



(10) 申请公布号 CN 118946679 A

(43) 申请公布日 2024.11.12

(21) 申请号 202380030041.2

(22) 申请日 2023.03.31

(30) 优先权数据

FR2203023 2022.04.02 FR

(85) PCT国际申请进入国家阶段日

2024.09.24

(86) PCT国际申请的申请数据

PCT/FR2023/050464 2023.03.31

(87) PCT国际申请的公布数据

W02023/187301 FR 2023.10.05

(71) 申请人 新布里萨什肯联铝业

地址 法国比耶桑

(72) 发明人 M·兰吉尔 J-P·马西

(74) 专利代理机构 北京北翔知识产权代理有限公司 11285

专利代理师 谢小寒 王媛

(51) Int.Cl.

G22C 21/04 (2006.01)

G22B 21/00 (2006.01)

G22C 1/02 (2006.01)

G22F 1/043 (2006.01)

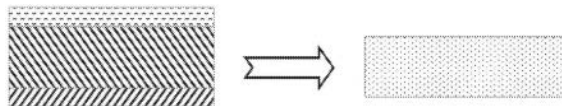
权利要求书2页 说明书13页 附图5页

(54) 发明名称

回收的6xxx合金板及制造方法

(57) 摘要

本发明是一种铝合金板,其组成为Si: 1.25% - 1.55%、Fe: \leq 0.60%、Cu \leq 0.37%、Mn: 0.22% - 0.65%、Mg: 0.25% - 0.55%、Ti \leq 0.15%、Cr \leq 0.30%、Cr+Mn+Fe \leq 0.90%、Zn \leq 0.15%。这种板中的合金使得特别是包覆板被回收成为可能。所述板提供了在回收相关的污染与在T4状态下和烤漆后的耐腐蚀性、可成型性和屈服强度的特性之间的优秀折衷。本发明也是制造板的方法。



1. 铝合金板,其组成以重量%计为:

Si:1.25%-约1.55%,

Fe: \leq 约0.60%,

Cu: \leq 约0.37%,

Mn:0.22%-约0.65%,

Mg:约0.25%-约0.55%,

Ti: \leq 约0.15%,

Cr \leq 约0.30%,

Cr+Mn+Fe: \leq 约0.90%,

Zn \leq 约0.15%,

其他元素:每种 \leq 0.05%,合计 \leq 0.15%,

余量:Al。

2. 根据权利要求1所述的板,其特征在于,Cu \leq 约0.32%,优选 \leq 0.27%,更优选 \leq 0.25%。

3. 根据权利要求1或2所述的板,其特征在于,Mn \geq 约0.30%,优选 \geq 0.35%,优选 \geq 0.40%,和/或Mn \leq 约0.60%,优选 \leq 0.55%。

4. 根据权利要求1至3中任一项所述的板,其特征在于,Mg \geq 约0.30%,优选 \geq 0.35%和/或Mg \leq 约0.50%,优选 \leq 0.45%。

5. 根据权利要求1至4中任一项所述的板,其特征在于,Cr \leq 约0.15%,优选 \leq 约0.10%,优选 \leq 约0.05%。

6. 根据权利要求1至5中任一项所述的板,其特征在于,Ti \leq 约0.10%,优选Ti \leq 约0.05%或Ti \geq 约0.01%。

7. 根据权利要求1至6中任一项所述的板,其特征在于,Zn \leq 约0.10%,优选Zn \leq 约0.05%。

8. 根据权利要求1至7中任一项所述的板,其特征在于,Si \leq 约1.50%和/或 \geq 约1.30%;优选 \geq 1.35%,优选 \geq 1.40%。

9. 根据权利要求1至8中任一项所述的板,其特征在于,板的LDH小于或等于26.0mm和/或大于或等于24.0mm,优选大于或等于24.5mm,优选大于或等于25.0mm,用在T4状态下厚度为1mm的板测量LDH。

10. 根据权利要求1至9中任一项所述的板,其特征在于,板在T4状态下的最小屈服强度Rp0.2为100MPa,优选110MPa,更优选115MPa和/或在T4状态下的最大屈服强度Rp0.2为150MPa,优选145MPa,更优选140MPa。

11. 一种制造根据权利要求1至10中任一项所述的板的方法,其包括以下连续步骤:

- a. 生产一种合金,优选包含废料和废物,优选包覆板,
- b. 将合金铸造成板,优选通过半连续立式铸造,
- c. 在均化温度下均化板,优选在540°C至580°C,优选在550°C至580°C,
- d. 热轧板,
- e. 将热轧板冷轧,
- f. 固溶热处理然后淬火,

- g. 在60至100°C的预时效温度下预时效2至16小时,优选通过卷取获得,然后冷却至室温,
- h. 自然时效72小时至6个月。

回收的6xxx合金板及制造方法

技术领域

[0001] 本发明涉及旨在用于汽车白车身的车身部件冲压制造的铝合金板领域。

背景技术

[0002] 铝合金越来越多地用于汽车构造,以减轻车辆重量,从而减少燃料消耗和温室气体排放。

[0003] 在所述合金的生产期间,减少温室气体的排放也是必要的。这种减少可以通过回收铝合金废料和废物来获得,从而使得减少甚至避免使用通过电解和/或添加合金元素生产的原铝。

[0004] 采用水电的最佳电解厂,考虑到使用碳阳极,每吨铸造板的碳足迹为4吨CO₂当量(CO₂ eq)。在欧洲生产的一吨电解铝铸造板的典型碳足迹为7吨CO₂ eq。仅通过废料和废物获得的一吨铸造板的碳足迹为每铸造板0.5吨CO₂ eq。CO₂当量排放是在100年的时间范围内,与一种或多种温室气体(GHG)的排放量引起相同的综合辐射强迫的二氧化碳(CO₂)排放量。CO₂当量排放通过将GHG的排放乘以其在100年的时间范围内的全球变暖潜势(GWP)来得出。在GHG混合物的情况下,CO₂当量排放通过将每种气体的CO₂当量排放相加得出。当一个板部分地使用回收的合金生产时,该板的CO₂当量通过上述电解板(0%回收)和仅通过废料和废物获得的板(100%回收)之间的线性插值来评估。回收或回收率是指用于生产板的铝合金废料和废物的重量与板重量之比,合金的剩余部分为原铝和/或合金元素。

[0005] 简易回收包括于闭环回收,即回收铝合金废料和废物,以获得与其生产时相同的合金。然而,存在不能以这种方式回收的产品。这种情况特别适用于EN 12258-1(2012) § 2.6.26中定义的包覆板(clad sheet),特别是当它们包含非常不同的合金时。用于生产钎焊式换热器的包覆板就属于这种情况,因为它们通常由3xxx系合金制成的中心部分(有时含有少量Cu和/或Mg),以及一层或多层4xxx系和/或7xxx系和/或1xxx系和/或3xxx系合金制成的覆层制成。目前,这些包覆板主要被回收用于铸造部件,而铸造部件通常使用4xxx系合金。然而,从内燃机驱动向电力驱动的转变将动摇这一回收分支。车辆上的铝合金板,特别是车身和结构部件的板,在现有技术中是5xxx和6xxx合金,考虑到它们的组成,这些合金不适合4xxx系合金的大量回收。由于研究和发展的合金演变也使得回收旧废料变得困难,根据EN 12258-1旧废料是产品使用后产生的废料。这种情况就出现在建筑拆除后产生的旧废料中,所述建筑通常含有Si:0.5%、Fe:0.2%、Cu:0.1%、Mn:0.1%、Mg:0.1%。

[0006] 申请US20210108293公开了一种铝合金板,其化学组成包含Si:2.3-3.8质量%、Mn:0.35-1.05质量%、Mg:0.35-0.65质量%、Fe:0.01-0.45质量%,以及选自Cu:0.0010-1.0质量%、Cr:0.0010-0.10质量%、Zn:0.0010-0.50质量%和Ti:0.0050-0.20质量%的至少一种元素。Si含量与Mn含量之比大于等于2.5和小于等于9.0。在标称应变为3%时,铝合金板的伸长率大于等于23%,应变硬化指数大于等于0.28。这种铝合金板非常适合冲压成型(冲压)应用,例如成型汽车车身蒙皮。

[0007] 申请W02018/175876公开了从回收的金属废料中铸造高强度和高可成型性金属产

品的技术,而无需添加大量或任何数量的原铝。额外的合金元素,例如镁,可以添加到金属废料,所述废料可以铸造和加工,以生产期望的金属线圈,其在最终规格具有期望的冶金和机械性能,例如高强度和可成型性。因此,廉价和回收的金属废料可以有效地重新用于新应用,例如汽车应用和饮料罐坯。

[0008] 申请JP2005298922所要解决的技术问题是,廉价地提供一种待成型的铝合金板,其具有足够的卷边-弯曲可成型性、低弯曲各向异性和涂覆后更大的烘烤可硬化性,室温下引起较少老化,并具有足够的抗皱性。其解决方案是Al-Mg-Si基合金或Al-Mg-Si-Cu基合金的铝合金板;在满足 $(C(\text{sub } 1/10)+C(\text{sub } 1/4))/2 > C(\text{sub } 1/2)$ 且 $30 < (C(\text{sub } 1/10)+C(\text{sub } 1/4)) < 500$ 的条件下, $C(\text{sub } 1/10)$ 、 $C(\text{sub } 1/4)$ 和 $C(\text{sub } 1/2)$ 分别定义为板厚度方向上距板表面1/10、1/4和1/2深处的立方位向密度;在板厚度方向上距板表面1/10至1/4深处的区域内, $\{001\} < 210 >$ 位向密度为2至50;并且具有5%或更高的0度和90度耳率(earing rates)。制造方法包括严格规定的铸造和热轧条件。规定了作为中间产品的铸造板坯和热轧后板的金相组织条件。

[0009] 申请W02022/026825公开了新型6xxx铝合金。在一种方法中,一种新型6xxx铝合金可以包含0.25至0.60重量%的铁、0.8至1.2重量%的硅、0.35至1.1重量%的Mg、0.05至0.8重量%的Mn、最高达0.30重量%的Cu、最高达0.35重量%的Zn、最高达0.15重量%的Ti、各自最高达0.15重量%的Cr、Zr和V,余量为铝,附带元素和杂质。新型6xxx铝合金可由回收的铝合金制成。

[0010] 因此,需要回收包覆板废料和废物,以生产汽车工业的车身板。

[0011] 提出问题

[0012] 所要解决的问题是开发一种6xxx系合金板,其目的是在以下之间实现优异的折中:

[0013] • 回收废料和废物,优选包覆板。包覆板通常由非常不同的合金制成,

[0014] 例如,中心部分使用3xxx系合金,4xxx和/或7xxx系覆层。包覆板的平均组成很难回收到另一个板中,因为不对应于已知的合金。此外,回收活动,特别是当涉及产品使用后产生的旧废料时,与污染现象不可分离,这种污染现象是由于与其他材料,例如钢,混合产生的,并且可能降低回收后获得的材料的特性。

[0015] • 板的可成型性,自然时效后在T4状态下评估,自然时效对应于板淬

[0016] 火与冲压成部件之间运输和储存的时间。可成型性用LDH(极限拱顶高度)试验表征可变形性,用屈服强度表征为获得所述变形所提供的力。

[0017] • 对汽车上部件的用途所必需的特性在成品部件上评估,因此在板冲压、涂漆和烤漆之后进行。本领域技术人员还称烤漆为“烘烤硬化”,因为它可以通过时效同时使冲压板硬化,从而获得汽车上部件的用途所需的特性。此处,汽车使用的适用性用板在2%的变形和170°C的热处理20分钟(代表烤漆热处理)后的屈服强度表征。在工业上,烤漆可以在170°C至195°C的温度下持续10至30分钟。

[0018] • 腐蚀,在自然时效后的板上评估。在170°C热处理20分钟后,通过

[0019] 对板进行丝状腐蚀试验来评估腐蚀。

发明内容

[0020] 本发明的一个目的是一种铝合金板,其组成以重量%计为:

[0021] Si:约1.25%-约1.55%,

[0022] Fe:≤约0.60%,

[0023] Cu:≤约0.37%,

[0024] Mn:约0.22%-约0.65%,

[0025] Mg:约0.25%-约0.55%,

[0026] Ti:≤约0.15%,

[0027] Cr≤约0.30%,

[0028] Cr+Mn+Fe:≤约0.90%,

[0029] Zn≤约0.15%,

[0030] 其他元素:每种≤0.05%,合计≤0.15%,

[0031] 余量:Al。

[0032] 本发明的另一个目的是一种制造根据本发明的铝合金轧制板的方法,其包括以下连续步骤:

[0033] a.生产一种合金,优选包含废料和废物,优选包覆板,

[0034] b.将合金铸造成板,优选通过半连续立式铸造,

[0035] c.在均化温度下均化板,优选在540°C至580°C,优选高于550°C,

[0036] d.热轧板,

[0037] e.将热轧板冷轧,

[0038] f.固溶热处理然后淬火,

[0039] g.在60至100°C的预时效温度下预时效2至16小时,优选通过卷取获得,然后冷却至室温,

[0040] h.自然时效72小时至6个月。

附图说明

[0041] [图1]:此图显示了取决于可回收性的LDH。

[0042] [图2]:此图显示了取决于合金Fe、Mn和Cr污染的LDH。

[0043] [图3]:此图显示了T4状态下LDH和屈服强度之间的折中。

[0044] [图4]:此图显示了烤漆模拟后LDH和屈服强度之间的折中。

[0045] [图5]:此图显示了取决于根据本发明板的可回收性的在T4状态下的屈服强度。

[0046] [图6]:此图显示了取决于根据本发明板的可回收性的在烤漆模拟后的屈服强度。

[0047] [图7]:此图显示了取决于Cu含量的丝状腐蚀。

[0048] [图8]:此图显示了LDH测量工具。

[0049] [图9]:根据本发明的板使得回收包覆板成为可能。

[0050] [图10]:此照片显示了样品经过罗平线的示例,等级1、2和3(1平均-3优秀)。

[0051] 说明

[0052] 除非另有说明,下文讨论的所有铝合金,均根据“铝业协会”在其定期出版的“注册记录系列”中定义的规则和名称命名。除非另有说明,组成以重量%表示。表述1.4Cu意指以

重量%表示的铜含量为1.4%。

[0053] 所讨论的冶金状态根据欧洲标准EN-515命名。

[0054] 静态拉伸机械性能,换言之之极限拉伸强度 R_m 、在0.2%伸长率下的常规屈服强度 $R_{p0.2}$ 、收缩伸长率 A_g %和断裂伸长率 A %,通过根据NF EN ISO 6892-1的拉伸试验测定,取样和试验的方向由EN 485-1定义。

[0055] 应变硬化系数 n 根据EN ISO 10275评估。

[0056] 弹性模量根据ASTM 1876测量。

[0057] 兰克福德(Lankford)各向异性系数根据EN ISO 10113测量。

[0058] 弯曲角度,称为 α 范围,通过根据NF EN ISO 7438以及VDA 238-100和VDA 239-200版本2017程序的三点弯曲试验测定。

[0059] 除非另有说明,否则适用标准EN 12258的定义。

[0060] LDH参数被广泛用于评估冲压板的适合性。其已成为许多出版物的主题,特别是R.Thompson,“The LDH test to evaluate sheet metal formability-Final Report of the LDH Committee of the North American Deep Drawing Research Group”,SAE conference,Detroit,1993,SAE Paper no.930815的主题。这是一个通过环锁住外围的坯料的冲压试验的实例。调整夹料力(blank-clamping pressure)以防止环内滑动。以接近于平面变形的方式受力尺寸为120mm×160mm的坯料。使用的冲头是半球形的。图8显示了用于执行此测试的工具的尺寸。冲头和带材之间的润滑由石墨润滑脂提供。冲头的下落速率为50mm/min。所谓LDH值,就是断裂时冲头位移的值,即冲压的极限深度。所谓的LDH值实际上对应于三次试验的平均值,对于0.2mm测量给出95%的置信区间。

[0061] 测量晶间腐蚀的标准是ASTM G110。

[0062] 丝状腐蚀的标准是EN 3665。

[0063] 罗平线以下述方法测量。从板上切下一块约270mm(于横向方向)×50mm(于轧制方向)的带材。随后,在垂直于轧制方向(即带材的长度方向)上施加15%的牵引预变形。随后,带材受到P800型砂纸的作用,以显示罗平线。然后对后者进行视觉评估,并通过1(显著罗平线)至3(完全没有罗平线)的等级进行分类。图10中显示了对应于1至3值的罗平线示例。

[0064] 室温是与人类活动相适应的任何温度,从5至35°C。室温可以是5°C、6°C、7°C、8°C、9°C、10°C、11°C、12°C、13°C、14°C、15°C、16°C、17°C、18°C、19°C、20°C、21°C、22°C、23°C、24°C、25°C、26°C、27°C、28°C、29°C、30°C、31°C、32°C、33°C、34°C、35°C。

[0065] 与可测量的数字变量有关时,术语“约”是指变量的指示值,以及变量在指示值的实验误差范围内或在所指示值的±10%范围内的所有值,保留最高值。

具体实施方式

[0066] 本发明是基于申请人的观察,由于合适的组成和制造工艺,完全有可能从回收包覆板中生产出具有可接受的冲压性、良好的耐腐蚀性和机械性能的板,适用于汽车车身的生产。

[0067] 根据本发明的合金的典型组成如下(重量%):

[0068] Si:1.25%-约1.55%,

[0069] Fe:≤约0.60%,

- [0070] Cu: \leq 约0.37%,
[0071] Mn: 0.22% - 约0.65%,
[0072] Mg: 约0.25% - 约0.55%,
[0073] Ti: \leq 约0.15%,
[0074] Cr \leq 约0.30%,
[0075] Cr+Mn+Fe: \leq 约0.90%,
[0076] Zn \leq 约0.15%,
[0077] 其他元素: 每种 \leq 0.05%, 合计 \leq 0.15%,
[0078] 余量: Al。

[0079] 因此, 对这类合金的成分元素施加的浓度范围可以用以下原因来解释:

[0080] Si: 硅和镁一起, 是铝-镁-硅体系(AA6xxx家族)中形成金属间化合物 Mg_2Si 或 Mg_5Si_6 的第一合金元素, 这有助于这些合金的结构硬化。高硅含量有利于可回收性, 考虑到使用富含Si的合金(例如AA4343、AA4045、AA4004等合金)对某些板进行包覆, 这些合金的硅含量能够降低熔点。相对于Mg的重量百分比, Si过量。优选地, 硅的过量为至少0.70重量%, 更优选0.80重量%, 且优选地至多1.20重量%, 更优选1.15重量%。该过量的目的是改善板成型所需的延展性, 但在本发明的领域内, Si含量对通过LDH测量的成型性影响较小。Si含量为1.25%至约1.55%。在一个实施方案中, Si含量为至多约1.35%, 优选约1.30%。该实施方案使得在T4状态下屈服强度的低值成为可能, 从而降低了冲压力。在另一个实施方案中, Si含量为至少约1.30%, 优选至少约1.35%, 优选约1.40%, 优选约1.45%, 且/或最大为约1.50%。该实施方案使得在烤漆后获得屈服强度的高值成为可能。

[0081] 在一个实施方案中, Si含量为至少1.25%, 且至多约1.30%或至多约1.35%或至多约1.40%或至多约1.45%或至多约1.50%或至多约1.55%。在另一个实施方案中, Si含量为至少约1.30%, 且至多约1.35%或至多约1.40%或至多约1.45%或至多约1.50%或至多约1.55%。在一个实施方案中, Si含量为至少约1.35%, 且至多约1.40%或至多约1.45%或至多约1.50%或至多约1.55%。在一个实施方案中, Si含量为至少约1.40%, 且至多约1.45%或至多约1.50%或至多约1.55%。在一个实施方案中, Si含量为至少约1.45%, 且至多约1.50%或至多约1.55%。在一个实施方案中, Si含量为至少约1.50%, 且至多约1.55%。

[0082] Fe: 铁通常被认为是不想要的杂质。含铁的金属间化合物的存在通常与局部可成型性的降低有关。最大Fe含量为约0.60%, 优选约0.50%, 更优选约0.40%。降低Fe含量可以改善用LDH测量的可成型性。然而, 非常纯的铁合金一方面是昂贵的, 另一方面, 废料和废物通过与钢的混合物被Fe自然污染。因此, 优选地铁含量为至少约0.05%, 优选约0.10%, 更优选约0.15%, 更优选约0.20%。根据本发明, 还必须结合Mn和Cr控制Fe含量, 同时考虑到最大Cr+Mn+Fe污染物含量: \leq 约0.90%, 以控制板的LDH。

[0083] 在一个实施方案中, Fe含量为至少约0.25%, 且至多约0.30%或至多约0.35%或至多约0.40%或至多约0.45%或至多约0.50%或至多约0.55%或至多约0.60%。在一个实施方案中, Fe含量为至少约0.30%, 且至多约0.35%或至多约0.40%或至多约0.45%或至多约0.50%或至多约0.55%或至多约0.60%。在一个实施方案中, Fe含量为至少约0.35%, 且至多约0.40%或至多约0.45%或至多约0.50%或至多约0.55%或至多约0.60%。在一个

实施方案中,Fe含量为至少约0.40%,且至多约0.45%或至多约0.50%或至多约0.55%或至多约0.60%。在一个实施方案中,Fe含量为至少约0.45%,且至多约0.50%或至多约0.55%或至多约0.60%。在一个实施方案中,Fe含量为至少约0.50%,且至多约0.55%或至多约0.60%。在一个实施方案中,Fe含量为至少约0.55%,且至多约0.60%。

[0084] Cu:在AA6000家族合金中,铜是一种参与硬化沉淀的元素,有利于提高合金在T4状态下和烤漆后的屈服强度。但是已知Cu会降低耐腐蚀性。Cu含量为至多约0.37%,优选约0.32%,优选约0.27%,更优选0.25%,以确保可接受的丝状腐蚀水平。增加最大Cu含量能够改善含有Cu的包覆板的可回收性,例如申请W002/40729公开的包覆板。增加Cu含量也能够改善LDH试验所表征的可成型性。这种作用是有利的,因为它能够提高污染物含量,特别是Mn,因为Cu含量提高了LDH,这能够弥补这些污染物导致的LDH的下降效应。因此,在一个实施方案中,Cu含量为至少约0.20%。在一个实施方案中,Cu含量为约0.20%的最大值。该实施方案是有利的,因为它能够避免添加Cu,一种比铝更昂贵的金属,用于回收不含Cu的包覆板,例如包覆板,其中心部分由包覆板领域技术人员所熟知的参考合金AA3003制成。

[0085] 在一个实施方案中,Cu含量为至少约0.05%,且至多约0.07%或至多约0.12%或至多约0.17%或至多约0.22%或至多约0.27%或至多约0.32%或至多约0.37%。在一个实施方案中,Cu含量为至少约0.07%,且至多约0.12%或至多约0.17%或至多约0.22%或至多约0.27%或至多约0.32%或至多约0.37%。在一个实施方案中,Cu含量为至少约0.12%,且至多约0.17%或至多约0.22%或至多约0.27%或至多约0.32%或至多约0.37%。在一个实施方案中,Cu含量为至少约0.17%,且至多约0.22%或至多约0.27%或至多约0.32%或至多约0.37%。在一个实施方案中,Cu含量为至少约0.22%,且至多约0.27%或至多约0.32%或至多约0.37%。在一个实施方案中,Cu含量为至少约0.27%,且至多约0.32%或至多约0.37%。在一个实施方案中,Cu含量为至少约0.32%,且至多约0.37%。

[0086] Mn:锰通过其对常见金属间化合物沉淀物的贡献而具有与铁相似的作用。降低Mn含量可以改善用LDH测量的可成型性。提高最大Mn含量能够提高包覆板废料和废物的可回收性。特别是,这能够增加含有合金的包覆板的可回收性,所述合金包括Mn例如AA3003或申请W002/40729公开的合金。折中是Mn含量为至少0.22%,且至多0.65%,优选约0.60%,优选0.55%,优选最小Mn含量为至少约0.25%,优选约0.30%,优选约0.35%,优选约0.40%,优选约0.44%。考虑到最大Cr+Mn+Fe污染物含量:≤约0.90%,还必须结合Fe和Cr控制Mn含量,以控制本发明板的LDH。在T4状态下Mn可能会略微降低屈服强度,这无疑是由于其污染物作用,与本发明无关。

[0087] 在一个实施方案中,Mn含量为至少约0.22%,且至多约0.25%或至多约0.30%或至多约0.35%或至多约0.40%或至多约0.45%或至多约0.50%或至多约0.55%或至多约0.60%或至多约0.65%。在一个实施方案中,Mn含量为至少约0.25%,且至多约0.30%或至多约0.35%或至多约0.40%或至多约0.45%或至多约0.50%或至多约0.55%或至多约0.60%或至多约0.65%。在一个实施方案中,Mn含量为至少约0.30%,且至多约0.35%或至多约0.40%或至多约0.45%或至多约0.50%或至多约0.55%或至多约0.60%或至多约0.65%。在一个实施方案中,Mn含量为至少约0.35%,且至多约0.40%或至多约0.45%或至多约0.50%或至多约0.55%或至多约0.60%或至多约0.65%。在一个实施方案中,Mn含量为至少约0.40%,且至多约0.45%或至多约0.50%或至多约0.55%或至多约0.60%或至多

约0.65%。在一个实施方案中,Mn含量为至少约0.45%,且至多约0.50%或至多约0.55%或至多约0.60%或至多约0.65%。在一个实施方案中,Mn含量为至少约0.50%,且至多约0.55%或至多约0.60%或至多约0.65%。在一个实施方案中,Mn含量为至少约0.55%,且至多约0.60%或至多约0.65%。在一个实施方案中,Mn含量为至少约0.60%且至多约0.65%。

[0088] Mg:一般来说,AA6xxx家族合金的机械性能水平随着镁含量的增加而提高,镁与硅结合形成金属间化合物 Mg_2Si 或 Mg_5Si_6 ,有利于减少板的厚度并使车辆更轻,特别是在对涂料进行退火后。镁有助于提高T4状态下的屈服强度,从而增加冲压力,同样有助于提高烤漆后的屈服强度,这能够使车身部件更轻。特别是,Mg增强了对烤漆的响应,这是烤漆后的屈服强度与T4状态下的屈服强度之间的差异。Mg为约0.25%至约0.55%。在一个实施方案中,Mg为至少约0.30%,优选约0.35%,且/或至多约0.50%,优选约0.45%。限制Mg含量能够保持在T4状态下的低屈服强度,这通过避免过高的冲压力来促进可成型性。在一个实施方案中,Mg为约0.45%,优选约0.50%。添加Mg能够改善对烤漆的响应,以在烤漆后获得更高的屈服强度。增加Mg含量能够提高包覆板的可回收性,特别是覆层中含有Mg的包覆板,例如AA4004,或中心部分含有Mg的包覆板,例如专利FR2797454公开的某些合金。

[0089] 在一个实施方案中,Mg含量为至少约0.25%,且至多约0.30%或至多约0.35%或至多约0.40%或至多约0.45%或至多约0.50%或至多约0.55%。在一个实施方案中,Mg含量为至少约0.30%,且至多约0.35%或至多约0.40%或至多约0.45%或至多约0.50%或至多约0.55%。在一个实施方案中,Mg含量为至少约0.35%,且至多约0.40%或至多约0.45%或至多约0.50%或至多约0.55%。在一个实施方案中,Mg含量为至少约0.40%,且至多约0.45%或至多约0.50%或至多约0.55%。在一个实施方案中,Mg含量为至少约0.45%,且至多约0.50%或至多约0.55%。在一个实施方案中,Mg含量为至少约0.50%,且至多约0.55%。

[0090] Cr:添加它可以细化晶粒并稳定结构。降低Cr含量,能够提高用LDH测量的可成型性,这是由于其污染物作用。高含量能够提高本发明合金的可回收性。事实上,废料和废物可能被含Cr的钢混合物污染。Cr为至多约0.30%。可成型性和可回收性之间的折中是 $Cr+M+Fe \leq 约0.90%$ 。在一个实施方案中,为了提高可成型性,Cr为至多约0.20%,优选约0.15%,优选约0.10%,优选约0.05%。在一个实施方案中,Cr是杂质。

[0091] Ti:最大含量为约0.15%,优选0.10%,以避免在立式铸造期间形成初相的情况,其对所有要求保护的属性都有不利影响。该元素有利于固溶硬化,从而达到所需的机械性能水平,并且该元素对使用延展性和耐腐蚀性也有有利的影响。在一个实施方案中,Ti含量为至多约0.01%。

[0092] 在一个实施方案中,Ti含量为至多约0.05%或至多约0.10%或至多约0.15%。在一个实施方案中,Ti含量为至少约0.01%,且至多约0.05%或至多约0.10%或至多约0.15%。

[0093] Zn:含量为至多约0.15%。由于Zn是铝合金中的一种合金元素,因此为了回收利用铝废料或废物,特别是来自报废车辆的铝废料和废物,接受Zn是有利的。事实上,Zn用于某些包覆板的某些覆层合金中,特别是覆层厚度为10%的AA7072。申请W002/55256公开了另一种含Zn的覆层合金。考虑到上述申请的AA7072或合金的Zn含量,该含量不限于这种包覆板用于生产根据本发明的合金的用途。然而,Zn因对腐蚀敏感而闻名。因此,限制Zn含量可

以提高耐腐蚀性。在一个优选实施方案中,Zn为至多约0.10%。在一个实施方案中,Zn为至多约0.05%。在一个实施方案中,Zn是杂质。

[0094] 典型地,其他元素为杂质,其含量保持在小于等于0.05%,优选严格小于0.05%,合计小于0.15%;余量为铝。

[0095] 必须控制Fe、Mn和Cr的污染物含量。术语污染用于表示这些元素可能在某些情况下由于回收而存在于根据本发明的合金中。然而,不囿于任何理论,本发明人发现,它们的效果并不有害,并且可能对在所要求保护的的比例中获得的特性产生出乎意料的有利影响。增加污染含量能够提高可回收性。减少污染含量能够提高LDH。优选地,折中是污染物含量从至少约0.64%至至多约0.90%。在一个实施方案中,污染物含量为约Cu+0.41%至约Cu+0.59%,优选约0.45%+Cu至约0.55%+Cu。该实施方案是有利的,因为它能够保持高LDH值。在一个更优选实施方案中,污染物含量为高于约0.70%,这能够提高含铜包覆板的可回收性。

[0096] 在一个实施方案中,根据本发明的板具有小于或等于26.0mm的LDH。在T4状态下,用1mm厚的板测量LDH。限制LDH是一种折中,这能够提高根据本发明的板的可回收性。限制LDH是一种折中,这能够增加根据本发明的板中污染物的量。限制LDH是一种折中,这能够增大根据本发明的板在T4状态下和烤漆后的屈服强度。在一个实施方案中,根据本发明的板具有高于或等于24.0mm,优选高于或等于24.5mm,更优选高于或等于25.0mm,更优选高于或等于25.5mm的LDH。增加LDH值能够增加冲压件的可成型性。

[0097] 在一个实施方案中,根据本发明的板在T4状态下具有100MPa,优选110MPa,更优选115MPa的最小屈服强度Rp0.2和/或在T4状态下具有150MPa,优选145MPa,更优选140MPa的最大屈服强度Rp0.2。T4状态下的屈服强度过低会限制烤漆后的屈服强度。T4状态下的屈服强度过高会增大冲压力。限制T4状态下的最大屈服强度是一种折中,这能够提高用LDH测量的可成型性。在一个子实施方案中,T4状态下的屈服强度Rp0.2为至多135MPa。该子实施方案是一种折中,这能够增加可回收性。

[0098] 在一个实施方案中,根据本发明的板在烤漆后具有200MPa,优选210MPa的最小屈服强度Rp0.2和/或在烤漆后具有250MPa,优选240MPa的最大屈服强度Rp0.2。增大烤漆后的屈服强度有利于减少部件的厚度。在一个子实施方案中,烤漆后的屈服强度为至多220MPa,优选215MPa。该子实施方案是一种折中,这能够增加可回收性。

[0099] 在一个优选实施方案中,根据本发明的板在涂漆和烤漆后具有优异的抗丝状腐蚀性,根据EN 3665,平均小于约0.25cm。涂漆包括表面处理、电泳和涂漆的所有本身已知的操作。烤漆,又称烘烤硬化,可以通过在170°C下20分钟的处理来模拟。

[0100] 根据本发明的制造板的方法包括板的铸造,优选地通过立式半连续铸造,然后将其均化。

[0101] 用根据前述组成的合金铸造所述板。所述合金优选部分地用废料和废物生产,优选包覆板。这种包覆板废料和废物也可以是待回收的成品(根据EN 12258-1的旧废料),其中一部分由包覆板制成。这是有利的,因为这些成品通常也由非常不同的合金部件制成,没有必要对所有组件进行覆层,例如3xxx系合金与含Zn合金,例如7xxxx系合金或例如申请EP1446511公开的合金。包覆板废料和废物可直接或间接用于生产所述合金。当包覆板废料和废料涂有油漆或清漆,或当包覆板废料和废物装有塑料部件时,间接使用是有利的。在这

些情况下,优选在回收领域技术人员已知的专业单位中再熔化,在那里涂层或塑料部件将得到正确处理,例如通过过滤烟雾。直接使用是有利的,因为它组织起来容易且经济,因为它包括于将废料和废物直接装入熔化炉生产合金。

[0102] 可回收性以以下方法评估。首先,对于每种元素,有必要计算、估计或测量废料或废物,优选包覆板,的平均组成。然后,对于每种元素,计算根据本发明的板的合金的最大值与包覆板废料和废物的平均组成中该元素的含量的百分比之比。可回收性是所有这些比之间的最小值。因此,这种可回收性是可添加到根据本发明的板合金中的包覆板废料和废物的最大值,根据本发明的板合金的组成通过添加原铝和/或合金元素获得。

[0103] 增加可回收性能够减少为铸造板排放的CO₂当量的量。优选地,板用至少10%的废钢和废料生产,优选至少20%,优选至少30%,优选至少39%,优选至少46%,优选至少48%。在一个实施方案中,至多45%的可回收性是一种折中,这能够提高T4状态下或烤漆后的屈服强度。

[0104] 根据本发明的板的优选尺寸为厚度200mm至600mm,宽度1,000mm至3,000mm,长度2,000mm至8,000mm。

[0105] 通常将板均化到高于合金溶线温度的均化温度,同时避免局部熔化或初熔,时间最短为2小时,优选3小时,更优选4小时,且至多7小时,优选6小时,更优选5小时。均化温度优选为至多580°C,优选570°C,优选560°C,更优选555°C,且至少540°C,优选550°C,过高或过低的温度都会降低板的机械性能。

[0106] 板随后被转移到热滚筒上。任选地,它直接从均化转移到热轧,在此转移期间,温度能够自然降低5°C至35°C。任选地,通过强制冷却将板从均化温度冷却到热轧开始温度。这种强制冷却优选地以至少每小时150°C的直接冷却速率进行。有利地,直接冷却速率为至多500°C/小时。冷却通常可以通过例如申请W02016012691记载的机器实现。优选地,这种冷却以两步完成,一个是喷涂,另一个是均匀化。任选地,这种冷却可以通过例如申请W02016012691记载的机器分两次实现。

[0107] 均化的板随后通常被热轧至4mm(优选3mm)至8mm的厚度。热轧开始时的温度通常为520至550°C。任选地,上述冷却后的热轧温度为390°C至510°C或490°C或470°C或450°C或430°C或410°C。任选地,上述冷却后的热轧温度为410°C至510°C或490°C或470°C或450°C或430°C。任选地,上述冷却后的热轧温度为430°C至510°C或490°C或470°C或450°C。任选地,上述冷却后的热轧温度为450°C至510°C或490°C或470°C。任选地,上述冷却后的热轧温度为470°C至510°C或490°C。任选地,上述冷却后的热轧温度为490°C至510°C。

[0108] 热轧开始和结束之间的温度变化是由于板与工厂室温下空气的正常热交换产生的冷却,与轧机的热设备例如,无限制地,运输机滚筒的气缸,以及与通常的润滑液或冷却液和与变形能相关的加热有关。优选地,热轧结束温度优选为350°C至450°C。

[0109] 随后将热轧板冷轧,通常冷轧为0.7至1.5mm的板。中间退火也可以在两个冷轧步骤之间进行。退火可以在静态式炉或连续式炉中进行。

[0110] 板随后在高于合金溶线温度的溶液温度下进行固溶热处理,同时避免局部熔化或初熔,然后淬火,优选在连续式炉中淬火。固溶热处理过冷和/或固溶热处理时间过短,会由于固溶热处理不充分使板的机械性能降低。固溶热处理过热会导致初熔,降低机械性能。固溶热处理时间过长降低生产率。优选地,固溶热处理持续15秒至300秒。固溶热处理温度优

选至少530°C,至多570°C。

[0111] 随后,用水或用水或空气或用水或空气的连续结合以通常超过30°C/s的速率和最好至少100°C/s的速率淬火板。优选地,将板淬火至60至100°C。冷却速度不足会降低板的机械性能,因为固溶热处理不完整。

[0112] 随后将板加热以在60°C至100°C的预时效温度下进行2至16小时的预时效。当板在淬火和预时效之间进行温度低于预时效的表面处理时,加热是有用的。优选地,通过卷取然后冷却至室温,优选至少40小时获得预时效。预时效能够提高对烤漆的响应,即T4状态下的屈服强度与烤漆后的屈服强度之间的差异。

[0113] 预时效板处于T4状态,并随后在室温下自然时效72小时至6个月。这一步是与成型前的储存相关的限制。尽管自然时效,根据本发明的板仍可以成型。

[0114] 根据本发明的板有利地用于生产汽车车身部件。在一个实施方案中,根据本发明的板是用于衬里的板,例如门衬里或引擎盖衬里。对于汽车部件,特别是衬里,厚度为0.7至1.5mm。厚度小于0.7mm将无法确保包含衬里的元件的刚性。厚度大于1.5mm会使包含衬里的元件对用户和车辆来说太重。由于衬里不是车辆外部可见的部件,因此衬里板在交付状态和喷漆后的表面状况与车辆车身外部部件的表面状况没有可比性。在一个实施方案中,根据本发明的板的罗平线最佳为1。

[0115] 实施例

[0116] 本公开内容还通过以下实施例进一步说明。这些实施例仅旨在说明本发明,而不是对其进行限制。

[0117] 根据表1中的合金铸造各种组成的板。合金A是申请US20210108293的典型合金。合金B是提供由AA6016合金制成的车身板的典型生产合金。在表1中,根据本发明的实施例用E标识,对比例用CE标识。

[0118] [表1]

[0119]

		Si	Fe	Cu	Mn	Mg	Cr	Ti	Zn	Fe+Mn+Cr
A	CE	2.32	0.29	0.18	0.49	0.48	0.01	0.05		0.78
B	CE	1.11	0.22	0.13	0.12	0.44	0.01	0.05		0.35
C	CE	1.54	0.24	0.42	0.55	0.38	0.01	0.06		0.80
D	CE	1.49	0.25	0.19	0.56	0.70	0.01	0.05		0.81
E	CE	1.56	0.23	0.64	0.54	0.38	0.01	0.06		0.78
F	CE	1.51	0.25	0.42	0.56	0.73	0.01	0.05		0.83
G	CE	1.89	0.24	0.42	0.89	0.42	0.01	0.05		1.14
H	CE	1.50	0.49	0.17	0.59	0.41	0.01	0.05		1.09
I	CE	1.47	0.49	0.38	0.58	0.41	0.05	0.05		1.12
J	CE	1.91	0.24	0.61	0.53	0.41	0.01	0.05		0.78
K	E	1.28	0.23	0.25	0.52	0.35	0.001	0.01	<0.01	0.75
L	E	1.47	0.23	0.24	0.52	0.34	0.001	0.01	<0.01	0.75
M	E	1.48	0.24	0.20	0.44	0.36	0.001	0.01	<0.01	0.68
N	E	1.27	0.24	0.20	0.44	0.45	0.001	0.01	<0.01	0.68
O	E	1.41	0.26	0.18	0.50	0.37	0.010	0.05		0.77

P	E	1.39	0.26	0.23	0.49	0.38	0.010	0.05		0.76
---	---	------	------	------	------	------	-------	------	--	------

[0120] 可回收性用申请W002/40729公开的包覆板评估,通过在中心部分的每个表面选择10%的覆层。为了回收这种板,包覆板的平均组成如下表计算。

[0121] [表2]

[0122]		Si	Fe	Cu	Mn	Mg	Cr	Ti	Zn
	中心部分	0.19	0.19	0.62	1.33	0.01	0.002	0.09	0.039
	覆层	7.21	0.25		0.08				
	平均组成	1.59	0.20	0.50	1.08	0.01	0.002	0.07	0.03

[0123] 通过计算下表2中每种元素的平均组成的最大量来评估各种合金A至P的可回收性。高于100%的值是指包覆板不能提供所考虑元素的量,因此对引入包覆板以生产所考虑元素的合金没有任何限制。低于100%的值是指包覆板提供了过多的所考虑元素,因此必须限制包覆板的引入以生产合金。因此,为了确定评估的每种合金的可回收性,有必要只考虑其所有元素的最小值。对于Cr和Ti,计算可回收性不是用试验合金的Ti和Cr含量计算的,而是用0.05%的值计算,这对应于杂质的常规最大值0.05%。

[0124] [表3]

[0125]		Si	Fe	Cu	Mn	Mg	Cr	Ti	可回收性
	A	>100%	>100%	36%	45%	>100%	>100%	69%	36%
	B	70%	>100%	25%	11%	>100%	>100%	69%	11%
	C	94%	100%	84%	51%	>100%	>100%	69%	51%
	D	94%	100%	38%	52%	>100%	>100%	69%	38%
	E	>100%	100%	>100%	50%	>100%	>100%	69%	50%
	F	94%	>100%	84%	52%	>100%	>100%	69%	52%
	G	>100%	100%	84%	82%	>100%	>100%	69%	69%
	H	94%	>100%	35%	54%	>100%	>100%	69%	35%
	I	>100%	100%	>100%	49%	>100%	>100%	69%	49%
	J	94%	>100%	76%	54%	>100%	>100%	69%	54%
	K	81%	>100%	49%	48%	>100%	>100%	69%	48%
	L	92%	>100%	48%	48%	>100%	>100%	69%	48%
	M	93%	>100%	40%	41%	>100%	>100%	69%	40%
	N	80%	>100%	39%	41%	>100%	>100%	69%	39%
	O	89%	>100%	36%	46%	>100%	>100%	71%	36%
	P	87%	>100%	46%	45%	>100%	>100%	71%	45%

[0126] 将板A至N在555°C下均化4小时,然后在厚度为6mm,热轧开始温度为550°C下热轧,然后冷轧至1mm厚的板。这些板随后在高于530°C的温度下固溶热处理15秒,然后淬火至60°C。板随后在80°C下预时效16小时。

[0127] 将板O和P在560°C下均化2小时,然后在热轧开始温度为400°C下强制冷却。板在305°C的温度下冷轧至3mm的厚度。随后将板冷轧至1.2mm厚,然后在560°C的PMT(峰值金属温度)下进行固溶热处理,然后淬火。预时效随后通过加热至65°C的温度进行,然后通过卷取,随后自然冷却到室温。

[0128] 在T4态下进行机械性能试验。结果如表4所示。最后一列是这些样品经过170°C热处理20分钟的烤漆模拟(烘烤硬化或BH)后7天自然时效后的屈服强度。TL方向是横向于轧制方向的方向。

[0129] [表4]

[0130]

Ref		自然时效 (天)	T4, TL 方向				BH, TL 方向
			LDH (mm)	Rp0.2 (MPa)	Ag (%)	A (%)	Rp0.2 (MPa)
A	CE		24.1	150	21.3	24.9	240
B	CE	7	26.1	124	23.9	27.3	215
C	CE	7	23.7	123	22.0	24.8	211
D	CE	7	24.4	166	22.1	25.5	256
E	CE	7	24.2	130	22.6	25.8	214
F	CE	7	24.1	166	22.9	26.3	254
G	CE	7	23.8	135	20.3	22.8	230
H	CE	7	23.9	140	22.0	25.6	237
I	CE	7	23.3	131	21.2	23.3	223
J	CE	7	24.4	146	21.6	24.4	227
K	E	7	25.6	119	22.8	25.9	211
L	E	7	25.6	131	23.5	27.3	217
M	E	7	25.9	136	23.9	27.8	218
N	E	7	25.6	138	23.2	26.8	238
O	E	13	24.9	117	21.7	25.6	202
P	E	13	24.8	120	21.6	25.1	207

[0131] 图1显示了根据本发明的板K、L、M、N、O和P是可成型性与可回收性之间的良好折中。实际上,板B在可成型性方面稍好,但可回收性很低。其他板可能具有更好的可回收性,但可成型性大幅降低。

[0132] 图2显示了根据本发明的板K、L、M、N、O和P是可成型性与Fe、Cr和Mn污染水平之间的良好折中。实际上,板B在可成型性方面稍好,但使用高纯度合金,污染物含量低。其他板的Fe、Cr和Mn污染物含量较高,但可成型性大幅降低。

[0133] 图3和图4显示了T4状态(成型力)下LDH(可成型性)和Rp0.2之间的折中,以及烤漆模拟(BH或烘烤硬化)后LDH和Rp0.2之间的折中。板K、L、M、N、O和P比其他板具有更好的折中(板B除外,但板B不符合本发明,因为板B的污染物之一Mn的含量较低)。由于Cu含量弥补了Mn+Cr+Fe污染水平,板K和L具有与板M和N相似的可成型性水平。

[0134] 图5显示了T4状态下和烤漆后的可回收性与屈服强度之间的两种不同的有利折中。板N在T4状态下和烤漆后具有更好的屈服强度,以及略低的可回收性。板L在T4状态下和烤漆后具有更好的可回收性,以及略低的屈服强度。

[0135] 由于板K和L的Mn含量高于板M和N,因此它们具有更好的可回收性。

[0136] 板N通过增加相对于板M的Mg能够获得烤漆后的最佳屈服强度,同时通过降低Si含量来保持与板M相当的T4状态下的屈服强度。Mn含量小于0.50%能够弥补T4状态下的硬化作用以保持LDH水平。

[0137] 板A至P根据标准EN3665进行丝状腐蚀试验。为此目的,样品受到本领域技术人员

已知的表面和涂漆处理。样品随后进行170°C的烤漆热处理20分钟。然后在轧制纵向方向(L)和垂直于轧制方向的长横向方向(TL)对试样进行划痕处理。丝状腐蚀试验的结果如下表所示。

[0138] [表5]

[0139]

Ref	TL方向平均值 (cm)	L方向平均值 (cm)
A	0.12	0.09
B	0.22	0.16
C	0.54	0.36
D	0.21	0.16
E	0.65	0.46
F	0.74	0.49
G	0.70	0.38
H	0.09	0.08
I	0.72	0.46
J	0.47	0.29
K	0.19	0.11
L	0.11	0.08
M	0.21	0.12
N	0.19	0.11
O	0.19	0.14
P	0.22	0.18

[0140] 只有铜含量小于0.37%的样品A、B、D、H、K、L、M、N、O和P表现为丝状腐蚀,平均长度小于0.25cm。

[0141] 板B、H、K、L、M、N、O和P经过90天的自然时效后也被表征。这些板对自然时效仍不太敏感。

[0142] [表6]

	T4, T 方向, 自然时效 90 天				BH, T 方向
	Rp0.2 (MPa)	Rm (MPa)	Ag (%)	A (%)	BH Rp0.2
B	142	269	23.3	28.5	210
H	152	296	21.4	26.5	231
K	131	271	22.0	26.0	209
L	140	281	22.9	27.5	209
M	144	284	22.8	27.3	213
N	150	289	22.5	27.0	228
O	133	263	20.9	25.3	196
P	137	269	21.0	25.7	201

[0143]

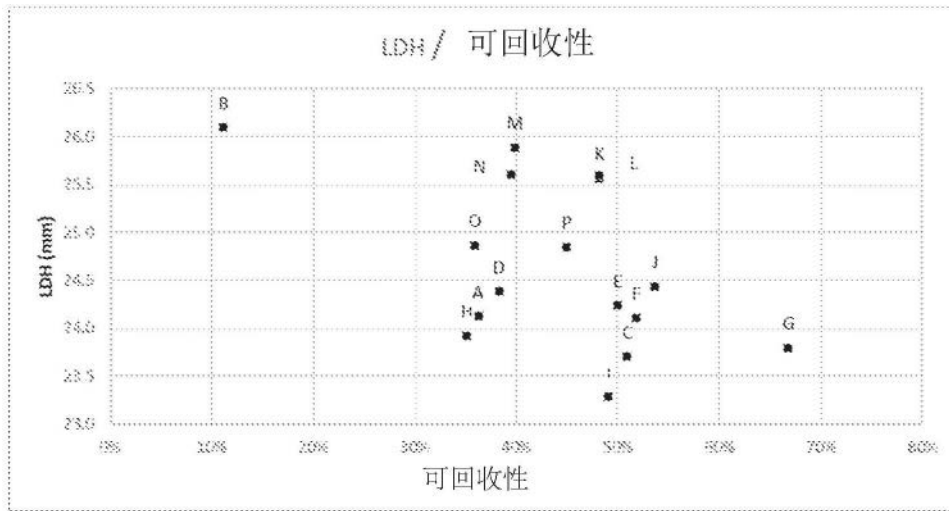


图1

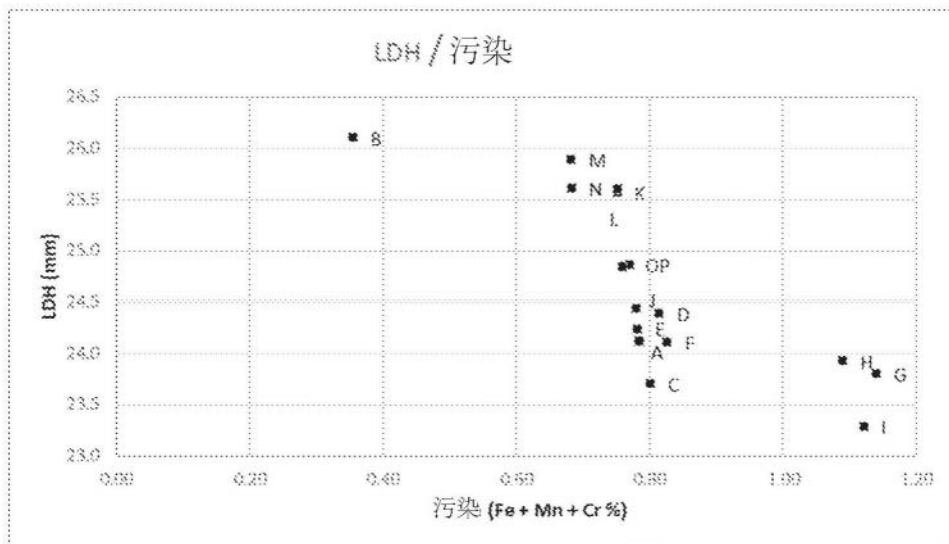


图2

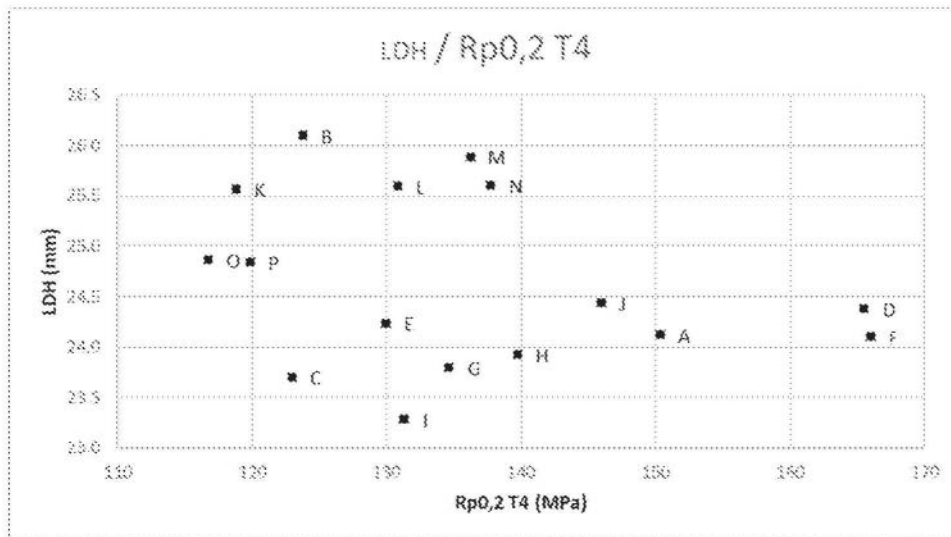


图3

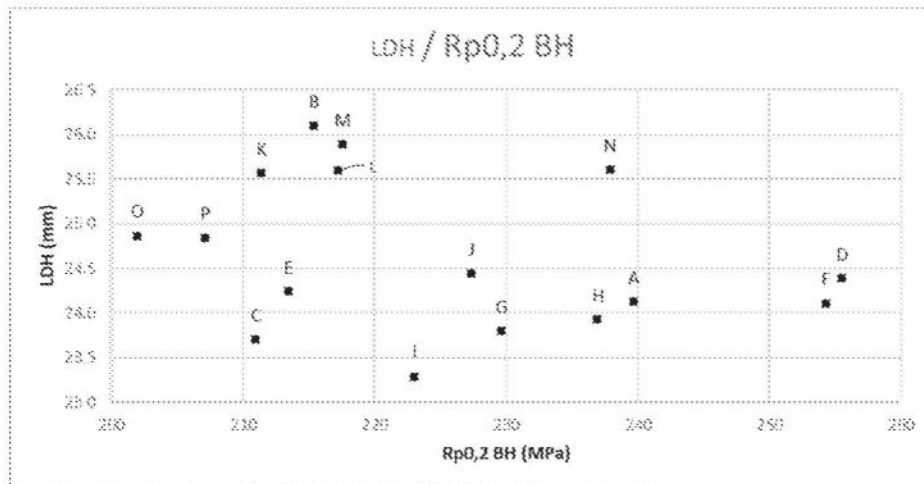


图4

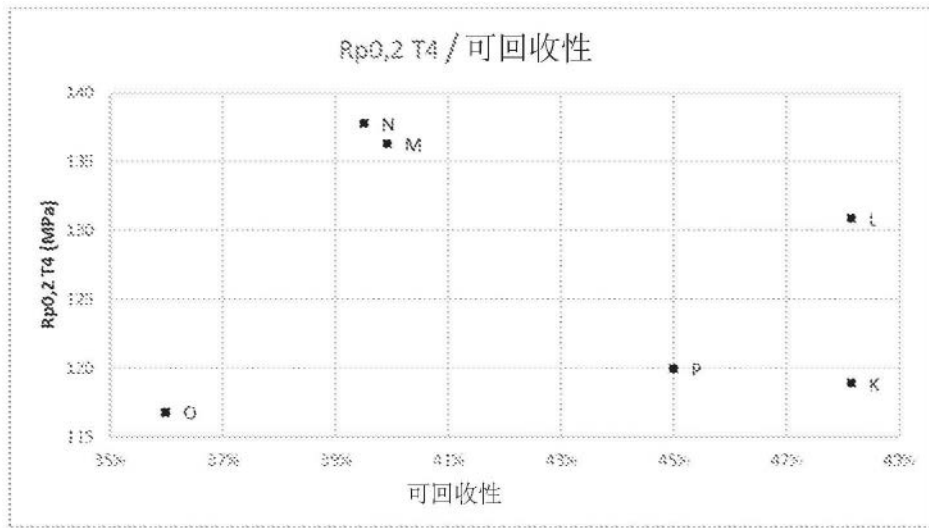


图5

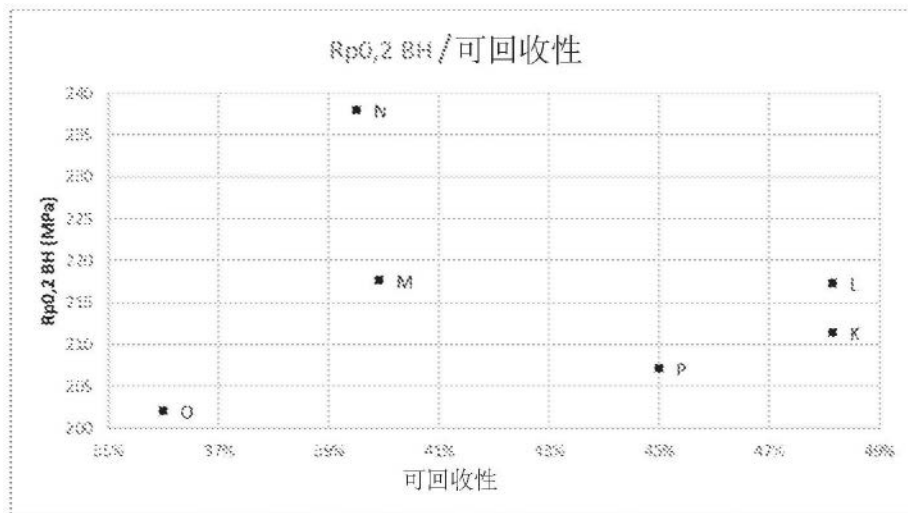


图6

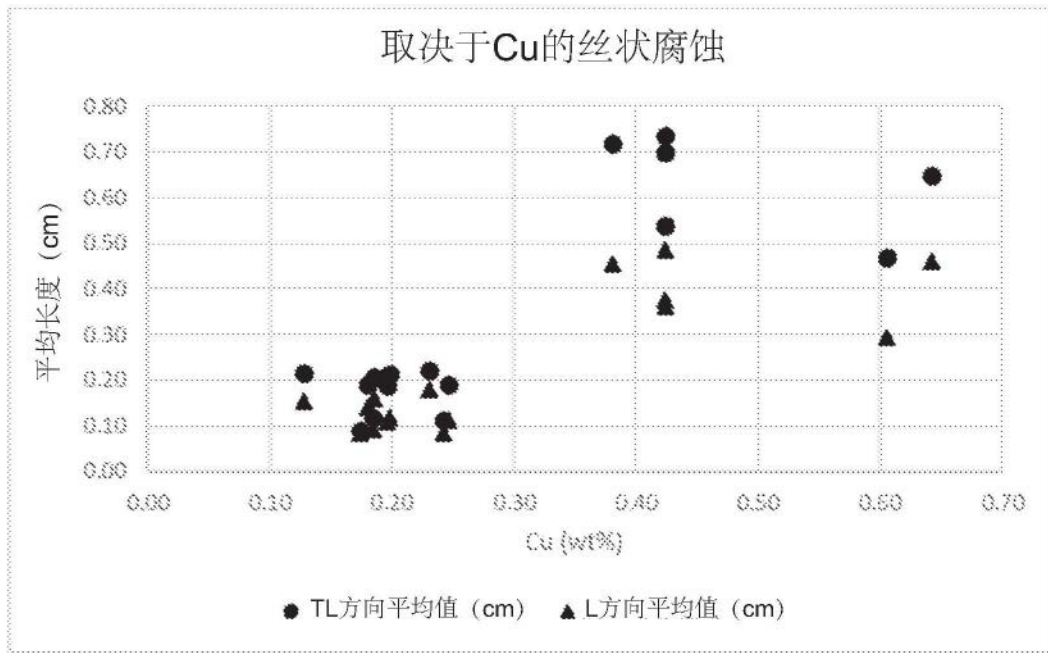


图7

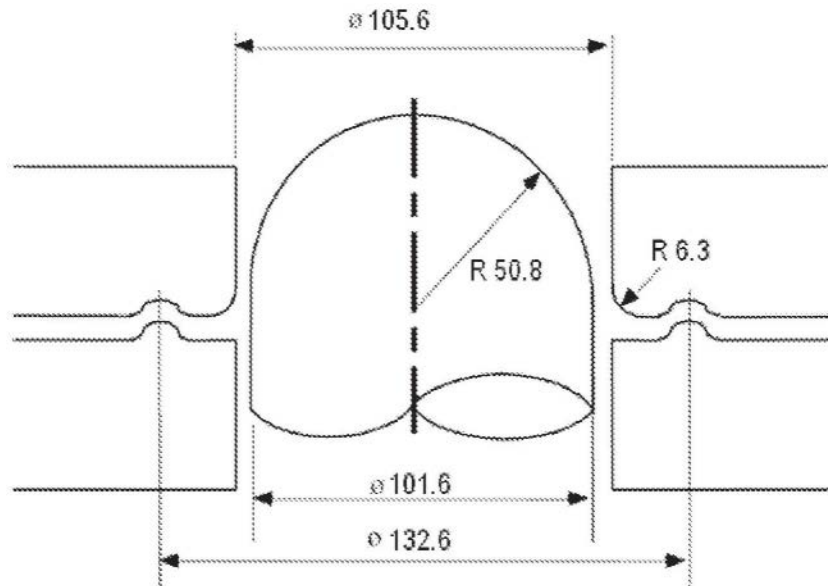


图8

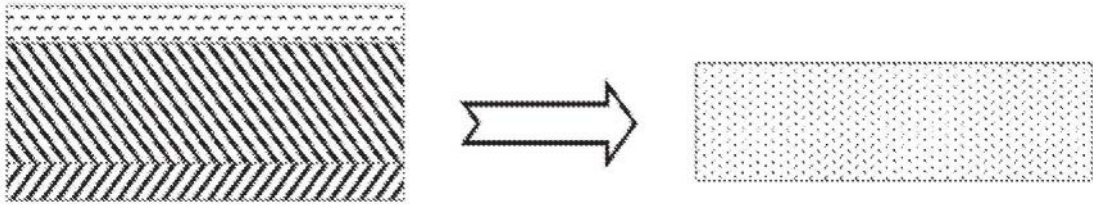


图9

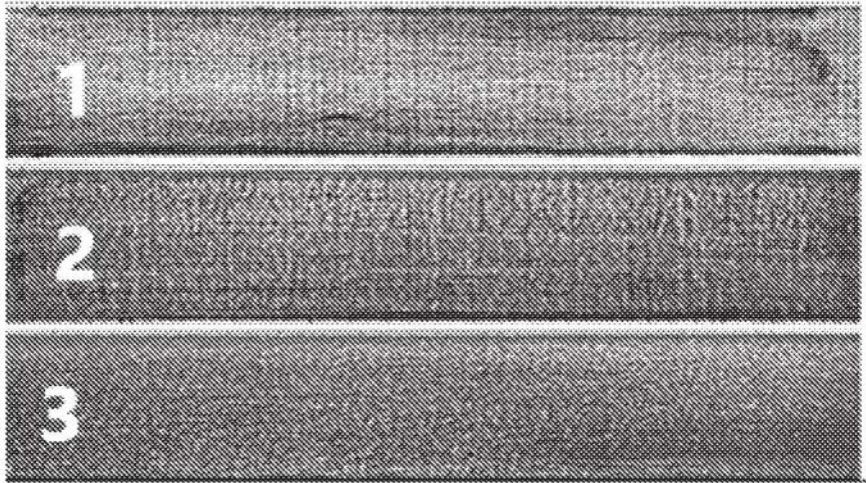


图10