1刃部的顶端半径R_1和第2刃部的顶端半径R_2是板厚的1.5％以上且10.0％以下。

[0031] 也可以是，被加工材的切断利用多个切断工序进行。

[0032] 也可以是，多个切断工序包含第1切断工序和在第1切断工序之后进行的第2切断工序，在第2切断工序中，进行如下设定中的至少任一者，切断被加工材：使第2切断工序中的第1刃部的顶端角度θ_1比第1切断工序中的第1刃部的顶端角度θ_1小；以及使第2切断工序中的第2刃部的顶端角度θ_2比第1切断工序中的第2刃部的顶端角度θ_2小。

[0033] 另外，也可以是，多个切断工序包含第1切断工序和在第1切断工序之后进行的第2切断工序，在第2切断工序中，进行如下设定中的至少任一者，切断被加工材：使第2切断工序中的第1刃部的顶端半径R_1比第1切断工序中的第1刃部的顶端半径R_1小；以及使第2切断工序中的第2刃部的顶端半径R_2比第1切断工序中的第2刃部的顶端半径R_2小。

[0034] 另外，也可以是，对于多个切断工序中的第1次切断工序的冲头的冲程S，在将第1刃部的顶端半径定义为R_1，将第2刃部的顶端半径定义为R_2，将被加工材的板厚定义为t时，满足下述式(A)。

[0035] $(R_1+R_2)\leqslant S\leqslant\{t-(R_1+R_2)\}$ ・・・(A)

[0036] 也可以是，被加工材的切削宽度是被加工材的一个端部与该被加工材的切断位置的距离，对于被加工材的切削宽度D，在将第1刃部的顶端半径定义为R_1，将第2刃部的顶端半径定义为R_2，将被加工材的板厚定义为t时，满足下述式(B)。

[0037] $R\leqslant D\leqslant 3t$ ・・・(B)

[0038] $R=\mathrm{Min}(R_1,R_2)$

[0039] 也可以是，冲模的楔形状的第1刃部和冲头的楔形状的第2刃部分别具有相对于刃尖处的法线非对称的形状。

[0040] 在此，也可以是，第1刃部的顶端角度θ_1由该刃部的刃尖处的法线分割成两个角度

θ_{1a}、θ_{1b}，第2刃部的顶端角度θ_2由该刃部的刃尖处的法线分割成两个角度θ_{2a}、θ_{2b}，作为角度θ_{1a}与角度θ_{1b}的角度差的($\theta_{1a}-\theta_{1b}$)或($\theta_{1b}-\theta_{1a}$)及作为角度θ_{2a}与角度θ_{2b}的角度差的($\theta_{2a}-\theta_{2b}$)或($\theta_{2b}-\theta_{2a}$)是5°以上且45°以下。

[0041] 另外，也可以是，在将第1刃部的顶端半径R_1设为由该刃部的刃尖处的法线分割成两个的第1刃部的各顶端半径R_{1a}、R_{1b}的平均值，将第2刃部的顶端半径R_2设为由该刃部的刃尖处的法线分割成两个的第2刃部的各顶端半径R_{2a}、R_{2b}的平均值时，顶端半径R_1、R_2分别是板厚的0.5％以上且35.0％以下。

[0042] 也可以是，分割第1刃部的顶端半径R_1而成的两个顶端半径之比R_{1a}/R_{1b}或R_{1b}/R_{1a}及分割第2刃部的顶端半径R_2而成的两个顶端半径之比R_{2a}/R_{2b}或R_{2b}/R_{2a}是1.1以上且100以下。

[0043] 另外，也可以是，切断方法包含如下工序：从被加工材形成具有最终形状区域和沿着该最终形状区域的缘部设置的多余区域的中间件；以及使用具备与最终形状区域的缘部对应地刃部形成为封闭形状的冲模和冲头的切断工具，在使冲模的楔形状的第1刃部与冲头的楔形状的第2刃部相对的状态下，使冲头向冲模侧相对压入，切断中间件。

[0044] 另外，为了解决上述问题，根据本发明的另一观点，提供一种切断加工品，其是对被加工材进行切断加工而形成的，其中，切断加工品的切断端面包括：第1倾斜面，其在板厚方向上从第1表面朝向中央倾斜；第2倾斜面，其在板厚方向上从第2表面朝向中央倾斜；以及断裂面，其形成于第1倾斜面与第2倾斜面之间，从正面观察切断端面时的倾斜面的厚度满足下述关系式(C)。

[0045] $(T_1+T_2)<T$ ・・・(C)

[0046] $T_1=A_1\cos\theta_1$、$T_2=A_2\cos\theta_2$

[0047] 在此，T_1是从正面观察切断端面时的第1倾斜面的厚度，T_2是从正面观察切断端面时的第2倾斜面的厚度，A_1是从侧面观察切断端面时的第1倾斜面的长度，A_2是从侧面观察切断端面时的第2倾斜面的长度，θ_1是第1倾斜面的倾斜角度，θ_2是第2倾斜面的倾斜角度，T是被加工材的板厚。

[0048] 也可以是，从正面观察切断端面时的断裂面的厚度T_3满足下述关系式(D)。

[0049] $0<T_3\leq 0.5T$ ・・・(D)

[0050] 也可以是，被加工材是利用包覆材包覆母材的表面而成的复层材，第1倾斜面和第2倾斜面这两者的至少局部由覆盖母材的表面的包覆材包覆。

[0051] 也可以是，第1倾斜面的至少局部由覆盖母材的第1表面的包覆材包覆，第2倾斜面的至少局部由覆盖母材的第2表面的包覆材包覆。

[0052] 也可以是，母材的板厚t是0.2㎜以上且10㎜以下。

[0053] 发明的效果

[0054] 如以上说明的那样，根据本发明，在被加工材的切断中，能够抑制被加工材所具有的性能在切断后降低的情况。例如，在被实施表面处理的被加工材的切断中，能够在维持母材的平面的包覆材的功能的同时，使该功能还体现于切断端面。

附图说明

[0055] 图1是表示本发明的第1实施方式的切断工具的说明图，表示被加工材的切断前的状态。

[0056] 图2是表示由图1所示的切断工具切断的被加工材的切断后的状态的说明图。

[0057] 图3是表示该实施方式的切断工具的另一结构的说明图。

[0058] 图4是示意性地表示由该实施方式的切断工具切断的被加工材的切断端面的说明图。

[0059] 图5是由该实施方式的切断工具切断被加工材时的被加工材的切断端面的图像。

[0060] 图6是表示该实施方式的切断工具的说明图，表示第1刃部的顶端的位置与第2刃部的顶端的位置的偏离量。

[0061] 图7是用于说明被加工材的切削宽度的示意图。

[0062] 图8是表示切削宽度与断裂面比率的关系的一例的图表。

[0063] 图9是以在图8中设定的各切削宽度切断的被加工材的各片的切断端面的正面照片。

[0064] 图10是针对冲头的刃部表示使由法线一分为二的左右的角度不同而设为非对称形状的例子的示意图。

[0065] 图11是针对冲头的刃部表示使由法线一分为二的左右的顶端半径不同而设为非对称形状的例子的示意图。

[0066] 图12是表示该实施方式的切断工具的说明图，表示第1刃部的顶端的位置与第2刃部的顶端的位置的偏离量。

[0067] 图13是表示本发明的第2实施方式的被加工材的切断位置的俯视图。

[0068] 图14是表示该实施方式的切断方法的中间件的形成工序的说明图。

[0069] 图15是表示该实施方式的切断方法的切断工序的说明图。

[0070] 图16是表示在该实施方式的切断工序中使用的切断工具的说明图，表示被加工材的切断前的状态。

[0071] 图17是表示由图16所示的切断工具切断的被加工材的切断后的状态的说明图。

[0072] 图18是表示该实施方式的切断工具的说明图，表示第1刃部的顶端的位置与第2刃部的顶端的位置的偏离量。

[0073] 图19是表示在该实施方式的另一切断方法中被加工材的切断位置的俯视图。

[0074] 图20是表示该实施方式的另一切断方法的中间件的形成工序的说明图。

[0075] 图21是表示该实施方式的另一切断方法的切断工序的说明图。

[0076] 图22是示意性地表示本发明的一实施方式的切断加工品的切断端面的说明图。

[0077] 图23是用于说明该实施方式的切断加工品的形状的说明图。

[0078] 图24是表示该实施方式的切断加工品的形状的另一例的说明图。

[0079] 图25是作为实施例(A)的由切断工具切断的镀覆金属件的切断端面的正面照片和侧面截面照片。

[0080] 图26是作为实施例的表示镀覆金属件的切断端面的表示由镀材包覆的金属件的包覆状态的板厚比例的图表。

[0081] 图27是在图25所示的照片中表示算出图26的板厚比例时的镀覆金属件的板厚和镀层的厚度的说明图。

[0082] 图28是作为实施例(E)的由切断工具切断的镀覆金属件的切断端面的正面照片和侧面截面照片。

[0083] 图29是作为实施例(F)的由切断工具切断的镀覆金属件的切断端面的正面照片和侧面截面照片。

[0084] 图30是作为实施例(G)的示意性地表示改变切断工具的刃尖的形状时的被加工材的切断端面的说明图。

[0085] 图31是作为实施例(H)的表示与刃尖的顶端的平坦部分的有无相关的刃尖形状的示意图。

[0086] 图32是表示实施例(I)的分析结果和镀覆金属件的切断与否的图。

[0087] 图33是表示用于疲劳试验的试验片的形状的俯视图。

[0088] 图34是表示疲劳试验结果的图表。

[0089] 图35是表示以往的剪切加工工具的一例的说明图。

[0090] 图36是示意性地表示由图35的剪切加工工具切断的被加工材的切断端面的说明图。

具体实施方式

[0091] 以下,参照附图,详细地说明本发明的优选的实施方式。此外,在本说明书和附图中,对具有实质上相同的功能结构的结构要素标注相同的附图标记,省略重复说明。

[0092] [1.第1实施方式]

[0093] [1-1.切断工具的概略结构]

[0094] (1.概略结构)

[0095] 首先,基于图1～图3,说明本发明的第1实施方式的切断工具100的概略结构。此外,图1是表示本实施方式的切断工具100的一例的说明图,表示被加工材5的切断前的状态。图2是表示由图1所示的切断工具100切断的被加工材5的切断后的状态的说明图。图3是表示本实施方式的切断工具100的另一结构的说明图。在图1～图3中,在将被加工材5的板长方向设为X方向,将板宽方向设为Y方向,将板厚方向设为Z方向时,表示沿着板宽方向切断被加工材5的情况。

[0096] 本实施方式的切断工具100是切断被实施表面处理的被加工材的工具。在以下的说明中,作为被加工材的一例,采用在作为母材的金属件(图4的金属件5a)的表面具有包覆层(图4的覆膜层5b)的表面处理件。作为这样的被加工材,例如有对金属板的表面实施镀覆而成的镀覆金属板、对作为母材的金属件涂装表面而成的涂装金属板、将膜层压于金属板而成的膜层压金属板等。

[0097] 如图1所示,本实施方式的切断工具100包括:冲模110,其在从板宽方向(Y方向)观察时在基部111具有楔形状的第1刃部113;以及冲头120,其在从板宽方向(Y方向)观察时在基部121具有楔形状的第2刃部123。楔形状的第1刃部113和第2刃部123在板宽方向(Y方向)上延伸,沿着第1刃部113和第2刃部123所延伸的方向切断被加工材5。

[0098] 由冲模110的第1刃部113和冲头120的第2刃部123切断的被加工材5配置于冲模110与冲头120之间。例如,被加工材5载置于冲模110之上。此时,冲模110和冲头120以使第1刃部113与第2刃部123相对的方式设置。然后,在被加工材5载置于冲模110之上的状态下,使冲头120相对于冲模110相对压入,从而如图2所示那样切断被加工材5。此时,不必一定使用保持被加工材5的压料圈。但是,例如,如图3所示,若使用压料圈130,则能够在刃部113、

123的两侧利用垫板131、132、133、134保持被加工材5。在该情况下，被加工材5的倾斜被抑制，能够稳定地进行切断。

[0099] 此外，压料圈130设于冲模110和冲头120中的至少任一者即可。即，在图3的例子中，在将压料圈130仅设于冲模110时仅设有垫板133、134即可，在将压料圈130仅设于冲头120时仅设有垫板131、132即可。

[0100] 本实施方式的切断工具100在将冲头120向冲模110压入时，利用在第1刃部113和第2刃部123与被加工材5之间产生的牵拉力，使被加工材5的表面的覆膜层进入到切断端面，使得切断端面由覆膜层覆盖。即，使被加工材5的表面的覆膜层跟随将冲头120向冲模110压入时的第1刃部113和第2刃部123相对于被加工材5的动作，使覆膜层进入到切断端面。由此，由覆膜层包覆被加工材5的切断端面。

[0101] (2.覆膜层对切断端面的包覆)

[0102] 将由切断工具100切断的被加工材5的切断端面的一例示于图4。在图4中，示意性地表示被加工材5的切断端面的侧面(即，在板宽方向上观察到的面)的截面。如图4所示，被加工材5的切断端面由塌边s1、s2、倾斜面s3、s4以及断裂面s5构成。塌边s1和倾斜面s3由冲模110的第1刃部113形成，塌边s2和倾斜面s4由冲头120的第2刃部123形成。断裂面s5通过被加工材5以利用第1刃部113和第2刃部123在被加工材5产生的裂纹为起点而断裂而形成。

[0103] 如图4所示，金属件5a的上表面侧的覆膜层5b从金属件5a的表面到塌边s1和倾斜面s3连续地覆盖金属件5a。同样，金属件5a的下表面侧的覆膜层5b从金属件5a的表面到塌边s2和倾斜面s4连续地覆盖金属件5a。这样，由本实施方式的切断工具100切断的被加工材5从金属件5a的表面到切断端面由连续的同一个覆膜层5b包覆。在图5中，表示由本实施方式的切断工具100切断被加工材5时的被加工材5的切断端面的图像。如图5所示，可知，在被加工材的倾斜面，覆膜层包覆于金属件的表面。

[0104] 例如，在被加工材5的切断后，通过对切断端面实施镀覆、涂装等表面处理，能够包覆切断端面。但是，难以以与被加工材5的覆膜层5b相同的组成的材料包覆切断端面，切断端面的耐腐蚀性比金属件5a的表面低。相对于此，由本实施方式的切断工具100切断的被加工材5在切断的同时从金属件5a的表面到切断端面由连续的同一个覆膜层5b包覆，因此切断端面难以氧化。因而，通过使用本实施方式的切断工具100来切断被加工材5，能够提供切断端面的耐腐蚀性较高的被加工材5。

[0105] 此外，由本实施方式的切断工具100切断的被加工材5的切断端面的形状起因于第1刃部113和第2刃部123的形状。第1刃部113和第2刃部123是楔形状，因此在被加工材5的切断端面，并非成为图36所示那样的垂直的剪切面，而是成为具有图4所示那样的沿着楔形状的斜面的倾斜面s3、s4的形状。因此，由例如图1的切断工具100切断的被加工材5的切断端面成为随着朝向板厚方向中心而突出的形状。

[0106] 通过将第1刃部113和第2刃部123的形状设为楔形状，在被加工材5的切断时，金属件5a的表面的覆膜层5b容易沿着楔形状的斜面而跟随第1刃部113和第2刃部123的动作。其结果，如图4所示，不仅能够使金属件5a的表面的覆膜层5b跟随到切断端面的塌边s1、s2，也能够使金属件5a的表面的覆膜层5b跟随到倾斜面s3、s4。另外，通过利用刃部113和刃部123在被加工材5的表背两面形成塌边s1、s2，从而形成没有毛刺的切断面。

[0107] 另外，金属件5a的表面的覆膜层5b跟随第1刃部113和第2刃部123的斜面而向切断

端面移动。此时，如图4所示，覆膜层5b的覆盖切断端面的倾斜面s3、s4的表面的量随着朝向断裂面s5而逐渐减少。通过这样使覆膜层5b包覆于倾斜面s3、s4，即使金属件5a的切断端面中的由覆膜层5b包覆的面增加，包覆金属件5a的表面的覆膜层5b向切断端面移动的量也几乎不增加，因此能够维持被加工材5的平面耐腐蚀性。

[0108] 此外，断裂面s5是产生裂纹而被加工材5断裂而形成的面，因此难以使覆膜层5b进入到断裂面s5。但是，被加工材5沿着第1刃部113和第2刃部123的斜面被切断直到成为第1刃部113的顶端113a与第2刃部123的顶端123a几乎接触的状态为止，因此对于断裂面s5，切断端面中的断裂面s5所占的比例微小。因而，即使断裂面s5未由覆膜层5b覆盖，也不会明显降低耐腐蚀性。

[0109] 而且，通过如本实施方式的切断工具100这样将冲模110的第1刃部113和冲头120的第2刃部123设为楔形状，也能够切断具有例如抗拉强度为200MPa以上的强度的材料或具有厚度的材料。另外，也能够切断具有抗拉强度为270MPa以上的强度的材料，进而，也能够切断具有抗拉强度为590MPa以上的强度的材料。

[0110] [1-2.刃部的形状]

[0111] (a.刃部的形状对称的情况)

[0112] 如图1所示，在本实施方式的切断工具100中，冲模110的第1刃部113和冲头120的第2刃部123具有相同的楔形状。但是，第1刃部113和第2刃部123至少是楔形状即可，优选分别满足以下的形状。

[0113] (顶端角度)

[0114] 优选第1刃部113的顶端角度θ_1和第2刃部123的顶端角度θ_2设为10°以上且120°以下。若顶端角度θ_1、θ_2是10°以上，则倾斜变大，因此覆膜层5b的跟随性提高，切断端面的耐腐蚀性进一步提高。另外，施加于刃部113和刃部123的应力变小，刃尖的损伤被抑制，工具的耐久性提高。另外，若顶端角度θ_1、θ_2是120°以下，则为了切断被加工材5而需要的载荷不会变得过大，并且，在压入刃尖的情况下容易在被加工材5产生龟裂，因此被加工材5的切断变得容易。因此，第1刃部113的顶端角度θ_1和第2刃部123的顶端角度θ_2设为10°以上且120°以下，更优选设为30°以上且90°以下。

[0115] (顶端半径)

[0116] 优选第1刃部113的顶端半径R_1和第2刃部123的顶端半径R_2设为板厚t的0.5％以上且35.0％以下。若顶端半径R_1、R_2是板厚t的0.5％以上，则施加于刃部113和刃部123的刃尖的应力不会变得过大，刃尖的损伤被抑制，耐久性提高。另外，若顶端半径R_1、R_2是板厚t的35.0％以下，则切断端面的形状良好。另外，在压入刃尖的情况下容易在被加工材5产生龟裂，因此被加工材5的切断变得更容易。因此，第1刃部113的顶端半径R_1和第2刃部123的顶端半径R_2设为板厚t的0.5％以上且35.0％以下，更优选设为板厚t的3.0％以上且10.0％以下。

[0117] 在此，第1刃部113和第2刃部123也可以是不同的形状。例如，若顶端半径R_1、R_2和顶端角度θ_1、θ_2中的至少任一者不同，则第1刃部113和第2刃部123成为不同的形状。通过将第1刃部113和第2刃部123设为不同的形状，能够改变断裂面比率。此外，断裂面比率是断裂面s5相对于被加工材5的板厚的比例。

[0118] 此时，优选第1刃部113的顶端半径R_1与第2刃部123的顶端半径R_2之比(顶端半径比

R_1/R_2或R_2/R_1)小于100,更优选小于10。最优选顶端半径R_1、R_2相等的情况。此外,第1刃部113的顶端半径R_1与第2刃部123的顶端半径R_2的大小关系没有特别限定。另外,优选第1刃部113的顶端角度θ_1与第2刃部123的顶端角度θ_2之比(顶端角度比θ_1/θ_2或θ_2/θ_1)小于4,更优选小于2。最优选顶端角度θ_1、θ_2相等的情况。此外,第1刃部113的顶端角度θ_1与第2刃部123的顶端角度θ_2的大小关系没有特别限定。

[0119] 通过以顶端半径比R_1/R_2或R_2/R_1及顶端角度比θ_1/θ_2或θ_2/θ_1处于上述范围内的方式设定,能够降低断裂面比率。在第1刃部113和第2刃部123中,若使顶端半径和顶端角度中的至少任一者大幅不同,则一个刃部的切断先行进行,因此被加工材5的变形集中。其结果,被加工材5的断裂提前,断裂面比率变大,因此覆膜层5b包覆于切断端面的比例降低。于是,通过以顶端半径比R_1/R_2或R_2/R_1及顶端角度比θ_1/θ_2或θ_2/θ_1处于上述范围内的方式设定,能够降低断裂面比率。

[0120] (顶端位置的偏离量)

[0121] 也可以是,如图1和图2所示,使第1刃部113的顶端113a的位置与第2刃部123的顶端123a的位置在同冲模110与冲头120相对的方向(即,被加工材5的板厚方向)正交的水平方向上一致。通过使第1刃部113的顶端113a的位置与第2刃部123的顶端123a的位置一致,能够减小施加于刃部113和刃部123的X方向的力,耐久性提高。另外,能够在恰当的时刻从刃尖产生龟裂,完成切断。

[0122] 或者,也可以是,如图6所示,第1刃部113的顶端113a的位置与第2刃部123的顶端123a的位置在水平方向上偏离偏离量x。顶端位置的偏离量x是指同第1刃部113与第2刃部123相对的方向正交的水平方向(即,X方向)上的第1刃部113的顶端113a与第2刃部123的顶端123a的距离。优选顶端位置的偏离量是板厚t的50%以下。若顶端位置的偏离量是板厚t的50%以下,则能够以可靠地获得期望的端面性状的方式切断被加工材5。

[0123] (切削宽度)

[0124] 被加工材5的切削宽度D是指在由切断工具100切断时应该预先从切断位置起在板长方向(X方向)上残留被加工材5的长度。例如,如图7所示,被加工材5的切削宽度D以从切断位置到被加工材5的一个端部的长度表示。在如图6所示那样第1刃部113的顶端113a的位置与第2刃部123的顶端123a的位置偏离的情况下,被加工材5的切削宽度D例如设为从被加工材5的端部到距该端部较近的那一侧的刃部的顶端位置的长度即可。此外,在图7中,在与取得被加工材5的切削宽度D的一侧相反的那一侧,在冲模110与被加工材5之间配置有垫板140。垫板140与图3所示的压料圈130的垫板131、132、133、134同样地发挥功能。

[0125] 被加工材5的切削宽度D是刃部的顶端半径R以上且被加工材5的板厚t的5倍以下($R \leqslant D \leqslant 5t$),特别优选被加工材5的板厚t的3倍以下($R \leqslant D \leqslant 3t$)。更优选被加工材5的切削宽度D设为刃部的顶端半径R的3倍以上且被加工材5的板厚t以下($3R \leqslant D \leqslant t$)。此外,刃部的顶端半径R是第1刃部113的顶端半径R_1或第2刃部123的顶端半径R_2。在顶端半径R_1、R_2相同的情况下,$R=R_1=R_2$。在顶端半径R_1、R_2不同的情况下,顶端半径R设为第1刃部113的顶端半径R_1和第2刃部123的顶端半径R_2中的较小的一者($R=\mathrm{Min}(R_1,R_2)$)。

[0126] 通过将切削宽度D设为板厚t的5倍以下,更优选设为3倍以下,由切断导致的断裂面s5的产生被抑制,能够降低断裂面比率。在图8中,表示切削宽度D与断裂面比率的关系的一例。图8表示将切削宽度D分别设定成1.6mm(=0.5t)、3.2mm(=t)、5.0mm(≒1.6t)、6.4mm

(＝2.0t)、10.0mm(≒3.1t)、12.8mm(＝4.0t)、16.0mm(＝5.0t)，由图1所示的切断工具100切断板厚t是3.2mm的被加工材5时的断裂面比率。在此，作为被加工材5，使用板厚3.2mm的抗拉强度460MPa的镀锌钢板。切断工具100的顶端半径R设为0.05mm，顶端角度θ设为60°。相同的切削宽度D处的两个点表示针对由切断工具100切断的被加工材5的两个片测定的断裂面比率。

[0127] 另外，在图9中，作为切断端面的例子，表示以1.6mm、3.2mm、6.4mm、12.8mm的切削宽度D切断的被加工材5的各片的切断端面。

[0128] 根据图8和图9，可知，切削宽度D越小，断裂面比率越降低。另外，可知，在切削宽度D是板厚t以下时，断裂面比率进一步降低。另一方面，通过将切削宽度D设为刃部的顶端半径R以上，特别设为顶端半径R的3倍以上，能够抑制由切断时的工具的弹性变形导致的刃尖的错位，能够利用切断获得良好的端面形状。

[0129] 这样，通过改变冲模110的第1刃部113、冲头120的第2刃部123的形状、各刃部113、123的顶端位置的偏离量或被加工材5的切削宽度D，由切断工具100切断的被加工材5的切断端面的形状变化，切断端面的由覆膜层5b包覆的包覆状态变化。因而，冲模110的第1刃部113和冲头120的第2刃部123的形状、各刃部113、123的顶端位置的偏离量以及被加工材5的切削宽度D根据切断后的被加工材5所要求的切断端面的形状或耐腐蚀性而适当设定即可。

[0130] (刃部的高度)

[0131] 对于第1刃部113的高度h_1和第2刃部123的高度h_2，至少使它们的和(h_1+h_2)比被加工材5的板厚t大即可。

[0132] 以上，说明了本实施方式的切断工具100的形状、使用该切断工具100来切断的被加工材5的切断端面的由覆膜层包覆的包覆状态。本实施方式的切断工具100由分别具有楔形状的刃部113、123的冲模110和冲头120构成。通过利用楔形状的刃部113、123切断被加工材5，能够使金属件5a的表面的覆膜层5b跟随刃部113、123的动作而进入到切断端面。覆膜层5b以包覆切断端面的覆膜层的量随着朝向断裂面s5而减少的方式从金属件5a的表面连续地包覆于切断端面的倾斜面s3、s4。因而，能够在维持被加工材5的平面耐腐蚀性的同时提高切断端面的耐腐蚀性。

[0133] 此外，上述切断工具100对被加工材5的切断既可以利用一次切断进行，也可以利用多个切断工序进行。利用多个切断工序进行的切断是指多次实施使冲模110相对于冲头120压入的切断工序而将被加工材5切断成两个片。通过利用多个切断工序切断被加工材5，能够实现各种切断端面。

[0134] 例如，也可以是，在利用多个切断工序切断被加工材5时，阶段性地减小各切断工序中的第1刃部113的顶端角度θ_1和第2刃部123的顶端角度θ_2。更具体来说，多个切断工序包含第1切断工序和在第1切断工序之后进行的第2切断工序。此时，在第2切断工序中，进行如下设定中的至少任一者来切断被加工材5：使第1刃部113的顶端角度θ_1比第1切断工序中的顶端角度θ_1小；以及使第2刃部123的顶端角度θ_2比第1切断工序中的顶端角度θ_2小。由此，能够增加覆膜层5b包覆于切断端面的部分，并且，能够获得良好的端面形状。

[0135] 此时，优选各切断工序的冲头120的冲程S阶段性地减小。通过使最初的切断工序的冲程较大，覆膜层5b相对于第1刃部113和第2刃部123的动作的跟随性提高。

[0136] 例如，优选多个切断工序中的第1次切断工序的冲头120的冲程S满足下述式(1)的

关系式。更优选第1次切断工序的冲头120的冲程S满足下述式(2)。此外，“第1次切断工序的冲头120的冲程S”是指以刀刃与被加工材5接触的位置为起点的冲程量。通过这样设定第1次切断工序的冲头120的冲程S，能够增加覆膜层5b包覆于切断端面的部分，并且，获得良好的端面形状。

[0137] $(R_1+R_2) \leqslant S \leqslant \{t-(R_1+R_2)\}$ ・・・(1)

[0138] $(R_1+R_2) \times 2 \leqslant S \leqslant \{t-(R_1+R_2) \times 2\}$ ・・・(2)

[0139] 另外，也可以是，在利用多个切断工序切断被加工材5时，阶段性地减小各切断工序中的第1刃部113的顶端半径R_1和第2刃部123的顶端半径R_2。即，在第2切断工序中，进行如下设定中的至少任一者来切断被加工材5：使第1刃部113的顶端半径R_1比第1切断工序中的顶端半径R_1小；以及使第2刃部123的顶端半径R_2比第1切断工序中的顶端半径R_2小。在该情况下也是，与减小顶端角度的情况同样，起到如下效果：能够增加覆膜层5b包覆于切断端面的部分，并且，获得良好的端面形状。

[0140] 此外，在想要在抑制被加工材5的切断时的塌边的形成的基础上，使覆膜层5b包覆于切断端面，且减小对切断工具100施加的载荷的情况下，也可以阶段性地增大各切断工序中的第1刃部113的顶端角度θ_1和第2刃部123的顶端角度θ_2。

[0141] 这样，通过在各切断工序中阶段性地改变刃部的顶端半径或顶端角度，能够控制良好的端面形状。而且，也能够阶段性地调整端面的镀材的包覆量。例如，通过阶段性地减小顶端半径或顶端角度，能够减少端面的端部的毛刺且使镀材分布于端面的更广的区域。另外，通过阶段性地增大顶端半径或顶端角度，能够使镀材较多地残留于端面的切断起点部分且使镀材较薄地包覆于端面。这样，通过较多地残留切断起点部分的镀材，能够抑制红锈从端面向被加工材5的表面流出的情况。

[0142] (b.刃部的形状非对称的情况)

[0143] 在本实施方式的切断工具100中，如图1所示，冲模110的第1刃部113和冲头120的第2刃部123具有相对于顶端113a、123a处的法线非对称的楔形状。但是，第1刃部113和第2刃部123至少是相对于法线非对称的楔形状即可，优选分别满足以下的形状。

[0144] (顶端角度)

[0145] 优选第1刃部113的顶端角度θ_1和第2刃部123的顶端角度θ_2设为10°以上且120°以下。若顶端角度θ_1、θ_2是10°以上，则倾斜变大，因此覆膜层5b的跟随性提高，切断端面的耐腐蚀性进一步提高。另外，施加于刃部113和刃部123的应力变小，刃尖的损伤被抑制，工具的耐久性提高。另外，若顶端角度θ_1、θ_2是120°以下，则为了切断被加工材5而需要的载荷不会变得过大，并且，在压入刃尖的情况下容易在被加工材5产生龟裂，因此被加工材5的切断变得容易。因此，第1刃部113的顶端角度θ_1和第2刃部123的顶端角度θ_2设为10°以上且120°以下，更优选设为30°以上且90°以下。

[0146] 另外，在本实施方式的切断工具100中，第1刃部113和第2刃部123的形状设为相对于法线非对称。例如，对于第1刃部113的顶端角度θ_1，通过使由法线一分为二的左右的角度θ_{1a}、θ_{1b}($\theta_1=\theta_{1a}+\theta_{1b}$)不同，能够将第1刃部113的形状设为相对于法线非对称。同样，对于第2刃部123的顶端角度θ_2，通过使由法线一分为二的左右的角度θ_{2a}、θ_{2b}($\theta_2=\theta_{2a}+\theta_{2b}$)不同，能够将第2刃部123的形状设为相对于法线非对称。在图10中，针对冲模110的刃部113和冲头120的刃部123，表示使由法线N一分为二的左右的角度θ_{1a}、θ_{1b}和角度θ_{2a}、θ_{2b}不同而设为非对

称形状的例子。

[0147] 通过使角度θ_{1a}、θ_{1b}或角度θ_{2a}、θ_{2b}不同，能够控制切断被加工材5时的龟裂的进展方向。例如，在被切断成两个的被加工材5中，使不想在切断端面产生毛刺的控制侧的角度(若是冲模110，则是θ_{1a}或θ_{1b}，若是冲头120，则是θ_{2a}或θ_{2b})比另一侧大，从而较大的龟裂容易在控制侧进展。其结果，能够抑制毛刺的产生。

[0148] 此时，期望的是，作为角度θ_{1a}与角度θ_{1b}的角度差的($\theta_{1a}-\theta_{1b}$)或($\theta_{1b}-\theta_{1a}$)及作为角度θ_{2a}与角度θ_{2b}的角度差的($\theta_{2a}-\theta_{2b}$)或($\theta_{2b}-\theta_{2a}$)设为5°以上且45°以下。若左右的角度差是5°以上，则能够稳定地控制被加工材5的龟裂的进展方向。另外，通过左右的角度差设为45°以下，施加于刃部的被加工材5的切断行进方向的载荷中的垂直分量的载荷不会变得过大，能够确保刃部的耐久性。因而，左右的角度差($\theta_{1a}-\theta_{1b}$)或($\theta_{1b}-\theta_{1a}$)及($\theta_{2a}-\theta_{2b}$)或($\theta_{2b}-\theta_{2a}$)设为5°以上且45°以下，更优选设为10°以上且30°以下。

[0149] (顶端半径)

[0150] 在本实施方式的切断工具100中，将第1刃部113和第2刃部123的形状设为相对于法线非对称。如上所述，对于第1刃部113的顶端角度θ_1和第2刃部123的顶端角度θ_2，也可以使由法线一分为二的左右的角度θ_{1a}、θ_{1b}或角度θ_{2a}、θ_{2b}不同，但通过使由法线一分为二的左右的顶端半径R_{1a}、R_{1b}或顶端半径R_{2a}、R_{2b}不同，也能够将第1刃部113和第2刃部123的形状设为相对于法线非对称。在图11中，针对冲模110的刃部113和冲头120的刃部123，表示使由法线N一分为二的左右的顶端半径R_{1a}、R_{1b}和顶端半径R_{2a}、R_{2b}不同而设为非对称形状的例子。

[0151] 通过使顶端半径R_{1a}、R_{1b}或顶端半径R_{2a}、R_{2b}不同，能够控制切断被加工材5时的龟裂的进展方向。例如，在被切断成两个的被加工材5中，使不想在切断端面产生毛刺的控制侧的顶端半径(若是冲模110，则是R_{1a}或R_{1b}，若是冲头120，则是R_{2a}或R_{2b})比另一侧小，较大的龟裂容易在控制侧进展。其结果，能够抑制毛刺的产生。

[0152] 在此，将冲模110的顶端半径R_1设为由该刃部的刃尖处的法线分割成两个的各顶端半径R_{1a}、R_{1b}的平均值($R_1=\{(R_{1a}+R_{1b})/2\}$)。同样，将冲头120的顶端半径$R_2$设为由该刃部的刃尖处的法线分割成两个的各顶端半径$R_{2a}$、$R_{2b}$的平均值($R_2=\{(R_{2a}+R_{2b})/2\}$)。此时，优选顶端半径$R_1$、$R_2$分别设为板厚t的0.5％以上且35.0％以下。若顶端半径R_1、R_2是板厚t的0.5％以上，则施加于刃部113和刃部123的刃尖的应力不会变得过大，刃尖的损伤被抑制，耐久性提高。另外，若顶端半径R_1、R_2是板厚t的35.0％以下，则切断端面的形状良好。另外，在压入刃尖的情况下容易在被加工材5产生龟裂，因此被加工材5的切断变得更容易。因此，第1刃部113的顶端半径R_1和第2刃部123的顶端半径R_2设为板厚t的0.5％以上且35.0％以下，更优选设为板厚t的3.0％以上且10.0％以下。

[0153] 此时，期望的是，第1刃部113的左右的顶端半径之比R_{1a}/R_{1b}或R_{1b}/R_{1a}及第2刃部123的左右的顶端半径之比R_{2a}/R_{2b}或R_{2b}/R_{2a}设为1.1以上且100以下。若左右的顶端半径Ra、Rb之比是1.1以上，则能够稳定地控制被加工材5的龟裂的进展方向。另外，通过左右的顶端半径Ra、Rb之比设为100以下，施加于刃部的被加工材5的切断行进方向的载荷中的垂直分量的载荷不会变得过大，能够确保刃部的耐久性。因而，左右的顶端半径之比(R_{1a}/R_{1b}或R_{1b}/R_{1a}及R_{2a}/R_{2b}或R_{2b}/R_{2a})设为1.1以上且100以下，更优选设为5以上且20以下。

[0154] 在此，第1刃部113和第2刃部123既可以如图1等所示那样是相对于被加工材5对称的形状，也可以是不同的形状。例如，在第1刃部113和第2刃部123中，若左右的顶端角度θ_{1a}、

θ_{1b}或θ_{2a}、θ_{2b}及左右的顶端半径R_{1a}、R_{1b}或R_{2a}、R_{2b}中的至少任一者不同，则第1刃部113和第2刃部123成为不同的形状。通过将第1刃部113和第2刃部123设为不同的形状，能够改变断裂面比率。此外，断裂面比率是断裂面s5相对于被加工材5的板厚的比例。

[0155] (顶端位置的偏离量)

[0156] 也可以是，如图1和图2所示，使第1刃部113的顶端113a的位置与第2刃部123的顶端123a的位置在同冲模110与冲头120相对的方向(即，被加工材5的板厚方向)正交的水平方向上一致。通过使第1刃部113的顶端113a的位置与第2刃部123的顶端123a的位置一致，能够减小施加于刃部113和刃部123的X方向的力，耐久性提高。另外，能够在恰当的时刻从刃尖产生龟裂，完成切断。

[0157] 或者，也可以是，如图12所示，第1刃部113的顶端113a的位置与第2刃部123的顶端123a的位置在水平方向上偏离偏离量x。顶端位置的偏离量x是指同第1刃部113与第2刃部123相对的方向正交的水平方向(即，X方向)上的第1刃部113的顶端113a与第2刃部123的顶端123a的距离。优选顶端位置的偏离量是板厚t的50％以下。若顶端位置的偏离量是板厚t的50％以下，则能够以可靠地获得期望的端面性状的方式切断被加工材5。

[0158] (切削宽度)

[0159] 被加工材5的切削宽度D是指在由切断工具100切断时应该预先从切断位置起在板长方向(X方向)上残留被加工材5的长度。例如，如图7所示，被加工材5的切削宽度D以从切断位置到被加工材5的一个端部的长度表示。在如图12所示那样第1刃部113的顶端113a的位置与第2刃部123的顶端123a的位置偏离的情况下，被加工材5的切削宽度D例如设为从被加工材5的端部到距该端部较近的那一侧的刃部的顶端位置的长度即可。此外，在图7中，在与取得被加工材5的切削宽度D的一侧相反的那一侧，在冲模110与被加工材5之间配置有垫板140。垫板140与图3所示的压料圈130的垫板131、132、133、134同样地发挥功能。

[0160] 被加工材5的切削宽度D是刃部的顶端半径R以上且被加工材5的板厚t的5倍以下($R \leqslant D \leqslant 5t$)，特别优选被加工材5的板厚t的3倍以下($R \leqslant D \leqslant 3t$)。更优选被加工材5的切削宽度D设为刃部的顶端半径R的3倍以上且被加工材5的板厚t以下($3R \leqslant D \leqslant t$)。此外，刃部的顶端半径R设为第1刃部113的左右的顶端半径R_{1a}、R_{1b}和第2刃部123的左右的顶端半径R_{2a}、R_{2b}中的最小的一者($R=\mathrm{Min}(R_{1a},R_{1b},R_{2a},R_{2b})$)。

[0161] 通过将切削宽度D设为板厚t的5倍以下，更优选设为3倍以下，由切断导致的断裂面s5的产生被抑制，能够降低断裂面比率。另一方面，通过将切削宽度D设为刃部的顶端半径R以上，特别设为顶端半径R的3倍以上，能够抑制由切断时的工具的弹性变形导致的刃尖的错位，能够利用切断获得良好的端面形状。其理由基于图8和图9如上所述。

[0162] 这样，通过改变冲模110的第1刃部113、冲头120的第2刃部123的形状、各刃部113、123的顶端位置的偏离量或被加工材5的切削宽度D，由切断工具100切断的被加工材5的切断端面的形状变化，切断端面的由覆膜层5b包覆的包覆状态变化。因而，冲模110的第1刃部113和冲头120的第2刃部123的形状、各刃部113、123的顶端位置的偏离量以及被加工材5的切削宽度D根据切断后的被加工材5所要求的切断端面的形状或耐腐蚀性而适当设定即可。

[0163] 例如，若将冲模110的第1刃部113和冲头120的第2刃部123设为相同的左右非对称的形状，使第1刃部113的顶端113a的位置与第2刃部123的顶端123a的位置一致，相对于被加工材5对称地配置，则能够提高切断端面的耐腐蚀性。其原因在于，切断端面相对于板厚

中央位置对称，被加工材5下表面侧的覆膜层5b向倾斜面s3的进入与被加工材5上表面侧的覆膜层5b向倾斜面s4的进入大致均等。

[0164] 另外，在例如熔接切断端面的情况下，从作业的容易性考虑，期望切断端面平坦。在该情况下，也可以将冲模110的第1刃部113和冲头120的第2刃部123设为不同的楔形状，提高切断端面的平坦性。

[0165] (刃部的高度)

[0166] 第1刃部113的高度h_1和第2刃部123的高度h_2与刃部的形状对称的情况同样，至少使它们的和(h_1+h_2)比被加工材5的板厚t大即可。

[0167] 这样，也可以是，切断工具100由分别具有左右非对称的楔形状的刃部113、123的冲模110和冲头120构成。通过利用楔型状的刃部113、123切断被加工材5，能够使金属件5a的表面的覆膜层5b跟随刃部113、123的动作而进入到切断端面。覆膜层5b以包覆切断端面的覆膜层的量随着朝向断裂面s5而减少的方式从金属件5a的表面连续地包覆于切断端面的倾斜面s3、s4。因而，能够在维持被加工材5的平面耐腐蚀性的同时提高切断端面的耐腐蚀性。另外，本实施方式的切断工具100通过冲模110和冲头120的刃部113、123具有相对于顶端113a、123a处的法线非对称的形状，能够控制切断被加工材5时的龟裂的进展方向。

[0168] 此外，上述切断工具100对被加工材5的切断既可以利用一次切断进行，也可以利用多个切断工序进行。利用多个切断工序进行的切断是指多次实施使冲模110相对于冲头120压入的切断工序而将被加工材5切断成两个片。通过利用多个切断工序切断被加工材5，能够实现各种切断端面。

[0169] [2.第2实施方式]

[0170] 接着，说明本发明的第2实施方式的被加工材的切断方法。本实施方式的被加工材的切断方法与例如冲孔加工、冲裁加工等那样从被加工材5切断在俯视被加工材5时缘部由曲线规定的封闭形状的区域(以下，也称为“封闭区域”。)的切断加工相关。在这样的切断加工中，也进行与如专利文献1那样呈直线状切断被加工材的情况同样的研究。

[0171] 例如，在专利文献5中公开了如下冲裁加工方法：在进行Zn系镀覆钢板的冲裁加工之前，向该Zn系镀覆钢板的表面的冲裁预定部位涂布速干性油，然后，以速干性油绕向冲裁端面的方式进行该部位的冲裁加工。根据专利文献5所记载的方法，在冲裁加工前向Zn系镀覆钢板表面的冲裁预定部位涂布速干性油，因此在冲裁加工时该速干性油绕向冲裁端面，端面的耐腐蚀性降低被抑制。

[0172] 另外，在专利文献6中公开了如下涂装钢板的剪切加工方法：在进行涂装钢板的剪切加工时，作为冲头使用在冲头刃尖设有由具有沿着冲头的径向的长径和沿着冲头的轴向的短径的椭圆状的圆弧面构成的角部的冲头，使长径比涂膜剥离部的朝向冲头的外径侧的扩大量大，从而使涂膜剥离部包含于切屑侧。根据专利文献6所记载的方法，能够避免涂膜剥离部残留于剪切加工后的涂装钢板，能够抑制起因于涂膜剥离部的涂膜剥离(enamel hair)的产生。

[0173] 但是，在上述专利文献1所记载的方法中，基材金属件的表面的镀覆金属层仅包覆切断端面中的剪切面的至少局部，在断裂面中基材金属件仍然暴露。因此，镀覆金属板的切断端面的耐腐蚀性不充分。另外，通常，若要以防锈为目的而对切断端面赋予过度的牺牲防腐蚀性，则镀覆金属板的表面的镀材减少，镀覆金属板的表面的表面耐腐蚀性(即，平面耐

腐蚀性)降低。

[0174] 另外,在上述专利文献5所记载的方法中,需要向Zn系镀覆钢板的表面的冲裁预定部位涂布速干性油。另外,若Zn系镀覆钢板的板厚变厚,则速干性油难以绕向冲裁端面的整个区域,在冲裁加工之后,必须向冲裁端面也涂布速干性油。

[0175] 上述专利文献6所记载的方法是在剪切加工后的涂膜钢板中避免涂膜从塌边剥离的技术,不是利用涂膜包覆剪切面的技术。因此,涂膜未附着于涂膜钢板的剪切面,在剪切面中未体现通过涂膜附着而实现的功能。

[0176] 于是,在本实施方式的被加工材的切断方法中,在从被加工材5切断封闭区域的切断加工中也是,在被实施表面处理的被加工材的切断中,能够在维持母材的平面的包覆材的功能的同时,使该功能还体现于切断端面。以下,详细地说明本实施方式的被加工材的切断方法。

[0177] [2-1.将从被加工材去除封闭区域而成的部分作为产品的情况(冲孔加工)]

[0178] (1.切断方法)

[0179] 首先,基于图13～图17,说明本发明的第2实施方式的被加工材的切断方法。图13是表示本实施方式的被加工材5的切断位置的俯视图。图14是表示本实施方式的切断方法的中间件的形成工序的说明图。图15是表示本实施方式的切断方法的切断工序的说明图。图16是表示在本实施方式的切断工序中使用的切断工具100的一例的说明图,表示被加工材5的切断前的状态。图17是表示由图16所示的切断工具100切断的被加工材5的切断后的状态的说明图。图16和图17示意性地表示图15所示的切断工具100和被加工材5。

[0180] 此外,在本实施方式的切断方法中,切断被实施表面处理的被加工材5。在以下的说明中,作为被加工材5的一例,采用在作为母材的金属件(图4的金属件5a)的表面具有包覆层(图4的覆膜层5b)的表面处理件。作为这样的被加工材,例如有对金属板的表面实施镀覆而成的镀覆金属板、对作为母材的金属件涂装表面而成的涂装金属板、将膜层压于金属板而成的膜层压金属板等。

[0181] 本实施方式的切断方法是从被加工材5切断被加工材5的封闭区域的方法。作为这样的切断方法的一例,在本实施方式中,说明将如冲孔加工那样从被加工材5去除封闭区域而形成有贯通孔的部分作为产品时的切断方法。封闭区域是由曲线(也可以包含直线)表示的形状即可,也可以是例如圆形、椭圆形等形状。

[0182] 本实施方式的切断方法包含从被加工材5形成中间件的工序和切断中间件而取得作为产品利用的部分的工序。例如,在从图13所示的被加工材5切断圆形的封闭区域的情况下,首先,在从被加工材5形成中间件的工序中,被加工材5在切断位置P1处被切断,形成切断位置P1的内部被去除而成的中间件。切断位置P1设定于比最终想要切断的切断位置P2靠内部的位置。接着,在切断中间件的工序中,在最终想要切断的切断位置P2处切断中间件。中间件使用在冲模和冲头具有楔形状的刃部的切断工具来切断。

[0183] 这样,在本实施方式的切断方法中,通过利用楔形状的刃部切断中间件,形成最终的产品形状,如图4所示,能够利用覆膜层5b包覆切断后的被加工材5的切断端面。因而,能够在维持被加工材5的平面耐腐蚀性的同时提高切断端面的耐腐蚀性。另外,在将被加工材5在最终想要切断的切断位置P2处切断之前,残留多余区域地切断封闭区域。由此,当在切断位置P2处切断封闭区域时,能够确保材料移动的空间,因此能够可靠地切断被加工材5。

[0184] (中间件形成工序)

[0185] 将从被加工材5形成中间件的工序的一例示于图14。在图14中,使用具有冲模51和冲头52的切断工具50,在切断位置P1处切断被加工材5。冲模51是具有与在切断位置P1处切断的封闭区域对应的形状的贯通孔的筒状构件。冲头52是贯穿于冲模51的贯通孔的构件,具有与冲模51的贯通孔的内部空间对应的形状。通过在被加工材5载置于冲模51上的状态下压入冲头52,从被加工材5切断切断位置P1的封闭区域。其结果,如图14下侧所示,获得形成有贯通孔的被加工材5。将该被加工材5作为中间件。

[0186] 中间件的贯通孔形成于最终想要切断的切断位置P2的内部。若将在下一工序中在切断位置P2处切断中间件而获得的被加工材5的区域设为最终形状区域,则切断位置P1沿着最终形状区域的缘部(即切断位置P2)设定于与最终形状区域相反的那一侧。即,中间件除了具有最终形状区域之外,还具有切断位置P2与切断位置P1之间的部分作为多余区域。多余区域在下一工序中被切断。通过这样形成中间件,当在下一工序中在切断位置P2处切断中间件时,材料能够向贯通孔侧移动。

[0187] 此外,从被加工材5形成中间件的方法不限定于使用图14所示的切断工具50的方法,也可以使用激光切断或其他切断方法而实施。

[0188] (切断工序)

[0189] 将切断中间件的工序的一例示于图15。如图15所示,用于切断中间件的切断工具100具有:冲模110,其在基部111具有楔形状的第1刃部113;以及冲头120,其在基部121具有楔形状的第2刃部123。楔形状的第1刃部113和第2刃部123与切断位置P2对应地形成为封闭形状。在例如图15所示那样切断位置P2是圆形的情况下,楔形状的第1刃部113和第2刃部123形成为圆形。

[0190] 如图16所示,由冲模110的第1刃部113和冲头120的第2刃部123切断的被加工材5配置于冲模110与冲头120之间。例如,被加工材5载置于冲模110之上。此时,冲模110和冲头120以使第1刃部113与第2刃部123相对的方式设置。并且,在被加工材5载置于冲模110之上的状态下,通过使冲头120相对于冲模110相对压入而如图17所示那样在切断位置P2处切断被加工材5。如图15下侧所示,由切断工具100切断的被加工材5的多余区域被去除而仅残留最终形状区域。

[0191] 本实施方式的切断工具100在将冲头120向冲模110压入时,利用在第1刃部113和第2刃部123与被加工材5之间产生的牵拉力,使被加工材5的表面的覆膜层进入到切断端面,使得切断端面由覆膜层覆盖。即,使被加工材5的表面的覆膜层跟随将冲头120向冲模110压入时的第1刃部113和第2刃部123相对于被加工材5的动作,使覆膜层进入到切断端面。由此,能够利用覆膜层包覆被加工材5的切断端面。

[0192] (2.覆膜层对切断端面的包覆)

[0193] 由切断工具100切断的被加工材5的切断端面与第1实施方式同样,如图4所示。如图4所示,被加工材5的切断端面由塌边s1、s2、倾斜面s3、s4以及断裂面s5构成。塌边s1和倾斜面s3由冲模110的第1刃部113形成,塌边s2和倾斜面s4由冲头120的第2刃部123形成。断裂面s5通过被加工材5以利用第1刃部113和第2刃部123在被加工材5产生的裂纹为起点而断裂而形成。

[0194] 如图4所示,金属件5a的上表面侧的覆膜层5b从金属件5a的表面到塌边s1和倾斜

面s3连续地覆盖金属件5a。同样，金属件5a的下表面侧的覆膜层5b从金属件5a的表面到塌边s2和倾斜面s4连续地覆盖金属件5a。这样，由本实施方式的切断工具100切断的被加工材5从金属件5a的表面到切断端面由连续的同一个覆膜层5b包覆。例如，在被加工材5的切断后，通过对切断端面实施镀覆、涂装等表面处理，能够包覆切断端面。但是，难以以与被加工材5的覆膜层5b相同的组成的材料包覆切断端面，切断端面的耐腐蚀性比金属件5a的表面低。

[0195] 相对于此，由本实施方式的切断工具100切断的被加工材5在切断的同时从金属件5a的表面到切断端面由连续的同一个覆膜层5b包覆，因此切断端面难以氧化。因而，通过使用本实施方式的切断工具100来切断被加工材5，能够提供切断端面的耐腐蚀性较高的被加工材5。

[0196] 此外，由本实施方式的切断工具100切断的被加工材5的切断端面的形状起因于第1刃部113和第2刃部123的形状。第1刃部113和第2刃部123是楔形状，因此在被加工材5的切断端面，并非成为图36所示那样的垂直的剪切面，而是成为具有图4所示那样的沿着楔形状的斜面的倾斜面s3、s4的形状。因此，由例如图15的切断工具100切断的被加工材5的切断端面成为随着朝向径向中心而突出的形状。

[0197] 通过将第1刃部113和第2刃部123的形状设为楔形状，在被加工材5的切断时，金属件5a的表面的覆膜层5b容易沿着楔形状的斜面而跟随第1刃部113和第2刃部123的动作。其结果，如图4所示，不仅能够使金属件5a的表面的覆膜层5b跟随到切断端面的塌边s1、s2，也能够使金属件5a的表面的覆膜层5b跟随到倾斜面s3、s4。另外，通过利用刃部113和刃部123在被加工材5的表背两面形成塌边s1、s2，从而形成没有毛刺的切断面。

[0198] 另外，金属件5a的表面的覆膜层5b跟随第1刃部113和第2刃部123的斜面而向切断端面移动。此时，如图4所示，覆膜层5b的覆盖切断端面的倾斜面s3、s4的表面的量随着朝向断裂面s5而逐渐减少。通过这样使覆膜层5b包覆于倾斜面s3、s4，即使金属件5a的切断端面中的由覆膜层5b包覆的面增加，包覆金属件5a的表面的覆膜层5b向切断端面移动的量也几乎不增加，因此能够维持被加工材5的平面耐腐蚀性。

[0199] 此外，断裂面s5是产生裂纹而被加工材5断裂而形成的面，因此难以使覆膜层5b进入到断裂面s5。但是，被加工材5沿着第1刃部113和第2刃部123的斜面被切断直到成为第1刃部113的顶端113a与第2刃部123的顶端123a几乎接触的状态为止，因此对于断裂面s5，切断端面中的断裂面s5所占的比例微小。因而，即使断裂面s5未由覆膜层5b覆盖，也不会明显降低耐腐蚀性。

[0200] 而且，通过如本实施方式的切断工具100这样将冲模110的第1刃部113和冲头120的第2刃部123设为楔形状，也能够切断具有例如抗拉强度为200MPa以上的强度的材料或具有厚度的材料。另外，也能够切断具有抗拉强度为270MPa以上的强度的材料，进而，也能够切断具有抗拉强度为590MPa以上的强度的材料。

[0201] (3.切断工具的刃部的形状)

[0202] 如图16所示，在本实施方式的切断方法中使用的用于切断中间件的切断工具100的冲模110的第1刃部113和冲头120的第2刃部123具有相同的楔形状。但是，第1刃部113和第2刃部123至少是楔形状即可，优选分别满足以下的形状。

[0203] (顶端角度)

[0204] 优选第1刃部113的顶端角度θ_1和第2刃部123的顶端角度θ_2设为10°以上且120°以下。若顶端角度θ_1、θ_2是10°以上，则倾斜变大，因此覆膜层5b的跟随性提高，切断端面的耐腐蚀性进一步提高。另外，施加于刃部113和刃部123的应力变小，刃尖的损伤被抑制，工具的耐久性提高。另外，若顶端角度θ_1、θ_2是120°以下，则为了切断被加工材5而需要的载荷不会变得过大，并且，在压入刃尖的情况下容易在被加工材5产生龟裂，因此被加工材5的切断变得容易。因此，第1刃部113的顶端角度θ_1和第2刃部123的顶端角度θ_2设为10°以上且120°以下，更优选设为30°以上且90°以下。

[0205] (顶端半径)

[0206] 优选第1刃部113的顶端半径R_1和第2刃部123的顶端半径R_2设为板厚t的0.5％以上且35.0％以下。若顶端半径R_1、R_2是板厚t的0.5％以上，则施加于刃部113和刃部123的刃尖的应力不会变得过大，刃尖的损伤被抑制，耐久性提高。另外，若顶端半径R_1、R_2是板厚t的35.0％以下，则切断端面的形状良好。另外，在压入刃尖的情况下容易在被加工材5产生龟裂，因此被加工材5的切断变得更容易。因此，第1刃部113的顶端半径R_1和第2刃部123的顶端半径R_2设为板厚t的0.5％以上且35.0％以下，更优选设为板厚t的3.0％以上且10.0％以下。

[0207] 在此，第1刃部113与第2刃部123也可以是不同的形状。例如，若顶端半径R_1、R_2和顶端角度θ_1、θ_2中的至少任一者不同，则第1刃部113和第2刃部123成为不同的形状。通过将第1刃部113和第2刃部123设为不同的形状，能够改变断裂面比率。此外，断裂面比率是断裂面s5相对于被加工材5的板厚的比例。

[0208] 此时，优选第1刃部113的顶端半径R_1与第2刃部123的顶端半径R_2之比(顶端半径比R_1/R_2或R_2/R_1)小于100，更优选小于10。最优选顶端半径R_1、R_2相等的情况。此外，第1刃部113的顶端半径R_1与第2刃部123的顶端半径R_2的大小关系没有特别限定。另外，优选第1刃部113的顶端角度θ_1与第2刃部123的顶端角度θ_2之比(顶端角度比θ_1/θ_2或θ_2/θ_1)小于4，更优选小于2。最优选顶端角度θ_1、θ_2相等的情况。此外，第1刃部113的顶端角度θ_1与第2刃部123的顶端角度θ_2的大小关系没有特别限定。

[0209] 通过以顶端半径比R_1/R_2或R_2/R_1及顶端角度比θ_1/θ_2或θ_2/θ_1处于上述范围内的方式设定，能够降低断裂面比率。在第1刃部113和第2刃部123中，若使顶端半径或顶端角度中的至少任一者大幅不同，则一个刃部的切断先行进行，因此被加工材5的变形集中。其结果，被加工材5的断裂提前，断裂面比率变大，因此覆膜层5b包覆于切断端面的比例降低。于是，通过以顶端半径比R_1/R_2或R_2/R_1及顶端角度比θ_1/θ_2或θ_2/θ_1处于上述范围内的方式设定，能够降低断裂面比率。

[0210] (顶端位置的偏离量)

[0211] 也可以是，如图16和图17所示，使第1刃部113的顶端113a的位置和第2刃部123的顶端123a的位置在同冲模110与冲头120相对的方向(即，被加工材5的板厚方向)正交的水平方向上一致。通过使第1刃部113的顶端113a的位置与第2刃部123的顶端123a的位置一致，能够减小施加于刃部113和刃部123的X方向的力，耐久性提高。另外，能够在恰当的时刻从刃尖产生龟裂，完成切断。

[0212] 或者，也可以是，如图18所示，第1刃部113的顶端113a的位置与第2刃部123的顶端123a的位置在径向上偏离偏离量x。顶端位置的偏离量x是指同第1刃部113与第2刃部123相

对的方向正交的水平方向(即,X方向)上的第1刃部113的顶端113a与第2刃部123的顶端123a的距离。优选顶端位置的偏离量是板厚t的50％以下。若顶端位置的偏离量是板厚t的50％以下,则能够以可靠地获得期望的端面性状的方式切断被加工材5。

[0213] (切削宽度)

[0214] 被加工材5的切削宽度D是指在由切断工具100切断时应该预先从切断位置P2起在与最终形状区域相反的方向上残留被加工材5的长度。即,被加工材5的切削宽度D是中间件的多余区域的长度(切断位置P1与切断位置P2的距离),如图16所示,以从切断位置到被加工材5的一个端部的长度表示。在如图18所示那样第1刃部113的顶端113a的位置与第2刃部123的顶端123a的位置偏离的情况下,被加工材5的切削宽度D例如设为从被加工材5的端部到距该端部较近的那一侧的刃部的顶端位置的长度即可。

[0215] 被加工材5的切削宽度D是刃部的顶端半径R以上且被加工材5的板厚t的5倍以下(R≤D≤5t),特别优选被加工材5的板厚t的3倍以下(R≤D≤3t)。更优选被加工材5的切削宽度D设为刃部的顶端半径R的3倍以上且被加工材5的板厚t以下(3R≤D≤t)。此外,刃部的顶端半径R是第1刃部113的顶端半径R_1或第2刃部123的顶端半径R_2。在顶端半径R_1、R_2相同的情况下,$R=R_1=R_2$。在顶端半径R_1、R_2不同的情况下,顶端半径R设为第1刃部113的顶端半径R_1和第2刃部123的顶端半径R_2中的较小的一者($R=Min(R_1,R_2)$)。

[0216] 通过将切削宽度D设为板厚t的5倍以下,更优选设为3倍以下,由切断导致的断裂面s5的产生被抑制,能够降低断裂面比率。另一方面,通过将切削宽度D设为刃部的顶端半径R以上,特别设为顶端半径R的3倍以上,能够抑制由切断时的工具的弹性变形导致的刃尖的错位,能够利用切断获得良好的端面形状。其理由基于图8和图9如上所述。

[0217] 这样,通过改变冲模110的第1刃部113、冲头120的第2刃部123的形状、各刃部113、123的顶端位置的偏离量或被加工材5的切削宽度D,由切断工具100切断的被加工材5的切断端面的形状变化,切断端面的由覆膜层5b包覆的包覆状态变化。因而,冲模110的第1刃部113和冲头120的第2刃部123的形状、各刃部113、123的顶端位置的偏离量以及被加工材5的切削宽度D根据切断后的被加工材5所要求的切断端面的形状或耐腐蚀性而适当设定即可。

[0218] 例如,若将冲模110的第1刃部113和冲头120的第2刃部123设为相同的形状,使第1刃部113的顶端113a的位置与第2刃部123的顶端123a的位置一致,相对于被加工材5对称地配置,则能够提高切断端面的耐腐蚀性。其原因在于,切断端面相对于板厚中央位置对称,被加工材5下表面侧的覆膜层5b向倾斜面s3的进入和被加工材5上表面侧的覆膜层5b向倾斜面s4的进入大致均等。

[0219] 另外,在例如将切断端面设为平坦的情况下,也可以将冲模110的第1刃部113和冲头120的第2刃部123设为不同的楔形状,提高切断端面的平坦性。

[0220] (刃部的高度)

[0221] 第1刃部113的高度h_1和第2刃部123的高度h_2与第1实施方式同样,至少使它们的和(h_1+h_2)比被加工材5的板厚t大即可。

[0222] 以上,说明了本实施方式的切断方法。根据本实施方式,首先,在从被加工材5形成中间件的工序中,去除设定于比最终想要切断的切断位置P2靠内部的位置的切断位置P1的内部,形成中间件。由此,当在切断位置P2处切断封闭区域时,能够确保材料移动的空间,因此能够可靠地切断被加工材5。接着,在切断中间件的工序中,在最终想要切断的切断位置

P2处切断中间件。在切断中间件的工序中，如图15所示，使用包括具有楔形状的刃部113、123的冲模110和冲头120的切断工具100。通过利用楔型状的刃部113、123切断被加工材5，能够使金属件5a的表面的覆膜层5b跟随刃部113、123的动作而进入到切断端面。覆膜层5b以包覆切断端面的覆膜层的量随着朝向断裂面s5而减少的方式从金属件5a的表面连续地包覆于切断端面的倾斜面s3、s4。因而，能够在维持被加工材5的平面耐腐蚀性的同时提高切断端面的耐腐蚀性。

[0223] (4.补充)

[0224] (利用多个切断工序进行的中间件的切断)

[0225] 在切断上述中间件的工序中使用的切断工具100对被加工材5的切断既可以利用一次切断进行，也可以利用多个切断工序进行。利用多个切断工序进行的切断是指多次实施使冲模110相对于冲头120压入的切断工序而将被加工材5切断成两个片。通过利用多个切断工序切断被加工材5，能够实现各种切断端面。

[0226] 例如，也可以是，在利用多个切断工序切断被加工材5时，逐渐减小各切断工序中的第1刃部113的顶端角度θ_1和第2刃部123的顶端角度θ_2。更具体来说，多个切断工序包含第1切断工序和在第1切断工序之后进行的第2切断工序。此时，在第2切断工序中，进行如下设定中的至少任一者来切断被加工材5：使第1刃部113的顶端角度θ_1比第1切断工序中的顶端角度θ_1小；以及使第2刃部123的顶端角度θ_2比第1切断工序中的顶端角度θ_2小。由此，能够增加覆膜层5b包覆于切断端面的部分，并且，能够获得良好的端面形状。

[0227] 此时，优选各切断工序的冲头120的冲程S逐渐减小。通过使最初的切断工序的冲程较大，覆膜层5b相对于第1刃部113和第2刃部123的动作的跟随性提高。

[0228] 例如，优选多个切断工序中的第1次切断工序的冲头120的冲程S满足上述式(1)的关系式。更优选第1次切断工序的冲头120的冲程S满足上述式(2)。此外，如上所述，“第1次切断工序的冲头120的冲程S”是指以刀刃与被加工材5接触的位置为起点的冲程量。通过这样设定第1次切断工序的冲头120的冲程S，能够增加覆膜层5b包覆于切断端面的部分，并且，获得良好的端面形状。

[0229] 另外，也可以是，在利用多个切断工序切断被加工材5时，逐渐减小各切断工序中的第1刃部113的顶端半径R_1和第2刃部123的顶端半径R_2。即，在第2切断工序中，进行如下设定中的至少任一者来切断被加工材5：使第1刃部113的顶端半径R_1比第1切断工序中的顶端半径R_1小；以及使第2刃部123的顶端半径R_2比第1切断工序中的顶端半径R_2小。在该情况下也是，与减小顶端角度的情况同样，起到如下效果：能够增加覆膜层5b包覆于切断端面的部分，并且，获得良好的端面形状。

[0230] 此外，在想要在抑制被加工材5的切断时的塌边的形成的基础上，使覆膜层5b包覆于切断端面，且减小对切断工具100施加的载荷的情况下，也可以逐渐增大各切断工序中的第1刃部113的顶端角度θ_1和第2刃部123的顶端角度θ_2。

[0231] [2-2.将从被加工材去除的封闭区域作为产品的情况(冲裁加工)]

[0232] 接着，基于图19～图21，说明本发明的第2实施方式的被加工材的切断方法。图19是表示在本实施方式的另一切断方法中被加工材5的切断位置的俯视图。图20是表示本实施方式的另一切断方法的中间件的形成工序的说明图。图21是表示本实施方式的另一切断方法的切断工序的说明图。

[0233] 本实施方式的切断方法是与上述的冲孔加工的情况同样地从被加工材5切断被加工材5的封闭区域的方法，说明将如冲裁加工那样从被加工材5裁出的封闭区域的部分作为产品时的切断方法。封闭区域与上述的冲孔加工的情况同样，是由曲线表示的形状即可，也可以是例如圆形、椭圆形等形状。

[0234] 本实施方式的切断方法与上述的冲孔加工的情况同样，包含从被加工材5形成中间件的工序和切断中间件而取得作为产品利用的部分的工序。例如，在从图19所示的被加工材5切断圆形的封闭区域的情况下，首先，在从被加工材5形成中间件的工序中，被加工材5在切断位置P1处被切断，形成切断位置P1的外部被去除而成的中间件。切断位置P1设定于比最终想要切断的切断位置P2靠外部的位置。接着，在切断中间件的工序中，在最终想要切断的切断位置P2处切断中间件。中间件使用在冲模和冲头具有楔形状的刃部的切断工具来切断。

[0235] 这样，在本实施方式的切断方法中，通过利用楔形状的刃部切断中间件，形成最终的产品形状，如图4所示，能够利用覆膜层5b包覆切断后的被加工材5的切断端面。因而，能够在维持被加工材5的平面耐腐蚀性的同时提高切断端面的耐腐蚀性。另外，在将被加工材5在最终想要切断的切断位置P2处切断之前，残留多余区域地切断封闭区域。由此，当在切断位置P2处切断封闭区域时，能够确保材料移动的空间，因此能够可靠地切断被加工材5。

[0236] (中间件形成工序)

[0237] 将从被加工材5形成中间件的工序的一例示于图20。在图20中，使用具有冲模51和冲头52的切断工具50，在切断位置P1处切断被加工材5。图20所示的切断工具50与图14的切断工具50同样地构成。冲模51是具有与在切断位置P1处切断的封闭区域对应的形状的贯通孔的筒状构件。冲头52是贯穿于冲模51的贯通孔的构件，具有与冲模51的贯通孔的内部空间对应的形状。通过在被加工材5载置于冲模51上的状态下压入冲头52，从被加工材5切断切断位置P1的封闭区域。其结果，如图20下侧所示，获得被加工材5。将该被加工材5作为中间件。

[0238] 中间件的贯通孔形成于最终想要切断的切断位置P2的外部。在本实施方式中也是，切断位置P1沿着最终形状区域的缘部(即切断位置P2)设定于与最终形状区域相反的那一侧。即，中间件除了具有最终形状区域之外，还具有切断位置P2与切断位置P1之间的部分作为多余区域。多余区域在下一工序中被切断。通过这样形成中间件，当在下一工序中在切断位置P2处切断中间件时，材料能够向外部移动。

[0239] 此外，从被加工材5形成中间件的方法不限定于使用图20所示的切断工具50的方法，也可以使用激光切断或其他切断方法而实施。

[0240] (切断工序)

[0241] 将切断中间件的工序的一例示于图21。图21所示的切断工具100与图15的切断工具100同样地构成。即，如图21所示，用于切断中间件的切断工具100具有：冲模110，其在基部111具有楔形状的第1刃部113；以及冲头120，其在基部121具有楔形状的第2刃部123。楔形状的第1刃部113和第2刃部123与切断位置P2对应地形成为封闭形状。在例如图21所示那样切断位置P2是圆形的情况下，楔形状的第1刃部113和第2刃部123形成为圆形。

[0242] 由冲模110的第1刃部113和冲头120的第2刃部123切断的被加工材5配置于冲模110与冲头120之间。例如，被加工材5载置于冲模110之上。此时，冲模110和冲头120以使第1

刃部113与第2刃部123相对的方式设置。并且，在被加工材5载置于冲模110之上的状态下，通过使冲头120相对于冲模110相对压入而在切断位置P2处切断被加工材5。如图21下侧所示，由切断工具100切断的被加工材5的多余区域被去除而仅残留最终形状区域。

[0243] 切断工具100如在第1实施方式中说明的这样在将冲头120向冲模110压入时利用在第1刃部113和第2刃部123与被加工材5之间产生的牵拉力，使被加工材5的表面的覆膜层进入到切断端面，使得切断端面由覆膜层覆盖。即，使被加工材5的表面的覆膜层跟随将冲头120向冲模110压入时的第1刃部113和第2刃部123相对于被加工材5的动作，使覆膜层进入到切断端面。由此，能够利用覆膜层包覆被加工材5的切断端面。

[0244] 此外，冲模110的第1刃部113和冲头120的第2刃部123的形状与第1实施方式的形状同样地构成即可。另外，切断工具100对中间件的切断既可以利用一次切断进行，也可以利用多次切断进行。

[0245] 以上，说明了本发明的第2实施方式的被加工材的切断方法。此外，在上述实施方式中，说明了实施从被加工材形成中间件的工序和切断中间件而取得作为产品利用的部分的工序的切断方法，但本发明不限定于该例。例如，当在切断中间件的工序中中间件未断裂的情况下，也可以还包含从中间件切掉多余区域的工序。该工序是为了使作为产品的部分与除此之外的部分完全分离而实施的，该方法没有特别限定。例如，也可以利用图14和图20所示的切断工具50从中间件切掉多余区域。此时使用的切断工具为了从中间件完全切断多余区域，优选使用冲模和冲头的直径与在从被加工材形成中间件的工序中使用的切断工具不同的类似的形态的切断工具。

[0246] [3.切断加工品]

[0247] [3-1.概略结构]

[0248] 以下，基于图22，说明利用上述实施方式的切断方法切断被加工材而制造的切断加工品3的结构。图22是示意性地表示本实施方式的切断加工品3的切断端面3a的说明图，表示从侧面观察切断端面3a的状态。在以下的说明中，作为复层材的一例，采用在作为母材的钢板5a的表面包覆有作为包覆材的镀材5b而成的镀覆钢板5。镀覆钢板5是例如JIS G-3301、3302、3314、3321、3323等所规定的镀覆钢板。另外，将镀覆钢板5的板长方向设为X方向，将板宽方向设为Y方向，将板厚方向设为Z方向。在图22中，表示在板厚方向(Z方向)上切断镀覆钢板5而形成的切断加工品3，表示从板宽方向(Y方向)观察切断端面3a的状态。

[0249] 如图22所示，切断加工品3的切断端面3a由第1倾斜面s1、第2倾斜面s2以及断裂面s5构成。

[0250] 第1倾斜面s1由塌边s11和倾斜部s13构成。第2倾斜面s2由塌边s21和倾斜部s23构成。塌边s11、s21是由于在对镀覆钢板5进行切断加工时作用于镀覆钢板5的表面的牵拉力而产生的变形。倾斜部s13、s23是与塌边s11、s21连续的面，是相对于镀覆钢板5的板厚方向具有预定的倾斜角度的面。第1倾斜面s1和第2倾斜面s2的至少局部由包覆钢板5a的表面的镀材5b覆盖。

[0251] 断裂面s5是在第1倾斜面s1与第2倾斜面s2之间形成的面。断裂面s5通过镀覆钢板5以在切断加工时在镀覆钢板5产生的裂纹为起点而断裂而形成。因此，断裂面s5难以由镀材5b包覆，成为钢板5a暴露的状态。

[0252] 如图22所示，这样的切断端面3a在从侧面观察时成为断裂面s5相对于第1倾斜面

s1和第2倾斜面s2突出的形状。另外，作为第1倾斜面s1和第2倾斜面s2的母材的钢板5a的形状在从侧面观察切断端面3a时是大致直线状。以下，基于图22～图24，详细地说明本实施方式的切断加工品3的结构。图23是用于说明本实施方式的切断加工品3的形状的说明图。图24是表示本实施方式的切断加工品3的形状的另一例的说明图。

[0253] [3-2.特征]

[0254] (倾斜面的长度和两倾斜面的长度之比)

[0255] 切断加工品3具有由第1倾斜面s1、第2倾斜面s2以及断裂面s5构成的切断端面3a。在此，对于切断加工品3，针对切断端面3a的第1倾斜面s1和第2倾斜面s2，从正面(X方向)观察切断端面3a时的各倾斜面s1、s2的厚度满足下述关系式(3)。在关系式(3)中，表示本实施方式的切断加工品3的切断端面3a的从正面观察切断端面3a时的第1倾斜面s1的厚度T_1(即，板厚方向上的第1倾斜面s1的长度($A_1\cos\theta_1$))与从正面观察切断端面3a时的第2倾斜面s2的厚度T_2(即，板厚方向上的第2倾斜面s2的长度($A_2\cos\theta_2$))之和比镀覆钢板5的板厚T小。

[0256] $(T_1+T_2)<T$ ・・・(3)

[0257] $T_1=A_1\cos\theta_1$、$T_2=A_2\cos\theta_2$

[0258] A_1：从侧面观察切断端面3a时的第1倾斜面s1的长度

[0259] A_2：从侧面观察切断端面3a时的第2倾斜面s2的长度

[0260] θ_1：第1倾斜面s1的倾斜角度

[0261] θ_2：第2倾斜面s2的倾斜角度

[0262] T：镀覆钢板5的板厚

[0263] 另外，切断加工品3的切断端面3a的第1倾斜面s1的厚度T_1与第2倾斜面s2的厚度T_2之比(T_1/T_2)满足下述关系式(4)。在关系式(4)中，针对本实施方式的切断加工品3的切断端面3a，表示第1倾斜面s1的厚度($T_1=A_1\cos\theta_1$)与第2倾斜面s2的厚度($T_2=A_2\cos\theta_2$)之比是0.6以上且1.4以下。这表示第1倾斜面s1与第2倾斜面s2之间的形状差较小，即切断端面3a的对称性较高。第1倾斜面s1的厚度T_1与第2倾斜面s2的厚度T_2之比(T_1/T_2)期望0.75以上且1.25以下，进一步期望0.85以上且1.15以下。

[0264] $0.6\leqslant(T_1/T_2)\leqslant1.4$ ・・・(4)

[0265] 通过具有该关系式，获得切断端面3a的对称性较高的复层材。例如，切断端面3a中的至少局部由在复层材的切断加工时跟随刀刃而移动的覆盖母材的表面的包覆材覆盖。此时，在包覆母材的两面的包覆材的厚度大致相同的情况下，切断端面3a的对称性越高，分别覆盖切断端面3a的第1倾斜面s1和第2倾斜面s2的包覆材的厚度越相同。其结果，能够使切断端面3a的耐腐蚀性稳定。

[0266] 在此，如图23所示，第1倾斜面s1的长度A_1是指从塌边s11的镀覆钢板5的表面侧的端部(以下，设为“倾斜开始位置P_1”。)到倾斜部s13的断裂面s5侧的端部(以下，设为“倾斜结束位置P_2”。)的直线长度。第2倾斜面s2的长度A_2是指从塌边s21的镀覆钢板5的表面侧的端部(以下，设为“倾斜开始位置P_3”。)到倾斜部s23的断裂面s5侧的端部(以下，设为“倾斜结束位置P_4”。)的直线长度。

[0267] 另外，切断加工品3的切断端面3a根据切断工具100的形状而成为例如图24所示那样断裂面s5被撕裂那样的形状。在该情况下也是，第1倾斜面s1和第2倾斜面s2分别由塌边和倾斜部构成。一个倾斜面(在图24中是第1倾斜面s1)具有与断裂面s5大致相同的倾斜，另

一个倾斜面(在图24中是第2倾斜面s2)成为在朝向断裂面s5倾斜之后翘起那样的形状。在该情况下,第1倾斜面s1的厚度T_1和第2倾斜面s2的厚度T_2如以下这样定义即可。

[0268] 第1倾斜面s1的倾斜开始位置P_1和第2倾斜面s2的倾斜开始位置P_3与图23同样,是塌边的镀覆钢板5的表面侧的端部。第1倾斜面s1的长度A_1是从倾斜面s1的倾斜开始位置P_1到作为倾斜面s1的断裂面s5侧的端部的倾斜结束位置P_2的直线长度。第2倾斜面s2的长度A_2是从倾斜面s2的倾斜开始位置P_3到作为倾斜面s2的断裂面s5侧的端部的倾斜结束位置P_4的直线长度。此时,在倾斜面s1、s2向钢板5a侧凹陷弯曲的情况下,也可以进行直线近似而求出其长度。另外,也可以是,对于如图24那样翘起的倾斜面s2,对存在镀材5b的部分的断裂面s5侧的端部P_5与倾斜开始位置P_3之间的倾斜进行直线近似,将该近似直线与通过也作为翘起的顶点的倾斜结束位置P_4的水平方向上的延长线的交点P_6视作倾斜结束位置P_4,设为第2倾斜面s2的长度A_2的一端。断裂面s5的厚度T_3成为倾斜结束位置P_2与倾斜结束位置P_4之间的距离。

[0269] 如图23和图24所示,第1倾斜面s1的倾斜角度θ_1是倾斜部s13相对于在板厚方向(Z方向)上延伸的基准直线的倾角。也可以将连结倾斜开始位置P_1和倾斜结束位置P_2的直线与基准直线所成的夹角视作倾斜角度θ_1。同样,第2倾斜面s2的倾斜角度θ_2是倾斜部s23相对于基准直线的倾角。也可以将连结倾斜开始位置P_3和倾斜结束位置P_4的直线与基准直线所成的夹角视作倾斜角度θ_2。

[0270] 如图23和图24所示,镀覆钢板5的板厚T以钢板5a的板厚t与在钢板5a的表面形成的镀材5b的镀层厚度t_a、t_b之和表示。此外,在图22～图24中,镀层厚度t_a与镀层厚度t_b大致相同,但本技术不限定于该例,镀层厚度t_a和镀层厚度t_b也可以是不同的厚度。

[0271] 而且,切断加工品3的从正面观察切断端面3a时的断裂面s5的厚度T_3满足下述关系式(5)。关系式(5)表示本实施方式的切断加工品3的切断端面3a的作为切断最终阶段中的延展性破坏面的断裂面s5的长度是板厚的50%以下。此外,断裂面s5的厚度T_3为0是指切断端面3a仅由倾斜面s1、s2构成。在实际的切断加工品中,即使是大致接近0的状态,也存在断裂面s5,因此切断加工品3的断裂面s5的厚度T_3比0大。断裂面s5的厚度T_3期望设为0.4,进一步期望设为0.3以下。

[0272] $0<T_3\leqslant 0.5T$ ・・・(5)

[0273] 通过具有该关系式,倾斜面s1、s2(即,塌边部s11、s21和倾斜部s13、s23)增加,因此结果镀材的包覆率提高。即,在对母材进行牺牲防腐蚀的情况下,体现切断端面耐腐蚀性的提高效果。另外,该形状通过调整切断工具的刃尖形状或位置来获得。

[0274] (倾斜面的镀材包覆)

[0275] 第1倾斜面s1和第2倾斜面s2的至少局部由镀材覆盖。更详细而言,如图22所示,第1倾斜面s1由覆盖钢板5a的下表面(第1表面)的镀材5b包覆。第2倾斜面s2由覆盖钢板5a的上表面(第2表面)的镀材5b包覆。这样,第1倾斜面s1和第2倾斜面s2由与镀覆钢板5的镀层连续的镀材5b分别覆盖。这样,通过从钢板5a的表面到倾斜面由同一个镀材5b覆盖,能够抑制切断端面3a处的钢板5a的氧化。

[0276] 例如,在镀覆钢板5的切断后,通过对切断端面3a进行镀覆处理或涂装,能够避免钢板5a在切断端面3a处暴露。但是,难以以与镀覆钢板5的镀材5b相同的组成的材料包覆切断端面3a,切断端面3a的耐腐蚀性比钢板5a的表面低。相对于此,本实施方式的切断加工品

3的切断端面3a从钢板5a的表面到倾斜面s1、s2由连续的同一个镀材5b包覆。该镀材5b在切断加工时在跟随切断工具的刃部的动作而从钢板5a的表面朝向倾斜面s1、s2按压于钢板5a的同时移动。因此，与之后对切断端面3a进行表面处理的情况相比，切断端面3a的钢板5a与镀材5b的密合力变高，能够提高切断端面3a的耐腐蚀性。

[0277] 另外，覆盖第1倾斜面s1和第2倾斜面s2的镀材5b的量随着在板厚方向(Z方向)上从钢板5a的表面朝向中央而减少。即，如图22和图23所示，与包覆钢板5a的表面的镀材5b的镀层厚度相比，在第1倾斜面s1和第2倾斜面s2中，镀层厚度随着从表面朝向板宽方向的中央而逐渐变小。覆盖第1倾斜面s1和第2倾斜面s2的镀材5b通过构成镀覆钢板5的镀层的镀材5b移动而成。因此，若第1倾斜面s1和第2倾斜面s2的镀材5b的镀层厚度变厚，则切断端面3a的耐腐蚀性提高，但钢板5a的表面的镀材5b的镀层厚度变薄，因此存在平面耐腐蚀性降低的可能性。因而，在第1倾斜面s1和第2倾斜面s2中，通过镀材5b以覆盖倾斜面的镀材5b的量随着从钢板5a的表面朝向中央而减少的方式包覆，能够维持切断加工品3的平面耐腐蚀性，并且，提高切断端面3a的耐腐蚀性。

[0278] 在此，如图22～图24所示，作为第1倾斜面s1和第2倾斜面s2的母材的钢板5a的形状也可以在从侧面观察切断端面3a时成为大致直线状。若假设钢板5a的切断端面3a的形状在从侧面观察时呈圆弧形状，则与如图22～图24所示那样第1倾斜面s1和第2倾斜面s2的钢板5a是大致直线状的情况相比，钢板5a的端面的表面积变大。这样一来，为了覆盖切断端面3a，需要使更多的镀层的镀材5b从表面侧向切断端面3a流入。于是，如图22～图24所示，通过使作为第1倾斜面s1和第2倾斜面s2的母材的钢板5a的形状在从侧面观察切断端面3a时成为大致直线状，能够抑制在表层产生镀材的裂纹或局部变薄等不良情况的产生。

[0279] 而且，第1倾斜面s1和第2倾斜面s2不必一定倾斜面整体由镀材5b覆盖，至少局部由镀材5b覆盖即可。若倾斜面s1、s2的局部被覆盖，则对于未由镀材5b覆盖的部分，也能够利用牺牲防腐蚀效果抑制腐蚀的进行。为了使牺牲防腐蚀效果影响到倾斜面s1、s2和断裂面s5，优选倾斜面s1、s2的镀材包覆率X是20％以上。

[0280] 在此，镀材包覆率X是从侧面(即，板宽方向(Y方向))观察切断端面3a时的存在镀材5b的部分的长度B_1、B_2相对于倾斜面s1、s2的长度A_1、A_2的比例，以下述式(6)表示。此外，在下述式(6)中，A是第1倾斜面s1的长度A_1与第2倾斜面s2的长度A_2之和(即，A_1+A_2)。B是在第1倾斜面s1中存在镀材5b的部分的长度B_1与在第2倾斜面s2中存在镀材5b的部分的长度B_2之和(即，B_1+B_2)。

[0281] $X=100\times(B/A)$ ・・・(6)

[0282] $A(=A_1+A_2)$：倾斜面的长度

[0283] $B(=B_1+B_2)$：存在镀材的部分的长度

[0284] 存在镀材5b的部分的长度B_1、B_2设为从倾斜开始位置P_1、P_3到倾斜面s1、s2的镀材5b的镀层厚度成为切断加工前的镀覆钢板5的镀层厚度t_a、t_b的5％程度的位置的长度。其原因在于，在考虑到为了耐腐蚀性而进行镀覆处理的材料的长期利用的情况下，在切断端面3a中也需要与镀覆钢板5的表面相同程度的耐腐蚀性。若考虑到从镀覆钢板5熔出到切断端面的镀覆成分的绕入，则认为，若5％程度的镀材残留于切断端面3a，则体现为初始的耐腐蚀性。另外，用于确定残存镀材5b的位置的系数根据钢板5a的板厚t而设定即可。若钢板5a的板厚t较小，则系数也可以较小。此外，钢板5a的板厚t是能够制造切断加工品3的板厚即

可,例如也可以设为0.2mm以上且10mm以下。

[0285] 另外,在切断加工品3具有图24所示那样的切断端面3a的情况下,对于翘起的倾斜面s2,在比也作为翘起的顶点的倾斜结束位置P_4靠塌边侧的位置处姑且能说大致不存在镀材5b,但也有时残存于工具的顶端的镀材附着于倾斜结束位置P_4附近。倾斜结束位置P_4附近的镀材的附着是不确定要素,因此即使倾斜结束位置P_4附近的镀层厚度是切断加工前的镀覆钢板5的镀层厚度t_a、t_b的5%程度以上,作为存在镀材5b的部分的长度B_2也可以不将其考虑在内。

[0286] 这样,根据本实施方式,通过如上述那样设定镀覆钢板5的切断端面的形状,能够在镀覆钢板5中在维持由作为复层材的镀材5b带来的平面耐腐蚀性的同时提高切断端面耐腐蚀性。

[0287] (切断端面的观察方法)

[0288] 切断加工品3的形状能够通过观察切断端面3a来确定。

[0289] 从正面观察切断端面3a时的第1倾斜面s1的厚度T_1和第2倾斜面s2的厚度T_2通过从侧面观察将切断加工品3埋入于树脂等并进行研磨而制成的试样来测定。即,如图22所示那样从Y方向(板宽方向)观察试样。观察使用例如实体显微镜或扫描型电子显微镜(SEM;Scanning Electron Microscope)而进行。具体而言,例如,在宽度方向上以测定次数等分试样,测定各截面即可。测定优选在至少3个部位进行。并且,将各截面的第1倾斜面s1的厚度的平均值设为第1倾斜面s1的厚度T_1,将各截面的第2倾斜面s2的厚度的平均值设为第2倾斜面s2的厚度T_2即可。

[0290] 在观察切断端面的包覆材的包覆率的情况下,根据包覆材的种类而有时仅能够观察比实际的包覆率少的包覆材。因此,在例如试样制作时,期望在利用挡板加强包覆材周边部的状态下埋入于树脂等并进行研磨。另外,期望使用与包覆材的种类或硬度相应的研磨方法。

[0291] 作为除了观察将切断加工品3埋入于树脂等而制成的试样的方法以外的观察切断加工品3的切断端面3a的其他方法,例如有利用实体显微镜或SEM-EDS(Energy Dispersive X-ray Spectroscopy)从正面观察切断端面3a的方法。在能够根据颜色或光泽来确认包覆材的情况下,使用实体显微镜来确认切断端面3a的包覆材即可。另一方面,在难以根据颜色或光泽来进行包覆材的确认的情况下,使用SEM的反射电子像(BSE像)或EDS来确认包覆材的存在即可。

[0292] 根据这些方法,能够推测实际上直到切断端面3a的哪个位置存在包覆材,因此能够确认研磨是否如目的那样实施。此外,在难以进行试样的研磨的情况下,也可以是,从正面(即从X方向)观察切断加工品3,测定在切断端面3a中存在包覆材的部分的长度,从而确定第1倾斜面s1的厚度T_1和第2倾斜面s2的厚度T_2。此时,也可以是,在切断端面3a的板宽方向的多个部位测定存在包覆材的部分的长度,将它们的平均长度设为倾斜面的厚度。

[0293] 此外,对于本实施方式的切断加工品3,在复层材的板宽的60%以上的范围内,若第1倾斜面s1的厚度T_1与第2倾斜面s2的厚度T_2之和及比值的偏差是30%以下,则能够在维持切断端面3a的复层材的平面耐腐蚀性的同时提高切断端面耐腐蚀性。此时,在复层材的板宽的60%以上的范围内,从侧面观察切断端面3a时的包覆材的包覆率的偏差是30%以下即可。对于包覆率的偏差,与上述包覆率的测定时同样,使用实体显微镜或SEM-EDS来在板

宽方向上在多个部位测定由包覆材包覆的部分，算出它们的平均值，从而算出该偏差即可。

[0294] 以上，说明了利用本实施方式的切断方法切断被加工材而制造的切断加工品3的结构。此外，上述实施方式的切断加工品是相对于板厚方向中央上下对称的形状，但本发明不限定于该例，也可以是上下非对称的形状。例如，第1倾斜面s1的长度A_1也可以比第2倾斜面s2的长度A_2短。另外，倾斜角度θ_1、θ_2也可以不必须相同。

[0295] 实施例

[0296] (A.切断端面的镀材包覆状态)

[0297] 采用镀覆金属件作为被实施表面处理的被加工材，观察由切断工具切断时的镀覆金属件的切断端面的镀材的包覆状态。在图25中，表示由切断工具切断的镀覆金属件的切断端面的正面照片和侧面截面照片。在图25中，作为比较例，表示使用图35所示的以往的剪切加工工具10而切断镀覆金属件时的镀覆金属件的切断端面的正面照片和侧面截面照片。另外，在图25中，作为实施例A1、A2，表示使用图1所示的本发明的切断工具100而切断镀覆金属件时的镀覆金属件的切断端面的正面照片和侧面截面照片。在实施例A1中，冲模的刃尖的顶端半径R_1和冲头的刃尖的顶端半径R_2是0.05mm，在实施例A2中，冲模的刃尖的顶端半径R_1和冲头的刃尖的顶端半径R_2是0.5mm。

[0298] 另外，对于图25所示的比较例和实施例A1、A2的镀覆金属件，在图26中，表示切断端面的镀材的包覆部分相对于镀覆金属件的板厚的比例(以下，设为“板厚比例”。)。板厚比例由镀覆金属件的俯视切断端面时的板厚方向的长度表示。在图26中，表示在图25的切断端面的正面视野中相对于切断端面的整体面积而言在图像中表示为白色的镀材包覆50％以上的部分的面积(以下，也称为“50％镀材包覆部分”)的板厚比例和镀材包覆1％以上的部分的面积(即，至少存在包覆于金属件的镀材的部位的面积比例。以下，也称为“1％镀材包覆部分”。)的板厚比例。

[0299] 具体而言，如图27所示，在比较例中，将镀覆金属件的板厚设为t_0，将50％镀材包覆部分的板厚设为t_1，将1％镀材包覆部分的板厚设为t_2。在实施例A1、A2中，将镀覆金属件的板厚设为t_0，将50％镀材包覆部分的板厚设为t_1、t_1'，将1％镀材包覆部分的板厚设为t_2、t_2'。也就是说，在比较例中，50％镀材包覆部分的板厚比例由t_1/t_0算出，1％镀材包覆部分的板厚比例由t_2/t_0算出。另外，在实施例A1、A2中，50％镀材包覆部分的板厚比例由$(t_1+t_1')/t_0$算出，1％镀材包覆部分的板厚比例由$(t_2+t_2')/t_0$算出。

[0300] 如图25所示，在比较例中，切断端面由塌边、剪切面以及断裂面形成，断裂面的比例较大。镀材在塌边处存在较多，但在剪切面和断裂面处几乎不存在。根据图26，比较例的50％镀材包覆部分的板厚比例是约15％，1％镀材包覆部分的板厚比例是约28％。剪切面通过工具的刃尖进入到金属件和镀材而形成，断裂面通过延展性破坏龟裂的进展而形成。因此，认为，在使用以往的剪切加工工具的情况下，镀材无法跟随到剪切面和断裂面，镀材几乎不存在。

[0301] 另一方面，在实施例A1和实施例A2中，刃尖的顶端半径R_1、R_2不同，但切断端面由塌边、倾斜面以及断裂面形成，倾斜面的比例较大。在倾斜面处残存镀材，覆盖倾斜面的镀材的量随着从金属件表面朝向板厚中央而减少。另外，在与实施例A1相比刃尖的顶端半径R_1、R_2较大的实施例A2中，倾斜面的从金属件表面到板厚中央附近的镀材的量的减少率较小，更多的镀材跟随。根据图26，实施例A1的50％镀材包覆部分的板厚比例是约55％，1％镀材

包覆部分的板厚比例是约78％。实施例A2的50％镀材包覆部分的板厚比例是约71％，1％镀材包覆部分的板厚比例是约76％。根据其结果，通过使用本发明的切断工具100来切断镀覆金属件，能够利用镀材大范围地包覆切断端面。

[0302] (B.刃尖的顶端角度)

[0303] 研究改变图1所示的切断工具的第1刃部的顶端角度θ_1和第2刃部的顶端角度θ_2而切断被加工材时的刃尖的损伤状态和被加工材的切断端面的形状。作为被加工材，使用板厚3.2mm、抗拉强度460MPa的锌系镀覆钢板。改变刃尖的顶端角度θ_1、θ_2而分别实施两次被加工材的切断加工。此外，刃尖的顶端半径R_1、R_2均设为0.05mm。在表1中表示其结果。此外，切断端面形状的评价的“突出部”是指在切断时在切断端面产生的从切断端面突出的部分。

[0304] [表1]

[0305]

顶端角度 $\theta_1=\theta_2$ [°]	镀材包覆状态	刃尖损伤	切断端面形状
5	C C	E E	A A
10	C C	C C	A A
30	C C	B B	A A
40	B B	B B	A A
60	A A	A A	A A
90	A A	A A	B A
120	A A	A A	E A
150	A A	A A	E E

[0306] (镀材包覆状态的评价基准)

[0307] A:1％以上镀材包覆部分的板厚比例是70％以上

[0308] B:1％以上镀材包覆部分的板厚比例是60％以上

[0309] C:1％以上镀材包覆部分的板厚比例是50％以上

[0310] D:1％以上镀材包覆部分的板厚比例是40％以上

[0311] E:1％以上镀材包覆部分的板厚比例小于40％

[0312] (刃尖损伤的评价基准)

[0313] A:没有损伤

[0314] B:在表面存在较小的损伤

[0315] C:稍微存在塑性变形

[0316] D:存在100μm以上的长度的微小的塑性变形

[0317] E:存在塑性变形

[0318] (切断端面形状的评价基准)

[0319] A:极其良好

[0320] B:良好

[0321] C:存在轻微的突出部

[0322] D:在多个部位存在轻微的突出部

[0323] E:存在突出部

[0324] 如表1所示，在刃尖的任一顶端角度的情况下均是，在被加工材的切断端面中，1％以上镀材包覆部分的板厚比例是50％以上。在刃尖的顶端角度是5°的情况下，刃尖产生塑性变形，但被加工材的切断端面良好，切断也容易。若将刃尖的顶端角度设为10°，则与刃尖

的顶端角度是5°的情况相比，刃尖的塑性变形小到可容许的程度。若进一步增大刃尖的顶端角度，则在30°～40°之间在刃尖的表面存在较小的损伤，但未塑性变形，特别是在60°～90°之间未塑性变形，没有刃尖的损伤，切断端面也良好。此外，若增大刃尖的顶端角度，则能够抑制刃尖的损伤，另一方面，若刃尖的顶端角度成为120°以上，则在被加工材的切断端面产生突出部，为了切断而需要的载荷变大，但镀材充分地包覆于被加工材的切断端面。在切断端面形状的评价是E的情况下，也存在在被加工材未产生断裂，切断未完成的情况。

[0325] 根据以上的结果，表示：无论刃尖的顶端角度如何，均在被加工材的切断端面处充分地进行镀材包覆。而且，表示：从工具的损伤的抑制、被加工材的切断端面的形状以及切断的容易性的观点考虑，优选将刃部的顶端角度θ_1和θ_2设为10°以上且120°以下，更优选将刃部的顶端角度θ_1和θ_2设为30°以上且90°以下即可。

[0326] (C.刃尖的顶端半径)

[0327] 研究改变图1所示的切断工具的第1刃部的顶端半径R_1和第2刃部的顶端半径R_2变化而切断被加工材时的刃尖的损伤状态和被加工材的切断端面的形状。作为被加工材，使用板厚3.2mm、抗拉强度460MPa的锌系镀覆钢板。将刃尖的顶端角度θ_1、θ_2均设为60°，改变刃尖的顶端半径R_1、R_2而分别实施两次被加工材的切断加工。在表2中表示其结果。

[0328] [表2]

[0329]

顶端半径 $R_1=R_2$ [mm]	顶端半径／板厚 [%]	镀材包覆状态	刃尖损伤	端面形状
0.01	0.3	DD	EE	AA
0.02	0.6	CC	CC	AA
0.05	1.6	BB	BB	AA
0.1	3.1	AA	AA	AA
0.3	9.4	AA	AA	AA
0.4	12.5	AA	AA	BB
0.5	15.6	AA	AA	CC
1.1	34.4	AA	AA	DD
1.6	50.0	AA	AA	EE

[0330] (镀材包覆状态的评价基准)

[0331] A：1％以上镀材包覆部分的板厚比例是70％以上

[0332] B：1％以上镀材包覆部分的板厚比例是60％以上

[0333] C：1％以上镀材包覆部分的板厚比例是50％以上

[0334] D：1％以上镀材包覆部分的板厚比例是40％以上

[0335] E：1％以上镀材包覆部分的板厚比例小于40％

[0336] (刃尖损伤的评价基准)

[0337] A：没有损伤

[0338] B：在表面存在较小的损伤

[0339] C：稍微存在塑性变形

[0340] D：存在100μm以上的长度的微小的塑性变形

[0341] E：存在塑性变形

[0342] (切断端面形状的评价基准)

[0343] A：极其良好

[0344] B:良好

[0345] C:存在轻微的突出部

[0346] D:在多个部位存在轻微的突出部

[0347] E:存在突出部

[0348] 如表2所示,在刃尖的任一顶端半径的情况下均是,在被加工材的切断端面中,1%以上镀材包覆部分的板厚比例是40%以上。在顶端半径相对于板厚之比是3.1%以上的情况下,1%以上镀材包覆部分的板厚比例是70%以上。在刃尖的顶端半径R_1、R_2是0.01mm,即顶端半径相对于板厚之比是0.3%的情况下,刃尖发生塑性变形,但被加工材的切断端面良好,切断也容易。在将刃尖的顶端半径R_1、R_2设为0.02mm,即将顶端半径相对于板厚之比设为0.6%的情况下,刃尖的塑性变形小到可容许的程度,切断端面也良好。若进一步增大刃尖的顶端半径R_1、R_2,则在0.05mm～0.3mm之间,即顶端半径相对于板厚之比是1.6%～9.4%的情况下,刃尖未塑性变形,几乎看不到刃尖的损伤。另外,切断端面也良好。

[0349] 此外,若增大刃尖的顶端半径R_1、R_2,则刃尖的损伤被抑制。另一方面,在刃尖的顶端半径R_1、R_2是1.6mm,即顶端半径相对于板厚之比是50.0%的情况下,在被加工材的切断端面产生突出部,但镀材充分地包覆于被加工材的切断端面。另外,在顶端半径相对于板厚之比是34.4%以下的情况下,由突出部存在而引起的端面形状的劣化被抑制。

[0350] 根据以上的结果,表示:无论刃尖的顶端半径的大小(顶端半径相对于板厚之比)如何,均在被加工材的切断端面处充分地进行镀材包覆。而且,表示:从工具的损伤的抑制、被加工材的切断端面的形状以及切断的容易性的观点考虑,优选将刃部的顶端半径R_1、R_2相对于板厚之比设为0.5%以上且35.0%以下,更优选将刃部的顶端半径R_1、R_2相对于板厚之比设为1.5%以上且10.0%以下即可。

[0351] (D.被加工材的抗拉强度与切断状态的关系)

[0352] 将抗拉强度是270MPa、460MPa、585MPa、1020MPa的锌系镀覆钢板作为被加工材,研究使用图1所示的本发明的切断工具而进行切断加工时的切断状态。被加工材的板厚均是3.2mm。此外,抗拉强度是460MPa的锌系镀覆钢板是与在上述的实施例C中使用的钢板不同的材料。刃尖的顶端角度θ_1、θ_2均设为60°,改变刃尖的顶端半径R_1、R_2变化而分别实施两次被加工材的切断加工。在表3中表示其结果。

[0353] [表3]

[0354]

抗拉强度[MPa]	270	460	585	1020
R_1=R_2=0.02mm (板厚比例 0.6%)	AA	AA	AA	AA
R_1=R_2=0.1mm (板厚比例 3.1%)	AA	AA	AA	AA
R_1=R_2=0.5mm (板厚比例15.6%)	AC	BC	AC	AC
R_1=R_2=1.05mm (板厚比例 32.8%)	CC	CC	CC	CC
R_1=R_2=1.1mm (板厚比例 34.4%)	CD	CC	CC	CC
R_1=R_2=1.6mm (板厚比例 50.0%)	EE	EE	EE	EC

[0355] (切断端面形状的评价基准)

[0356] A:极其良好

[0357] B:良好

[0358] C:存在轻微的突出部

[0359] D:在多个部位存在轻微的突出部

[0360] E:存在突出部

[0361] 试验的结果如下:在任一抗拉强度的被加工材的切断端面中均是,1%以上镀材包覆部分的板厚比例是50%以上。另外,根据表3,对于抗拉强度是270MPa以上的锌系镀覆钢板,在刃尖的顶端半径R_1、R_2是0.5mm以下的情况下,能够切断,并且,能够获得良好的切断端面。另外,对于抗拉强度是270MPa以上的锌系镀覆钢板,即使刃尖的顶端半径R_1、R_2比0.5mm大,也能够进行切断加工。

[0362] (E.上下的刃部的形状)

[0363] 在图1所示的切断工具中,研究使用顶端半径R_1与顶端半径R_2不同的第1刃部和第2刃部而切断被加工材时的被加工材的切断端面的形状。与上述A的验证同样,采用镀覆金属件作为被实施表面处理的被加工材,观察由切断工具切断时的镀覆金属件的切断端面的镀材的包覆状态。在图28中,表示由切断工具切断的镀覆金属件的切断端面的正面照片和侧面截面照片。

[0364] 在实施例E1中,冲模的刃尖的顶端半径R_1是0.5mm,冲头的刃尖的顶端半径R_2是0.05mm,顶端半径比R_1/R_2是10。实施例E2中,冲模的刃尖的顶端半径R_1是0.05mm,冲头的刃尖的顶端半径R_2是0.5mm,顶端半径比R_1/R_2是0.1。另外,在图28中,表示在将顶端半径R_1、R_2均设为0.05mm的情况下获得的镀覆金属件的切断端面作为参考例1,表示在将顶端半径R_1、R_2均设为0.5mm的情况下获得的镀覆金属件的切断端面作为参考例2。

[0365] 如图28所示,实施例E1、E2的镀覆金属件的切断端面与参考例1、2的镀覆金属件的切断端面相比,侧视时的形状左右不同,但由塌边、倾斜面以及断裂面形成。另外,实施例E1、E2的断裂面比率与参考例1、2相比变大,1%以上镀材包覆部分的板厚比例保持50%以上。这样,即使在上下的刃部的顶端半径R_1、R_2不同的情况下也是,通过使用本发明的切断工具100来切断镀覆金属件,能够利用镀材大范围地包覆切断端面。

[0366] 此外,在此针对上下的刃部的顶端半径R_1、R_2不同的情况进行了验证,但在上下的刃部的顶端角度θ_1、θ_2不同的情况下也是,通过使用本发明的切断工具100来切断镀覆金属件,能够利用镀材大范围地包覆切断端面。

[0367] (F.利用多个切断工序进行的切断)

[0368] 在图1所示的切断工具中,研究了利用两次切断工序切断被加工材时的被加工材的切断端面的形状。与上述A的验证同样,采用镀覆金属件作为被实施表面处理的被加工材,观察由切断工具切断时的镀覆金属件的切断端面的镀材的包覆状态。在图29中,表示由切断工具切断的镀覆金属件的切断端面的正面照片和侧面截面照片。

[0369] 对于实施例F1,在第1次切断工序中,使用刃尖的顶端半径R_1、R_2是0.05mm的冲模和冲头而切断镀覆金属件至中途,在第2次切断工序中,使用刃尖的顶端半径R_1、R_2是0.5mm的冲模和冲头而完全切断镀覆金属件。对于实施例F2,在第1次切断工序中,使用刃尖的顶端半径R_1、R_2是0.5mm的冲模和冲头而切断镀覆金属件至中途,在第2次切断工序中,使用刃尖的顶端半径R_1、R_2是0.05mm的冲模和冲头而完全切断镀覆金属件。另外,在图29中,表示与图

28相同的参考例1、2。

[0370] 如图29所示，对于实施例F1、F2的镀覆金属件的切断端面，均由塌边、倾斜面以及断裂面形成，倾斜面的比例较大。在倾斜面处残存镀材，覆盖倾斜面的镀材的量随着从金属件表面朝向板厚中央而减少。另外，对于实施例F1、F2的镀覆金属件的切断端面，与参考例1、2的镀覆金属件的切断端面相比，可知，受到在第2次切断工序中使用的切断工具的刃尖的顶端半径R_1、R_2的影响。例如，在实施例F1的切断端面处形成有参考例2那样的突出部，但在切断起点部分处，可看到镀材与切断端面的其他部分相比残存较多。另外，实施例F2的切断端面接近参考例1，是毛刺较少且良好的端面形状，镀材的跟随性也良好。

[0371] 这样，利用多个切断工序，使用本发明的切断工具100而切断镀覆金属件，从而能够利用镀材大范围地包覆切断端面。特别是，可知，通过使第2次切断工序中的刃部的顶端半径R_1、R_2比第1次切断工序中的刃部的顶端半径R_1、R_2小，能够增加镀材包覆于切断端面的部分，并且，能够获得良好的端面形状。另外，通过使第2次切断工序中的刃部的顶端角度θ_1、θ_2比第1次切断工序中的刃部的顶端角度θ_1、θ_2小，也能够增加镀材包覆于切断端面的部分，并且，能够获得良好的端面形状。

[0372] 另外，在多次切断中，研究了在切断的中途减小刃尖的顶端角度或顶端半径时的断裂面比率。被加工材与上述同样地使用板厚3.2mm、抗拉强度460MPa的锌系镀覆钢板。将其结果示于表4。此外，顶端半径R_1、R_2设为相同($R=R_1=R_2$)，顶端角度θ_1、θ_2也设为相同($\theta=\theta_1=\theta_2$)。

[0373] [表4]

[0374]

No.	第1次R [mm]	第2次R [mm]	第1次θ [°]	第2次θ [°]	断裂面比率 [%]
1	0.05	0.05	60	60	0.21
2	0.5	0.5			0.25
3	0.05	0.5			0.29
4	0.5	0.05			0.17
5	0.05	0.05	45	45	0.25
6			60	60	0.21
7			45	60	0.25
8			60	45	0.20

[0375] 在表4的No.1～4中，使顶端角度θ不变，改变顶端半径R。其结果，可知，通过如No.4那样使第2次切断时的顶端半径R比第1次切断时的顶端半径R小，断裂面比率变小，镀材包覆范围增加。另外，在表4的No.5～8中，使顶端半径R不变，改变使顶端角度θ。其结果，可知，通过如No.8那样使第2次切断时的顶端角度θ比第1次切断时的顶端角度θ小，断裂面比率变小，镀材包覆范围增加。

[0376] (G.由具有非对称的刃尖的切断工具进行的切断)

[0377] 采用镀覆金属件作为被实施表面处理的被加工材，观察由切断工具切断时的镀覆金属件的切断端面的形状。

[0378] 在实施例G1中，使用图10所示的分别具有左右的角度不同的刃部的冲模和冲头而切断镀覆金属件。冲模和冲头的形状相同，相对于镀覆金属件对称地配置。刃尖的顶端角度θ_1、θ_2是75°，设为顶端角度在法线处一分为二成45°($=\theta_{1a}=\theta_{2a}$)和30°($=\theta_{1b}=\theta_{2b}$)的形状。

[0379] 在实施例G2中，使用图11所示的分别具有左右的顶端半径不同的刃部的冲模和冲

头而切断镀覆金属件。冲模和冲头的形状相同，相对于镀覆金属件对称地配置。冲模和冲头的刃尖的顶端半径分别相对于法线而言，一侧是0.5mm(＝R_{1a}＝R_{2a})，另一侧是0.05mm(＝R_{1b}＝R_{2b})。

[0380] 此外，作为参考例，由刃部具有相对于法线左右对称的形状的切断工具切断镀覆金属件。冲模和冲头的形状相同，相对于镀覆金属件对称地配置。刃尖的顶端角度θ_1、θ_2是60°，若利用法线使顶端角度一分为二，则左右的角度分别是30°(＝θ_{1a}＝θ_{2a}＝θ_{1b}＝θ_{2b})。

[0381] 在图30中，表示利用实施例G1、G2和参考例的切断方法切断镀覆金属件时的镀覆金属件的切断端面的形状。在图30中，示意性地表示侧视切断后的镀覆金属件中的在利用法线使刃部一分为二时在角度或顶端半径较大的那一侧切断的那一侧的切断端面时的形状。此外，对于参考图，切断后的镀覆金属件的任一切断端面均具有同样的形状，因此表示一个片的切断端面的形状。此外，在参考例和实施例G1、G2中，均在切断端面的倾斜部中确认到镀层形成于端面上。

[0382] 如图10所示，在刃部具有相对于法线左右对称的形状的参考例中，在切断端面产生毛刺。另一方面，在实施例G1、G2中，刃部是相对于法线左右非对称的形状，因此变形集中于角度或顶端半径较大的那一侧而龟裂稳定地进展。其结果，如图30所示，未产生参考例那样的毛刺。这样，可知，通过将冲模和冲头的刃部设为非对称的形状，能够控制切断被加工材时的龟裂的进展方向。

[0383] 另外，针对实施例G1、G2，确认切断封闭区域之后的切断端面，结果如图4所示，切断端面由塌边、倾斜面以及断裂面形成，倾斜面的比例较大。在倾斜面处残存镀材，覆盖倾斜面的镀材的量随着从金属件表面朝向板厚中央而减少。这样，也确认到，通过使用图10或图11所示的切断工具来切断镀覆金属件，能够利用镀材大范围地包覆切断端面。

[0384] 另外，在使用图10所示的切断工具的情况下，研究使顶端角度θ_{1a}、θ_{1b}不同时的在切断被加工材时产生的龟裂的进展方向。作为被加工材，使用板厚3.2mm、抗拉强度460MPa的锌系镀覆钢板。对于被加工材的切断加工，刃尖的顶端半径R_1、R_2均设为0.05mm，刃尖的顶端角度θ_{2a}设为与顶端角度θ_{1a}相同，顶端角度θ_{2b}设为与顶端角度θ_{1b}相同。并且，改变顶端角度θ_{1a}、θ_{1b}而分别实施20次切断，确认产生的龟裂的进展方向。在表5中表示其结果。

[0385] [表5]

[0386]

$\theta_{1a}+\theta_{1b}$ [°]	θ_{1a} [°]	θ_{1b} [°]	$\theta_{1a}-\theta_{1b}$ [°]	龟裂向θ_{1a}侧进展的比例	龟裂向θ_{1b}侧进展的比例
90	45	45	0	50%	50%
90	47.5	42.5	5	70%	30%
90	50	40	10	80%	20%
90	52.5	37.5	15	80%	20%
90	55	35	20	80%	20%
90	57.5	32.5	25	85%	15%
90	60	30	30	95%	5%
90	62.5	27.5	35	95%	5%
90	65	25	40	95%	5%
90	67.5	22.5	45	95%	5%

[0387] 根据表5，可知，在将(θ_{1a}－θ_{1b})设为5°以上且45°以下时，龟裂向角度较大的θ_{1a}侧进展。另外，若使顶端角度θ_{1b}比顶端角度θ_{1a}大，则龟裂向角度较大的θ_{1b}侧进展。这样，通过

将顶端角度θ_{1a}、θ_{1b}设为不同的角度，能够控制切断时的龟裂的进展方向。对于顶端角度θ_{2a}、θ_{2b}也同样，通过将作为角度θ_{2a}与角度θ_{2b}的角度差的($\theta_{2a}-\theta_{2b}$)或($\theta_{2b}-\theta_{2a}$)设为5°以上且45°以下，能够使龟裂向角度较大的那一侧进展。

[0388] 而且，在使用图11所示的切断工具的情况下，研究使顶端半径R_{1a}、R_{1b}不同时的在切断被加工材时产生的龟裂的进展方向。作为被加工材，使用板厚3.2mm、抗拉强度460MPa的锌系镀覆钢板。对于被加工材的切断加工，刃尖的顶端角度θ_1、θ_2均设为60°，刃尖的顶端半径R_{2a}设为与顶端半径R_{1a}相同，顶端半径R_{2b}设为与顶端半径R_{1b}相同。并且，改变顶端半径R_{1a}、R_{1b}而分别实施20次切断，确认产生的龟裂的进展方向。在表6中表示其结果。

[0389] [表6]

[0390]

R_{1a} [mm]	R_{1b} [mm]	R_{1a}/R_{1b} [-]	龟裂向R_{1a}侧进展的比例	龟裂向R_{1b}侧进展的比例
0.05	0.05	1.0	50%	50%
0.055	0.05	1.1	40%	60%
0.075	0.05	1.5	30%	70%
0.15	0.05	3.0	25%	75%
0.5	0.05	10	20%	80%
1.5	0.05	30	15%	85%
5.0	0.05	100	5%	95%

[0391] 根据表6，可知，在将顶端半径之比R_{1a}/R_{1b}设为1.1以上且100以下时，龟裂向顶端半径较小的R_{1b}侧进展。另外，若使顶端半径R_{1a}比顶端半径R_{1b}小，则龟裂向顶端半径较小的R_{1a}侧进展。这样，通过将顶端半径R_{1a}、R_{1b}设为不同的角度，能够控制切断时的龟裂的进展方向。对于顶端半径R_{2a}、R_{2b}也同样，通过将顶端半径之比R_{2a}/R_{2b}或R_{2b}/R_{2a}设为1.1以上且100以下，能够使龟裂向顶端半径较小的那一侧进展。

[0392] (H.刃尖的顶端形状)

[0393] 研究刃尖的顶端半径的形状与切断后的被加工材的断裂面比率的关系。作为被加工材，使用板厚3.2mm、抗拉强度460MPa的锌系镀覆钢板。被加工材的切断加工所使用的切断工具的刃尖的顶端角度θ_1、θ_2均设为60°，刃尖的顶端半径R_1、R_2设为0.05mm。但是，如图31所示，比较例H1、H2的刃尖的顶端平坦，将平坦部分与楔形状的倾斜部分的交点的半径设为0.05mm。比较例H1的平坦部分的宽度RW是0.2mm，比较例H2的平坦部分的宽度RW是0.02mm。对于实施例，在刃尖的顶端没有平坦部分，平坦部分的宽度RW是0mm。在表7中，表示使用各切断工具来切断的被加工材的断裂面比率。

[0394] [表7]

[0395]

情形	断裂面比率[%]	平坦部分的宽度RW[mm]
比较例H1	34	0.2
比较例H2	29	0.02
实施例	22	0

[0396] 根据表7，对于将刃尖设为平坦的情况(比较例H1、H2)，与刃尖具有曲率的情况(实施例)相比，断裂面增加，镀材的包覆量减少。其原因在于，在刃尖平坦的情况下，在被加工材在平坦部分处被切断时材料的流动被抑制，在切断时产生更多的应变。其结果，认为，被加工材的断裂提前，并且，镀材被断开，因此镀材的包覆量减少。

[0397] (I.封闭区域的切断)

[0398] 针对从被加工材切断封闭区域的方法,验证被加工材是否能够切断。在本验证中,采用镀覆金属件作为被实施表面处理的被加工材,从平板的镀覆金属件切断圆形的封闭区域。镀覆金属件是抗拉强度460MPa的锌系镀覆钢板,板厚是3.2mm。

[0399] 在实施例中,在上述第2实施方式的切断方法中,首先,使用图14所示的切断工具而从镀覆金属件切断比最终想要切断的位置靠内部的位置的封闭区域而形成中间件,之后,使用图15所示的切断工具而在最终的切断位置处切断中间件。另一方面,在比较例中,未进行中间件的形成,使用图15所示的切断工具而在最终的切断位置处切断平板的镀覆金属件。图15所示的切断工具的冲模和冲头的刃尖处的直径是10mm,刃部的顶端角度是60°。

[0400] 在图32中,表示利用实施例和比较例的切断方法切断镀覆金属件时的表示施加于镀覆金属件的损伤的大小的分析结果和镀覆金属件的切断与否。另外,作为参考例,表示呈直线状切断镀覆金属件时的表示施加于镀覆金属件的损伤的大小的分析结果和镀覆金属件的切断与否。损伤使用由标准化的Cockcroft-Latham的式算出的损伤值来表示(参照非专利文献1)。图32的分析结果以颜色深浅表示施加于镀覆金属件的损伤的大小,越接近白色的部分,表示损伤越大,越容易断裂。

[0401] 如参考例所示,可知,在呈直线状切断镀覆金属件的情况下,在切断工具的刃尖附近对镀覆金属件施加较大的损伤。在参考例中,随着冲模和冲头相对压入,镀覆金属件能够向远离工具的方向移动,因此能够对镀覆金属件施加较大的损伤。因此,能够可靠地切断镀覆金属件。

[0402] 接着,在比较例中,可知,在切断工具的刃尖附近几乎未对镀覆金属件施加损伤。在比较例中,在最终的切断位置处的封闭区域的切断前未形成贯通孔,因此在冲模和冲头相对压入时,镀覆金属件无法向远离工具的方向移动。因此,无法对镀覆金属件施加产生裂纹的程度的损伤,镀覆金属件未被切断。

[0403] 另一方面,在实施例中,可知,在切断工具的刃尖附近对镀覆金属件施加较大的损伤。在实施例中,在最终的切断位置处的封闭区域的切断前形成有贯通孔,因此在冲模和冲头相对压入时,镀覆金属件能够向远离工具的方向移动。因此,能够对镀覆金属件施加较大的损伤,能够可靠地切断镀覆金属件。

[0404] 另外,针对实施例,确认切断封闭区域之后的切断端面,如图4所示,切断端面由塌边、倾斜面以及断裂面形成,倾斜面的比例较大。在倾斜面处残存镀材,覆盖倾斜面的镀材的量随着从金属件表面朝向板厚中央而减少。这样,也确认到,通过使用图15所示的切断工具来切断镀覆金属件,利用镀材大范围地包覆切断端面。

[0405] 另外,针对在图32所示的比较例和实施例中形成的试验片,研究疲劳特性。对于试验片70,如图33所示,针对90mm×30mm的板状的镀覆金属件,在中央形成有直径10mm的贯通孔71,在4个角部形成有直径7mm的贯通孔73。对于该试验片70,将应力比设为-1,将频率设为25Hz,在室温大气中实施疲劳试验。在此,将达成10^7次的疲劳寿命的载荷应力定义为疲劳极限。在图34和下述表8中表示疲劳试验结果。

[0406] [表8]

[0407]

TS [MPa]		460	616	790	1010	1210
断裂面比率[%]	比较例	0.78	0.80	0.82	0.84	0.85
	实施例	0.20	0.30	0.35	0.38	0.40
疲劳极限[Mpa]	比较例	224	300	397	498	600
	实施例	268	360	476	598	720

[0408] 根据图34和表8,可知,无论试验片的抗拉强度如何,实施例的试验片的疲劳寿命均比比较例的试验片的疲劳寿命长。另外,针对在图32所示的比较例和实施例中形成的试验片,利用表面磨削去除镀材,进行同样的试验。其结果,获得与表8的结果同等的结果。由此,可知,通过利用实施例的切断方法进行切断,无论钢板的覆膜的有无,均获得疲劳寿命的改善效果。

[0409] (J.镀覆钢板的验证)

[0410] 针对下述表9所示的作为镀覆钢板的包覆材A～H和钢板I,研究基于上述关系式(3)～(5)的加工品的形状与50日暴露试验的实施结果的关系。将其结果示于表10。此外,关于上述式(3)的评价,将满足式(3)的情况设为“X”,将不满足式(3)的情况设为“Y”。另外,基于以试样的切断端面(评价面)朝向上方的方式设置于海滨的朝阳环境并暴露50日之后的评价面的状态进行耐腐蚀性的评价。对于评价面的状态,基于产生红锈的面积相对于评价面的整体面积的比例(红锈产生面积率),如以下这样分类。

[0411] A(优):红锈产生面积率小于30%

[0412] B(良):红锈产生面积率30%以上且小于60%

[0413] C(合格):红锈产生面积率60%以上且小于75%

[0414] D(不合格):红锈产生面积率75%以上且小于90%

[0415] E(不合格):红锈产生面积率90%以上

[0416] [表9]

[0417]

复层材	镀材种类	备注
A	Zn	JIS G3301或G3302所规定的熔融Zn镀覆钢板
B	Zn－Fe	-
C	55%Al-Zn-1.6%Si	JIS G3321所规定的熔融55% Al-Zn合金镀覆钢板
D	Zn-11%Al-3%Mg-0.2%Si	JIS G3323所规定的熔融Zn-Al-Mg合金镀覆钢板
E	Al-10%Si	JIS G3314所规定的熔融Al镀覆钢板
F	Cr	-
G	Ni	-
H	Sn	-
I	无	JIS G3141所规定的冷轧钢板

[0418] [表10]

[0419]

No.		包覆材	镀材附着量 [两面:g/m²]	板厚 [mm]	上下刃的形状	顶端R	(T1+T2)<T	T3/板厚T	暴露50日后的红锈面积率	备注
1	实施例 J1	A	900	3.2	同	0.50	X	0.28	A	
2	实施例 J2	A	900	3.2	同	0.05	X	0.19	A	
3	比较例 J1	A	900	3.2	–	–	Y	0.78	D	
4	实施例 J3	A	900	4.5	同	0.50	X	0.30	A	
5	实施例 J4	A	900	4.5	同	0.05	X	0.28	A	
6	比较例 J2	A	900	4.5	–	–	Y	0.63	D	
7	实施例 J5	A	450	6.0	同	0.50	X	0.32	B	
8	实施例 J6	A	450	6.0	同	0.05	X	0.30	B	
9	比较例 J3	A	450	6.0	–	–	Y	0.65	D	
10	实施例 J7	A	900	6.0	同	0.50	X	0.29	A	
11	实施例 J8	A	900	6.0	同	0.05	X	0.31	A	
12	比较例 J4	A	900	6.0	–	–	Y	0.66	D	
13	实施例 J9	A	900	9.0	同	0.50	X	0.47	B	
14	实施例J10	A	900	9.0	同	0.05	X	0.40	B	
15	比较例 J5	A	900	9.0	–	–	Y	0.69	D	
16	实施例J11	B	90	0.2	同	0.50	X	0.42	C	
17	实施例J12	B	90	0.2	同	0.05	X	0.43	C	
18	比较例 J6	B	90	0.2	–	–	Y	0.63	D	
19	实施例J13	B	90	0.8	同	0.50	X	0.26	B	
20	实施例J14	B	90	0.8	同	0.05	X	0.21	B	
21	比较例 J7	B	90	0.8	–	–	Y	0.79	D	
22	实施例J15	C	150	1.6	同	0.50	X	0.29	A	
23	实施例J16	C	150	1.6	同	0.05	X	0.18	A	
24	比较例 J8	C	150	1.6	–	–	Y	0.81	D	
25	实施例J17	D	90	3.2	同	0.50	X	0.20	B	
26	实施例J18	D	90	3.2	同	0.05	X	0.18	B	
27	比较例 J9	D	90	3.2	–	–	Y	0.77	D	
28	实施例J19	D	180	3.2	同	0.50	X	0.18	A	
29	实施例J20	D	180	3.2	同	0.05	X	0.19	A	
30	比较例J10	D	180	3.2	–	–	Y	0.76	D	
31	实施例J21	D	270	3.2	同	0.50	X	0.08	A	
32	实施例J22	D	270	3.2	同	0.05	X	0.19	A	
33	比较例J11	D	270	3.2	–	–	Y	0.74	D	
34	比较例J12	D	270	3.2	–	–	X	0.52	D	专利文献7
35	比较例J13	D	270	3.2	–	–	X	0.60	D	专利文献7
36	实施例J23	D	450	4.5	同	0.50	X	0.30	A	
37	实施例J24	D	450	4.5	同	0.05	X	0.25	A	
38	比较例J14	D	450	4.5	–	–	Y	0.64	D	
39	实施例J25	D	450	6.0	同	0.50	X	0.35	A	
40	实施例J26	D	450	6.0	同	0.05	X	0.31	A	
41	比较例J15	D	450	6.0	–	–	Y	0.70	D	
42	实施例J27	E	120	2.3	同	0.50	X	0.25	B	
43	实施例J28	E	120	2.3	同	0.05	X	0.23	B	
44	比较例J16	E	120	2.3	–	–	Y	0.78	E	
45	实施例J29	F	150	2.3	同	0.50	X	0.32	B	
46	实施例J30	F	150	2.3	同	0.05	X	0.30	B	
47	比较例J17	F	150	2.3	–	–	Y	0.72	E	
48	实施例J31	G	180	2.3	同	0.50	X	0.32	B	
49	实施例J32	G	180	2.3	同	0.05	X	0.29	B	
50	比较例J18	G	180	2.3	–	–	Y	0.71	E	
51	实施例J33	H	250	2.3	同	0.50	X	0.34	C	
52	实施例J34	H	250	2.3	同	0.05	X	0.28	C	
53	比较例J19	H	250	2.3	–	–	Y	0.72	E	
54	比较例J20	I	0	2.3	同	0.50	X	0.31	E	
55	比较例J21	I	0	2.3	同	0.05	X	0.33	E	
56	比较例J22	I	0	2.3	–	–	Y	0.73	E	

[0420] 根据表10,实施例J1～J34满足上述式(3)的关系,结果50日暴露试验后的评价面的红锈产生面积率均小于75%。此外,对于实施例J11、J12,与其他实施例的切断加工品相比板厚较薄。因此,若在切断加工时镀覆钢板未被牢固地按压,则刃部接触的时刻发生偏差而容易产生形变。但是,50日暴露试验后的评价面的红锈产生面积率止于小于75%。另外,实施例J1～J34的切断加工品满足上述关系式(4)、(5),因此推测能够体现稳定的切断端面的耐腐蚀性。

[0421] 另一方面，比较例J1～J11、J14～J19不满足上述式(3)～(5)的关系，因此50日暴露试验后的评价面的红锈产生面积率均成为75％以上。另外，针对比较例J12、J13，进行基于专利文献7的方法剪切的情况的剪切加工品的评价。在该情况下也是，不满足上述式(5)的关系性，因此50日暴露试验后的评价面的红锈产生面积率均成为75％以上。比较例J20～J22是没有镀层的冷轧钢板的剪切加工品。因此，对于比较例J20、J21，切断端面的形状与实施例同样，但J20～J22均没有耐腐蚀性，因此50日暴露试验后的评价面的红锈产生面积率均成为75％以上。

[0422] 以上，参照附图，详细地说明了本发明的优选的实施方式，但本发明不限定于该例。只要是具有本发明所属的技术领域的通常的知识的人，就能够在权利要求书所记载的技术思想的范畴内想到各种变更例或修正例，这是显而易见的，关于这些，也理解为当然属于本发明的保护范围。

[0423] 例如，在上述实施方式中，被加工材是镀覆钢板，但本发明不限定于该例。被加工材通过利用包覆材包覆母材的表面而形成即可。例如，也可以是，将钢板等金属件作为母材，将由Zn、Al或者它们的合金构成的材料、氧化物覆膜、涂装材料、树脂材料等作为包覆材。附带一提，被加工材也可以是对作为母材的金属件涂装表面而成的涂装钢板，也可以是将膜层压于钢板而成的膜层压钢板。或者，也能够由母材和包覆材构成的包层材制造切断而成的构件。作为包层材，例如有以Cu板为母材、以Ni板为包覆材的Ni包层铜材等。

[0424] 此外，被加工材不限定于仅一层，也可以包覆多层。例如，也可以对上述的镀覆钢板的表面进行化成处理、涂装、层压等处理。

[0425] 另外，根据本发明的切断方法，能够同样地形成以塑料等树脂材料为母材、以Cu、Cr、Ag、Au、Pt等金属件为包覆材的被加工材的切断而成的构件。

[0426] 若切断包覆有金属的塑料等树脂材料，则端面的导电性丧失。另外，在树脂的暴露比率较高的情况下容易带电，因此担心火花的产生等。于是，根据上述的切断方法，通过这样的树脂材料的切断，能够提高切断端面的导电性，防止带电。

[0427] 另外，在包层材的情况下，根据与被加工材的组合、用途而切断时寻求的目的不同。但是，通过利用上述的切断方法切断被加工材，能够改善切断端面的母材的耐腐蚀性、耐化学品性等。另外，与以往的切断法相比，能够改善切断端面的局部或整体的导电性、导热性、磁性等。

[0428] 在涂膜、层压的情况下，通过利用上述的切断方法切断被加工材，当然能够实现母材的耐腐蚀性，也能够实现涂膜－膜下的膨胀的抑制、通过不暴露母材而实现的外观的改善、切断端面的局部或整体的绝缘性的改善。

[0429] 这样，通过利用上述的切断方法切断被加工材，能够使切断端面也具有在平面中包覆材所具有的功能。此外，包覆材所具有的功能不限定于上述的例子，能够根据包覆材的用途而体现其功能。换言之，根据本实施方式的切断方法，在被加工材的切断中，能够抑制被加工材所具有的性能在切断后降低的情况。这不限于被实施表面处理的被加工材的切断，在裸材的切断中也是同样的。例如，通过使用本实施方式的切断方法，无论包覆材的有无，均能够抑制切断后的被加工材的疲劳寿命的降低。

[0430] 此外，以下的结构也包含于本发明的保护范围。

[0431] (A1)一种切断方法，其是使用具备冲模和冲头的切断工具来切断被实施表面处理

的被加工材的切断方法，该切断方法包含如下工序：

[0432] 将所述被加工材配置于所述冲模与所述冲头之间；以及

[0433] 在使所述冲模的楔形状的第1刃部与所述冲头的楔形状的第2刃部相对的状态下，使所述冲头向所述冲模侧相对压入，切断所述被加工材。

[0434] (A2)根据上述(A1)所述的切断方法，其中，在所述冲模和所述冲头中的至少任一者设有配置于所述冲模与所述冲头之间的压料圈，

[0435] 在利用所述压料圈保持所述被加工材的状态下，使所述冲头向所述冲模侧相对压入。

[0436] (A3)根据上述(A1)或(A2)所述的切断方法，其中，所述第1刃部的顶端角度θ_1和所述第2刃部的顶端角度θ_2是10°以上且120°以下。

[0437] (A4)根据上述(A3)所述的切断方法，其中，所述第1刃部的顶端角度θ_1和所述第2刃部的顶端角度θ_2是30°以上且90°以下。

[0438] (A5)根据上述(A3)或(A4)所述的切断方法，其中，作为所述第1刃部的顶端角度θ_1与所述第2刃部的顶端角度θ_2之比的θ_1/θ_2或θ_2/θ_1小于4。

[0439] (A6)根据上述(A5)所述的切断方法，其中，作为所述第1刃部的顶端角度θ_1与所述第2刃部的顶端角度θ_2之比的θ_1/θ_2或θ_2/θ_1小于2。

[0440] (A7)根据上述(A1)～(A6)中任一项所述的切断方法，其中，所述第1刃部的顶端半径R_1和所述第2刃部的顶端半径R_2是板厚的0.5％以上且35.0％以下。

[0441] (A8)根据上述(A7)所述的切断方法，其中，所述第1刃部的顶端半径R_1和所述第2刃部的顶端半径R_2是板厚的3.0％以上且10.0％以下。

[0442] (A9)根据上述(A7)或(A8)所述的切断方法，其中，作为所述第1刃部的顶端半径R_1与所述第2刃部的顶端半径R_2之比的R_1/R_2或R_2/R_1小于100。

[0443] (A10)根据上述(A9)所述的切断方法，其中，作为所述第1刃部的顶端半径R_1与所述第2刃部的顶端半径R_2之比的R_1/R_2或R_2/R_1小于10。

[0444] (A11)根据上述(A1)～(A10)中任一项所述的切断方法，其中，所述冲模与所述冲头以使所述第1刃部的顶端位置与所述第2刃部的顶端位置一致的方式相对。

[0445] (A12)根据上述(A1)～(A10)中任一项所述的切断方法，其中，在使所述冲模的所述第1刃部与所述冲头的所述第2刃部相对时，将所述第1刃部的顶端位置与所述第2刃部的顶端位置的偏离量设为板厚的50％以下。

[0446] (A13)根据上述(A1)～(A12)中任一项所述的切断方法，其中，所述冲模的所述第1刃部和所述冲头的所述第2刃部是相同的形状，相对于所述被加工材对称地配置。

[0447] (A14)根据上述(A1)～(A13)中任一项所述的切断方法，其中，所述被加工材的切断利用多个切断工序进行。

[0448] (A15)根据上述(A14)所述的切断方法，其中，所述多个切断工序包含第1切断工序和在所述第1切断工序之后进行的第2切断工序，

[0449] 在所述第2切断工序中，进行如下设定中的至少任一者，切断所述被加工材：

[0450] 使所述第2切断工序中的所述第1刃部的顶端角度θ_1比所述第1切断工序中的所述第1刃部的顶端角度θ_1小；以及

[0451] 使所述第2切断工序中的所述第2刃部的顶端角度θ_2比所述第1切断工序中的所述

第2刃部的顶端角度θ_2小。

[0452] (A16)根据上述(A14)或(A15)所述的切断方法,其中,所述多个切断工序包含第1切断工序和在所述第1切断工序之后进行的第2切断工序,

[0453] 在所述第2切断工序中,进行如下设定中的至少任一者,切断所述被加工材:

[0454] 使所述第2切断工序中的所述第1刃部的顶端半径R_1比所述第1切断工序中的所述第1刃部的顶端半径R_1小;以及

[0455] 使所述第2切断工序中的所述第2刃部的顶端半径R_2比所述第1切断工序中的所述第2刃部的顶端半径R_2小。

[0456] (A17)根据上述(A14)～(A16)中任一项所述的切断方法,其中,对于所述多个切断工序中的第1次切断工序的所述冲头的冲程S,在将所述第1刃部的顶端半径定义为R_1,将所述第2刃部的顶端半径定义为R_2,将所述被加工材的板厚定义为t时,满足下述式(a1)。

[0457] $(R_1+R_2)\leqslant S\leqslant\{t-(R_1+R_2)\}$ ・・・(a1)

[0458] (A18)根据上述(A17)所述的切断方法,其中,所述第1次切断工序的所述冲头的冲程S满足下述式(a2)。

[0459] $(R_1+R_2)\times 2\leqslant S\leqslant\{t-(R_1+R_2)\times 2\}$ ・・・(a2)

[0460] (A19)根据上述(A1)～(A18)中任一项所述的切断方法,其中,所述被加工材的切削宽度是所述被加工材的一个端部与该被加工材的切断位置的距离,

[0461] 对于所述被加工材的切削宽度D,在将所述第1刃部的顶端半径定义为R_1,将所述第2刃部的顶端半径定义为R_2,将所述被加工材的板厚定义为t时,满足下述式(a3)。

[0462] $R\leqslant D\leqslant 5t$ ・・・(a3)

[0463] $R=\mathrm{Min}(R_1,R_2)$

[0464] (A20)根据上述(A19)所述的切断方法,其中,所述被加工材的切削宽度D满足下述式(a4)。

[0465] $3R\leqslant D\leqslant t$ ・・・(a4)

[0466] (A21)根据上述(A1)～(A20)中任一项所述的切断方法,其中,所述被加工材是抗拉强度270MPa以上的材料。

[0467] (A22)根据上述(A21)所述的切断方法,其中,所述被加工材是抗拉强度590MPa以上的材料。

[0468] (A23)根据上述(A1)～(A22)中任一项所述的切断方法,其中,所述被加工材是镀覆金属板。

[0469] (A24)一种切断工具,其中,该切断工具具备:

[0470] 冲模,其能够载置被加工材,具有楔形状的第1刃部;以及

[0471] 冲头,其具有与所述第1刃部相对地设置的楔形状的第2刃部,与所述冲模相对,能够向所述冲模侧相对移动地设置。

[0472] (A25)根据上述(A24)所述的切断工具,其中,在将所述被加工材配置于所述冲模与所述冲头之间的状态下,通过所述冲头向所述冲模侧相对压入来切断所述被加工材。

[0473] (B1)一种切断方法,其是使用具备冲模和冲头的切断工具来切断被实施表面处理的被加工材的切断方法,其中,

[0474] 所述冲模的楔形状的第1刃部和所述冲头的楔形状的第2刃部分别具有相对于刃

尖处的法线非对称的形状，

[0475] 该切断方法包含如下工序：

[0476] 将所述被加工材配置于所述冲模与所述冲头之间；以及

[0477] 在使所述冲模的楔形状的第1刃部与所述冲头的楔形状的第2刃部相对的状态下，使所述冲头向所述冲模侧相对压入，切断所述被加工材。

[0478] (B2)根据上述(B1)所述的切断方法，其中，在所述冲模和所述冲头中的至少任一者设有配置于所述冲模与所述冲头之间的压料圈，

[0479] 在利用所述压料圈保持所述被加工材的状态下，使所述冲头向所述冲模侧相对压入。

[0480] (B3)根据上述(B1)或(B2)所述的切断方法，其中，所述第1刃部的顶端角度θ_1和所述第2刃部的顶端角度θ_2是10°以上且120°以下。

[0481] (B4)根据上述(B3)所述的切断方法，其中，所述第1刃部的顶端角度θ_1和所述第2刃部的顶端角度θ_2是30°以上且90°以下。

[0482] (B5)根据上述(B3)或(B4)所述的切断方法，其中，所述第1刃部的顶端角度θ_1由该刃部的刃尖处的法线分割成两个角度θ_{1a}、θ_{1b}，

[0483] 所述第2刃部的顶端角度θ_2由该刃部的刃尖处的法线分割成两个角度θ_{2a}、θ_{2b}，

[0484] 作为角度θ_{1a}与角度θ_{1b}的角度差的$(\theta_{1a}-\theta_{1b})$或$(\theta_{1b}-\theta_{1a})$及作为角度$\theta_{2a}$与角度$\theta_{2b}$的角度差的$(\theta_{2a}-\theta_{2b})$或$(\theta_{2b}-\theta_{2a})$是5°以上且45°以下。

[0485] (B6)根据上述(B5)所述的切断方法，其中，作为角度θ_{1a}与角度θ_{1b}的角度差的$(\theta_{1a}-\theta_{1b})$或$(\theta_{1b}-\theta_{1a})$及作为角度$\theta_{2a}$与角度$\theta_{2b}$的角度差的$(\theta_{2a}-\theta_{2b})$或$(\theta_{2b}-\theta_{2a})$是10°以上且30°以下。

[0486] (B7)根据上述(B1)～(B6)中任一项所述的切断方法，其中，在将所述第1刃部的顶端半径R_1设为由该刃部的刃尖处的法线分割成两个的所述第1刃部的各顶端半径R_{1a}、R_{1b}的平均值，将所述第2刃部的顶端半径R_2设为由该刃部的刃尖处的法线分割成两个的所述第2刃部的各顶端半径R_{2a}、R_{2b}的平均值时，

[0487] 所述顶端半径R_1、R_2分别是板厚的0.5％以上且35.0％以下。

[0488] (B8)根据上述(B7)所述的切断方法，其中，所述顶端半径R_1、R_2分别是板厚的3.0％以上且10.0％以下。

[0489] (B9)根据上述(B7)或(B8)所述的切断方法，其中，分割所述第1刃部的顶端半径R_1而成的两个顶端半径之比R_{1a}/R_{1b}或R_{1b}/R_{1a}及分割所述第2刃部的顶端半径R_2而成的两个顶端半径之比R_{2a}/R_{2b}或R_{2b}/R_{2a}是1.1以上且100以下。

[0490] (B10)根据上述(B9)所述的切断方法，其中，分割所述第1刃部的顶端半径R_1而成的两个顶端半径之比R_{1a}/R_{1b}或R_{1b}/R_{1a}及分割所述第2刃部的顶端半径R_2而成的两个顶端半径之比R_{2a}/R_{2b}或R_{2b}/R_{2a}是5以上且20以下。

[0491] (B11)根据上述(B1)～(B10)中任一项所述的切断方法，其中，所述冲模与所述冲头以使所述第1刃部的顶端位置与所述第2刃部的顶端位置一致的方式相对地配置。

[0492] (B12)根据上述(B1)～(B10)中任一项所述的切断方法，其中，在使所述冲模的所述第1刃部与所述冲头的所述第2刃部相对时，将所述第1刃部的顶端位置与所述第2刃部的顶端位置之间的偏离量设为板厚的50％以下。

[0493] (B13)根据上述(B1)～(B12)中任一项所述的切断方法,其中,所述冲模的所述第1刃部和所述冲头的所述第2刃部是相同的形状,相对于所述被加工材对称地配置。

[0494] (B14)根据上述(B1)～(B13)中任一项所述的切断方法,其中,所述被加工材的切断利用多个切断工序进行。

[0495] (B15)根据上述(B1)～(B14)中任一项所述的切断方法,其中,

[0496] 所述被加工材的切削宽度是所述被加工材的一个端部与该被加工材的切断位置的距离,

[0497] 对于所述被加工材的切削宽度D,

[0498] 在将所述第1刃部的顶端半径R_1定义为由该刃部的刃尖处的法线分割成两个的所述第1刃部的各顶端半径R_{1a}、R_{1b}的平均值,将所述第2刃部的顶端半径R_2定义为由该刃部的刃尖处的法线分割成两个的所述第2刃部的各顶端半径R_{2a}、R_{2b}的平均值,将所述被加工材的板厚定义为t时,满足下述式(b1)。

[0499] $R \leqslant D \leqslant 5t$ ・・・(b1)

[0500] $R = \mathrm{Min}(R_{1a}, R_{1b}, R_{2a}, R_{2b})$

[0501] (B16)根据上述(B15)所述的切断方法,其中,所述被加工材的切削宽度D满足下述式(b2)。

[0502] $3R \leqslant D \leqslant t$ ・・・(b2)

[0503] (B17)根据上述(B1)～(B16)中任一项所述的切断方法,其中,所述被加工材是抗拉强度270MPa以上的材料。

[0504] (B18)根据上述(B17)所述的切断方法,其中,所述被加工材是抗拉强度590MPa以上的材料。

[0505] (B19)根据上述(B1)～(B18)中任一项所述的切断方法,其中,所述被加工材是镀覆金属板。

[0506] (B20)一种切断工具,其中,该切断工具具备:

[0507] 冲模,其能够载置被加工材,具有楔形状的第1刃部;以及

[0508] 冲头,其具有与所述第1刃部相对地设置的楔形状的第2刃部,与所述冲模相对,能够向所述冲模侧相对移动地设置,

[0509] 所述第1刃部和所述第2刃部分别具有相对于刃尖处的法线非对称的形状。

[0510] (B21)根据上述(B20)所述的切断工具,其中,在将所述被加工材配置于所述冲模与所述冲头之间的状态下,通过所述冲头向所述冲模侧相对压入来切断所述被加工材。

[0511] (C1)一种切断方法,其是切断被实施表面处理的被加工材的切断方法,该切断方法包含如下工序:

[0512] 从所述被加工材形成具有最终形状区域和沿着该最终形状区域的缘部设置的多余区域的中间件;以及

[0513] 使用具备与所述最终形状区域的缘部对应地刃部形成为封闭形状的冲模和冲头的切断工具,在使所述冲模的楔形状的第1刃部与所述冲头的楔形状的第2刃部相对的状态下,使所述冲头向所述冲模侧相对压入,切断所述中间件。

[0514] (C2)根据上述(C1)所述的切断方法,其中,所述冲模与所述冲头以使所述第1刃部的顶端位置与所述第2刃部的顶端位置一致的方式相对。

[0515] (C3)根据上述(C1)所述的切断方法,其中,在使所述冲模的所述第1刃部与所述冲头的所述第2刃部相对时,将所述第1刃部的顶端位置与所述第2刃部的顶端位置之间的偏离量设为板厚的50%以下。

[0516] (C4)根据上述(C1)～(C3)中任一项所述的切断方法,其中,所述中间件的切断利用多个切断工序进行。

[0517] (C5)根据上述(C4)所述的切断方法,其中,

[0518] 所述多个切断工序包含第1切断工序和在所述第1切断工序之后进行的第2切断工序,

[0519] 在所述第2切断工序中,进行如下设定中的至少任一者,切断所述中间件:

[0520] 使所述第2切断工序中的所述第1刃部的顶端角度θ_1比所述第1切断工序中的所述第1刃部的顶端角度θ_1小;以及

[0521] 使所述第2切断工序中的所述第2刃部的顶端角度θ_2比所述第1切断工序中的所述第2刃部的顶端角度θ_2小。

[0522] (C6)根据上述(C4)或(C5)所述的切断方法,其中,所述多个切断工序包含第1切断工序和在所述第1切断工序之后进行的第2切断工序,

[0523] 在所述第2切断工序中,进行如下设定中的至少任一者,切断所述中间件:

[0524] 使所述第2切断工序中的所述第1刃部的顶端半径R_1比所述第1切断工序中的所述第1刃部的顶端半径R_1小;以及

[0525] 使所述第2切断工序中的所述第2刃部的顶端半径R_2比所述第1切断工序中的所述第2刃部的顶端半径R_2小。

[0526] (C7)根据上述(C4)～(C6)中任一项所述的切断方法,其中,对于所述多个切断工序中的第1次切断工序的所述冲头的冲程S,在将所述第1刃部的顶端半径定义为R_1,将所述第2刃部的顶端半径定义为R_2,将所述被加工材的板厚定义为t时,满足下述式(c1)。

[0527] $(R_1+R_2)\leqslant S\leqslant\{t-(R_1+R_2)\}$ ・・・(c1)

[0528] (C8)根据上述(C7)所述的切断方法,其中,所述第1次切断工序的所述冲头的冲程S满足下述式(c2)。

[0529] $(R_1+R_2)\times 2\leqslant S\leqslant\{t-(R_1+R_2)\times 2\}$ ・・・(c2)

[0530] (C9)根据上述(C1)～(C8)中任一项所述的切断方法,其中,在所述中间件的切断中,

[0531] 所述中间件的切削宽度是所述中间件的一个端部与作为所述最终形状区域的缘部的该中间件的切断位置的距离,

[0532] 对于所述中间件的切削宽度D,在将所述第1刃部的顶端半径定义为R_1,将所述第2刃部的顶端半径定义为R_2,将所述被加工材的板厚定义为t时,满足下述式(c3)。

[0533] $R\leqslant D\leqslant 5t$ ・・・(c3)

[0534] $R=\mathrm{Min}(R_1,R_2)$

[0535] (C10)根据上述(C9)所述的切断方法,其中,所述中间件的切削宽度D满足下述式(c4)。

[0536] $3R\leqslant D\leqslant t$ ・・・(c4)

[0537] (C11)根据上述(C1)～(C10)中任一项所述的切断方法,其中,所述中间件的形成

利用冲裁加工、冲孔加工或激光切断进行。

[0538] (C12)根据上述(C1)～(C11)中任一项所述的切断方法,其中,该切断方法还包含如下工序:当在所述中间件的切断时该中间件未断裂的情况下,从所述中间件切掉所述多余区域。

[0539] (C13)根据上述(C1)～(C12)中任一项所述的切断方法,其中,在形成所述中间件的工序中,将从所述被加工材去除封闭区域而分离成两个的部分中的所述封闭区域被去除而形成有贯通孔的部分设为所述中间件。

[0540] (C14)根据上述(C1)～(C12)中任一项所述的切断方法,其中,在形成所述中间件的工序中,将从所述被加工材去除封闭区域而分离成两个的部分中的从所述被加工材裁出的所述封闭区域的部分设为所述中间件。

[0541] (C15)根据上述(C1)～(C14)中任一项所述的切断方法,其中,所述被加工材是抗拉强度270MPa以上的材料。

[0542] (C16)根据上述(C15)所述的切断方法,其中,所述被加工材是抗拉强度590MPa以上的材料。

[0543] (C17)根据上述(C1)～(C16)中任一项所述的切断方法,其中,所述被加工材是镀覆金属板。

[0544] 附图标记说明

[0545] 3、切断加工品;3a、切断端面;5、被加工材(镀覆钢板);5a、金属件(钢板);5b、覆膜层(镀材);50、100、切断工具;51、110、冲模;111、121、基部;113、第1刃部;52、120、冲头;123、第2刃部;130、压料圈;131、132、133、134、140、垫板。

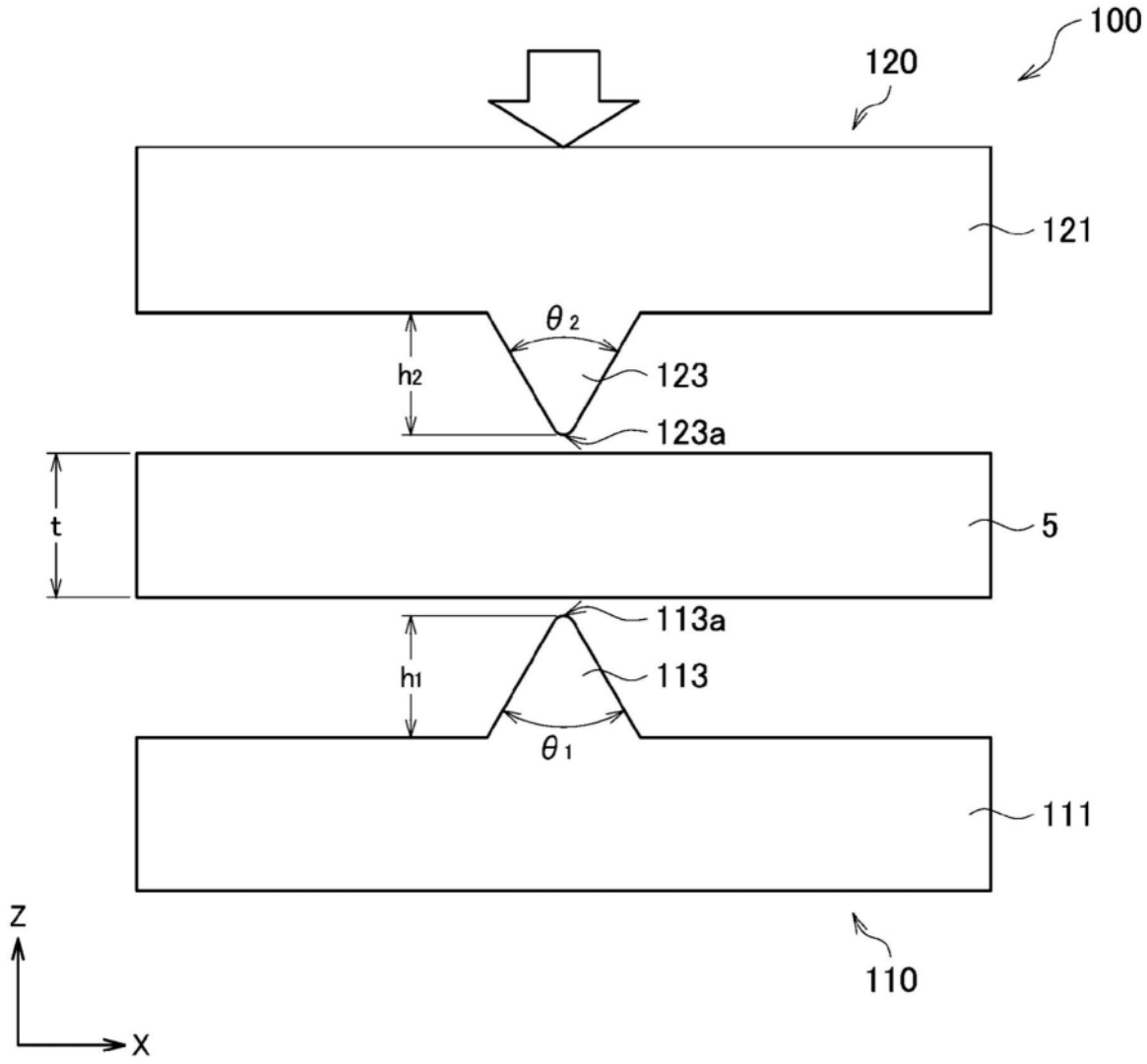


图1

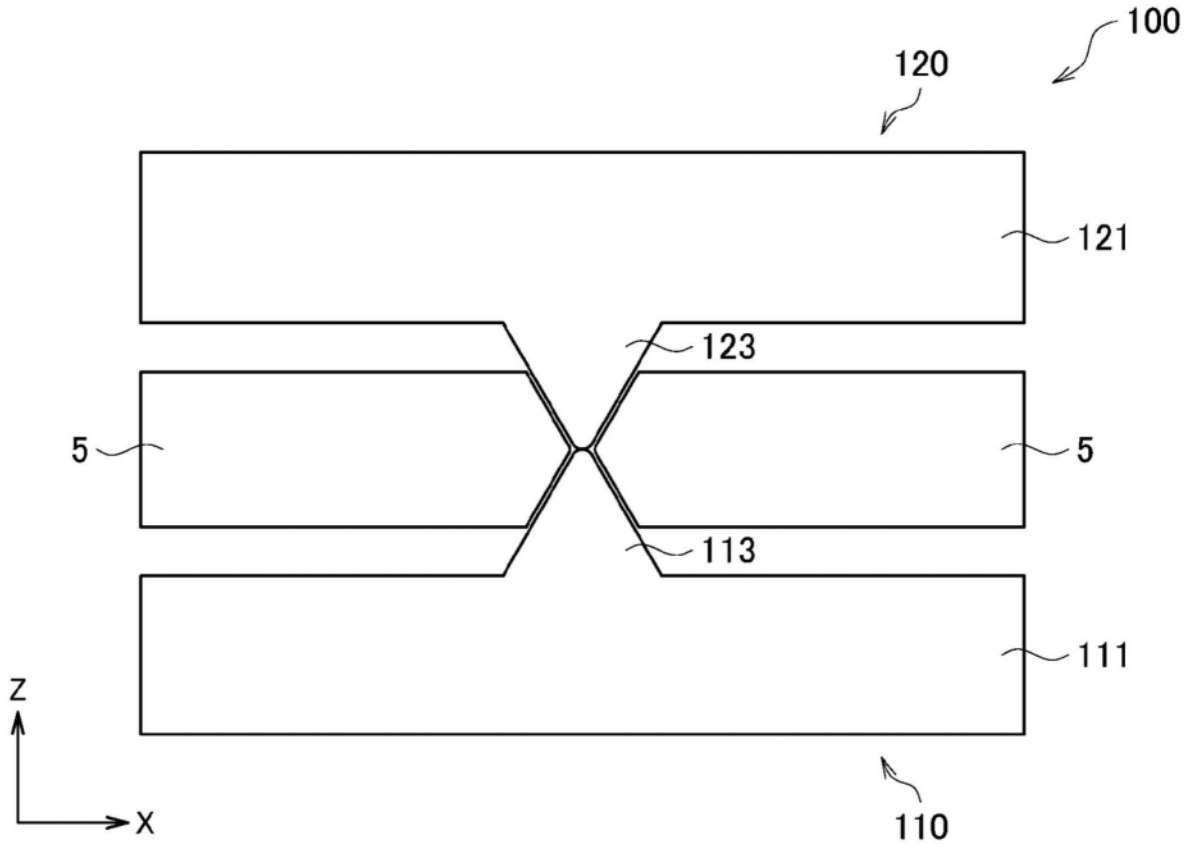


图2

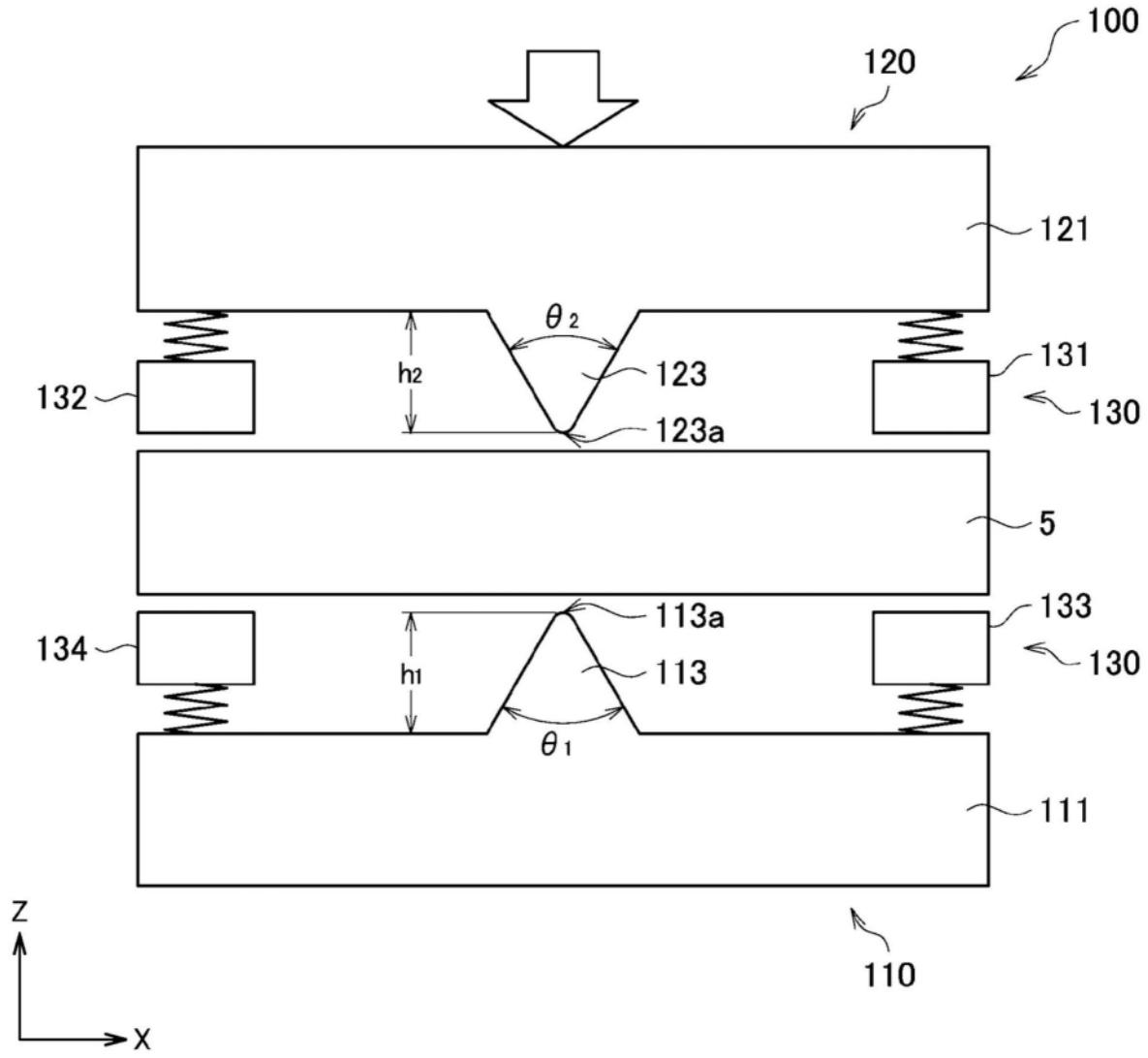

100
120
121
θ2
h2
123
123a
131
132
130
5
113a
133
134
h1
113
130
θ1
111
Z
X
110

图3

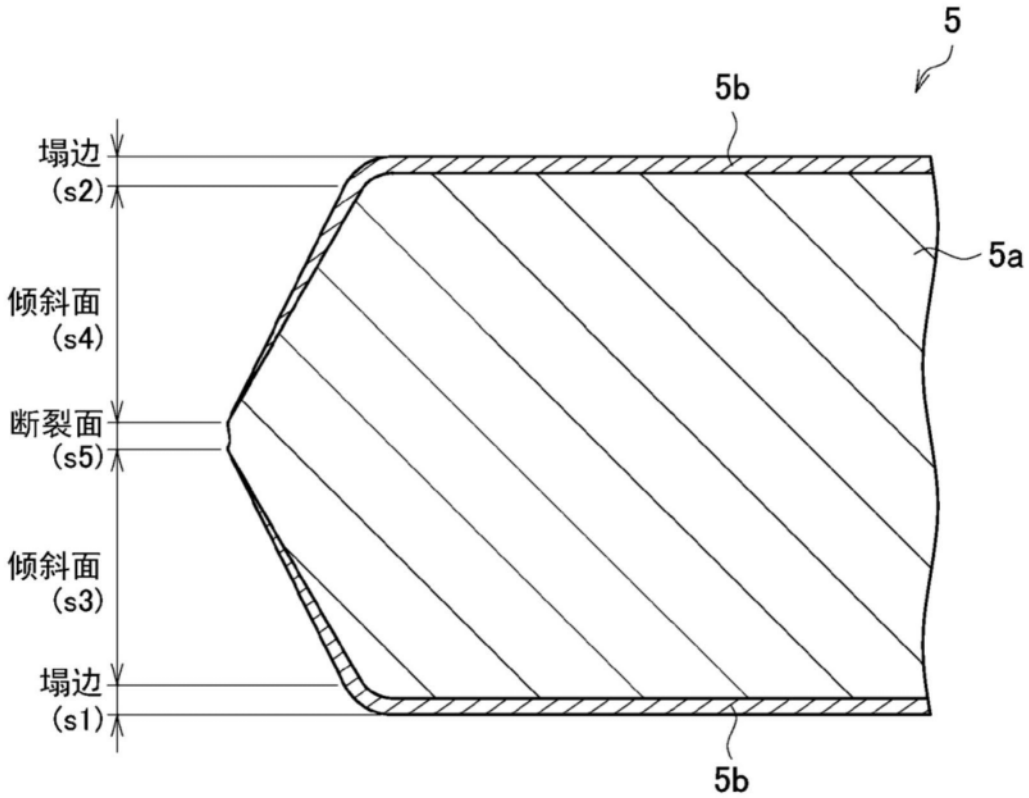


图4

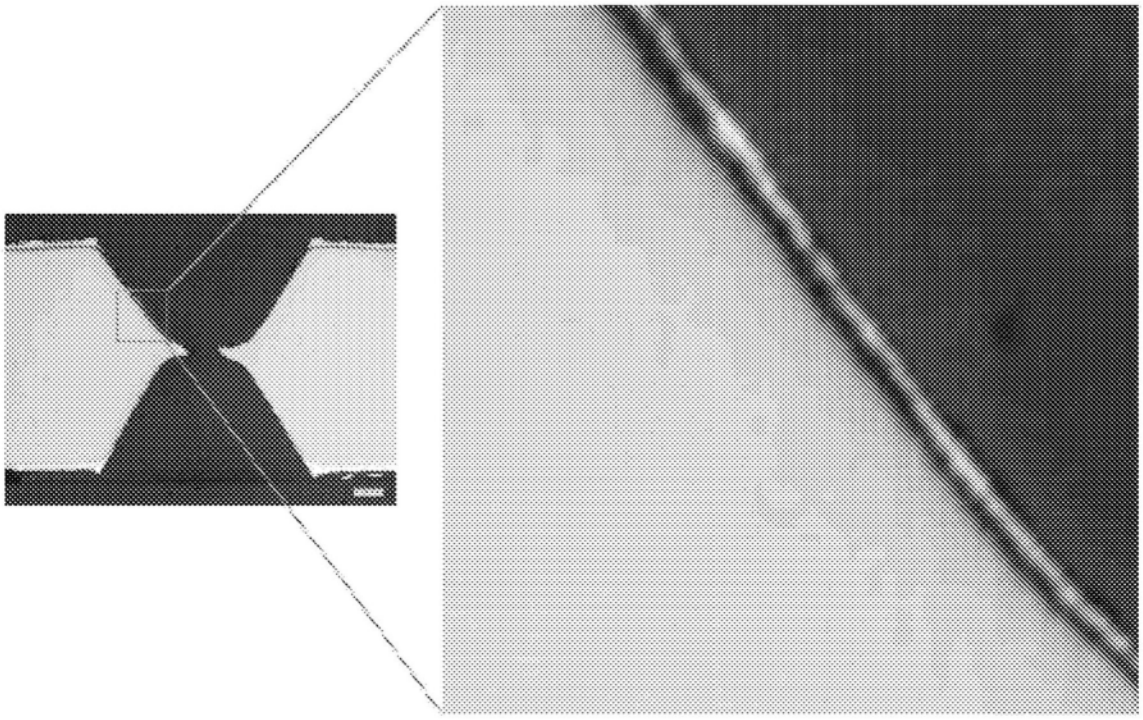


图5

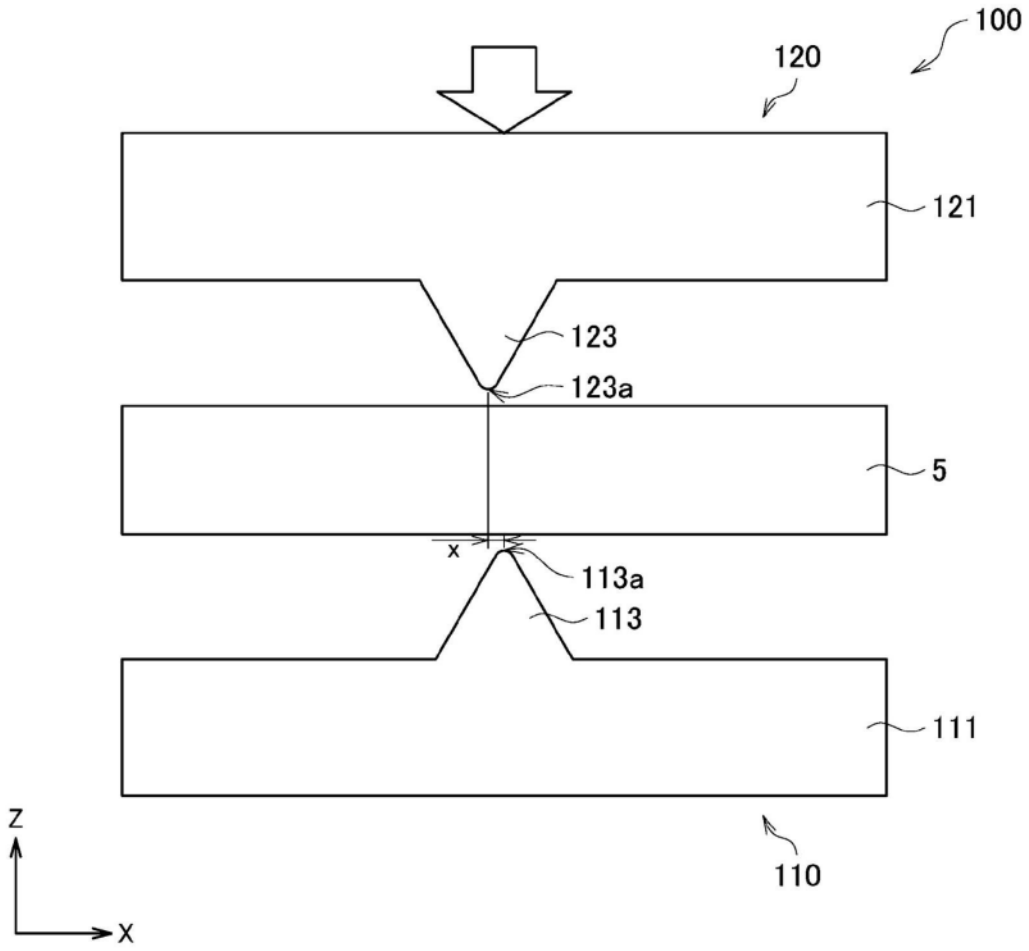

100
120
121
123
123a
5
x
113a
113
111
110
Z
X

图6

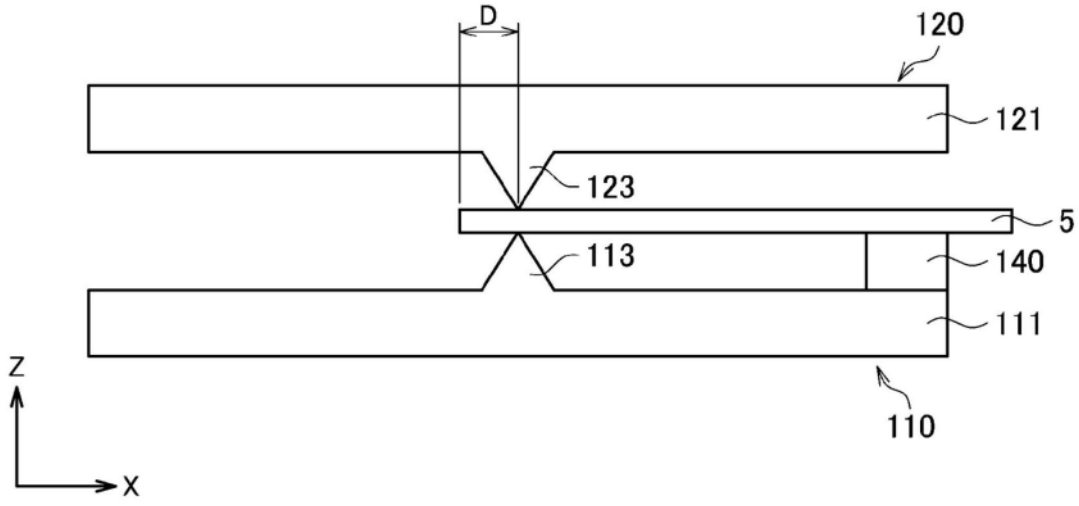

D
120
121
123
5
113
140
111
110
Z
X

图7

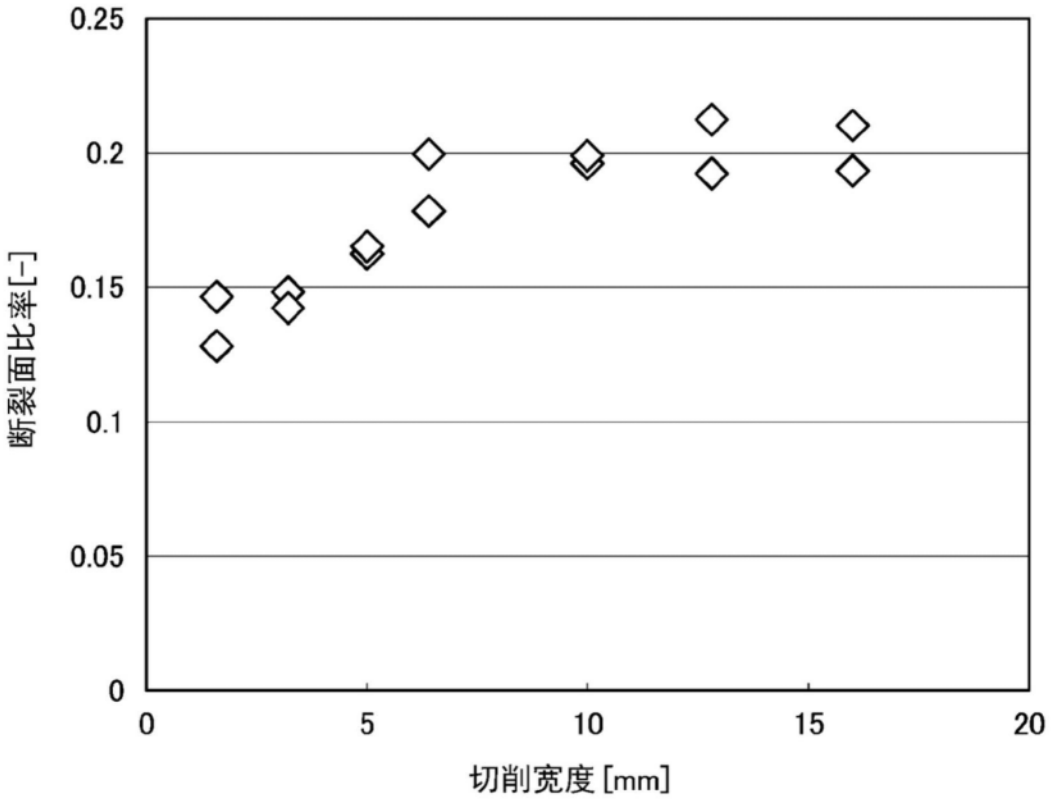


图8

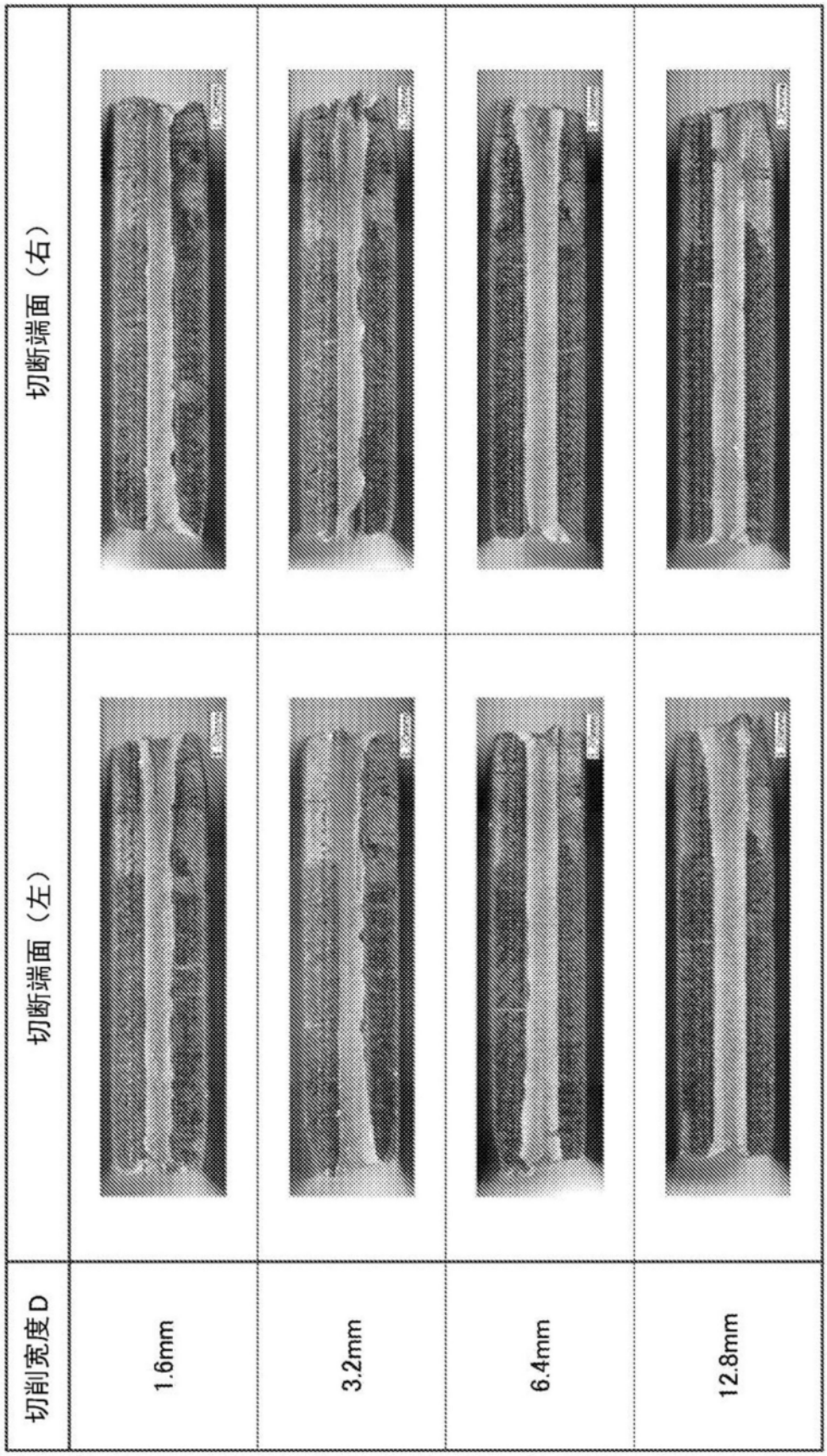


图9

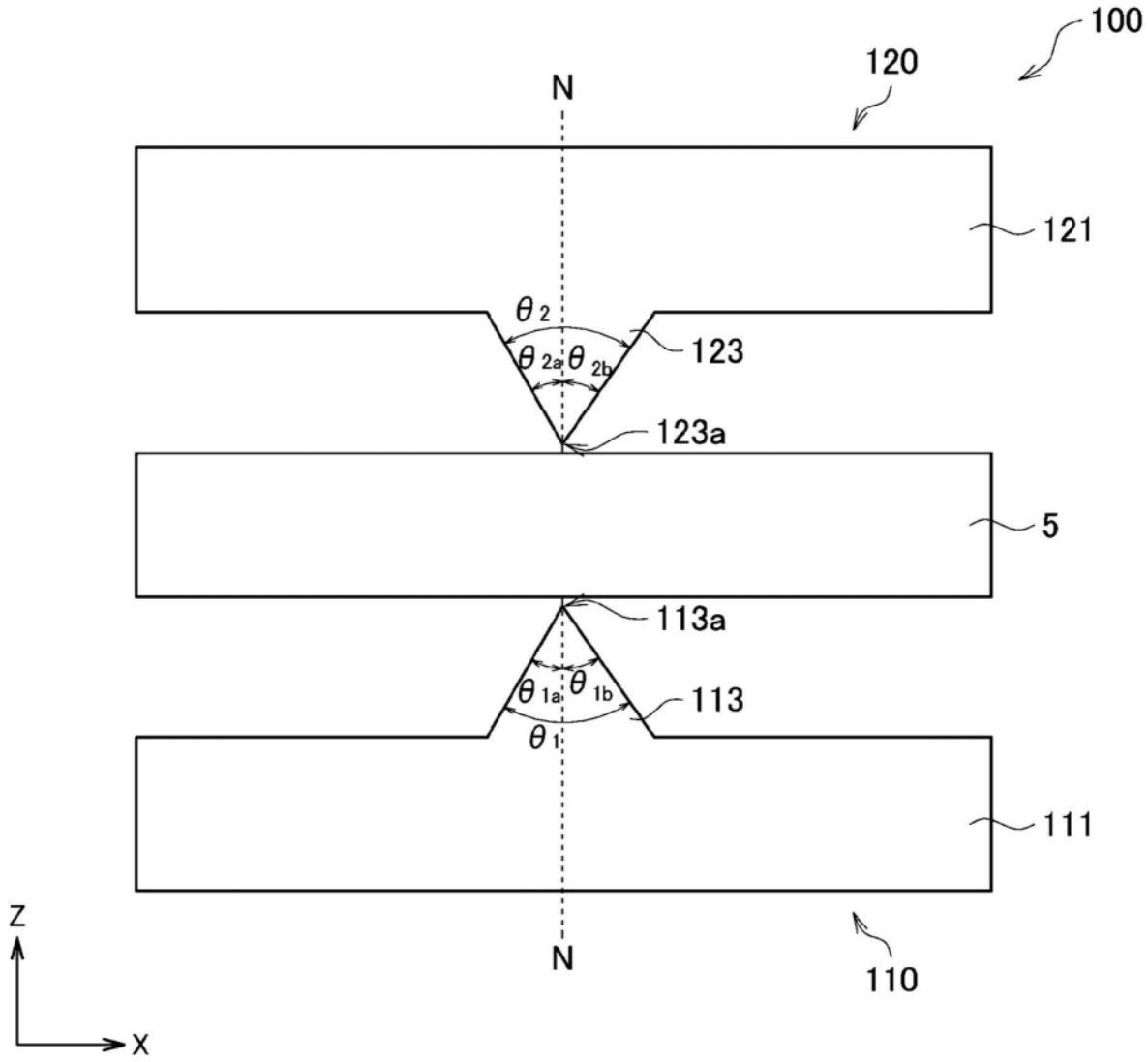

100
120
N
121
θ2
θ2a
θ2b
123
123a
5
113a
θ1a
θ1b
113
θ1
111
Z
X
N
110

图10

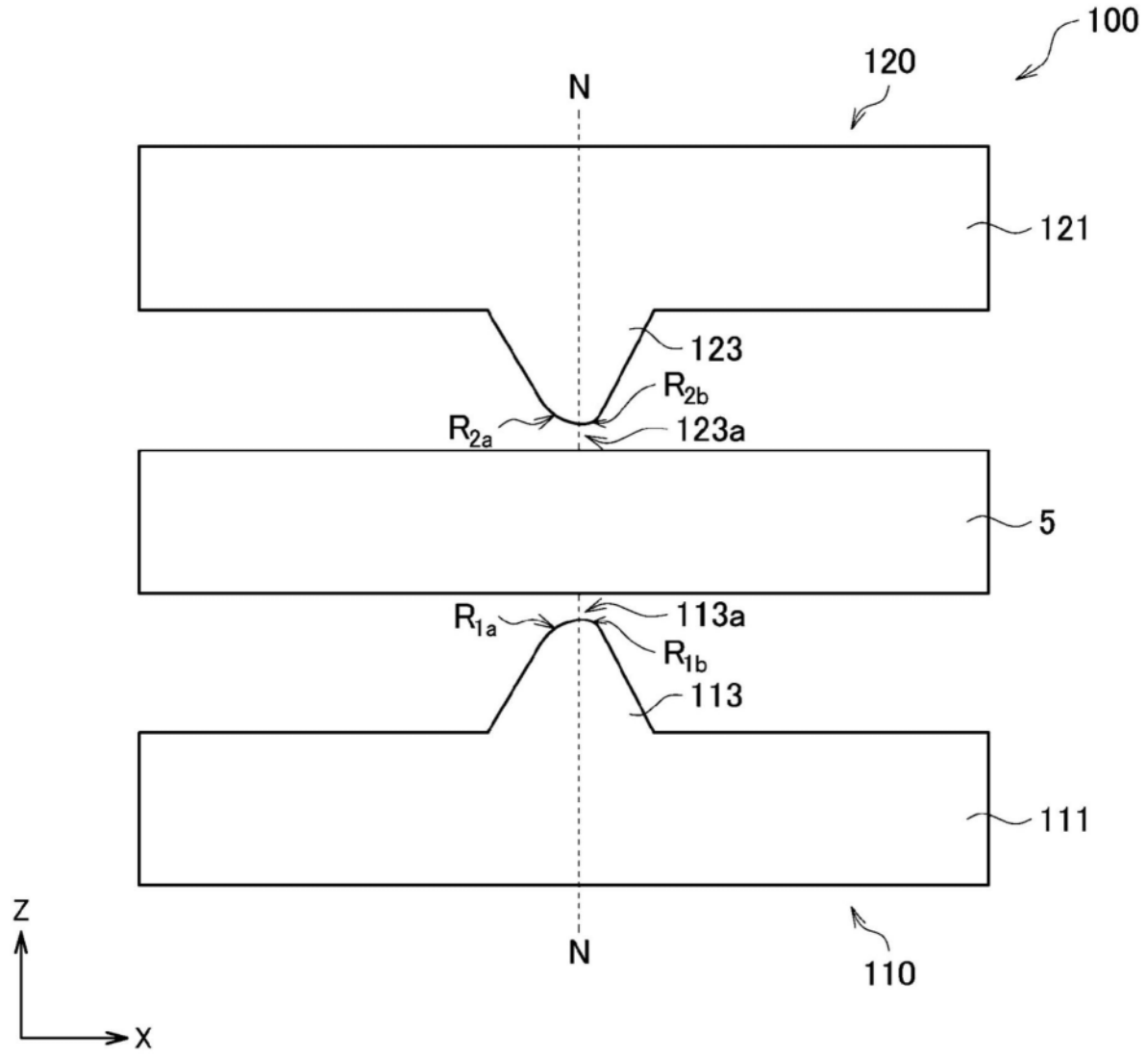


图11

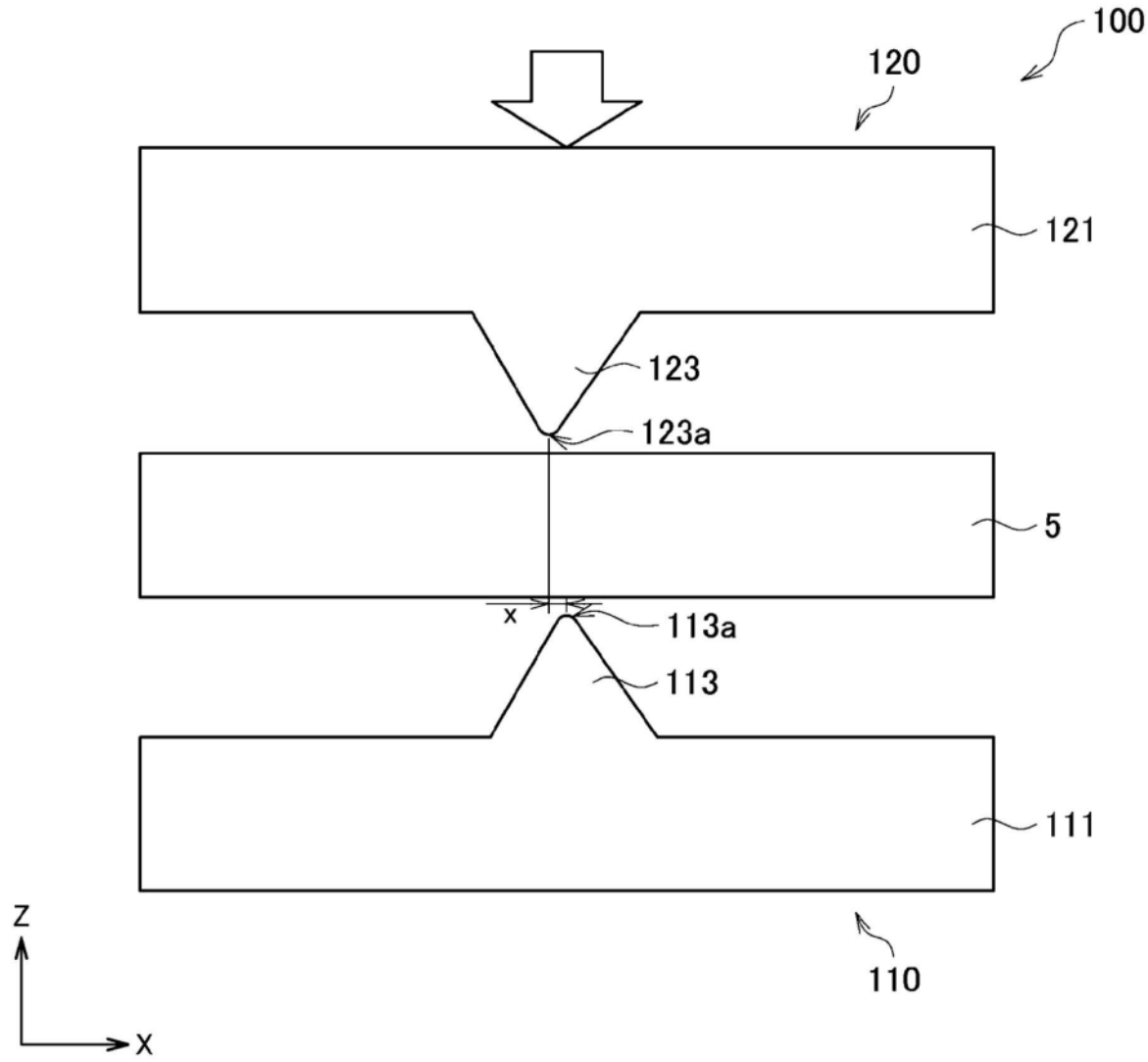


图12

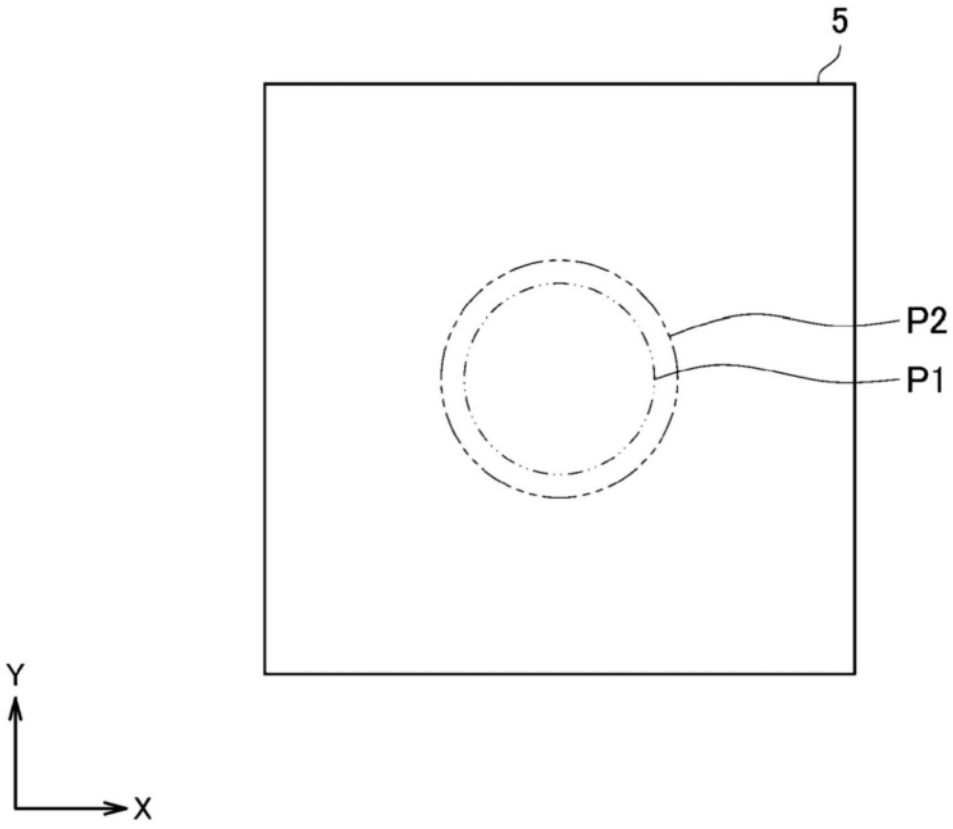


图13

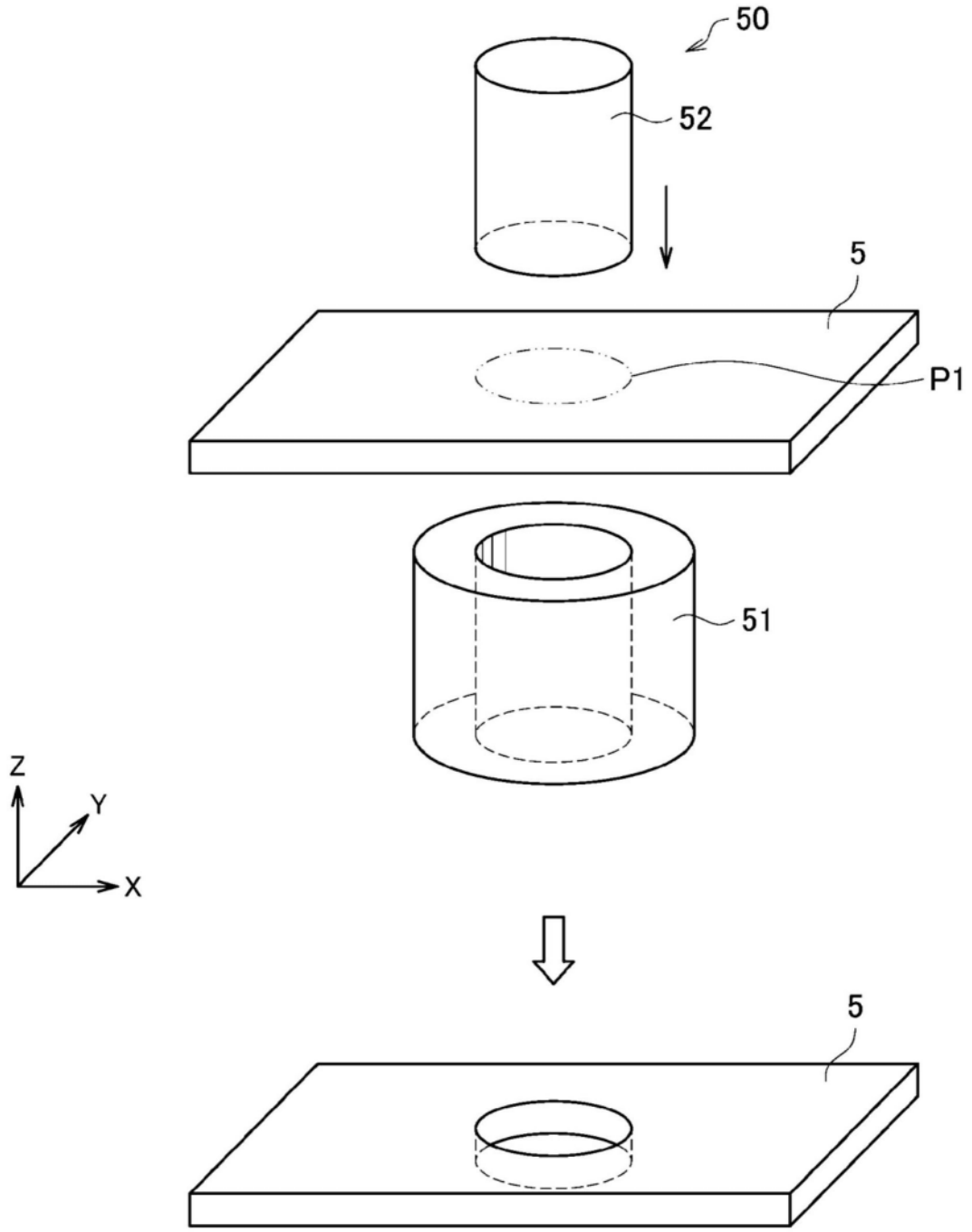


图14

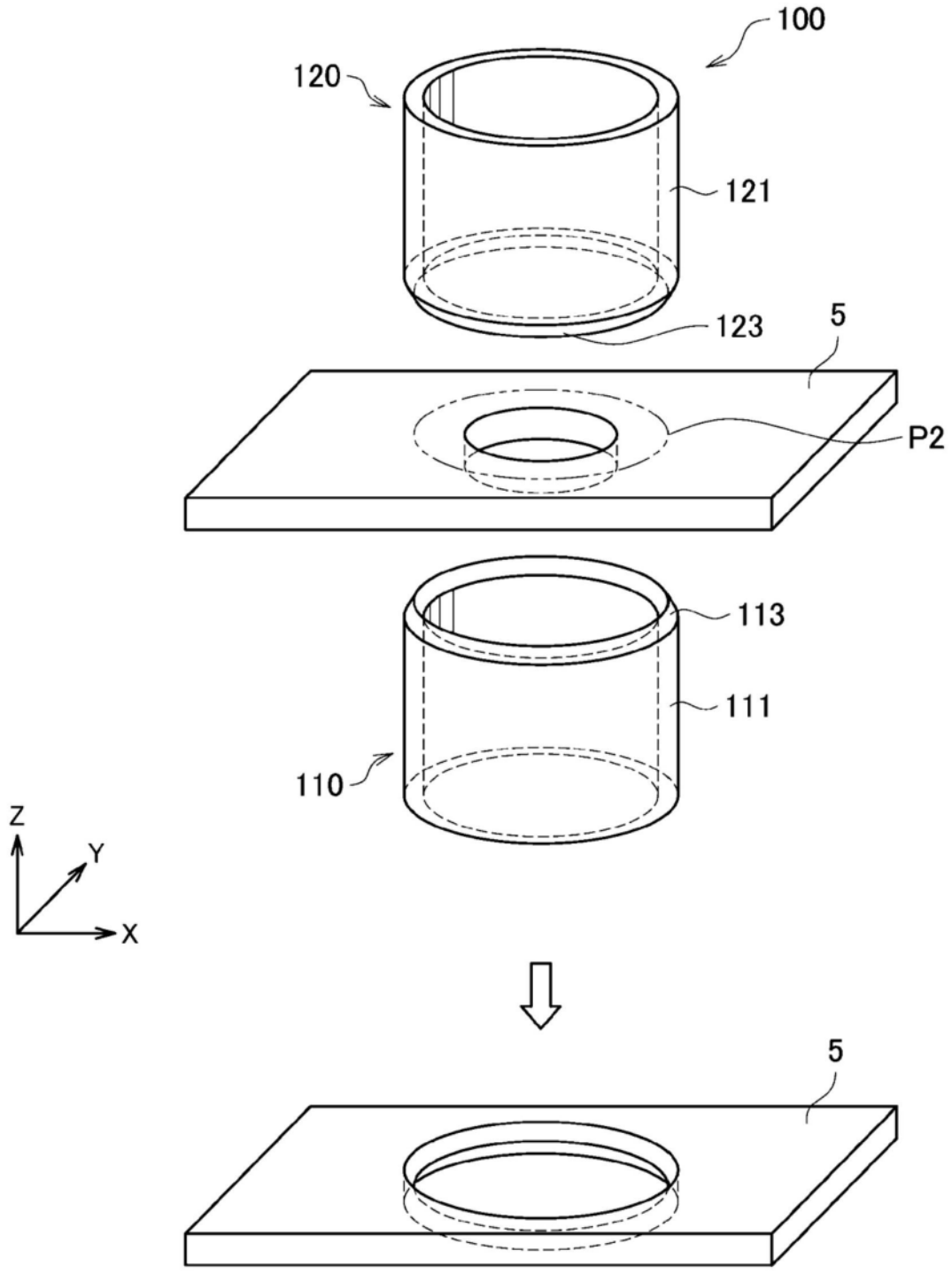


图15

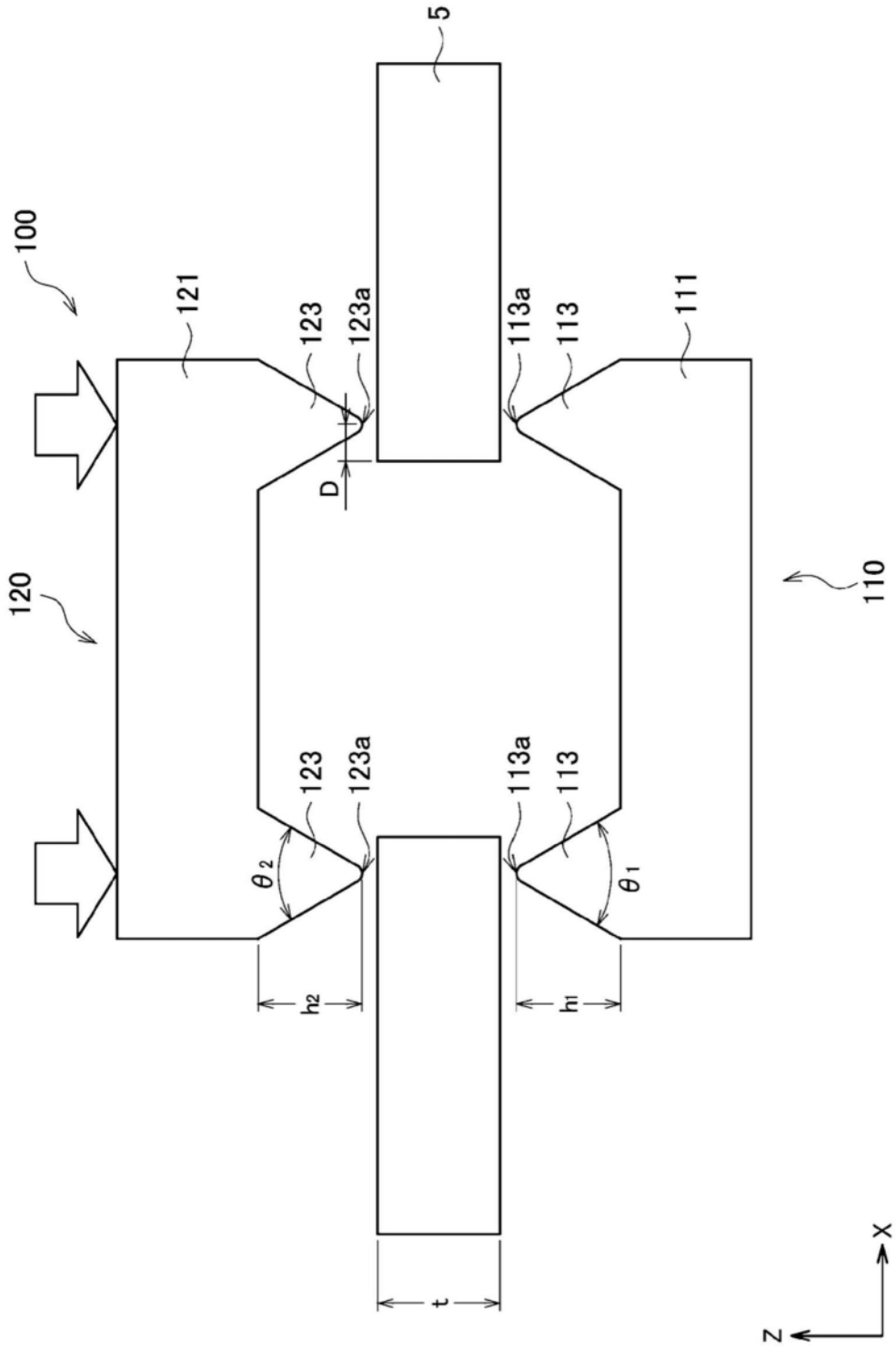

5
100
121
123
123a
113a
113
111
D
120
110
123
123a
113a
113
θ2
θ1
h2
h1
t
X
Z

图16

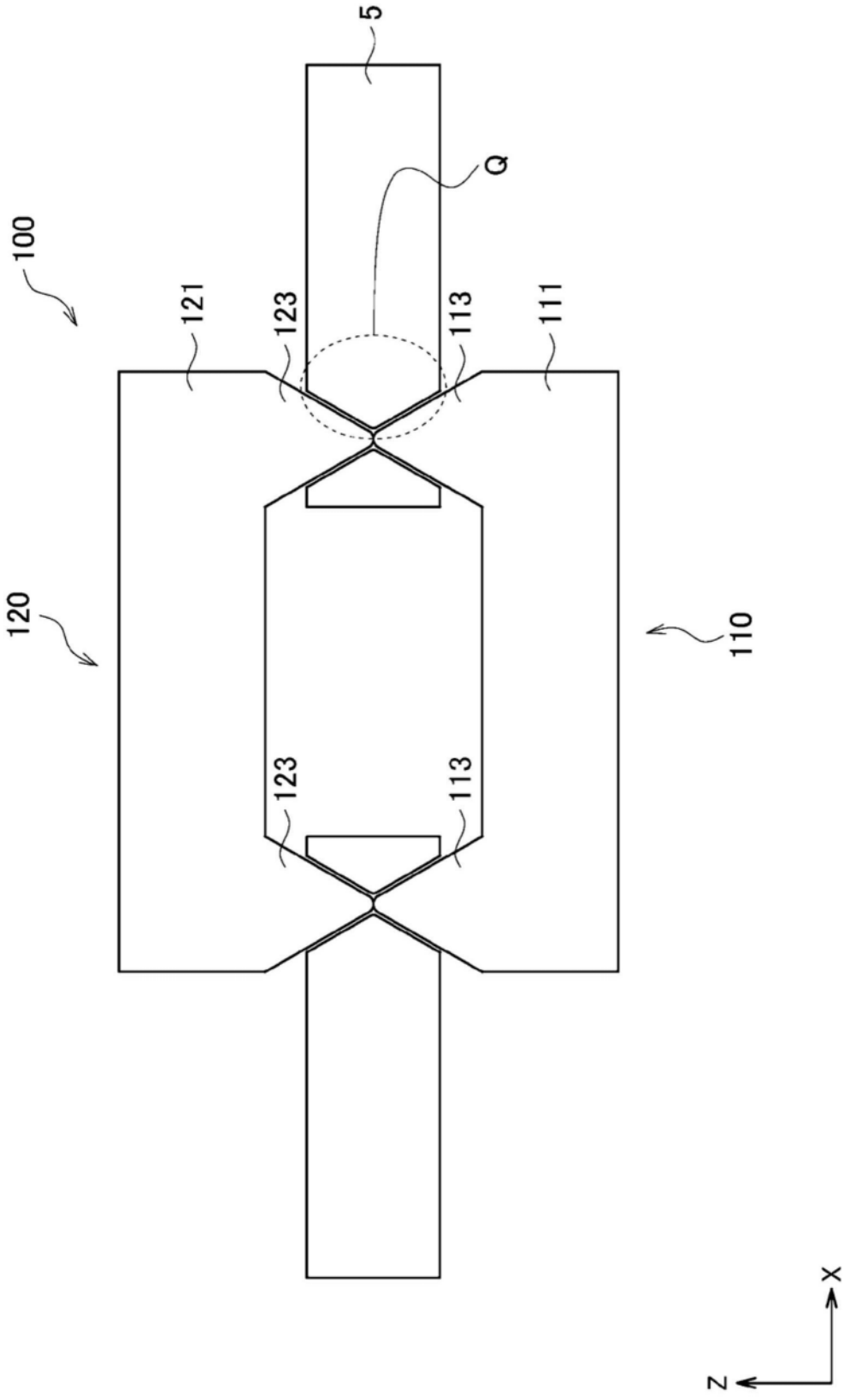


图17

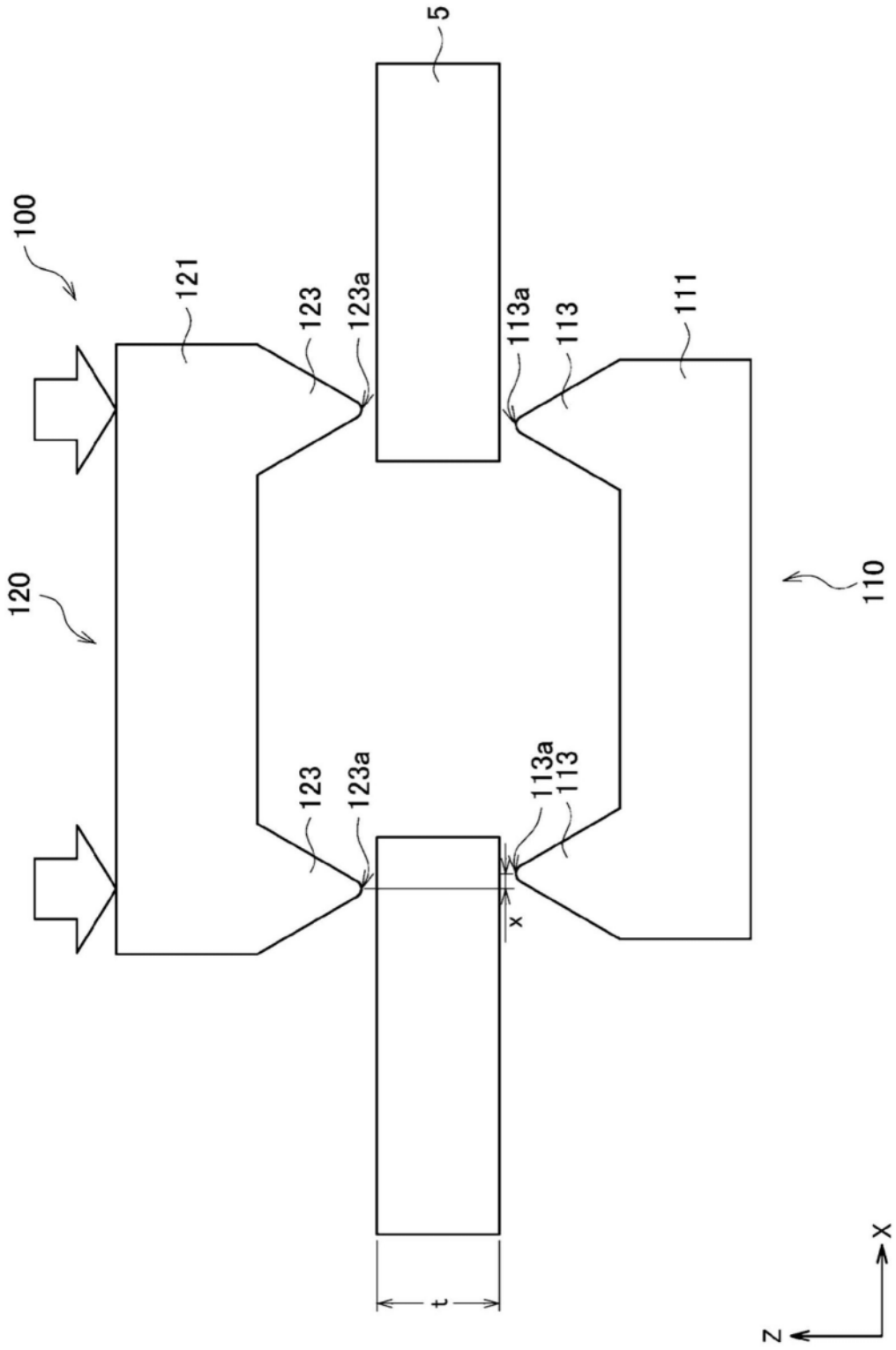


图18

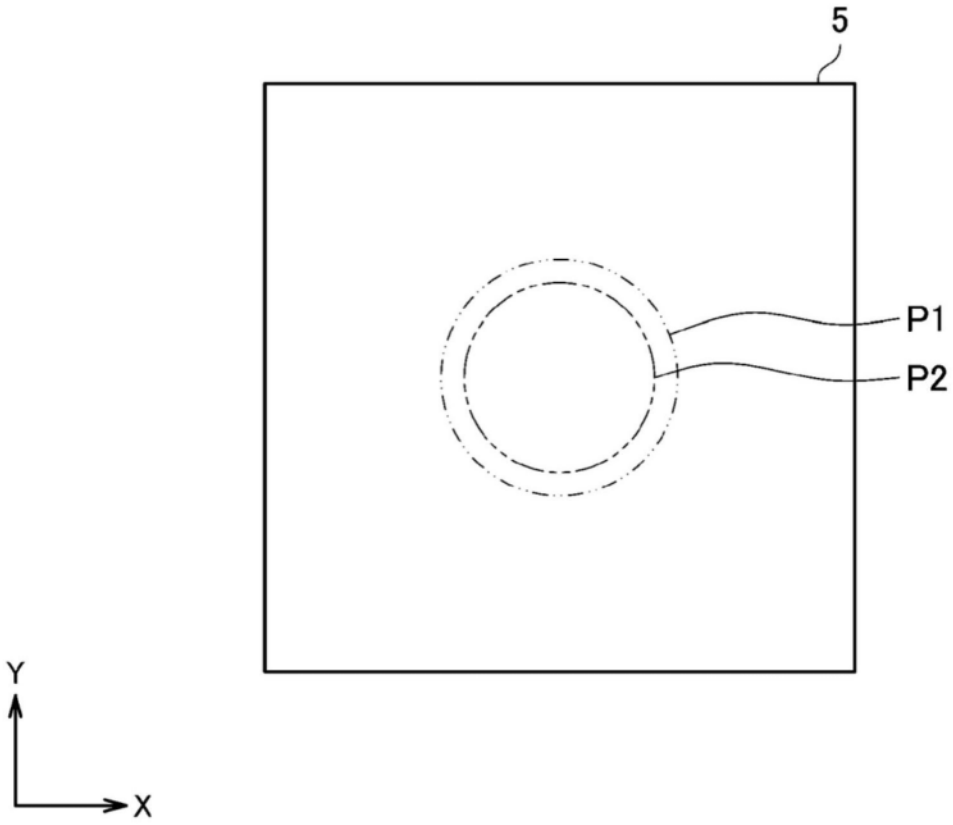


图19

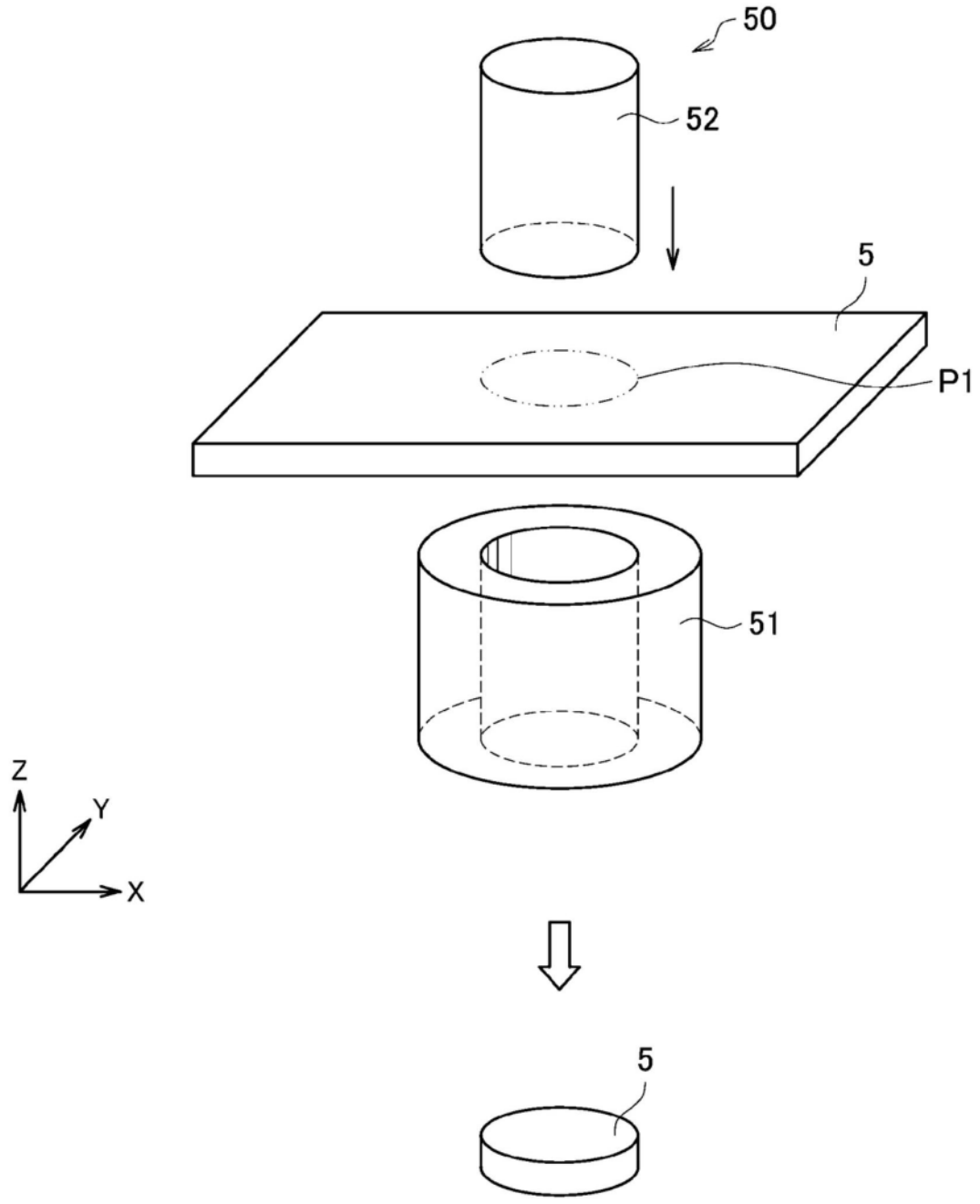


图20

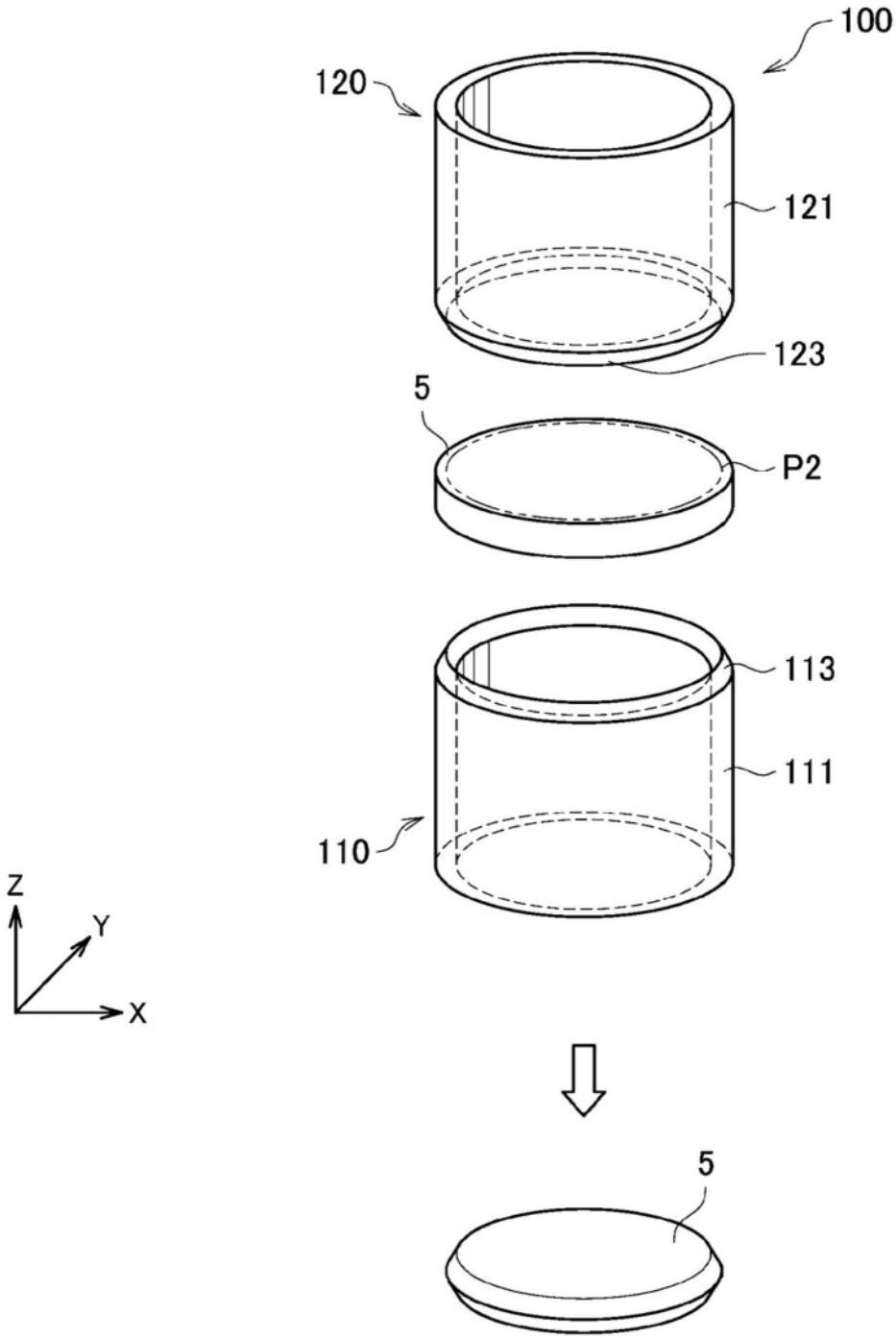


图21

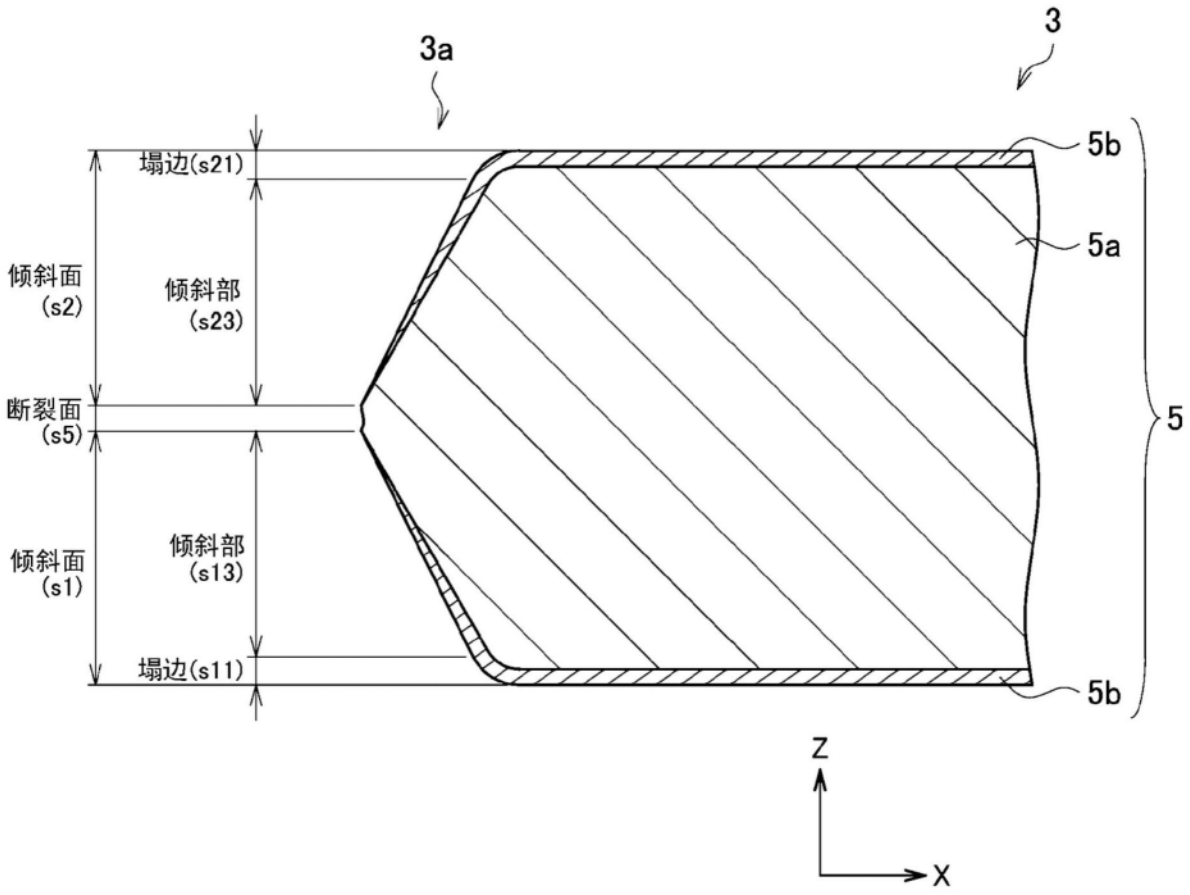


图22

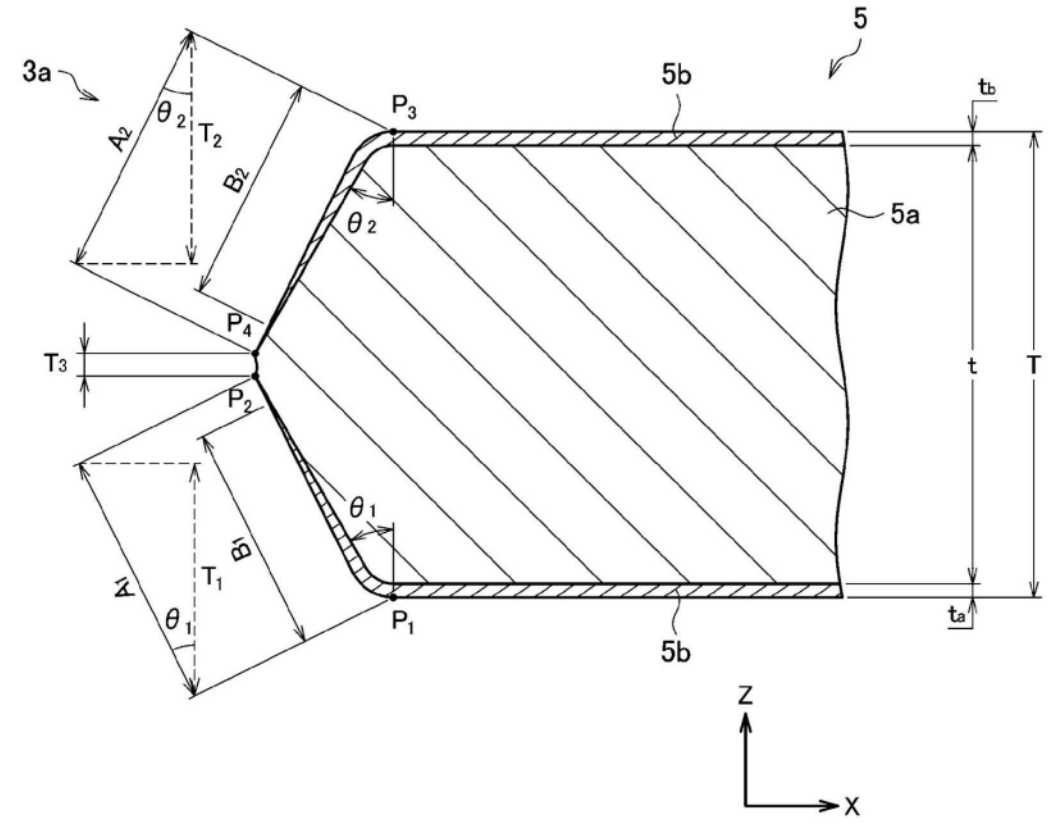

5
3a
5b
tb
P3
A2
θ2
T2
B2
θ2
5a
P4
T3
t
T
P2
θ1
B1
A1
T1
θ1
P1
ta
5b
Z
X

图23

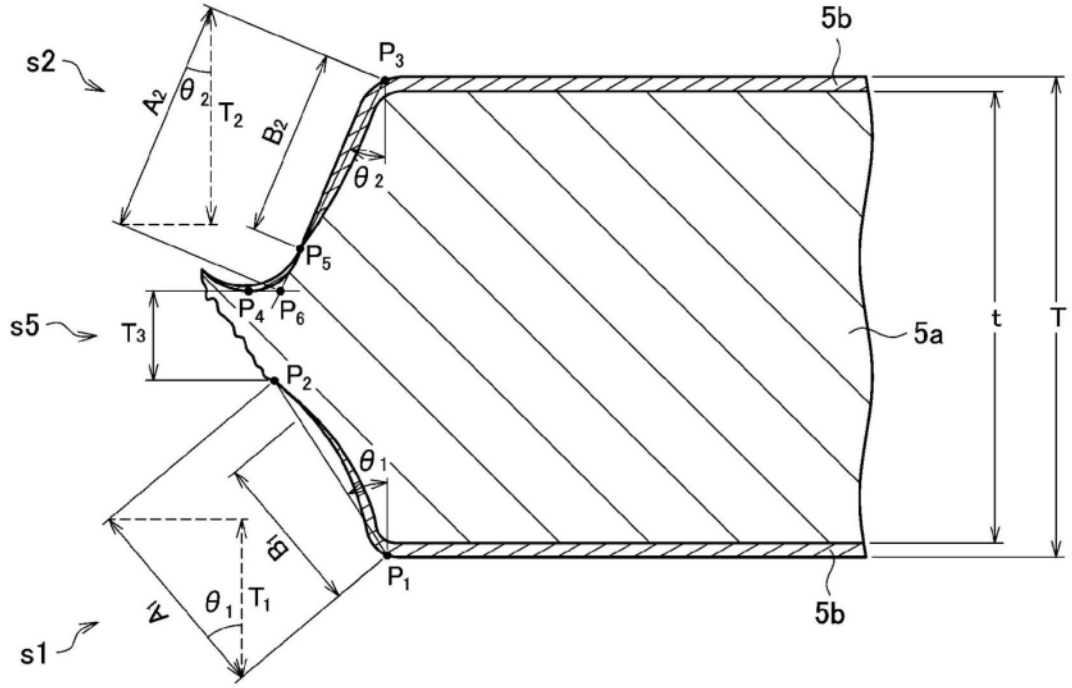

5b
s2
P3
A2
θ2
T2
B2
θ2
P5
P4
P6
s5
T3
5a
t
T
P2
θ1
B1
A1
θ1
T1
P1
5b
s1

图24

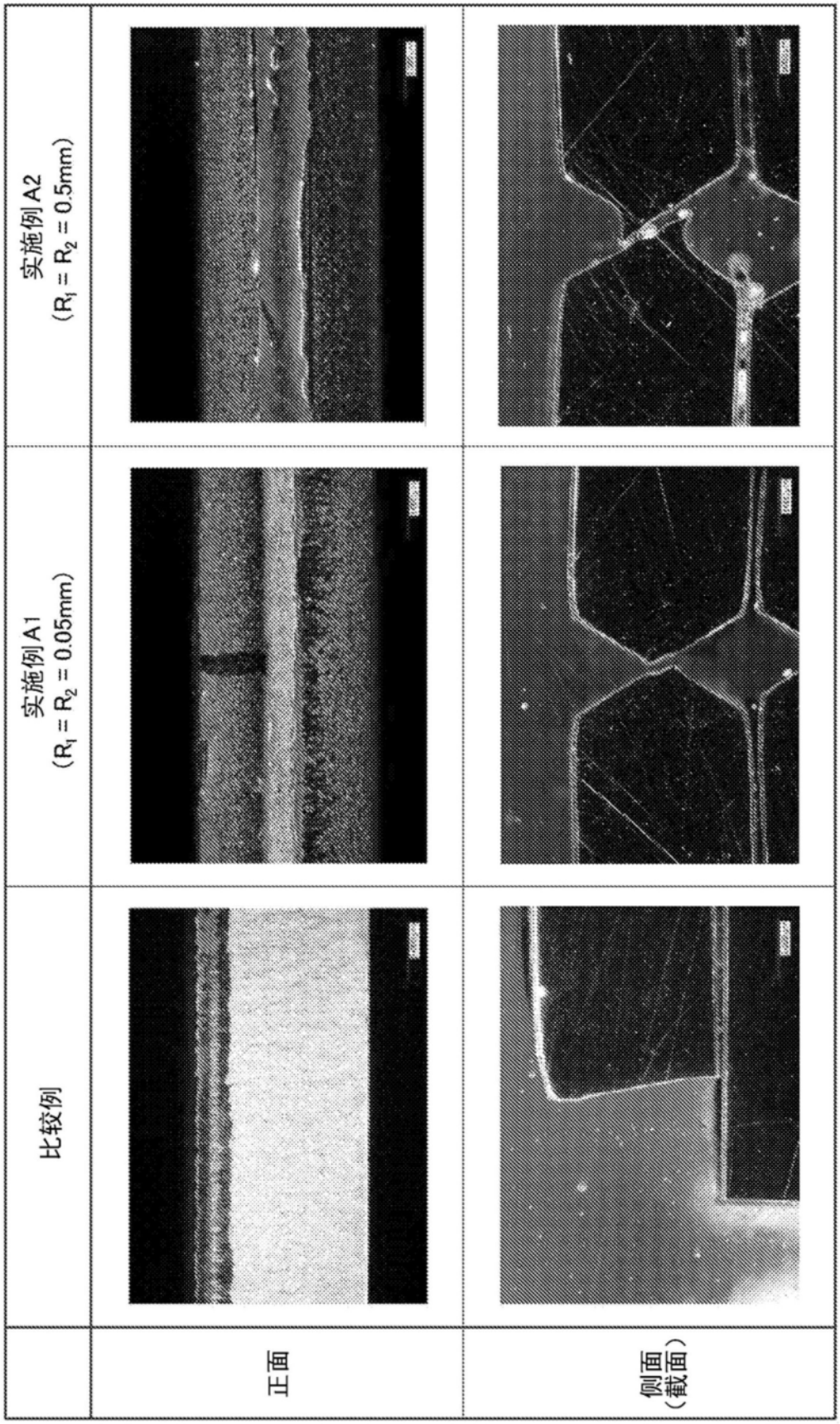


图25

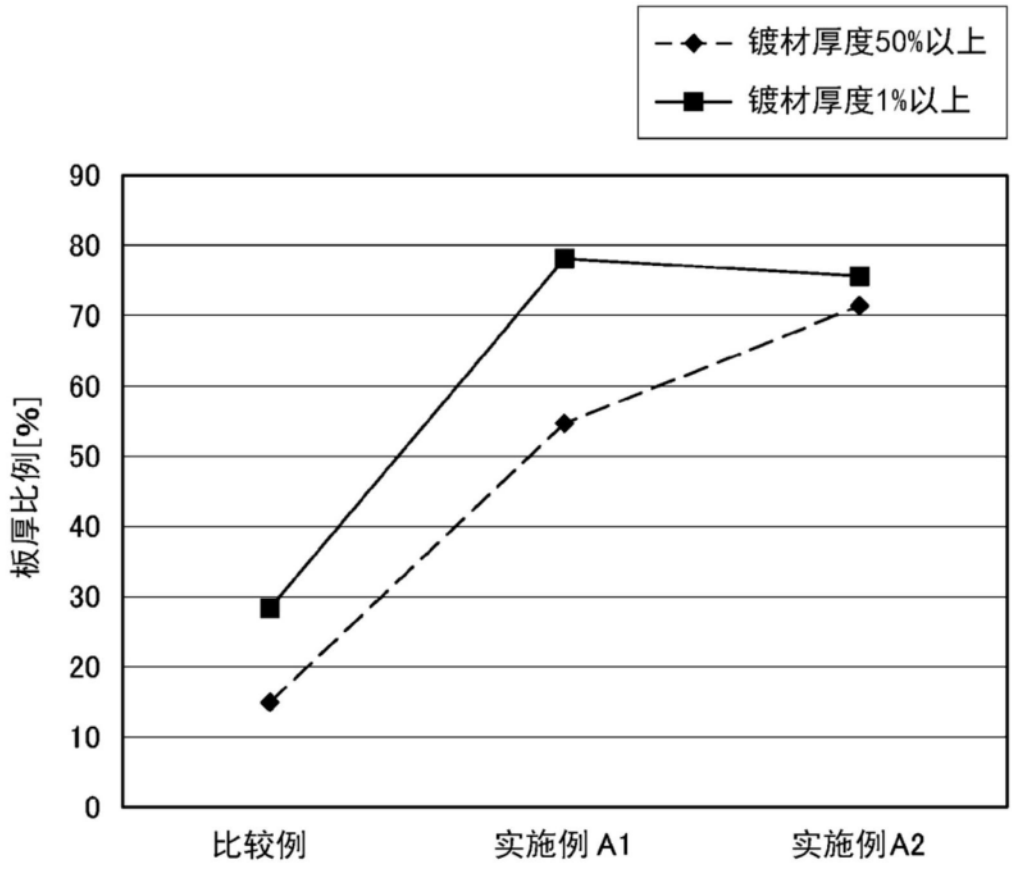

镀材厚度50%以上
镀材厚度1%以上
板厚比例[%]
90
80
70
60
50
40
30
20
10
0
比较例
实施例 A1
实施例A2

图26

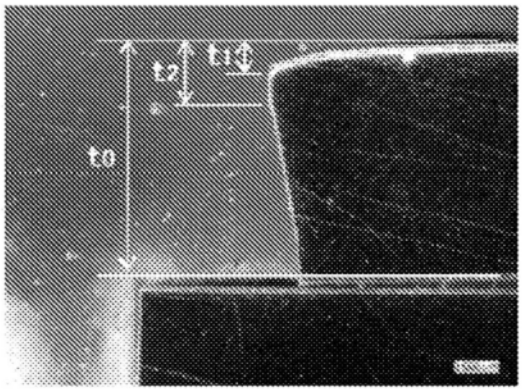
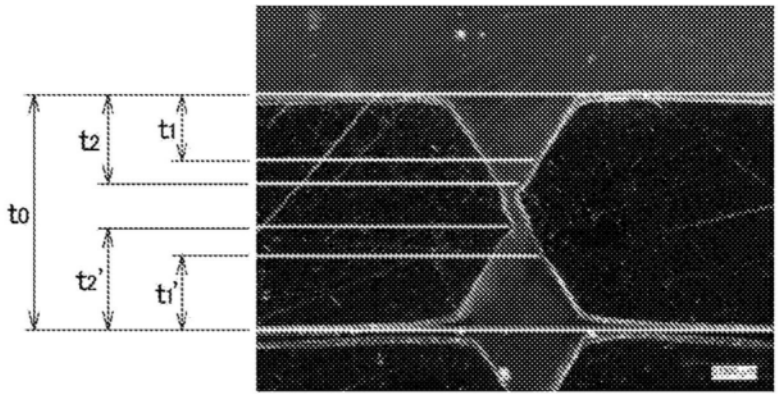
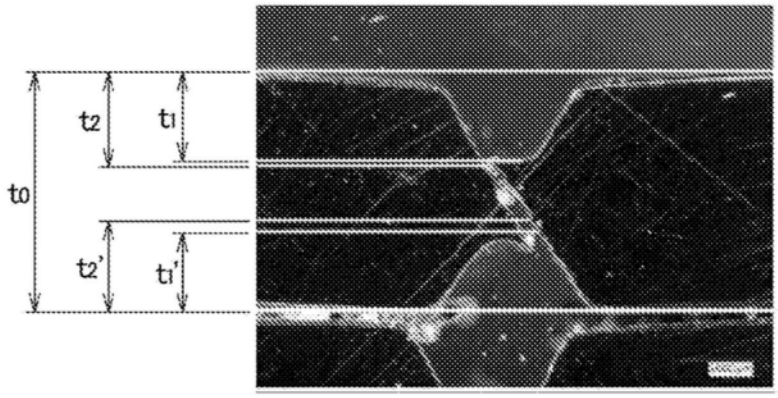
	侧面 （截面）
比较例	
实施例A1 （$R_1 = R_2 = 0.05mm$）	
实施例A2 （$R_1 = R_2 = 0.5mm$）	

图27

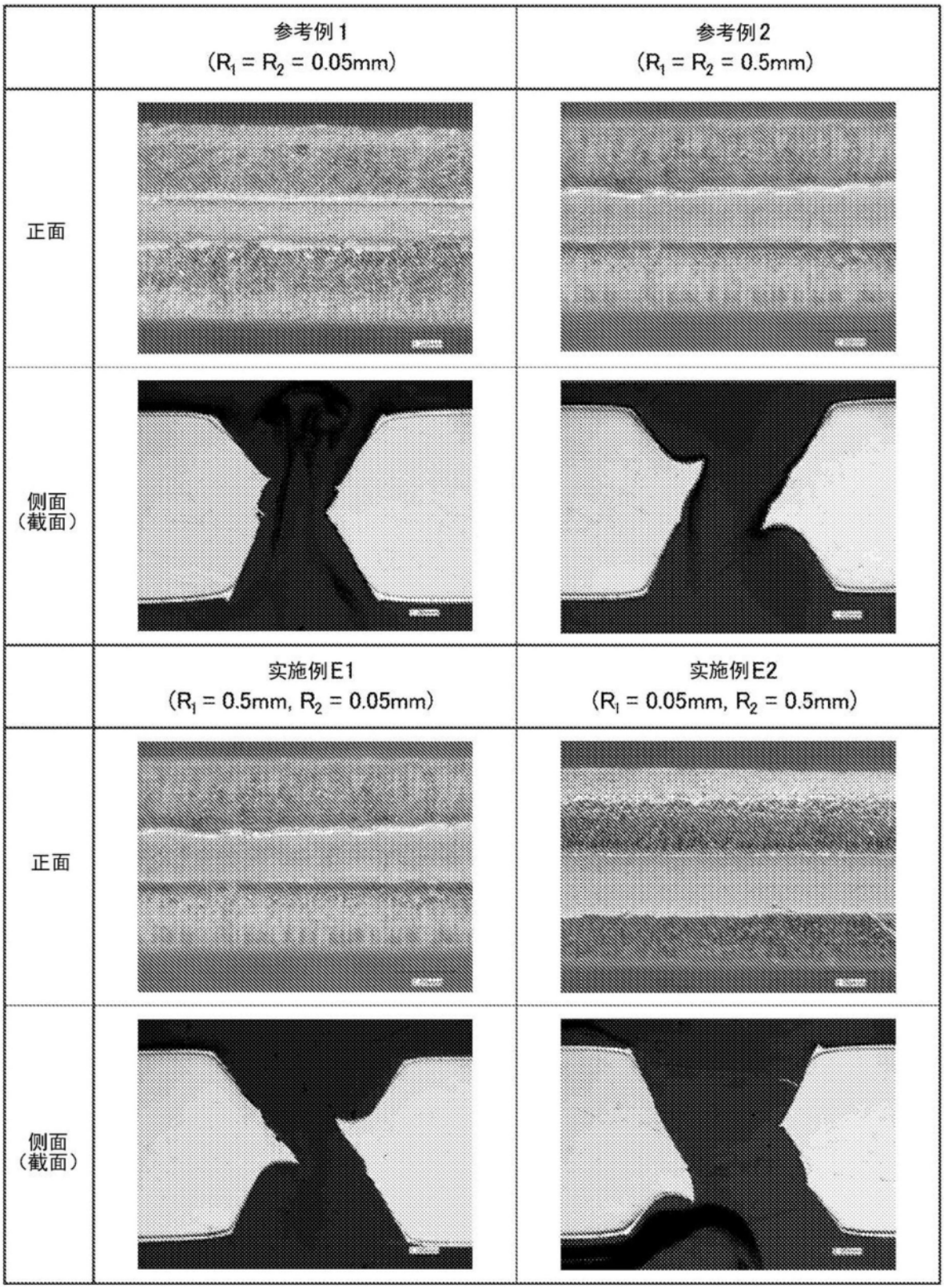

参考例1
($R_1 = R_2 = 0.05mm$)
参考例2
($R_1 = R_2 = 0.5mm$)
正面
侧面
（截面）
实施例E1
($R_1 = 0.5mm$, $R_2 = 0.05mm$)
实施例E2
($R_1 = 0.05mm$, $R_2 = 0.5mm$)
正面
侧面
（截面）

图28

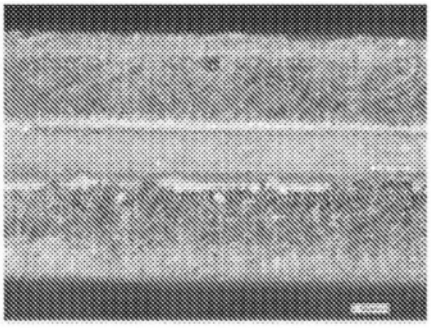
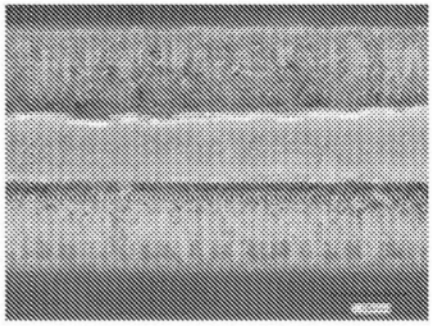
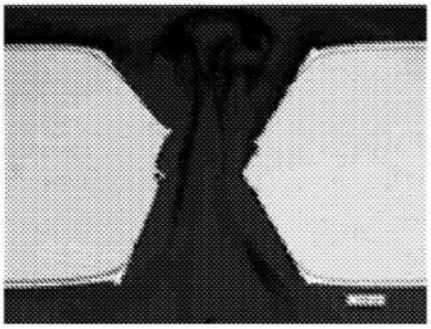
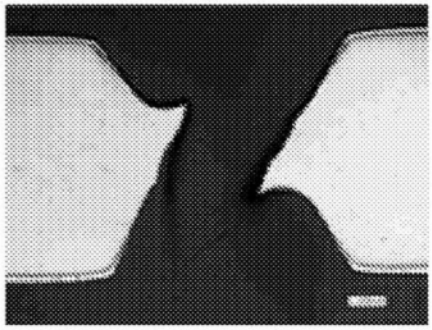
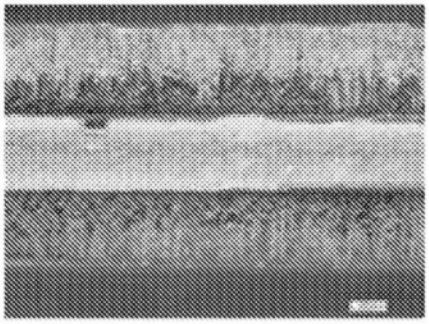
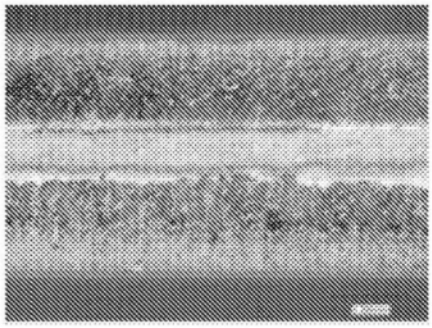
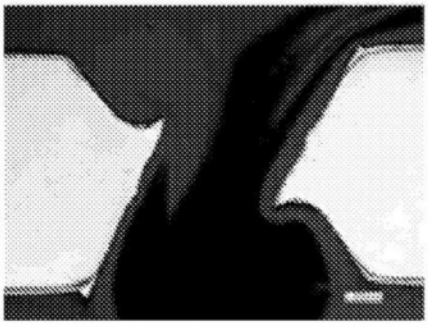
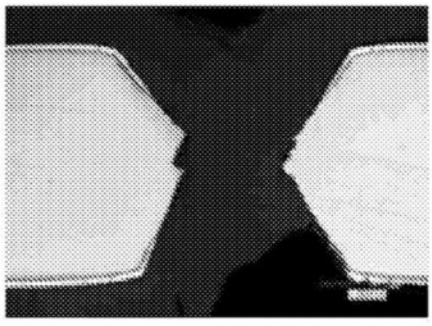
	参考例1 ($R_1 = R_2 = 0.05mm$)	参考例2 ($R_1 = R_2 = 0.5mm$)
正面		
侧面 （截面）		
	实施例F1 （ 第1次：$R_1 = R_2 = 0.05mm$ 第2次：$R_1 = R_2 = 0.5mm$）	实施例F2 （ 第1次：$R_1 = R_2 = 0.5mm$ 第2次：$R_1 = R_2 = 0.05mm$）
正面		
侧面 （截面）		

图29

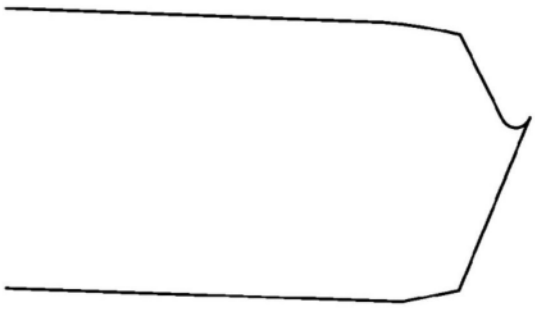
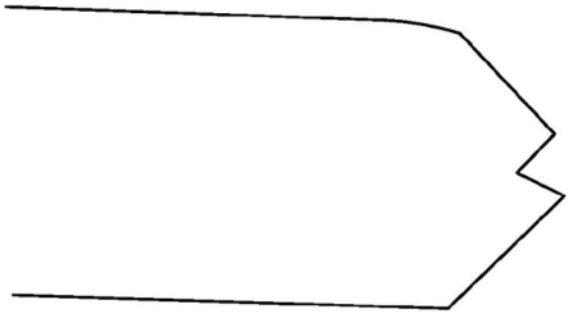
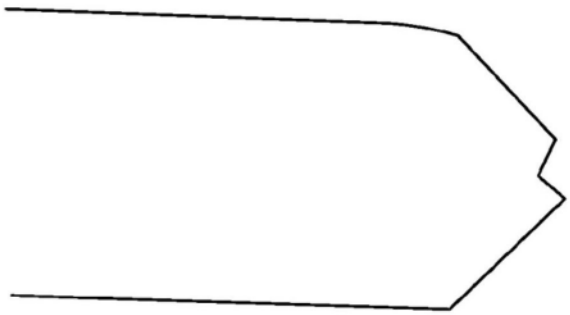
情形	刃尖的形状	切断端面形状
参考例	左右对称 $\begin{pmatrix}\theta_{1a}=\theta_{2a}=30^\circ\\ \theta_{1b}=\theta_{2b}=30^\circ\end{pmatrix}$	
实施例G1	左右非对称 $\begin{pmatrix}\theta_{1a}=\theta_{2a}=45^\circ\\ \theta_{1b}=\theta_{2b}=30^\circ\end{pmatrix}$	
实施例G2	左右非对称 $\begin{pmatrix}R_{1a}=R_{2a}=0.5\text{mm}\\ R_{1b}=R_{2b}=0.05\text{mm}\end{pmatrix}$	

图30

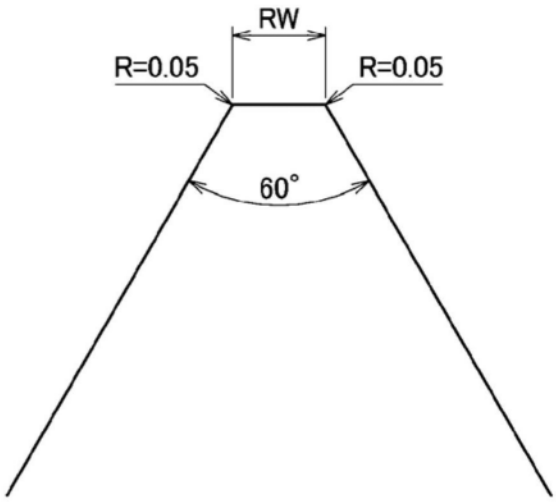
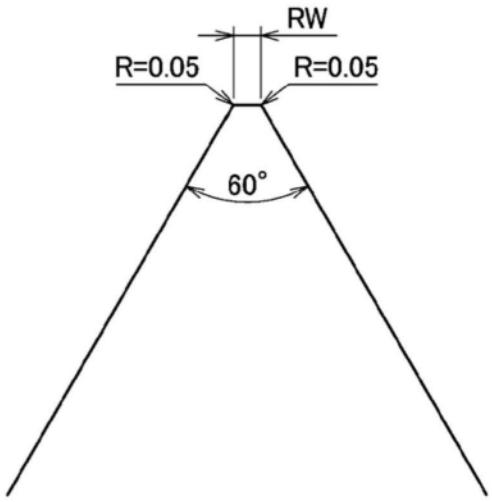
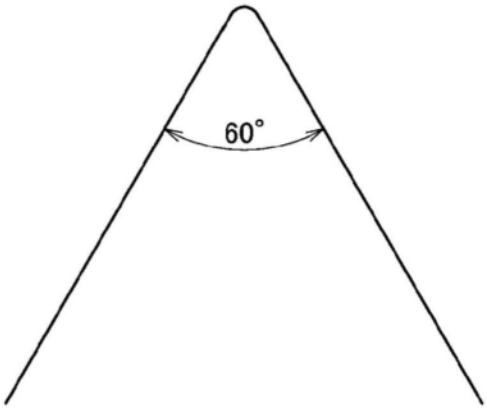
情形	RW[mm]	刃尖形状
比较例 H1	0.2	
比较例 H2	0.02	
实施例	0	

图31

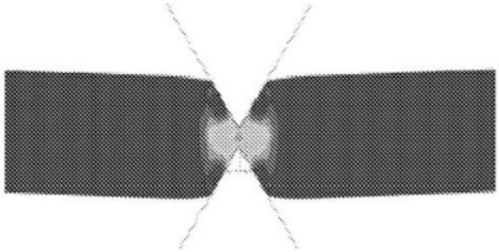
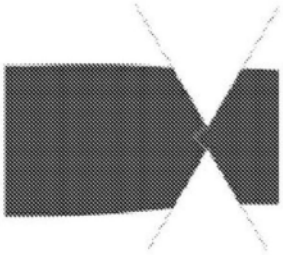
情形	切断形状	事先切断	分析结果	切断与否
参考例	直线	—		○
比较例	圆形	无		×
实施例	圆形	有		○

图32

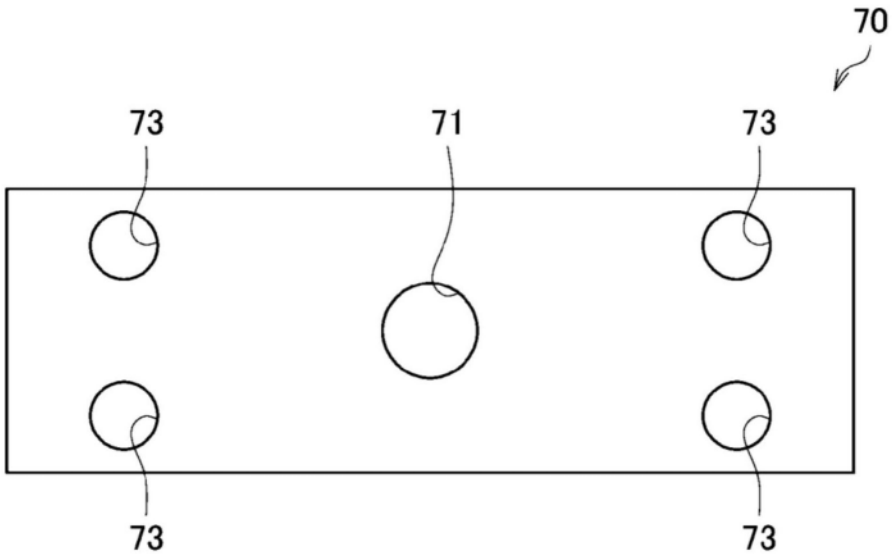


图33

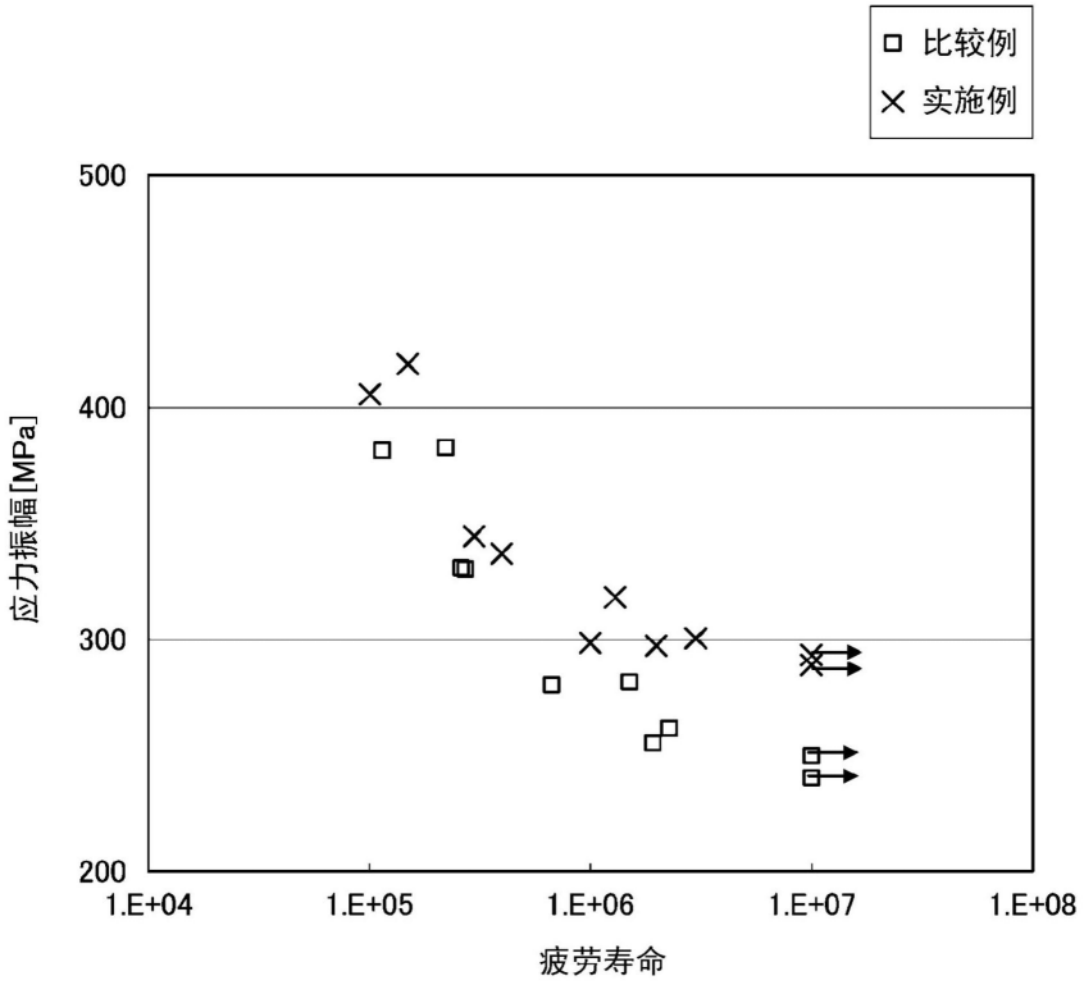


图34

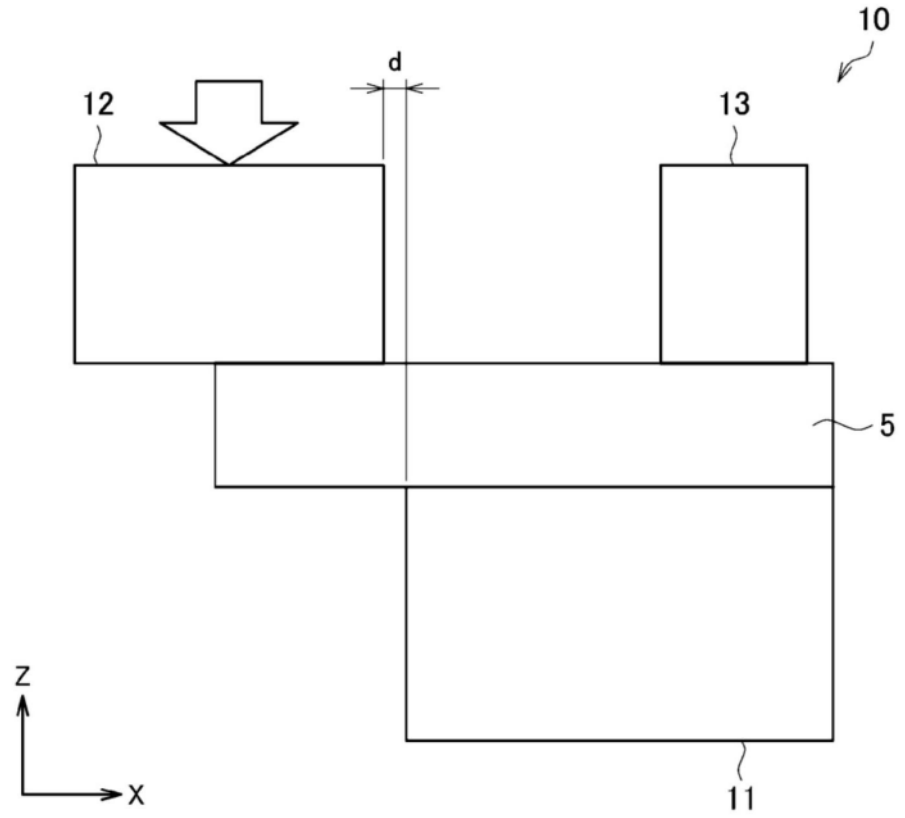


图35

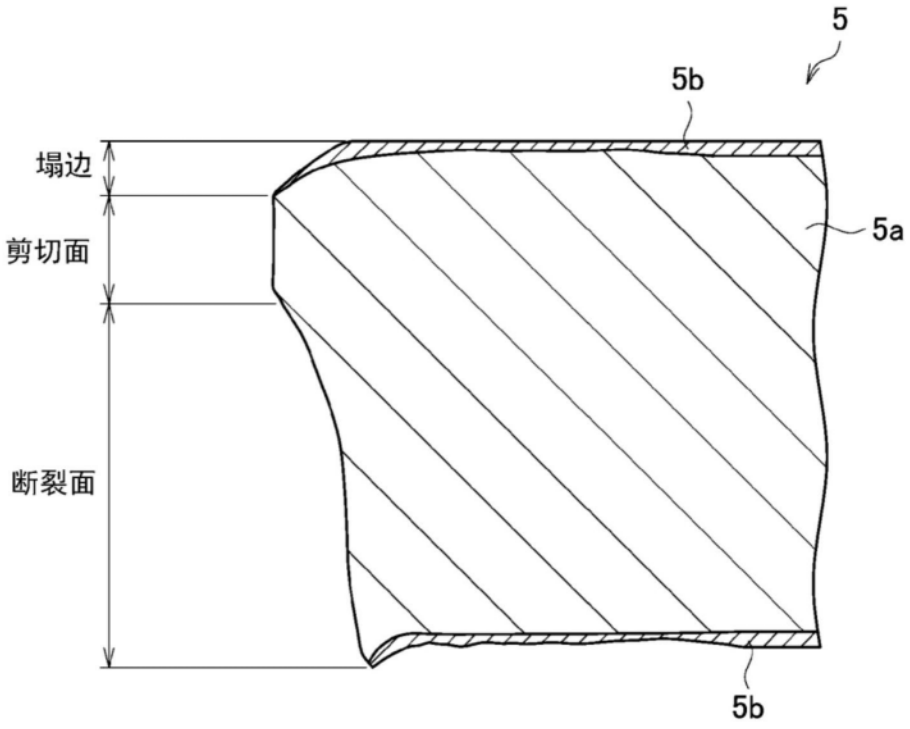


图36