

[19] 中华人民共和国国家知识产权局

[ 51 ] Int. Cl<sup>7</sup>  
C22C 38/40  
C22C 38/44 C21D 8/04



[12] 发 明 专 利 说 明 书

[21] ZL 专利号 01116097.7

[45] 授权公告日 2004 年 4 月 14 日 [11] 授权公告号 CN 1145713C

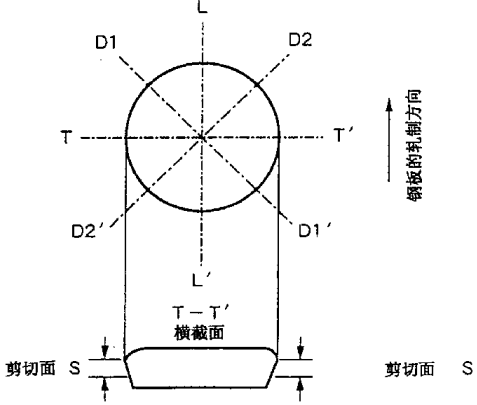
[22] 申请日 2001.5.16 [21] 申请号 01116097.7  
[30] 优先权  
[32] 2000. 5.16 [33] JP [31] 142644/2000  
[71] 专利权人 日新制钢株式会社  
地址 日本国东京都  
[72] 发明人 铃木聪 井川孝 藤本广 平松直人  
审查员 王怀东

[74] 专利代理机构 北京三幸商标专利事务所  
代理人 刘激扬

权利要求书 1 页 说明书 14 页 附图 5 页

[54] 发明名称 精密冲切性优良的奥氏体不锈钢  
[57] 摘要

一种新奥氏体不锈钢，成份有  $(C + 1/2N) \leq 0.060$  质量%， $Si \leq 1.0$  质量%， $Mn \leq 5$  质量%， $S \leq 0.006$  质量%，Cr 为 15 ~ 20 重量%，Ni 为 5 ~ 12 质量%， $Cu \leq 5$  重量%，Mo 为 0 ~ 3.0 质量% 及 Fe 和杂质，条件由下述式确定的  $Md_{30}$  值控制在 -60 ~ -10 内。冷轧后钢板的硬度增加优选为维氏硬度 20% 或更大。钢板的金相组织在终退火状态优选调整到 #8 ~ #11 晶粒度。  $Md_{30} = 551 - 462(C + N) - 9.2Si - 29(Ni + Cu) - 8.1Mn - 13.7Cr - 18.5Mo$



1. 一种新奥氏体不锈钢，它具有优良的精密冲切性能，包含 $(C+1/2N) \leq 0.060$  质量%， $Si \leq 1.0$  质量%， $Mn \leq 5$  质量%， $S \leq 0.006$  质量%，Cr 为 15~20 重量%，Ni 为 5~12 质量%， $Cu \leq 5$  重量%，可选择的 Mo 为 0~3.0 质量%和余量为 Fe 和不可避免的杂质，条件是由下述式确定的，代表形变诱发马氏体相的比例的 $Md_{30} = 551 - 462(C+N) - 9.2Si - 29(Ni+Cu) - 8.1Mn - 13.7Cr - 18.5Mo$ ，其中， $-60 \leq Md_{30} < -10$ 。

2. 按照权利要求 1 的奥氏体不锈钢，通过退火与酸洗后冷轧，按维氏硬度硬化 20%或更大。

3. 按照权利要求 1 的奥氏体不锈钢，它具有晶粒度最小到 #8~#10 的金相组织。

### 精密冲切性优良的奥氏体不锈钢

本发明涉及冲切性(blankability)，特别是精密冲切性优良的奥氏体不锈钢。

对各种金属板，如普通钢板、不锈钢板和有色金属板用压力机施以剪切，特别是冲切，此后金属板可有效地按尺寸制成目标形状。但是，冲切形成的面尺寸精度差。金属板可能在宽的表面上倾斜，而且在接近冲切面部分的金属板厚度减小。

当制造需要高尺寸精度产品而采用冲切工艺时，要通过后处理，例如滚磨来研磨冲切面。该后处理基本上是附加工序，降低生产率。因此，为制造高尺寸精度的产品已采用精密冲切方法。在该精密冲切方法中，以很小值规定间隙，以抑制形成破裂面，并抑制金属流入，以减少冲切时产生倾斜。

另一方面，迄今不锈钢暴露到腐蚀或高温环境下使用。特别是 SUS 304 代表的不锈钢适合这种用途。

SUS 304 奥氏体不锈钢是硬质材料，以使精密冲切模的寿命缩短。SUS 304 奥氏体不锈钢的硬底也增加降低冲切面质量的破裂面的比例，还增加倾斜。即使由冲切可形成高尺寸精度的剪切面，加工成本也比冲切普通钢的成本高。解决这些缺点，可用普通方法冲切 SUS 304 奥氏体不锈钢，然后研磨来制造具有高尺寸精度冲切面的产品。

本发明目的在于提供可控制奥氏体相软化和稳定性的奥氏体不锈钢，以提高剪切的比列，特别是适合精密冲切。

本发明提出一种新奥氏体不锈钢，其成份包含： $(C+1/2N)$

$\leq 0.060$  质量%,  $\text{Si} \leq 1.0$  质量%,  $\text{Mn} \leq 5$  质量%,  $\text{S} \leq 0.006$  质量%,  $\text{Cr}$  为 15~20 质量%,  $\text{Ni}$  为 5~12 质量%,  $\text{Cu} \leq 5$  质量%,  $\text{Mo}$  为 0~3.0 质量%和余量基本上为  $\text{Fe}$ 。表示形变诱发马氏体相的比例的  $\text{Md}_{30}$  值在  $-60 \sim -10$  范围内调整。该值由下述式确定:

$$\text{Md}_{30} = 551 - 462(\text{C} + \text{N}) - 9.2\text{Si} - 29(\text{Ni} + \text{Cu}) - 8.1\text{Mn} - 13.7\text{Cr} - 18.5\text{Mo}$$

制造该奥氏体不锈钢可用包括热轧、退火、酸洗、冷轧和终退火的普通工艺。在冷轧状态硬度增加的比例优选控制在维氏硬度 20%或更大的值。在终退火状态不锈钢优选控制到晶粒度(以 JIS G0551 调整)在 8~11 范围内的金相组织。

图 1 是说明冲切试样产生倾斜和检查倾斜部分位置的示意图;

图 2 是说明在产品冲切面上剪切面的形成和测量剪切面位置的示意图;

图 3 是显示  $\text{Md}_{30}$  值与剪切面比例关系的图;

图 4 是显示  $(\text{C} + 1/2\text{N})$  与剪切面比例关系的图;

图 5 是显示在间隙比例 2%时  $\text{S}$  含量与剪切面比例关系的图;

图 6 是显示在间隙比例 5%时  $\text{S}$  含量与剪切面比例关系的图;

图 7 是显示维氏硬度与剪切面比例关系的图;

图 8 是显示冷轧产生的硬度增加的比例与剪切倾斜比例关系的图;

图 9 是显示晶粒度与剪切面比例关系的图;

图 10 是显示晶粒度与剪切倾斜比例关系的图。

发明人从奥氏体不锈钢的材料性能与精密冲切形成的冲切面状态关系的各方面研究发现, 形变诱发马氏体( $\alpha'$ 相)的比例

对剪切面与冲切面的比例有显著影响。

形变诱发马氏体( $\alpha'$ 相)与奥氏体( $\gamma$ 相)基体相比更硬且塑性差。过量产生形变诱发马氏体( $\alpha'$ 相)意味着塑性降低,在冲切面过早出现破裂并降低剪切面比例。相反,如果产生形变诱发马氏体( $\alpha'$ 相)太少,这样在 $\gamma$ 相塑性差下冲切奥氏体不锈钢,导致在冲切面过早出现破裂并降低剪切面比例。

奥氏体不锈钢的软化度与形变马氏体( $\alpha'$ 相)对破裂面性能的影响能很好地平衡,以使抑制倾斜发生。这样,冲切面尺寸精度改善,模寿命延长。

提供的奥氏体不锈钢的预定比例量含各种合金成份如下:

$$(C+1/2N) \leq 0.060 \text{ 质量\%}$$

C 和 N 是调整奥氏体相稳定性的有效成份。但是,过量添加 C 和 N 使奥氏体相由于固溶强化而硬化,也使形变诱发马氏体相硬化。该硬化增加冲切负荷并缩短模寿命。所以,控制  $(C+1/2N)$  的比例为  $\leq 0.060$  质量%。

$$Si \leq 1.0 \text{ 质量\%}$$

Si 是在钢精炼阶段作为脱氧剂添加的合金元素。由于固溶强化,过量添加 Si 使奥氏体相硬化,并降低不锈钢的冲切性。因此,硅含量的上限确定在 1.0 质量%。

$$Mn \leq 5 \text{ 质量\%}$$

Mn 是稳定奥氏体相和改善不锈钢的冲切性的有效合金元素。这种作用随着 Mn 含量的增加是明显的。但是,大于 5 质量%的过量添加 Mn 增加对耐蚀性与加工性有有害影响的非金属杂质。

$$S \leq 0.006 \text{ 质量\%}$$

随着 S 含量的增加,剪切面与冲切面之比降低。元素 S 还

对为不锈钢最重要的性质的耐蚀性有有害影响。因此, S 含量的上限确定在 0.006 质量%。特别是对于要求具有高尺寸精度冲切面的产品, S 含量优选控制到 0.003 质量%或更小, 以提高剪切面的比例。

Cr 为 15~20 质量%

Cr 含量必须为 15 质量%或更大, 以确保不锈钢的耐蚀性。但是, 大于 20 质量%的过量添加 Cr 使不锈钢硬化, 并对模寿命有有害影响。

Ni 为 5~12 质量%

Ni 是稳定奥氏体相的合金元素。添加 5 质量%或更大比例的 Ni 可获得这种效果。随着 Ni 含量的增加也改善不锈钢的冲切性。但是, Ni 是贵重元素, 增加钢的成本, 因此 Ni 含量的上限确定为 12 质量%。

Cu  $\leq$  5 质量%

Cu 是改善冲切性与稳定奥氏体相有效的合金元素。但是, 大于 5 质量%的过量添加 Cu 对热加工性有有害的影响。

Mo 为 0~3.0 重量%

Mo 是改善耐蚀性有效的任选合金元素。但是, 大于 3.0 质量%的过量添加 Mo 使不锈钢太硬, 结果降低精密冲切性。

Md<sub>30</sub> 值(表示形变诱发马氏体比例): - 60~- 10

发明人通过各种试验结果发现形变诱发马氏体( $\alpha'$ 相)对剪切面与冲切面比例的作用。通过奥氏体不锈钢的成份与含量可计算出形变诱发马氏体( $\alpha'$ 相)的比例。在设计奥氏体不锈钢成份具有控制在 - 60~- 10 范围内的 Md<sub>30</sub> 值的情况下, 如下述实施例中所述, 剪切面的比例更高, 并形成高尺寸精度冲切面。

奥氏体不锈钢的硬度增加的比例: 维氏硬度 20%或更大。

与包括很少移位的退火板相比，由于在冷轧期间带入许多移位，冷轧不锈钢板更硬。当冷轧产生的硬化度在维氏硬度比例 20%或更大调整时，可抑制金属流流向更低的冲切部分，结果减小了倾斜。

在本发明中通过式： $[(\text{冷轧钢板的维氏硬度}) - (\text{退火钢板的维氏硬度})] / (\text{退火钢板的维氏硬度}) \times 100(\%)$ 可确定硬度增加的比例。硬度增加的比例必须为 20%或更大，以抑制由冲切产生的倾斜到冲切退火钢板产生的倾斜的一半或更小。但是，冲切时非常硬的钢板产生抗剪切性增加，并加速模的磨损。因此，硬度增加的比例的上限最好确定在 150%，解决减小倾斜平衡模寿命的作用。

晶粒度：#8~#11

随着晶粒变粗，不锈钢更软，且剪切面与冲切面的比例更高，但冲切的钢板倾斜严重。因此，粗晶粒不宜于制造要求冲切面尺寸精度及光滑度的产品。另一方面，提供的奥氏体不锈钢的条件是在终退火状态金相组织由晶粒度在#8~#11 范围内的最小晶粒构成。与#6~#8 的普通晶粒度相比，该晶粒度更大。通过降低内能，即在相对低的温度下或相对短的时间内将不锈钢退火获得最小的晶粒。由于这样的晶粒度条件，抑制倾斜的存在，同时保持剪切面比例在同样水平。

#### 实施例 1

将具有表 1 所示成份的各不锈钢熔炼、铸造、在 1230℃均热并热轧成厚度 10mm。此后，在 1150℃将热轧钢板退火 1 分钟，酸洗，冷轧到厚度 5mm，在 1050℃退火 1 分钟并再一次酸洗。

表 1 实施例 1 中使用的奥氏体不锈钢

| 试样 | 合金成份(质量%) |     |     |       |       |       |      |      | Md <sub>30</sub> | 备注         |
|----|-----------|-----|-----|-------|-------|-------|------|------|------------------|------------|
|    | C         | Si  | Mn  | Ni    | Cr    | S     | Cu   | Mo   |                  |            |
| 1  | 0.01      | 0.5 | 1.0 | 10.75 | 18.25 | 0.001 | 0.10 | 0.08 | -37.1            | 本发明<br>实施例 |
| 2  | 0.02      | 0.6 | 1.2 | 8.21  | 18.70 | 0.003 | 2.10 | 0.07 | -43.8            |            |
| 3  | 0.03      | 0.5 | 1.0 | 8.32  | 18.10 | 0.002 | 1.92 | 0.07 | -35.6            |            |
| 4  | 0.04      | 0.4 | 1.0 | 10.23 | 17.16 | 0.001 | 0.10 | 0.06 | -38.1            | 比较例        |
| 5  | 0.02      | 0.3 | 1.7 | 8.01  | 17.10 | 0.001 | 3.21 | 0.07 | -40.3            | 本发明<br>实施例 |
| 6  | 0.01      | 0.4 | 1.0 | 10.01 | 18.26 | 0.002 | 0.08 | 0.08 | -14.3            |            |
| 7  | 0.02      | 0.5 | 0.8 | 11.15 | 18.42 | 0.002 | 0.08 | 0.05 | -57.5            |            |
| 8  | 0.01      | 0.4 | 1.2 | 11.20 | 19.10 | 0.001 | 0.10 | 0.08 | -62.5            | 比较例        |
| 9  | 0.02      | 0.6 | 0.5 | 11.82 | 18.33 | 0.001 | 0.10 | 0.08 | -75.3            |            |
| 10 | 0.01      | 0.5 | 0.7 | 9.83  | 18.25 | 0.001 | 0.10 | 0.08 | -8.0             |            |
| 11 | 0.03      | 0.6 | 0.7 | 8.21  | 18.25 | 0.001 | 0.10 | 0.08 | 15.0             |            |
| 12 | 0.05      | 0.5 | 0.8 | 8.81  | 18.25 | 0.001 | 0.81 | 0.08 | -22.9            | 本发明<br>实施例 |
| 13 | 0.03      | 0.6 | 1.0 | 10.27 | 18.91 | 0.004 | 0.10 | 0.09 | -47.2            |            |
| 14 | 0.02      | 0.6 | 1.0 | 9.89  | 19.10 | 0.006 | 0.10 | 0.07 | -33.8            |            |
| 15 | 0.01      | 0.4 | 0.8 | 10.27 | 18.91 | 0.007 | 0.08 | 0.09 | -33.9            | 比较例        |
| 16 | 0.03      | 0.6 | 0.6 | 9.21  | 19.10 | 0.009 | 0.08 | 0.09 | -15.2            |            |



通过下述冲切试验检验各退火钢板来研究抗剪切性、剪切面与冲切面之比和斜度与厚度之比，并按 JIS Z2240 调整的洛氏硬度 B 那样测量维氏硬度。

使用外径 50mm 的冲头和内径 50.2mm 或 50.5mm 的模，以 600mm/分钟的冲切速度将由每个退火钢板切出的试样用间隙 0.1mm 或 0.25mm(按试样的间隙/厚度计算的间隙比例分别为 2% 或 5%)冲切成圆盘形。

用激光式无触点定位传感器在 8 个点上，即如图 1 所示沿轧制方向、横方向和与轧制方向成 45 度的方向各 2 个点测量每个圆盘(冲切试样)，以测定每个点的斜度  $Z$ 。求出测量值的平均值，并由该平均值与试样的厚度之比计算斜度与厚度的比例。

在 8 个点，即如图 2 所示沿轧制方向、横方向和与轧制方向成 45 度的方向各 2 个点还测量每个圆盘(冲切试样)的剪切面  $S$  的厚度。求测量值的平均值，并由该平均值与试样厚度之比计算剪切面的比例。

研究用间隙比 2% 冲切每个试样形成的剪切面的比例与每个试样  $Md_{30}$  值的关系。结果示于图 3。应注意到，在  $Md_{30}$  值在  $-60 \sim -10$  的范围内可获得剪切面比例为 100% 的冲切面。不过试样 4, 15 和 16 的  $Md_{30}$  值在  $-60 \sim -10$  的范围内，其冲切面例外的差，剪切面的比例分别为 85%、95%、71%。

就各具有在  $-60 \sim -10$  范围内的  $Md_{30}$  值的试样 1~4 和 12 研究(C+1/2N)与剪切面比例的关系。结果示于图 4。应注意到，

将各含(C+1/2N)小于 0.06 质量%的试样 1~3 和 12 冲切, 剪切面的比例为 100%。另一方面, 将含(C+1/2N)大于 0.06 质量%的试样 4 冲切, 剪切面的比例为 85%。

将  $Md_{30}$  值在  $-60 \sim -10$  范围内并含(C+1/2N)小于 0.06 质量%的试样 1~3 和 13~16 冲切, 间隙比例为 2%。研究冲切形成的剪切面的比例与各试样 S 含量的关系.结果示于图 5。应注意, 将含 S 小于 0.006 质量%的试样 1~3, 13 和 14 冲切, 剪切面的比例为 100%, 而将含 S 大于 0.006 质量%的试样 15 和 16 冲切, 剪切面的比例分别为 95%和 71%。

甚至在冲切同一钢板的情况下, S 含量与剪切面比例的关系还随间隙比例变化。即, 当用间隙比例 2%冲切试样 13 和 14 时, 形成的冲切面具有剪切面比例为 100%。当用间隙比例 5%冲切试样 13 和 14 时, 如图 6 所示, 剪切面的比例分别减小到 92%和 88%。结果证明, 冲切具有减小剪切面比例的大间隙比例钢板, 控制 S 含量小于 0.003 质量%是有效的。

## 实施例 2

将具有表 2 所示成份的不锈钢熔炼, 铸造, 在初始温度  $1230^{\circ}\text{C}$  热轧到厚度 10mm。此后, 将每块热轧钢板在  $1150^{\circ}\text{C}$  退火 1 分钟, 酸洗、冷轧到中间厚度 5~8mm, 在  $1050^{\circ}\text{C}$  退火 1 分钟再酸洗。以厚度 5mm 的退火钢板(A1、B1)提供一些钢板。另一些中间厚度退火钢板进一步冷轧到厚度 5mm, 并以平整冷轧钢板(A2 - A6、B2、B3)提供。

表 2 实施例 2 中使用的奥氏体不锈钢

| 钢的<br>种类 | 合金成份(质量%) |     |     |       |       |       |      |      | Md <sub>30</sub> | 备注     |
|----------|-----------|-----|-----|-------|-------|-------|------|------|------------------|--------|
|          | C         | Si  | Mn  | Ni    | Cr    | S     | Cu   | Mo   |                  |        |
| A        | 0.01      | 0.5 | 0.8 | 10.43 | 18.40 | 0.001 | 0.09 | 0.07 | -27.8            | 本发明实施例 |
| B        | 0.06      | 0.6 | 0.6 | 8.02  | 18.21 | 0.003 | 0.08 | 0.08 | 8.6              | 比较例    |

由各退火和平整冷轧钢板切出试样，并将试样在与实施例 1 相同的条件下以间隙比例 2% 冲切。图 7 示出了各种试样的维氏硬度与剪切面比例的关系。应注意到，将退火或平整冷轧试样 A1~A6 的任一个冲切，剪切面的比例为 100%。另一方面，冲切与 SUS 304 相对应的试样 B1~B3，剪切面的比例低，接近 45%。

按照(平整冷轧钢板斜度与厚度的比例)/(退火钢板斜度与厚度的比例)计算剪切斜度比例，研究平整冷轧硬度增加对产生倾斜的影响。结果示于图 8。应注意到，按维氏硬度 20% 或更大硬化的任一平整冷轧钢板 A3 - A6 的剪切倾斜比例小于 50%，即小于退火钢板 A1 产生的斜度的一半。另一方面，以硬度增加的比例小于 20% 硬化的平整冷轧钢板 A2 的剪切倾斜比例与退火钢板 A1 相比为约 70%。这个结果证明 20% 或更大的硬度增加对充分降低斜度是有效的。

将各试样连续冲切直到更换模，来研究钢板材料性能对模寿命的影响。直到更换模作为冲切周期来评价模寿命。结果示于表 3。应注意到，与 B 类钢板比较，冲切任一 A 类钢板直到更换模的周期更长。即，A 类钢板对延长模寿命是有效的。还应注意到，A 类钢板相互比较，硬度过量增加不利于降低冲切周期。例如，钢板 A6 硬化大于 150%，直到更换模的冲切周期有些降低。

表 3 钢板材料性能对模寿命的影响

| 号  | 直到更换模的<br>冲切周期 | 评价 | 备注     |
|----|----------------|----|--------|
| A1 | 302969         | ◎  | 本发明实施例 |
| A2 | 323341         | ◎  |        |
| A3 | 309629         | ◎  |        |
| A4 | 314211         | ◎  |        |
| A5 | 354824         | ◎  |        |
| A6 | 248142         | ○  |        |
| B1 | 103288         | ×  | 比较例    |
| B2 | 52783          | ×  |        |
| B3 | 9879           | ×  |        |

◎：与钢板 A1 相比，相同或更长的模寿命

○：模寿命低于钢板 A1，但优于钢板 B1

X：模显著磨损

### 实施例 3

将具有表 4 所示成份的不锈钢 C、D 熔炼，铸造和在一初始温度下热轧成厚度 10mm。此后，将各热轧钢板在 1150℃退火 1 分钟，酸洗，冷轧成厚度 5mm，在 800~1100℃下退火 1 分钟，然后再酸洗。

表 4 实施例 3 中使用的奥氏体不锈钢

| 试样 | 合金成份(质量%) |     |     |       |       |       |      |      |      | Md <sub>30</sub> | 备注     |
|----|-----------|-----|-----|-------|-------|-------|------|------|------|------------------|--------|
|    | C         | Si  | Mn  | Ni    | Cr    | S     | Cu   | Mo   | N    |                  |        |
| C  | 0.02      | 0.6 | 0.7 | 10.21 | 18.71 | 0.002 | 0.08 | 0.05 | 0.02 | -34.3            | 本发明实施例 |
| D  | 0.06      | 0.6 | 0.6 | 8.02  | 18.21 | 0.003 | 0.08 | 0.08 | 0.04 | 8.6              | 比较例    |

由退火后酸洗的各钢板切出试样，将试样在与实施例 1 相同的条件下用间隙比例 2% 冲切。计算出冲切试样的剪切面的比例，以研究它与钢板晶粒度的关系。结果示于图 9。应注意到，将任一本发明 C 类钢板冲切，剪切面的比例为 100%，不管其晶粒度。另一方面，将任一对应 SUS 304 的 D 类钢板冲切，剪切面的比例低，接近 45%。

图 10 说明剪切倾斜比例与晶粒度的关系。该关系证明，随晶粒度的增加(即最小金相组织)剪切倾斜比例改进，不管钢板的种类。关于本发明 C 类钢板，将各具有晶粒度大于#8 的 C3~C6 任一钢板的剪切倾斜比例，与晶粒度小于#8 的钢板 C1、C2 相比降低到一半或更小。

将各试样连续冲切直到更换模，来评价按照冲切周期的模寿命。结果示于表 5。应注意到，与 D 类钢板相比将任一 C 类钢板冲切，直到更换模可增大周期，即适用于延长模寿命。但是，如钢板 C6 中所指出的，随晶粒度增加大于#11，冲切周期稍降低。该结果证明金相组织过小不利于模寿命。

表 5 模寿命与钢板材料性能的关系

| 号  | 直到更换模的<br>冲切周期 | 评价 | 备注     |
|----|----------------|----|--------|
| C1 | 321962         | ◎  | 本发明实施例 |
| C2 | 339672         | ◎  |        |
| C3 | 321111         | ◎  |        |
| C4 | 342632         | ◎  |        |
| C5 | 315522         | ◎  |        |
| C6 | 236981         | ○  |        |
| D1 | 112011         | ×  | 比较例    |
| D2 | 49876          | ×  |        |
| D3 | 5621           | ×  |        |

◎：与钢板 A1 相比，相同或更长的模寿命

○：模寿命低于钢板 A1，但优于钢板 B1

X：模显著磨损

本发明提供的奥氏体不锈钢可冲切成高尺寸精度的产品，由于极好的冲切性，特别是精密冲切性。甚至当用小间隙比例冲切钢板时，剪切面与冲切面的比例可保持在高水平，而没有实质的倾斜存在。与普通奥氏体不锈钢，如 SUS 304 比较，该不锈钢板还有利于延长模寿命。因此，由该提供的奥氏体不锈钢板可获得高尺寸精度的冲切产品，而不增加制造成本。



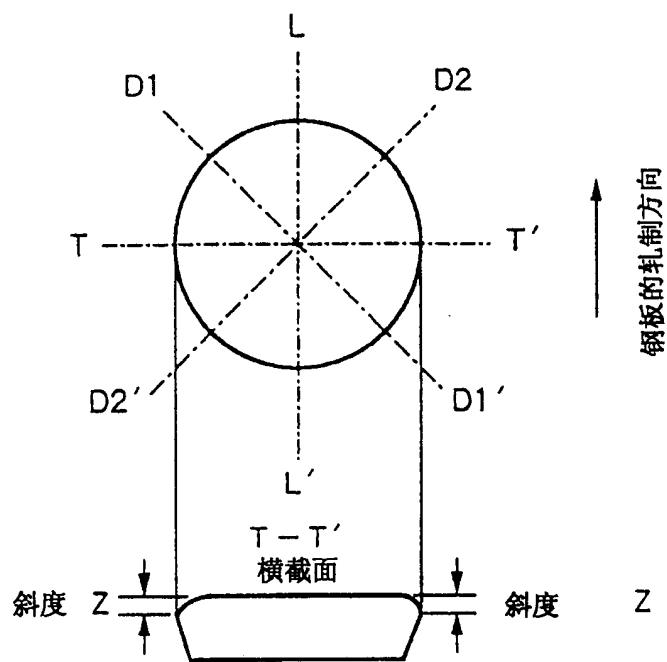


图 1

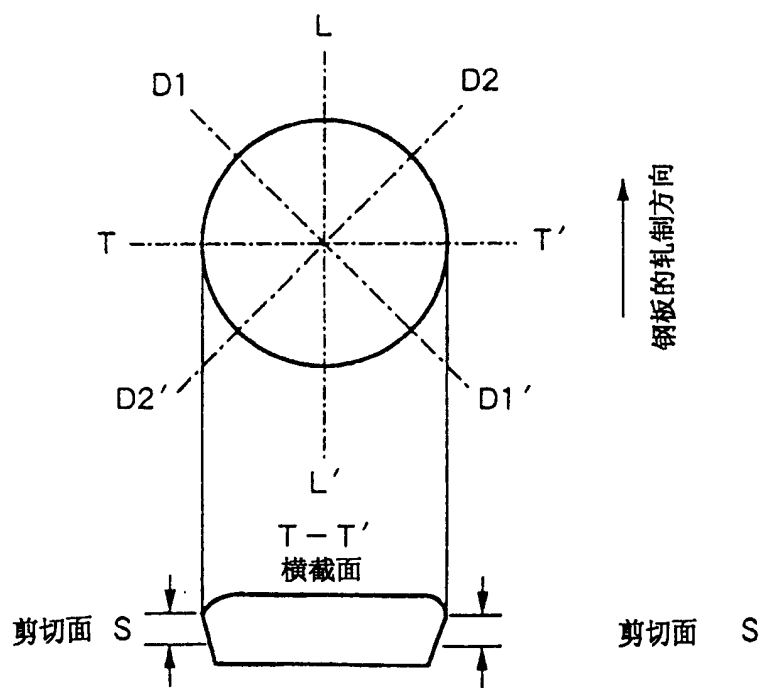


图 2

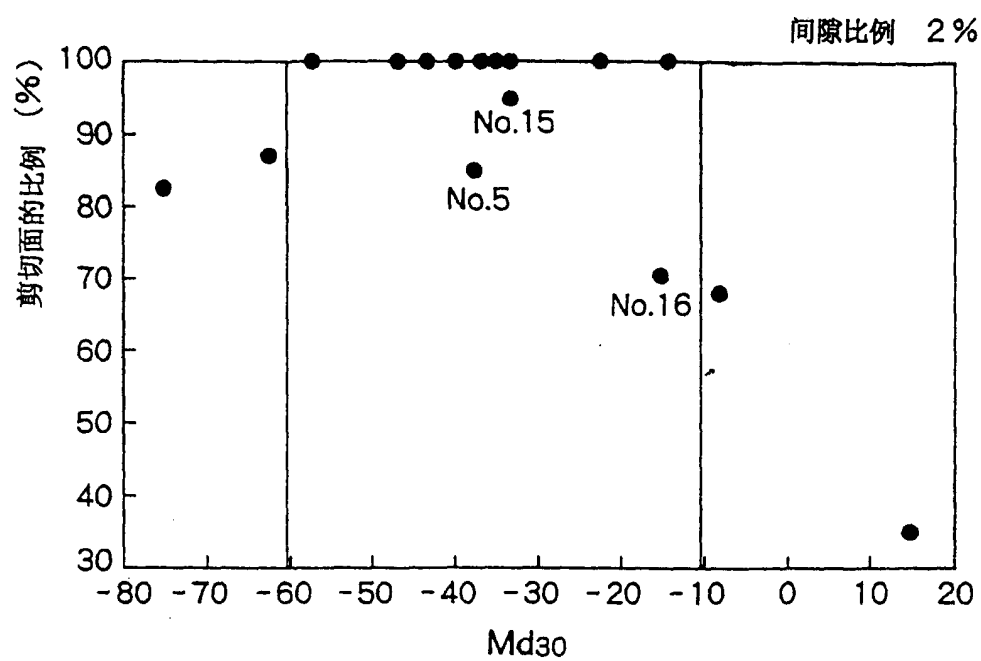


图 3

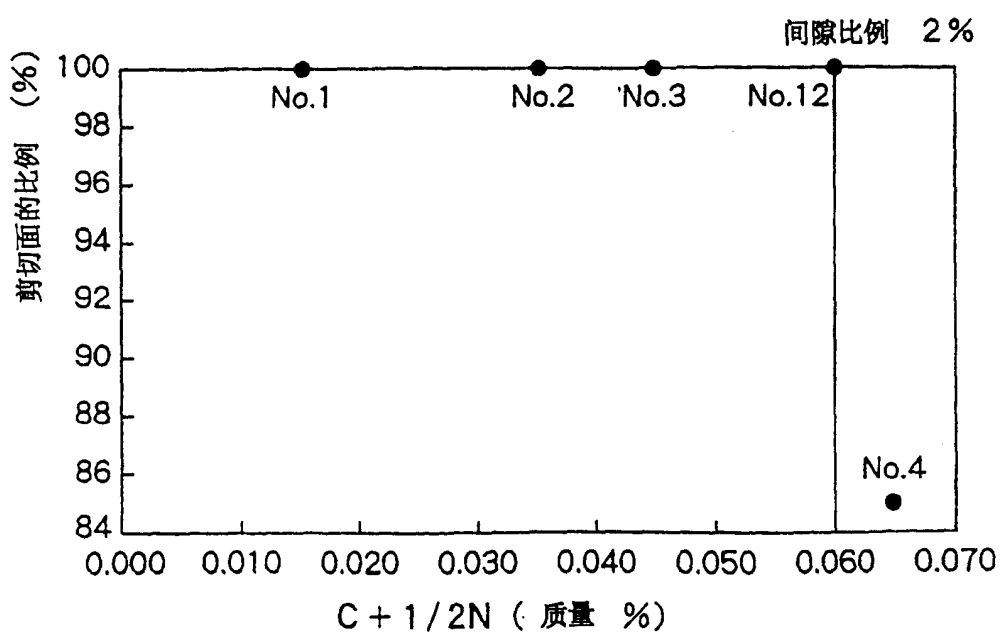


图 4

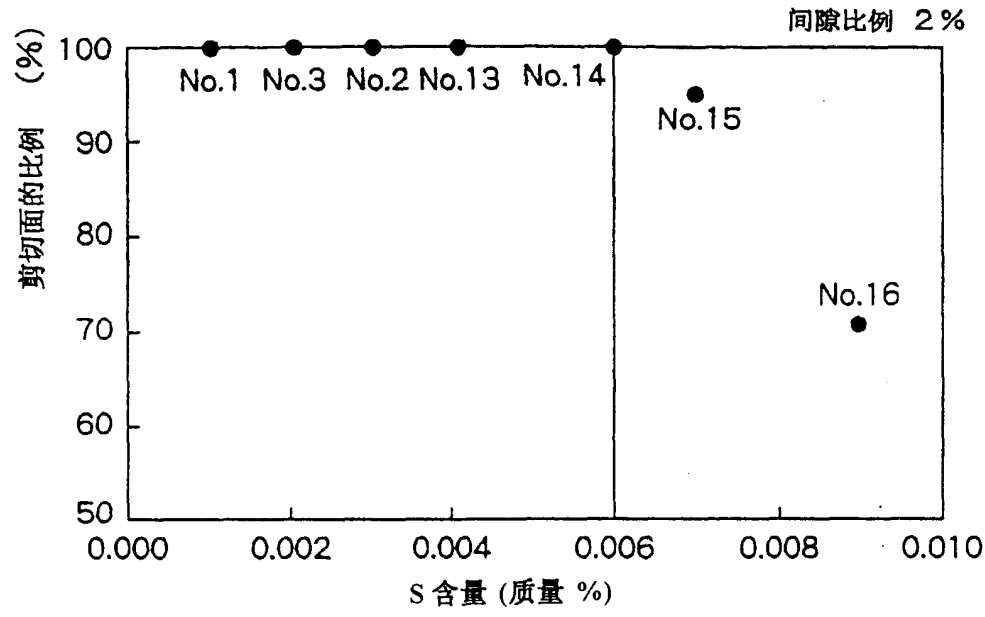


图 5

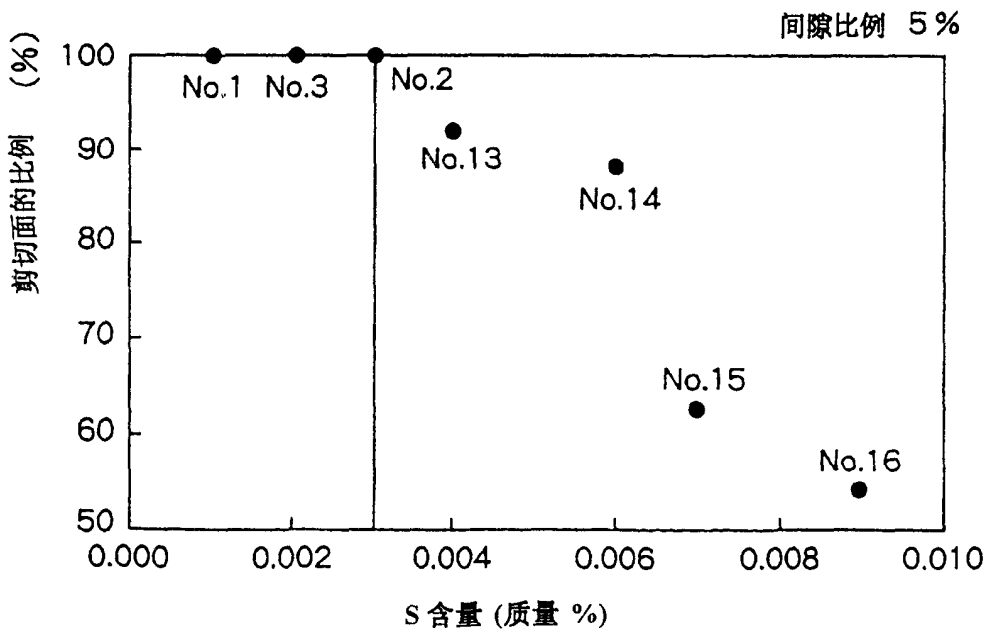


图 6

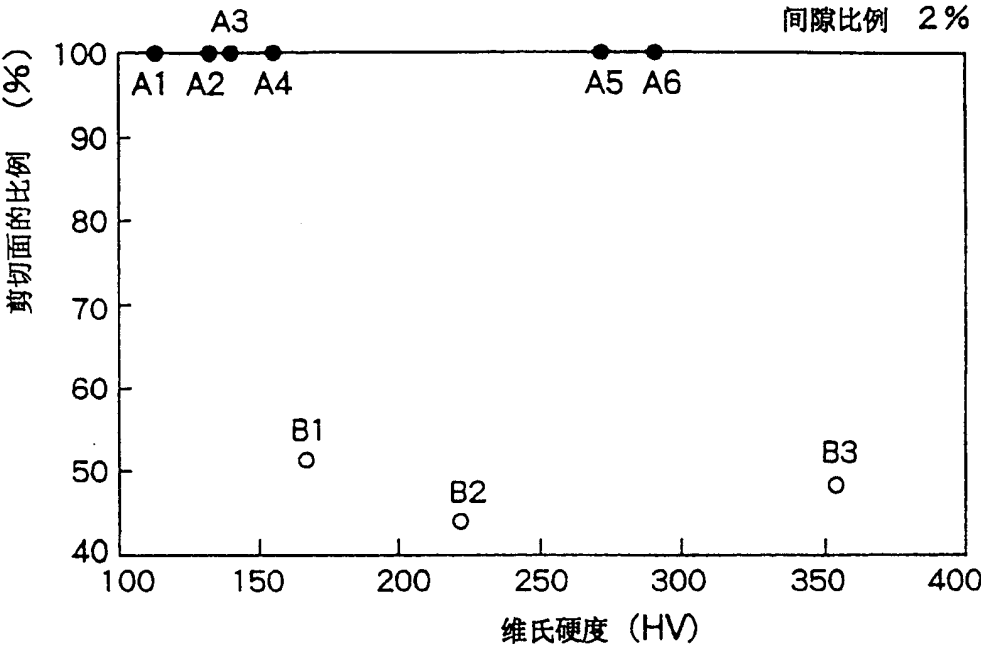


图 7

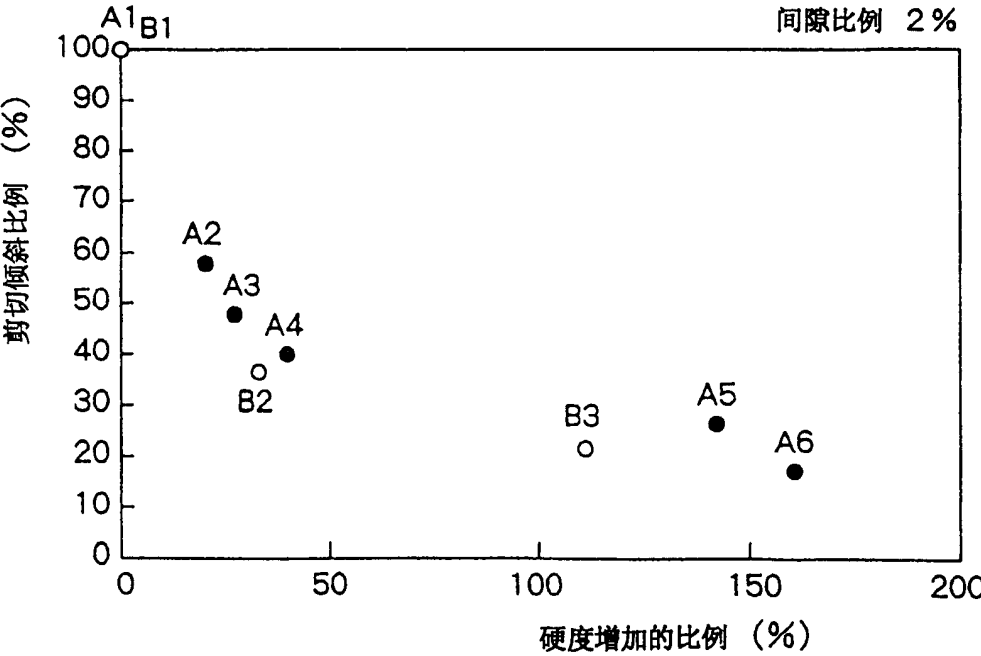


图 8

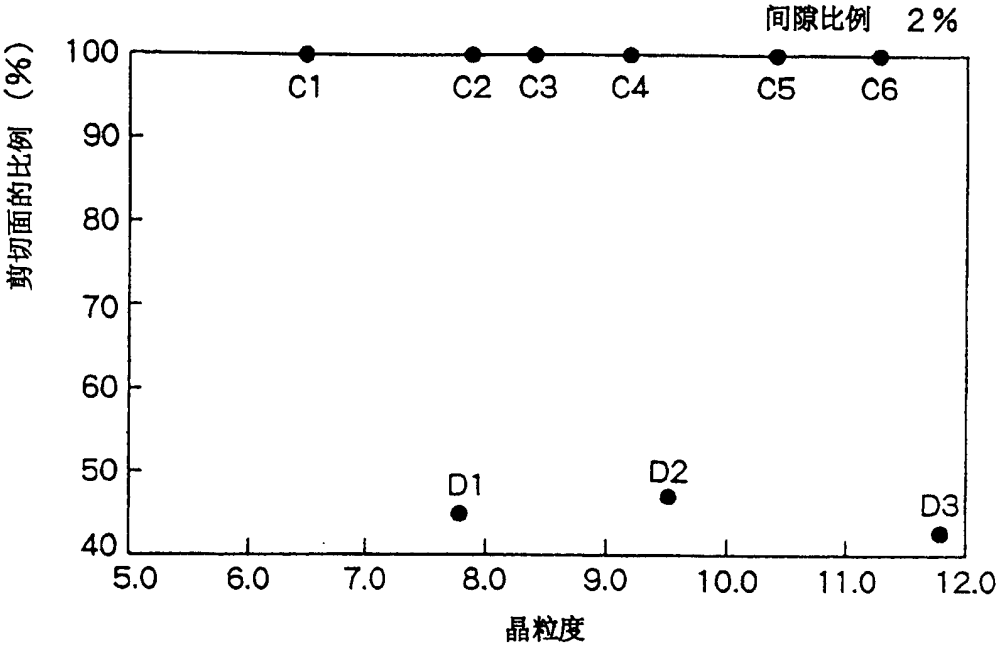


图 9

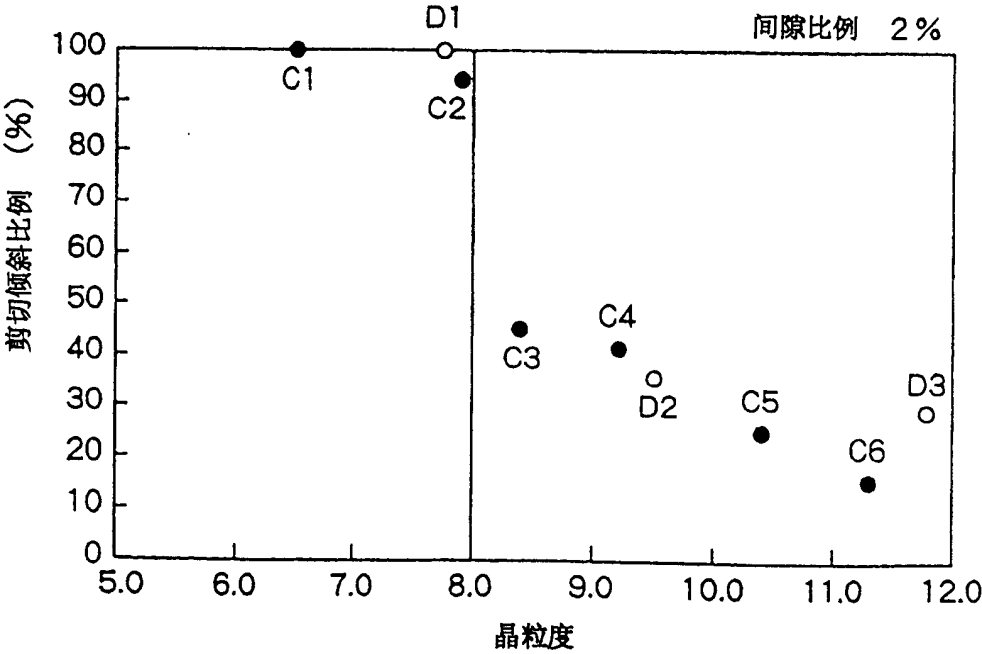


图 10