

[19] 中华人民共和国国家知识产权局



# [12] 发明专利说明书

专利号 ZL 200480007391.4

[51] Int. Cl.

*B08B 1/00 (2006.01)*  
*B08B 1/02 (2006.01)*  
*B21B 45/04 (2006.01)*  
*B21B 45/06 (2006.01)*  
*B21C 43/04 (2006.01)*

[45] 授权公告日 2010年3月17日

[11] 授权公告号 CN 100594073C

[22] 申请日 2004.1.29

[21] 申请号 200480007391.4

[30] 优先权

[32] 2003.4.7 [33] US [31] 10/408,732

[86] 国际申请 PCT/US2004/002640 2004.1.29

[87] 国际公布 WO2004/094082 英 2004.11.4

[85] 进入国家阶段日期 2005.9.19

[73] 专利权人 材料制造有限公司

地址 美国伊利诺伊州

[72] 发明人 凯文·沃格斯

[56] 参考文献

CN1220706A 1999.6.23

US6210501B1 2001.4.3

US2001047576A1 2001.12.6

CN1261560A 2000.8.2

审查员 李丹丹

[74] 专利代理机构 北京银龙知识产权代理有限公司

代理人 张敬强

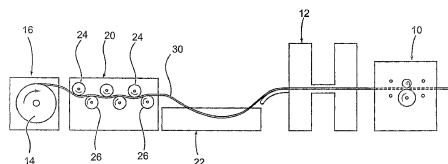
权利要求书 3 页 说明书 10 页 附图 5 页

[54] 发明名称

在已加工金属板上去除锈皮和抑制氧化的方法

[57] 摘要

一种从已加工金属上去除铁氧化物锈皮的方法，包括步骤：提供表面整修设备(10)；和利用表面整修设备整修已加工金属板(46)表面。一般情况下，在表面整修之前，铁氧化物锈皮一般包括三层：氧化亚铁层(88)，四氧化三铁层(90)，和三氧化二铁层(92)。氧化亚铁层与已加工金属板的基体金属衬底结合。四氧化三铁层与氧化亚铁层结合，并且三氧化二铁层与四氧化三铁层结合。表面整修设备(10)具有至少一个表面整修部件(70)。整修已加工金属板表面的步骤包括使该至少一个表面整修部件与金属板的表面配合。以从表面去除基本全部三氧化二铁和四氧化三铁层的方式，并以从表面去除少于基本全部氧化亚铁层来保留一部分氧化亚铁层与已加工金属板的基体金属衬底结合的方式，使表面整修部件与表面配合。



1. 一种从已加工金属板上去除铁氧化物锈皮的方法，其中，铁氧化物锈皮通常包括与已加工金属板基体金属衬底结合的氧化亚铁层，与氧化亚铁层结合的四氧化三铁层，和与四氧化三铁层结合的三氧化二铁层，该方法包括步骤：

提供具有至少一个表面整修部件的表面整修设备；和

利用表面整修设备，通过使该至少一个表面整修部件与金属板的表面配合，以从表面去除基本全部三氧化二铁和四氧化三铁层的方式，并以从表面去除少于基本全部氧化亚铁层来保留一部分氧化亚铁层与已加工金属板的基体金属衬底结合的方式，整修已加工金属板表面，

其中整修已加工金属板表面的步骤将从平均中心线测量的表面峰谷偏离距离的算术平均数降到小于 50 微英寸。

2. 权利要求 1 的方法，其中整修已加工金属板表面的步骤包括从金属板表面去除至少 10% 的氧化亚铁层。

3. 权利要求 2 的方法，其中整修已加工金属板表面的步骤包括从金属板表面去除 10% 至 50% 的氧化亚铁层。

4. 权利要求 3 的方法，其中整修已加工金属板表面的步骤包括从金属板表面去除约 30% 的氧化亚铁层。

5. 权利要求 1 的方法，其中整修已加工金属板表面的步骤包括从表面去除一些氧化亚铁层，以使剩余氧化亚铁层的平均厚度不超过约 0.001 英寸。

6. 权利要求 5 的方法，其中整修已加工金属板表面的步骤包括从表面去除一些氧化亚铁层，以使剩余氧化亚铁层的平均厚度在 0.00035 英寸至 0.00085 之间。

7. 权利要求 1 的方法，其中该至少一个表面整修部件是具有通常为圆柱形整修表面的旋转整修部件，并且其中利用表面整修设备整修已加工金属板表面的步骤包括使旋转整修部件的通常为圆柱形的整修表面与金属板表面配合。

8. 权利要求 7 的方法，其中该至少一个旋转整修部件包括具有许多弹性

纤维的刷子。

9. 权利要求 1 的方法，其中表面整修设备还包括至少一个冷却剂喷头，并且其中利用表面整修设备整修金属板表面的步骤包括利用该至少一个冷却剂喷头将冷却剂施加在旋转整修部件和表面之一上。

10. 权利要求 9 的方法，还包括步骤：通过利用该至少一个冷却剂喷头将冷却剂施加在旋转整修部件和表面之一上，冲洗掉从金属板表面去除的锈皮。

11. 权利要求 7 的方法，还包括步骤：使一段金属板在下游方向上通过表面整修设备前进，并且其中当该段金属板通过表面整修设备前进时，执行通过使至少一个旋转整修部件与金属板表面配合来整修已加工金属板表面的步骤。

12. 权利要求 11 的方法，其中通过使至少一个旋转整修部件与金属板表面配合来整修已加工金属板表面的步骤包括以对抗该段金属板的下游前进的方式旋转该至少一个旋转整修部件。

13. 权利要求 1 的方法，其中整修已加工金属板表面的步骤将从平均中心线测量的表面峰谷偏离距离的算术平均数降到在约 35 和 45 微英寸之间。

14. 一种从已加工金属板去除铁氧化物锈皮的方法，该方法包括步骤：  
提供具有至少一个旋转整修部件的表面整修设备；和  
利用表面整修设备，通过使该至少一个旋转整修部件与金属板表面配合，以从表面去除一些，但少于基本全部铁氧化物锈皮来保留一层氧化物锈皮与已加工金属板的基体金属衬底结合的方式，并以将表面峰谷偏离距离的算术平均数降到，从平均中心线测量为小于 50 微英寸的方式，整修已加工金属板表面。

15. 权利要求 14 的方法，其中整修已加工金属板表面的步骤包括以将表面峰谷偏离距离的算术平均数降到，从平均中心线测量为在约 35 和 45 微英寸之间的方式，使该至少一个旋转整修部件与金属板表面配合。

16. 权利要求 14 的方法，其中该至少一个旋转整修部件是具有通常为圆柱形整修表面的旋转整修部件，并且其中利用表面整修设备整修已加工金属板表面的步骤包括使旋转整修部件的通常为圆柱形的整修表面与金属板表面

配合。

17. 权利要求 16 的方法，其中该至少一个旋转整修部件包括具有许多弹性纤维的刷子。

18. 权利要求 14 的方法，其中表面整修设备还包括至少一个冷却剂喷头，并且其中利用表面整修设备整修金属板表面的步骤包括利用该至少一个冷却剂喷头将冷却剂施加在旋转整修部件和表面之一上。

19. 权利要求 18 的方法，还包括步骤：通过利用该至少一个冷却剂喷头将冷却剂施加在旋转整修部件和表面之一上，冲洗掉从金属板表面去除的锈皮。

20. 权利要求 14 的方法，还包括步骤：使一段金属板在下游方向上通过表面整修设备前进，并且其中当该段金属板通过表面整修设备前进时，执行通过使至少一个旋转整修部件与金属板表面配合来整修已加工金属板表面的步骤。

21. 权利要求 20 的方法，其中通过使至少一个旋转整修部件与金属板表面配合来整修已加工金属板表面的步骤包括以对抗该段金属板的下游前进的方式旋转该至少一个旋转整修部件。

## 在已加工金属板上去除锈皮和抑制氧化的方法

### 发明领域

本发明总的来说涉及从已加工金属板上去除铁氧化物锈皮和在已加工金属板上抑制进一步氧化的方法。更具体地，本发明涉及用机械表面整修设备，从已加工金属板表面去除铁氧化物锈皮的方法，来抑制被整修表面进一步氧化并降低表面粗糙度。

### 发明背景

已加工金属板有各式各样的用途。例如，仅举几个例子，飞机、汽车、档案柜和家用电器包含有金属板体或壳体。金属板通常直接从轧钢厂和/或钢铁服务中心购买，但在最初的设备制造厂接收之前，也会经过中间加工厂（有时指“收费”加工厂）。金属板通常通过热轧工艺成型，且如果足够薄，为了方便运输和储存，就将其卷起来。在热轧工艺中，碳钢通常达到完全超过 1500° F(815° C)的最终温度。一旦热轧工艺结束，通常通过本领域所熟知的淬水、淬油或淬聚合物，将热轧钢降至室温。由于与空气和水分中的氧反应，在钢冷却时，在热轧碳钢表面形成氧化铁层（或“氧化皮”）。在冷却过程中，产品的冷却速率和总的下降温度会影响形成于表面上的氧化皮的量和成分。

铁具有复杂的氧化结构：与基体金属衬底机械结合的 FeO(氧化亚铁)，接着是与氧化亚铁化学结合的 Fe<sub>3</sub>O<sub>4</sub>(四氧化三铁)层，然后是与四氧化三铁化学结合的 Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub>(三氧化二铁)层且其暴露于空气中。在高温下，如在典型的热轧工艺中达到的温度，氧化速度更快，结果形成氧化亚铁。各不同氧化亚铁、四氧化三铁和三氧化二铁层的相对厚度与在热轧基体冷却时可利用的自由氧和铁有关。当从高于 1058° F(570° C)的最终温度冷却时，以从基体开始的顺序形成，氧化层通常会包括至少 50%的氧化亚铁，且层中也会包括四氧化三铁和三氧化二铁。尽管有许多因素（如淬火速率，基体钢的化学成分，可利用的自由氧等）影响氧化亚铁、四氧化三铁和三氧化二铁的相对厚度以及氧化层的总厚度，但是，研究表明热轧碳钢氧化层（包括这些层的全部三种）总

厚度通常是钢板总厚度的约 0.5%。因此，例如在 3/8" 的热轧碳钢中，氧化层的总厚度约为 0.002"。

有多种整平金属板和整修其表面的方法。金属板的平整度很重要，这是因为实际上所有的冲压和冲切操作都需要平板。良好的表面整修也很重要，尤其是当应用在金属板的顶部和/或底部表面要涂漆或以其它方式涂覆的场所时。对于待涂漆或镀锌的已加工金属板，当前的工业实践是从待涂漆或镀锌表面上去除所有的氧化痕迹。对于涂漆表面，在涂漆前去除所有氧化痕迹保证了想要的油漆涂层的最佳粘着性、柔韧性和抗腐蚀性。对于镀锌，在覆盖前去除所有的氧化痕迹允许锌与基体金属充分化学结合。

在覆盖前从热轧金属板表面去除所有氧化物的最常见方法是已知为“酸洗和涂油”的工艺。在这种工艺中，钢（已冷至室温）被展开且被拉过盐酸溶液（通常约 30% 盐酸和 70% 水）来化学去除氧化皮。接着，在去除氧化皮后，钢被清洗、干燥并立即“涂油”来使其免受锈蚀。油提供了空气隔离层，使裸露金属不暴露于空气和水分。酸洗工艺后立即给金属涂油非常重要，这是因为当裸露金属暴露于空气和水分时，裸露金属会非常迅速地开始氧化。

“酸洗和涂油”工艺可有效地基本去除全部氧化层，包括紧密结合的氧化亚铁层，并得到适合大部分涂覆应用的表面。但是，“酸洗和涂油”工艺有许多缺点。例如，在涂覆前必须去除酸洗后施加于金属上的油，这浪费了时间。另外，盐酸是对环境有害的化学品，其具有特别的储存和处理限制。另外，油层妨害了一些加工工艺例如焊接，使堆积的板粘在一起，并且在加工过程中进入机器零件。另外，虽然酸洗工艺可有效地基本除所有氧化层，得到适合大部分涂覆应用的表面，但是酸洗剂（盐酸）容易形成干净但稍微粗糙的表面。

因此，需要一种表面整修已加工金属板的改进方法，其从表面上充分去除氧化皮，来确保接受涂覆的最佳条件，其产生适合实质上所有涂覆应用的光滑表面，其包括在涂覆前防止进一步氧化的措施，和与标准的酸洗和涂油相比，其费用更低且麻烦更少。

#### 发明内容

因此本发明的一个目的是以确保最佳表面状况来接受油漆、镀锌或其他

涂覆的方式，提供一种从已加工金属板上去除铁氧化物锈皮的改进方法。一个相关目的是提供一种从已加工金属板上去除金属铁氧化物锈皮的改进方法，其所得光滑表面实际上适合所有涂覆应用。另一个目的是以不需要涂油而可抑制进一步氧化的方式，提供一种从已加工金属板上去除铁氧化物锈皮的改进方法。又一个总的目的是提供一种从已加工金属板上去除铁氧化物锈皮的改进方法，与标准的酸洗和涂油相比费用更低且麻烦更少。

本发明包括从已加工金属板上去除铁氧化物锈皮的方法，其中，铁氧化物锈皮通常包括三层：氧化亚铁层，四氧化三铁层，和三氧化二铁层。氧化亚铁层与已加工金属板基体金属衬底结合。四氧化三铁层与氧化亚铁层结合，并且三氧化二铁层与四氧化三铁层结合。通常，该方法包括步骤：提供表面整修设备；和利用表面整修设备，整修已加工金属板表面。表面整修设备至少具有一个表面整修部件。整修已加工金属板表面的步骤包括使该至少一个表面整修部件与金属板表面配合。表面整修部件以从表面去除基本全部三氧化二铁和四氧化三铁层的方式与表面配合。另外，表面整修部件以从表面去除一些，但不是全部氧化亚铁层来保留一部分氧化亚铁层与已加工金属板的基体金属衬底结合的方式与表面配合。

在本发明的另一方面中，从已加工金属板去除铁氧化物锈皮的方法包括步骤：提供具有至少一个旋转整修部件的表面整修设备；和利用表面整修设备，整修已加工金属板表面。整修已加工金属板表面的步骤包括使该至少一个旋转整修部件与金属板表面配合。旋转整修部件以从表面去除一些，但少于基本全部铁氧化物锈皮来保留一层氧化物锈皮与已加工金属板的基体金属衬底结合的方式与表面配合。另外，旋转整修部件以将表面峰谷偏离距离的算术平均数降到，从平均中心线测量为小于 50 微英寸的方式与表面配合。

虽然本发明的主要优点和特征已在上面描述，但通过参考下面的附图和对优选实施方案的详细描述可获得对本发明的更加完整和全面的理解与领悟。

#### 附图简要说明

被引入说明书并作为说明书一部分的附图，示意说明了本发明的实施方案，并和说明书一起用来解释本发明的原理。

图 1 示意性表示一种在线金属处理系统，包括拉伸校平机和用于实施本发明方法的表面整修设备；

图 2 示意性表示一种在线金属处理系统，包括张力校平机和用于实施本发明方法的表面整修设备的；

图 3 示意性表示在线金属处理系统的另一种实施方案，包括张力校平机和用于实施本发明方法的表面整修设备；

图 4 是用于实施本发明方法的表面整修设备的部分侧视图；

图 5 是图 4 所示表面整修设备部分的顶部平面视图；

图 6 是在根据本发明方法的表面整修之前，具有铁氧化物锈层的一段已加工金属板的部分剖示图；且

图 7 是在根据本发明方法的表面整修后的一段已加工金属板部分剖视图。

图中示出的附图标记与在整个随后详细描述的首选实施方案中的附图标记一致。

#### 优选实施方案的详细描述

在实施本发明的方法时，表面整修设备，将在此后详细描述，可以与许多不同的金属板整平和校平用机器结合使用，而不脱离本发明的范围。

用于实施本发明方法的表面整修设备由附图标记 10 总体表示于图 1 中。图 1 示意性表示一种在线金属处理系统，包括表面整修设备 10、拉伸校平机 12 和此外使用的其它部件。从左到右观察，图 1 示出了置于上游开卷机 16 上的一卷金属板 14、矫正器 20、接收槽 22、拉伸校平机 12 和表面整修设备 10。矫正器 20 正好位于开卷机 16 的下游且包括许多上滚 24 和直径相对较大的下滚 26，如本领域所熟知的那样，它们彼此相对设置，使板 30 产生足够的反向弯曲来反转卷曲变形。接收槽 22 正好位于矫正器 20 的下游，且拉伸校平机 12 正好位于接收槽的下游。如本领域所已知的那样，板 30 升高穿过拉伸校平机 12 以进行连续拉伸操作，并且当板 30 升高穿过校平机 12 时，位于矫正器 20 出口端的接收槽 22 接收从矫正器出来的连续前进的板 30 的松弛部分。如在本申请人拥有的第 6,205,830 号美国专利中的更加完整的描述，拉伸校平机 12 包括夹持机构，其向下夹持一段板 30 并将该段板拉伸超过其



屈服点以消除内部残余应力，从而校平该段板。如第 6,205,830 号美国专利所述，拉伸校平是校平金属板的理想方法，因为拉伸校平实质上消除了所有的内部残余应力并得到了优良的平整度。继续参照图 1，表面整修设备 10 正好位于拉伸校平机 12 的下游。如图 4 和 5 所示，且在下面有更详细的描述，表面整修设备 10 包括至少一个柔性研磨旋转清理刷，其与金属板带 30 表面配合来从表面上去除氧化皮和其他污迹。因此，图 1 描述了一个实施本发明方法的优选实例，其中，表面整修设备 10 用来与拉伸校平机 12 结合。但是，再次应当理解：在实施本发明方法时，表面整修设备 10 可以与许多其他金属板整平和校平用机器结合使用，而不脱离本发明的范围。

图 2 示意性表示在线金属处理系统，其中表面整修设备 10 用来与张力校平机 40 结合。从左向右观察，图 2 示出了上游开卷机 42、置于卷机 42 上的金属板 46 的卷 44、张力校平设备 40、表面整修设备 10 和下游接收卷机 48。通常，如本领域所已知，张力校平设备 40 包括拖动拉紧器 50、校平机 52 和拉动拉紧器 54。拖动拉紧器 50 包括许多拖滚 56，接收来自上游卷机 42 的金属板 46。拉动拉紧器 54 包括许多拉滚 58。如本领域所熟知的那样，拖动和拉动拉紧器 50 和 54 的滚被驱动并旋转，驱使金属板穿过张力校平机 40。校平机 52 位于拖动和拉动拉紧器 50 和 54 之间，且包括许多较小半径的校平滚 60，当板前进通过时，其相互偏移，向金属板 46 施加弯曲力。拉动拉紧器 54 的拉滚 58 旋转的比拖动拉紧器 50 的拖滚 56 稍快。因此，拖动和拉动拉紧器 50 和 54 之间的部分金属板 46 处于相当大的拉力下。如本领域所已知，金属板 46 穿过校平滚 60 时，由于金属板 46 被处理成与位于拖动和拉动拉紧器 50 和 54 之间的校平滚 60 的较小外径相一致，这种拉力优选为足以拉伸金属板 46 的所有纤维来超出材料的屈服点。继续参考图 2，表面整修设备 10（下面有更详细的描述）正好置于张力校平机 40 的下游。因此，图 2 描述了实施本发明方法的另一优选实例，其中，表面整修设备 10 与张力校平机 40 结合使用。由于在连续的卷-卷操作中能够使金属板达到非常平坦的状态，基本不含卷曲变形和其他由内部残余应力引起的变形，所以张力校平也是校平金属板的优选方法。但是，再次应当理解：实施本发明方法时，表面整修设备 10 可与其他金属板整平和校平用机器结合使用，而不脱离本发明的范围。

图 3 示意性表示可以实施本发明方法的在线金属处理系统的另一种实施方案。和图 2 描述的系统一样，图 3 的系统示出了与张力校平机 40 结合使用的表面整修设备 10，但是在这个实施方案中，表面整修设备 10 位于张力校平机 40 的校平部分 52 和拉动拉紧器 54 之间，而不是如图 2 所示的在拉动拉紧器 54 的下游。除了表面整修设备 10 相对于张力校平机 40 部件的位置以外，图 3 的实施方案大体上与图 2 的实施方案类似。当表面整修设备 10 置于校平滚 60 和拉动拉紧器 54 之间时，表面整修设备 10 与金属板 46 配合（以下面描述的方式），同时金属板 46 在拖动和拉动拉紧器 50 和 54 之间受到拉应力。在这种拉力下，金属板 14 处于非常平坦的状态，这使表面整修设备 10 可以最佳使用。但是，再次重申，图 3 描述的系统是用来说明实施本发明方法的另一优选实施方案。当然，其他金属板整平和校平用机器也可以与表面整修设备 10 结合使用来实施在此要求的方法，而不脱离本发明的范围。

图 4 是表面整修设备 10 的某些关键部位的放大视图，图 5 是表面整修设备 10 的某些关键部位的顶部平面视图。如图 4 和 5 所示，表面整修设备 10 包括旋转清理刷 70，许多冷却剂/润滑剂喷头 72 和支撑滚 74。清理刷 70 包括具有通常为圆柱形结构的柔性研磨整修面 76。

已经发现由 Minnesota Mining and Manufacturing (3M) 生产的名称为 Scotch-Brite® 的清理刷，或其同等物，适合用在本发明的表面整修设备 10 中。在这些刷子中，通过树脂粘合剂将研磨颗粒粘合在刷子的弹性合成（例如尼龙）纤维上。Scotch-Brite® 产品的弹性刷子纤维是开放网状结构，这使纤维具有类似弹簧的作用，来适应不规则表面并防止表面熔刮。Scotch-brite® 牌清理刷具有多种粗糙度和纤维密度等级，但是使用其它厂家生产的合适的研磨和非研磨清理刷也没有超出本发明的范围。发明人发现 3M 的 Scotch-Brite® 牌、3M 识别号为 #048011-90626-3、SPR 22293A 的抛光-清理刷适合用于实施本发明的方法，但是其他粗糙度和纤维密度等级的刷子可能也适合。本领域普通技术人员能够选择其他合适的刷子。

如图 4 所示，清理刷 70 优选设在金属板带 46 的上方来配合其表面。优选清理刷 70 的旋转方向与通过表面整修设备 10 的板带运动方向相反（如图 4 所示的顺时针方向，而带 46 从左向右前进）。支撑滚 74 与带 46 的反面配

合并施加与由清理刷 70 施加的向下的力相等且反向的力。优选支撑滚 74 与带 46 的运动方向相同（如图 4 示出的顺时针方向）。支撑滚 74 可被驱动以帮助带 46 通过表面整修设备 10 前进。然而，应当理解，尽管图 4 和 5 仅描述了一种配合带 46 顶面的清理刷 70，但是也可使用别的与板带上和/或下表面配合的刷，而不超出本发明的范围。

优选带有许多喷嘴 72 的喷管 80 正好位于清理刷 70 的下游，使喷嘴 72 通常对准清理刷 70 和带 46 表面配合的点。在表面整修设备 10 工作时，喷嘴 72 将冷却/润滑剂，例如水，施加于清理刷 70 上。优选以约 4-6 加仑每分钟每 12" 清理刷 70 的长度的速度施加冷却剂/润滑剂。通过形成冷却剂的流动操作，同时洗去清洗的副产品（由刷子的研磨表面去除的锈和污迹），并通过延长清理刷 70 的寿命，增强了表面整修设备 10 的性能。如图 5 所示，喷嘴 72 优选设置为以重叠的喷洒方式施加冷却剂/润滑剂位置，以使，如果其中有一个喷嘴堵塞，临近的喷嘴能够保持基本完全的覆盖。虽然喷管 80 正好位于清理刷 70 的下游对正确的实施非常重要，但是，也可以将另外的喷管（未示出）加在清理刷 70 和支撑滚 74 的上游或下游位置。

为得到最佳性能，表面整修设备 10 需要非常平的表面。这是为什么优选示出于图 1-3 和上述拉伸校平机 12 和张力的校平机 40 的原因。但是，再次重申，如果能够得到足够平的表面，其他金属板整平和校平用机器也可与表面整修设备 10 结合使用来实施在此要求的本发明的方法。

优选使用上述的多种设备用来实施本发明，其包括从已加工的金属板上去除铁氧化物锈皮的方法。图 6 描述了在按照本发明方法整修表面之前，表面上有多层铁氧化物锈皮的已加工金属板 86（如热轧碳钢板）的剖面图。如图 6 所示，铁氧化物锈皮一般包括三层：氧化亚铁层 88，四氧化三铁层 90 和三氧化二铁层 92。氧化亚铁层 88 与已加工金属板基体金属衬底 94 结合。四氧化三铁层 90 与氧化亚铁层 88 结合，且三氧化二铁层 92 与四氧化铁层 90 结合。注意在图 6 中以方便观察的方式示出了各层；但是对于氧化皮来说，图 6 并非必须的。如上所述，在从高于 1058°F（570°C）的最终温度冷却的热轧碳钢中，氧化层一般包括至少 50% 的氧化亚铁，也有一些四氧化三铁和氧化铁，这三层的总厚度约为金属板总厚度的 0.5%。因此，例如对于 3/8"

的热轧碳钢，氧化层的总厚度约为 0.002”。

通常，本发明的方法包括通过使旋转清理刷 70 的一般为圆柱形的整修表面 76 与金属板 46 的面相配合，使用表面整修设备 10 整修已加工金属板 46 的表面。当金属板 46 穿过表面整修设备 10 前进时，旋转清理刷 70 按与金属板 46 长度的下游前进方向相反的上游方向旋转。刷 70 与金属板 46 表面的这种反向配合几乎从表面上去除了全部三氧化二铁层 92 和四氧化三铁层 90。另外，刷 70 与金属板 46 表面的反向配合从表面上去除了某些（但不是全部）氧化亚铁层 88，因此，部分氧化亚铁层 88 仍与已加工金属板的底部金属基底结合，如图 7 所示，其表示按照本发明方法整修表面后的已加工金属板 96 的剖面图。注意，图 7 所示的层与图 6 不成比例。再次重申，从高于 1058°F（570°C）的最终温度冷却的热轧碳钢中，按照本发明整修表面前的三种氧化层的总厚度约为钢板总厚度的 0.5%，按照本发明方法整修表面后，剩余氧化亚铁层 88 远小于总厚度的 0.5%。优选至少 10% 的氧化亚铁层 88 从金属板 46 的表面上去除。更优选以这种方式整修已加工金属板的表面从金属板 46 的表面上去除 10% 到 50% 的氧化亚铁层 88。甚至更优选以从金属板 46 的表面上去除约 30% 的氧化亚铁层 88 来留下剩余的氧化亚铁层的方式实施整修步骤。有限的研究表明，剩余的氧化亚铁层平均厚度不超过 0.001 英寸，但是优选平均厚度在 0.00035 英寸和 0.00085 英寸之间。甚至更优选剩余氧化亚铁层平均厚度约为 0.00055 英寸。

三氧化二铁层 92 和四氧化三铁层 90 相对较脆，所以上述机械刷可非常有效地全部或基本全部去除这些层。通过餐巾擦拭试验（例如擦拭餐巾的表面），来确认这些层的去除，这被认为是标准的过程控制。一旦表面按照本发明方法整修，餐巾擦拭表面不应该看到任何可视的锈或污迹。另外，如前面所指出，这种机械刷也优选从金属板 46 的表面上去除约 30% 的牢固结合的氧化亚铁层 88，留下一层与基体金属衬底 94 结合的氧化亚铁。已经发现，剩余的氧化亚铁层 88 是有益的，因为它使金属板的已整修表面能抵抗进一步的氧化。本申请发明人的有限研究表明：这种益处的存在至少部分是由于机械刷去除了全部或几乎全部的四氧化三铁和三氧化二铁复合层。随着这些层的去除，几乎没有可利用的游离铁来形成“红锈”氧化物。四氧化三铁（化

学式为  $\text{Fe}_3\text{O}_4$ ) 和三氧化二铁 (化学式为  $\text{Fe}_2\text{O}_3$ ) 比剩余的氧化亚铁 (化学式为  $\text{FeO}$ ) 层含有更多的可利用的铁原子。也可推论机械刷过程对剩余的氧化亚铁层有涂擦效应, 通过使剩余的氧化亚铁层更加均匀一致从而有助于金属板抵抗进一步氧化的能力并因此降低周围的氧和水分到达基体金属衬底 94 上的可能性。但是, 这一理论还没证实。

在本发明的另一方面, 从已加工金属板上去除铁氧化物锈皮的方法包括步骤: 提供具有至少一个旋转整修刷 70 的表面整修设备 10; 和以从表面去除一些, 但少于基本全部氧化铁锈层来留有一层氧化亚铁与基体金属衬底 94 结合的方式, 和以使表面平滑的方式, 通过使旋转整修刷 70 与金属板 46 的表面配合来整修已加工金属板 46 的表面。优选通过旋转整修刷 70 和金属板 46 表面配合得到的“平滑”足以将表面峰谷偏离距离的算术平均数降到, 从平均中心线测量为, 小于 50 微英寸。更优选通过旋转整修刷 70 得到的平滑足以将表面峰谷偏离距离的算术平均数降到, 从平均中心线测量为, 约在 35 和 45 微英寸之间。

如本领域所熟知, 表面粗糙度用表面光度仪测量, 并通常以微米或微英寸表示为“Ra”值。该 Ra 值表示从平均中心线开始对几个取样长度的表面轮廓峰谷偏离距离的算术平均数, 并因此有时也称为“中心线平均数”(CLA)。Ra 值越小, 表面越光滑。有限数量的证据证明按照本方法整修的热轧钢板表面, 用表面光度仪测量, 比传统的酸洗热轧钢具有更小(即更好得)的 Ra 值。事实上, 有限的研究已表明, 按照本发明方法整修的热轧金属板表面的 Ra 值可与冷轧的规则粗糙面 (Ra 值通常在 40 至 60 微英寸之间) 相比或比之更好。

本申请的发明人已发现, 由根据本发明的机械刷留下的氧化亚铁层 88 表面相对较光滑 (如上述的 Ra 值所示) 且在油漆或其他涂覆前, 需要最少的或不需要额外的表面处理。已发现按照本发明整修的材料表面的油漆性能与酸洗材料一样好或更优。用肉眼来看, 实际上不能区分这两种表面, 两者看起来都没有氧化皮。但是测试表明, 过一段时间后, 按照本发明整修的材料表面比酸洗和涂油的类似材料更适合阻止进一步的氧化。著名工业油漆制造厂 Valspar 公司做了独立的“盐雾试验”(这是行业标准), 1000 小时的盐雾试验

后，发现按照本发明拉伸校平、然后表面整修的材料基本没有受到腐蚀，但是，酸洗和涂油的热轧钢在短短 144 小时的盐雾试验后，就显现出了进一步腐蚀的迹象。

再次重申，已发现按照本发明方法机械刷后剩余的氧化亚铁层 88 是有益的，因为它阻止了进一步氧化，至少部分是因为去除了全部或几乎全部四氧化三铁和三氧化二铁复合层，几乎没有留下形成“红锈”氧化物的可利用的自由铁。但是，除此之外，和除上述的平滑好处之外，按照本发明方法的机械刷比酸洗和涂油更好，这是因为在涂覆前不需要除油；不使用盐酸（具有特别储藏和处理限制的对环境有害的化学品）；和没有油介入加工过程例如焊接。

回顾上述内容，可以发现本发明完成并获得了几个优点。所选和所述实施方案用来更好地解释本发明的原理和其实际应用，从而能使本领域的其他技术人员在多种实施方案中，并结合适合想到的特别应用的多种改进，来最佳利用本发明。但是，在描述和图解的本发明中，可以作出多种改进而不超出本发明的范围，应当理解包含在前面的描述中或在附图中所示的所有内容应当解释作说明而不是限定。因此，本发明的广度和范围不应该受任何上述示例性实施方案的限制，而应该仅根据后附的权利要求及其等同物来确定。

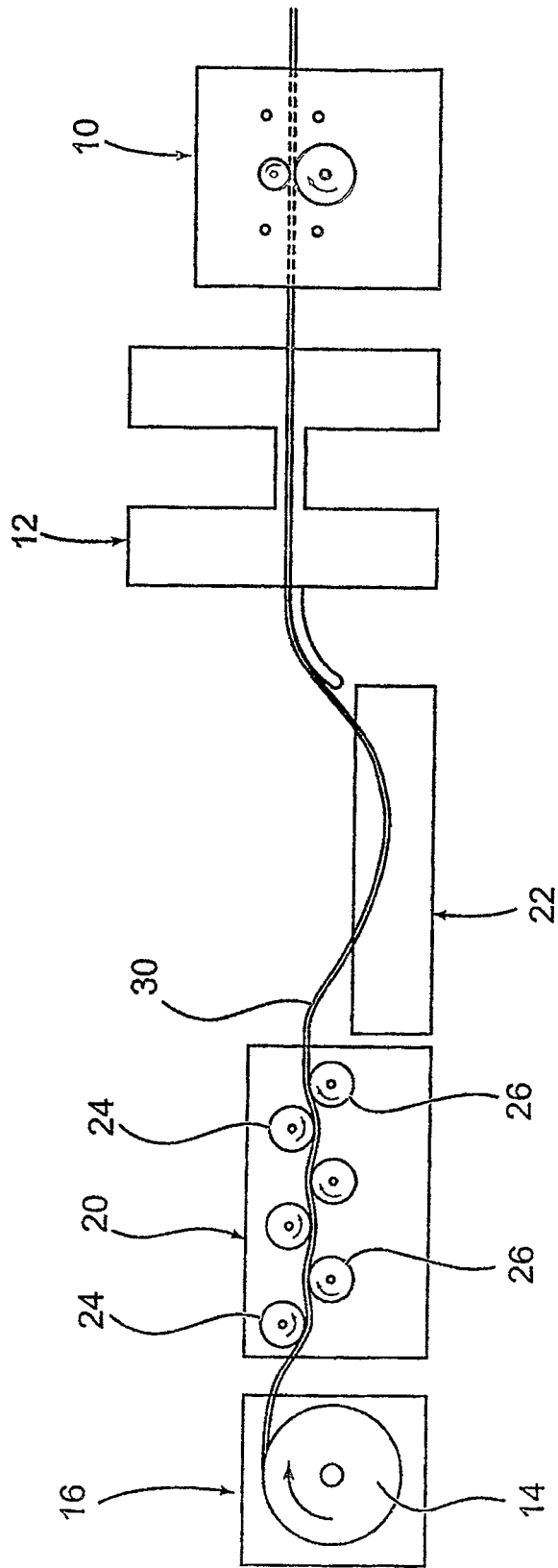


图1

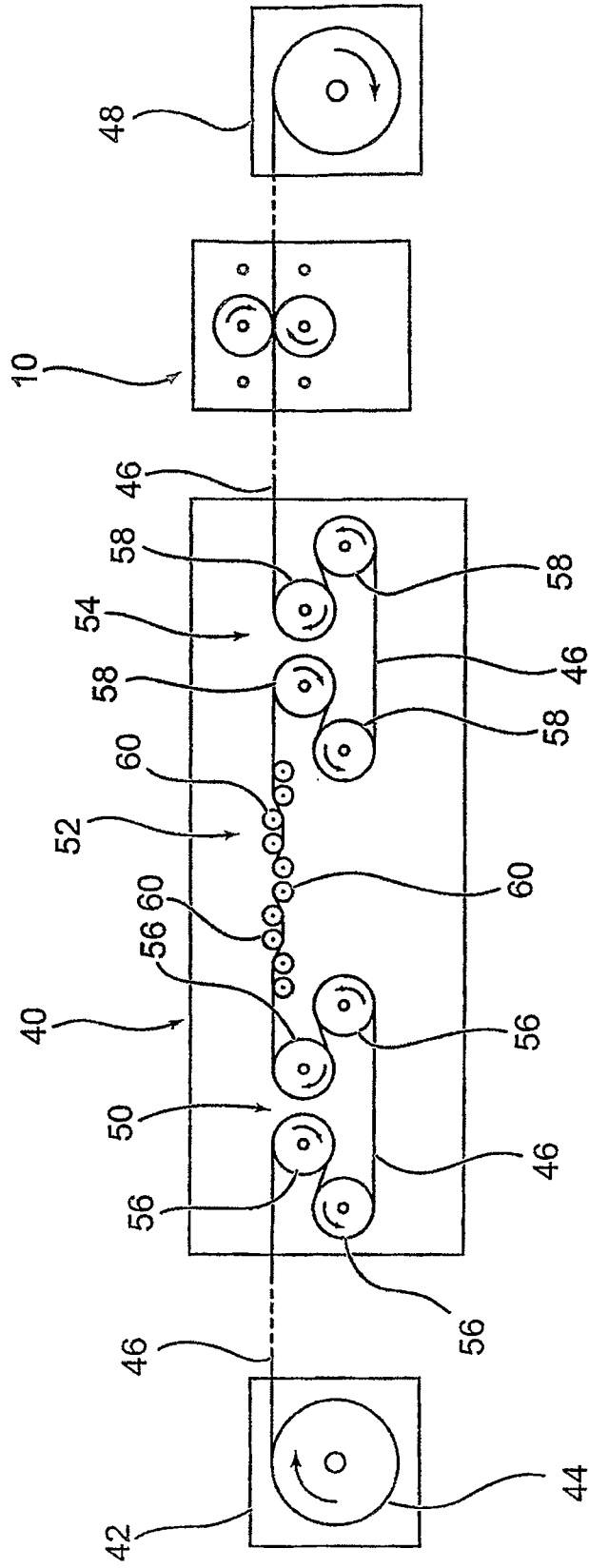


图2



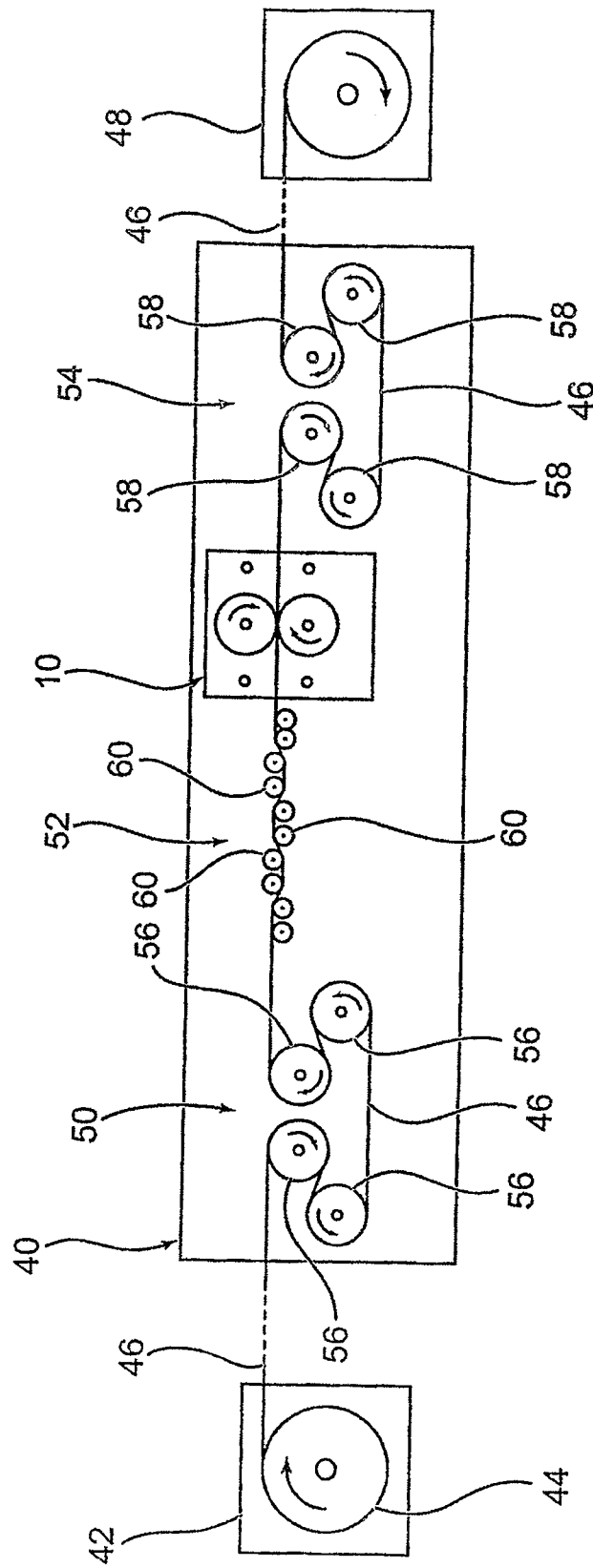


图3

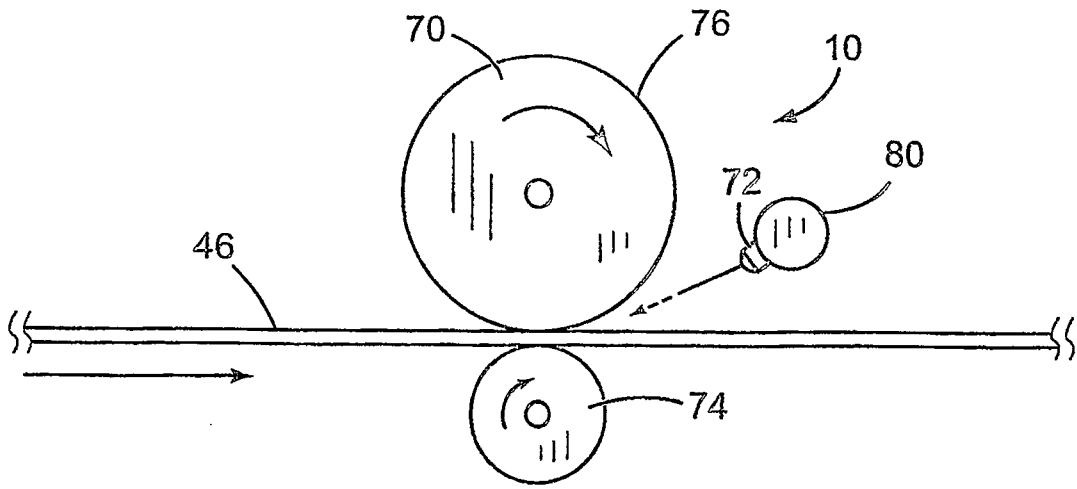


图4

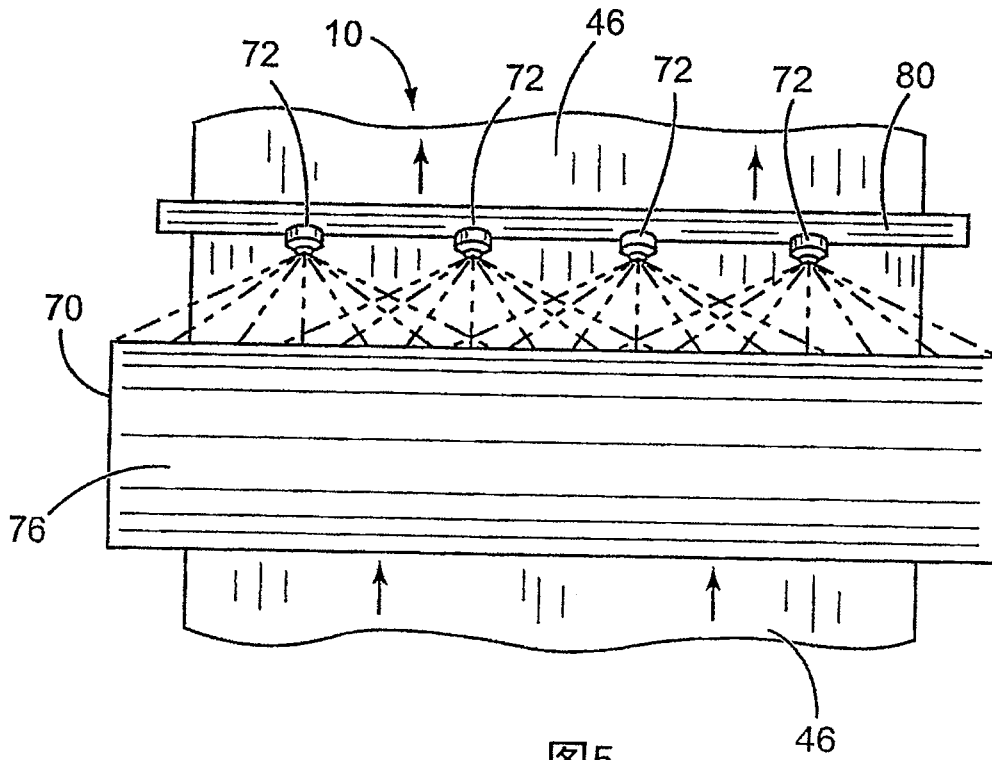


图5

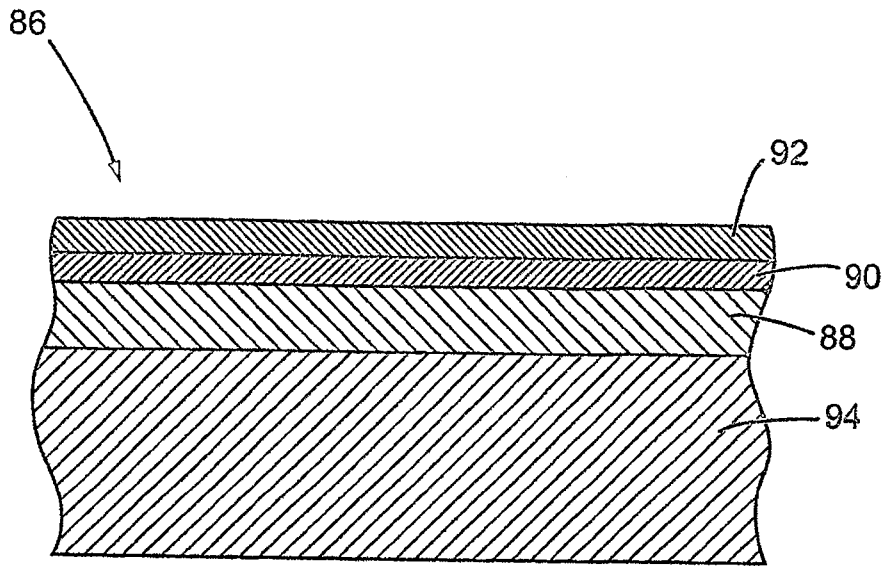


图6

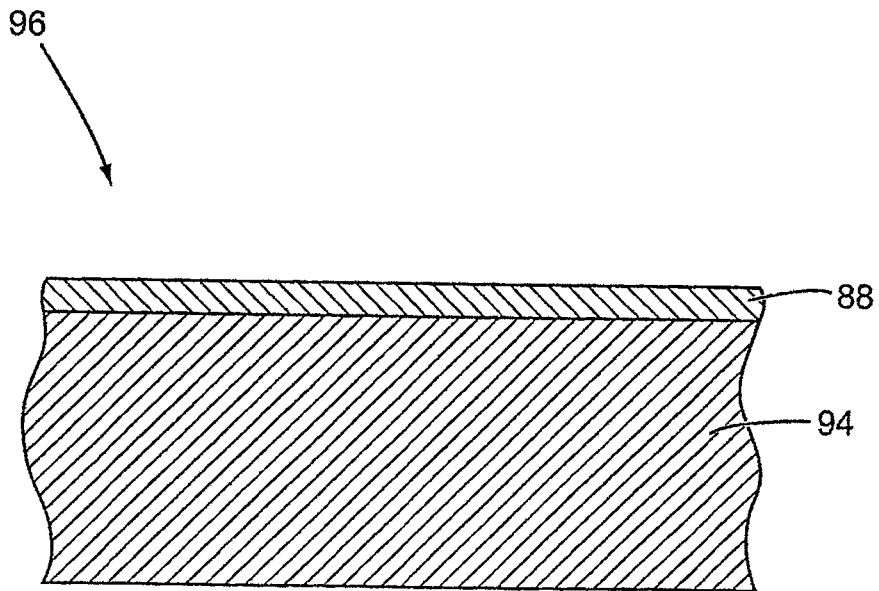


图7