



(12) 发明专利申请

(10) 申请公布号 CN 111926278 A

(43) 申请公布日 2020. 11. 13

(21) 申请号 202011019159.X

(22) 申请日 2020.09.24

(71) 申请人 华中科技大学

地址 430074 湖北省武汉市洪山区珞喻路
1037号

(72) 发明人 陈威霖 韩小涛 丁同海 谢剑峰
湛祺 曹全梁

(74) 专利代理机构 武汉华之喻知识产权代理有
限公司 42267

代理人 彭翠 曹葆青

(51) Int. Cl.

G23C 2/06 (2006.01)

G23C 2/24 (2006.01)

G23C 2/40 (2006.01)

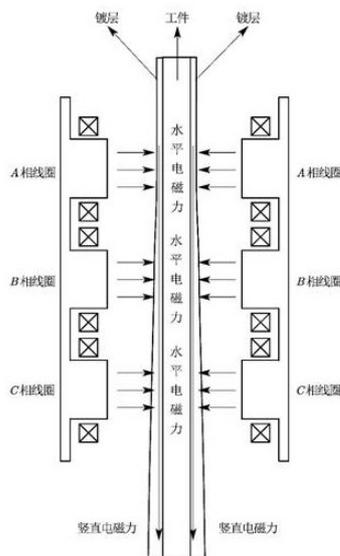
权利要求书1页 说明书6页 附图3页

(54) 发明名称

一种带状工件的三相电磁抹拭装置及热浸镀系统

(57) 摘要

本发明属于热浸镀领域,更具体地,涉及一种带状工件的三相电磁抹拭装置及热浸镀系统。该装置包含电磁抹拭单元,该电磁抹拭单元包含磁极相对的第一磁场发生器和第二磁场发生器;所述第一磁场发生器和第二磁场发生器均包括铁芯和至少一组三相线圈;每一组所述三相线圈包括A相线圈、B相线圈和C相线圈;所述A相线圈、B相线圈和C相线圈依次围绕所述铁芯上排列设置的凸起磁极而绕制。相比主磁通方向在竖直方向的三相电磁抹拭装置,该装置的主磁通方向为垂直于带状工作所在平面的法线方向,因此在平行于带状工件的切线方向上的磁场梯度变化更大,产生的切向电磁力更大,从而提高抹拭效率。



1. 一种带状工件的三相电磁抹拭装置,其特征在于,包含电磁抹拭单元,该电磁抹拭单元包含磁极相对的第一磁场发生器和第二磁场发生器;所述第一磁场发生器和第二磁场发生器均包括铁芯和至少一组三相线圈;每一组所述三相线圈包括A相线圈、B相线圈和C相线圈;所述A相线圈、B相线圈和C相线圈依次围绕所述铁芯上排列设置的凸起磁极绕制而成;

使用时,带状工件向上运动从所述磁极相对的第一磁场发生器和第二磁场发生器之间穿过,同时对所述三相线圈通以三相交流电,使所述第一磁场发生器和第二磁场发生器产生与所述带状工件运动方向相反的行波磁场;在各相线圈产生的交变磁场作用下,所述带状工件表面未凝固的液态镀层感应产生法向向内的电磁力,将镀层压缩以控制所述带状工件的镀层厚度;在所述行波磁场的作用下,所述镀层上感应产生与带状工件运动方向相反的切向电磁力,阻止镀层向上移动,克服镀层的粘附力,将多余的镀层液体抹拭除去。

2. 如权利要求1所述的三相电磁抹拭装置,其特征在于,所述第一磁场发生器与第二磁场发生器的尺寸相同,且其宽度均大于所述带状工件的宽度。

3. 如权利要求1所述的三相电磁抹拭装置,其特征在于,所述第一磁场发生器和第二磁场发生器的磁极正对,且所述第一磁场发生器和第二磁场发生器分别设置于所述带状工件所在平面的两侧。

4. 如权利要求1所述的三相电磁抹拭装置,其特征在于,所述铁芯为柱状铁芯,所述柱状铁芯上排列设置的凸起磁极为等间距排列设置的、垂直于所述铁芯轴向的凸起磁极,所述铁芯的轴与所述带状工件所在的平面平行。

5. 如权利要求1所述的三相电磁抹拭装置,其特征在于,任意两个相邻的线圈之间的间距相同,且每一组所述三相线圈通电电流的频率和有效值均相同。

6. 如权利要求1所述的三相电磁抹拭装置,其特征在于,所述三相线圈匝数为50~100,其通入的电流大小为10A~40A,频率范围为10~80Hz。

7. 如权利要求1所述的三相电磁抹拭装置,其特征在于,所述三相线圈为两组或两组以上,所述三相线圈由同一套电源供电,以确保每一组所述三相线圈通电电流的频率、幅值和相位相同。

8. 一种基于如权利要求1至7任一项所述的三相电磁抹拭装置的热浸镀系统,其特征在于,包括沉浸辊、三相电磁抹拭装置、稳定辊以及用于盛放镀液的容器;

工作时,带状工件经所述沉浸辊引入所述用于盛放镀液的容器并转向引出,由所述稳定辊牵拉所述带状工件使其向上穿过所述三相电磁抹拭装置中磁极相对的第一磁场发生器和第二磁场发生器,进行所述带状工件表面镀层的电磁抹拭;

所述用于盛放镀液的容器设置于所述磁极相对的第一磁场发生器和第二磁场发生器的下方,以便于抹拭除去的镀层液体返回至用于盛放镀液的容器中。

9. 如权利要求8所述的热浸镀系统,其特征在于,所述用于盛放镀液的容器为锌锅。

一种带状工件的三相电磁抹拭装置及热浸镀系统

技术领域

[0001] 本发明属于热浸镀领域,更具体地,涉及一种带状工件的三相电磁抹拭装置及热浸镀系统。

背景技术

[0002] 在带钢的热浸镀锌流程中,带钢由传送装置经过沉没辊送入锌锅并转向,表面粘附一层锌液之后再由稳定辊引出锌锅。此时带钢表面粘附有一层较厚且不均匀的未凝固锌液层,需要由抹拭装置将表面的锌液层减薄至所需厚度,并将多余的锌液抹拭回锌锅以降低生产成本。传统抹拭装置均为气体抹拭装置,该装置的原理是,将一定量的气体经过压缩送入气刀,依靠高速气流产生抹拭力直接作用在尚未凝固的镀锌层表面,从而减薄镀层厚度并将多余的锌液抹回锌锅。但是随着生产线速度的增加,相同时间内需要抹拭的锌液量增多,导致气体抹拭所需的气流加快,气压也增大,易使得带钢表面锌液飞溅,质量下降,造成锌液的氧化和雾化。不仅浪费锌,而且会将锌液弥散到空气中,污染环境。

[0003] 为此,电磁抹拭技术作为一种非接触式的新型抹拭技术,可以有效解决上述问题。电磁抹拭技术还具有易控制、镀层均匀、不引入杂质、能够满足高速生产需求等优势。公开号CN110079755A公开的一种基于三相线圈的电磁抹拭装置,该装置为一种适用于圆棒、六角棒等棒状工件的电磁抹拭装置,该文献重在解决棒状工件表面镀层的均匀性,然而,其轴向电磁力较小,不能满足带状工件的抹拭要求。

发明内容

[0004] 针对现有技术的缺陷或改进需求,本发明提供了一种带状工件的三相电磁抹拭装置及热浸镀系统,其结合带状工件的形状特点以及镀层抹拭需求,对三相电磁抹拭装置的结构以及线圈绕制方式进行重新设计,并对该电磁抹拭装置与带状工件的相对位置设置方式也进行重新设计,相应提出了一种主磁通方向垂直于带状工件表面的电磁抹拭装置,该装置在平行于带状工件的切向方向磁场梯度变化较大,产生的切向电磁力较高,特别适用于带状工件的电磁抹拭,从而解决现有技术电磁抹拭装置轴向电磁力较低导致的抹拭效率低的技术问题。

[0005] 为实现上述目的,本发明提供了一种带状工件的三相电磁抹拭装置,包含电磁抹拭单元,该电磁抹拭单元包含磁极相对的第一磁场发生器和第二磁场发生器;所述第一磁场发生器和第二磁场发生器均包括铁芯和至少一组三相线圈;每一组所述三相线圈包括A相线圈、B相线圈和C相线圈;所述A相线圈、B相线圈和C相线圈依次围绕所述铁芯上排列设置的凸起磁极绕制而成。

[0006] 使用时,带状工件向上运动从所述磁极相对的第一磁场发生器和第二磁场发生器之间穿过,同时对所述三相线圈通以三相交流电,使所述第一磁场发生器和第二磁场发生器产生与所述带状工件运动方向相反的行波磁场;在各相线圈产生的交变磁场作用下,所述带状工件表面未凝固的液态镀层感应产生法向向内的电磁力,将镀层压缩以控制所述带

状工件的镀层厚度；在所述行波磁场的作用下，所述镀层上感应产生与带状工件运动方向相反的切向电磁力，阻止镀层向上移动，克服镀层的粘附力，将多余的镀层液体抹拭除去。

[0007] 优选地，所述第一磁场发生器与第二磁场发生器的尺寸相同，且其宽度均大于所述带状工件的宽度。

[0008] 优选地，所述第一磁场发生器和第二磁场发生器的磁极正对，且所述第一磁场发生器和第二磁场发生器分别设置于所述带状工件所在平面的两侧。

[0009] 优选地，所述铁芯为柱状铁芯，所述柱状铁芯上排列设置的凸起磁极为等间距排列设置的、垂直于所述铁芯轴向的凸起磁极，所述铁芯的轴与所述带状工件所在的平面平行。

[0010] 优选地，任意两个相邻的线圈之间的间距相同，且每一组所述三相线圈通电电流的频率和有效值均相同，该频率和有效值决定了所述法向电磁力和切向电磁力的大小，进而决定所述带状工件的镀层厚度。

[0011] 优选地，所述三相线圈匝数为50~100，其通入的电流大小为10A~40A可调，频率范围为10~80Hz可调。

[0012] 优选地，所述三相线圈为两组或两组以上，所述三相线圈由同一套电源供电，以确保每一组所述三相线圈通电电流的频率、幅值和相位相同。

[0013] 按照本发明的另一个方面，提供了一种基于所述的三相电磁抹拭装置的热浸镀系统，包括沉没辊、三相电磁抹拭装置、稳定辊以及用于盛放镀液的容器；工作时，带状工件经所述沉没辊引入所述用于盛放镀液的容器并转向引出，由所述稳定辊牵拉所述带状工件使其向上穿过所述三相电磁抹拭装置中磁极相对的第一磁场发生器和第二磁场发生器，进行所述带状工件表面镀层的电磁抹拭。

[0014] 所述用于盛放镀液的容器设置于所述磁极相对的第一磁场发生器和第二磁场发生器的下方，以便于抹拭除去的镀层液体返回至用于盛放镀液的容器中。

[0015] 优选地，所述用于盛放镀液的容器为锌锅。

[0016] 通过本发明所构思的以上技术方案，与现有技术相比，能够取得下列有益效果：

(1) 本发明提供一种带状工件的三相电磁抹拭装置，其包含电磁抹拭单元，该电磁抹拭单元包含磁极相对的第一磁场发生器和第二磁场发生器；所述第一磁场发生器和第二磁场发生器均包括铁芯和至少一组三相线圈；每一组所述三相线圈包括A相线圈、B相线圈和C相线圈；所述A相线圈、B相线圈和C相线圈依次围绕所述铁芯上排列设置的凸起磁极而绕制。通过本发明电磁抹拭装置中磁场发生器的特别设置，相比传统的单相电磁抹拭装置，该装置会额外产生行波磁场，进而产生与行波磁场方向相同的行波电磁力，极大地增强对带状工件的切向电磁力，对带状工件抹拭效果更强，效率更高；相比主磁通方向为切向的三相电磁抹拭装置，该装置的主磁通方向为垂直于带状工件所在平面的法线方向，在平行于带状工件的切线方向上的磁场梯度变化更大，产生的切向电磁力更高，从而提高抹拭效率。

[0017] (2) 本发明提供的电磁抹拭装置，不仅能够对带状工件产生与其运动方向相反的切向电磁力，还能够产生垂直于该带状工件向内的法向电磁力。该法向向内的电磁力能够将镀层压缩以控制所述带状工件的镀层厚度；与带状工件运动方向相反的切向电磁力，能够阻止镀层向上移动，克服镀层的粘附力，将多余的镀层液体抹拭除去。在法向电磁力和切向电磁力共同作用下，带状工件表面的镀层厚度得到有效控制并回收镀层液体降低成本。

[0018] (3) 本发明提供的电磁抹拭装置控制简单,易操作。电磁抹拭力的大小与磁场的强弱有关,而磁场的强弱只与线圈通入电流的参数有关,因此,只需要改变电流的有效值和频率参数即可控制电磁抹拭力,进而控制镀层厚度。

[0019] (4) 本发明提供的电磁抹拭装置结构简单,运行稳定性良好。装置主体是铁芯和与其配合的至少一组三相线圈,结构简单。在抹拭过程中,装置与带状工件之间仅有电磁场的耦合,没有直接接触,杜绝了带状工件与装置的触碰,提高了装置运行的稳定性,维护成本低,持续工作时间长。

[0020] (5) 本发明提供的电磁抹拭装置抹拭效果良好。抹拭装置的宽度大于带状工件的宽度,沿带状工件水平截线上各处的电磁抹拭力均相等,产生的抹拭效果相同,保证带状工件表面镀层的均匀性。

[0021] (6) 本发明提供的电磁抹拭装置能够有效降低工业成本,简化生产流程。传统的气体抹拭生产线上包含气体压缩机、气刀等装置,而且在高速气流的冲击下,为了防止镀层的氧化需要使用氮气作为保护气体,成本较高。本发明提供的电磁抹拭装置仅需要使用电源箱为装置提供三相电流,成本较低。

附图说明

[0022] 图1为本发明一个实施例中提供的带状工件的三相电磁抹拭装置生产线示意图;
图2为本发明一个实施例中提供的带状工件的三相电磁抹拭装置磁场发生器结构图;
图3为本发明一个实施例中提供的带状工件的三相电磁抹拭装置原理图;
图4为本发明一个实施例中提供的带状工件的三相电磁抹拭装置的示意图;
图5为本发明一个实施例中带状工件的三相电磁抹拭装置的侧视图。

[0023] 在所有附图中,相同的附图标记用来表示相同的元件或结构,其中,1为带钢;2为稳定辊;3为电磁抹拭单元;3-1为铁芯;3-2为A相线圈;3-3为B相线圈;3-4为C相线圈;4为锌锅;5为沉没辊。

具体实施方式

[0024] 为了使本发明的目的、技术方案及优点更加清楚明白,以下结合附图及实施例,对本发明进行进一步详细说明。应当理解,此处所描述的具体实施例仅仅用以解释本发明,并不用于限定本发明。

[0025] 本发明提供一种带状工件的三相电磁抹拭装置,能够产生基于行波磁场的电磁抹拭力,该电磁力沿带状工件法向截面的边线均匀分布,从而达到均匀抹拭的效果。

[0026] 对于圆棒、六角棒等棒状工件,以及钢丝等丝状工件,其相对截面尺寸较小,在进行电磁抹拭并设计电磁抹拭装置时,一般的电磁抹拭装置均能够满足其所需的电磁力大小要求,更多的是考虑如何设计电磁抹拭装置以提高这类工件的抹拭均匀性。与这类工件不同,本发明针对宽度尺寸较大、而厚度尺寸很小的带状工件,比如一般带钢的宽度可达1米,厚度仅有1毫米,如何设计电磁抹拭装置,使得能够满足如此大宽度尺寸带状工件的抹拭需求,是本发明需要解决的技术难题。发明人曾经尝试各种线圈绕制方式,比如围绕带状工件绕制线圈而设计的磁场发生器,发现该方式对应的轴向电磁力太小,不能满足带状工件的抹拭应用需要。也曾尝试其他设置方式,但效果不甚理想。对于带状工件,不仅要求电磁抹

拭装置产生的平行于带状工件的切线方向电磁力足够大,而且还要求产生的垂直于带状工件平面的法线方向向内的电磁力适度,才能够对带状工件进行抹拭以达到理想的镀层厚度和均匀程度。

[0027] 为此,本发明提供了一种带状工件的三相电磁抹拭装置,其包含电磁抹拭单元,该电磁抹拭单元包含磁极相对的第一磁场发生器和第二磁场发生器;所述第一磁场发生器和第二磁场发生器均包括铁芯和至少一组三相线圈;每一组所述三相线圈包括A相线圈、B相线圈和C相线圈;所述A相线圈、B相线圈和C相线圈依次围绕所述铁芯上排列设置的凸起磁极而绕制;使用时,带状工件向上运动从所述磁极相对的第一磁场发生器和第二磁场发生器之间穿过,同时对所述三相线圈通以三相交流电,使所述第一磁场发生器和第二磁场发生器产生与所述带状工件运动方向相反的行波磁场;在各相线圈产生的交变磁场作用下,所述带状工件表面未凝固的液态镀层感应产生法向向内的电磁力,将镀层压缩以控制所述带状工件的镀层厚度;在所述行波磁场的作用下,所述镀层上感应产生与带状工件运动方向相反的切向电磁力,阻止镀层向上移动,克服镀层的粘附力,将多余的镀层液体抹拭除去。在所述法向电磁力和所述切向电磁力共同作用下,带状工件表面的镀层厚度得到有效控制并回收镀层液体降低成本。

[0028] 一些实施例中,所述铁芯为柱状铁芯,所述柱状铁芯上排列设置的凸起磁极为等间距排列设置的、垂直于所述铁芯轴向的凸起磁极。每一个所述凸起磁极的尺寸相同,所述铁芯的轴与所述带状工件所在的平面平行。本发明中所称“带状工件所在的平面”是指忽略带状工件的厚度,带状工件的“带”所在的平面。本发明所述第一磁场发生器和第二磁场发生器中包含的至少一组三相线圈其线圈所在的平面与带状工件所在的平面平行,所述第一磁场发生器中包含的至少一组三相线圈和第二磁场发生器中包含的至少一组三相线圈对称设置在带状工件所在平面的两侧。

[0029] 一些实施例中,为了确保均匀的电磁抹拭效果,所述第一磁场发生器与第二磁场发生器的宽度相同,且均大于所述带状工件的宽度。这样带状工件两侧的两个平面均能够处于磁力线均匀的区域,能够受到均匀的电磁力。

[0030] 一些实施例中,所述第一磁场发生器和第二磁场发生器的磁极正对,且所述第一磁场发生器和第二磁场发生器分别设置于所述带状工件所在平面的两侧。

[0031] 一些实施例中,任意两个相邻的线圈之间的间距相同,且每一组所述三相线圈通电电流的频率和有效值均相同,该频率和有效值决定了所述法向电磁力和切向电磁力的大小,进而决定所述带状工件的镀层厚度。

[0032] 本发明根据带状工件尺寸设置合适的三相线圈尺寸以及绕制匝数,一些实施例中,所述三相线圈匝数为50~100,其通入的电流大小为10A~40A可调,频率范围为10~80Hz可调。

[0033] 一些实施例中,所述三相线圈为两组或两组以上,每一组所述三相线圈由同一套电源供电,以确保每一组所述三相线圈通电电流的频率、幅值和相位相同。

[0034] 本发明还提供了一种基于所述的三相电磁抹拭装置的热浸镀系统,包括沉浸辊、三相电磁抹拭装置、稳定辊以及用于盛放镀液的容器;工作时,带状工件经所述沉浸辊引入所述用于盛放镀液的容器并转向引出,由所述稳定辊牵拉所述带状工件使其向上穿过所述三相电磁抹拭装置中磁极相对的第一磁场发生器和第二磁场发生器,进行所述带状工件表

面镀层的电磁抹拭;所述用于盛放镀液的容器设置于所述磁极相对的第一磁场发生器和第二磁场发生器的下方,以便于抹拭除去的镀层液体返回至用于盛放镀液的容器中。

[0035] 一些实施例中,所述用于盛放镀液的容器为锌锅。

[0036] 本发明提出的三相电磁抹拭装置,其带状工件可竖直向上运动,也可根据实际应用场景需求斜向上方运动,相应地,所述第一磁场发生器和第二磁场发生器配合所述带状工件的运动方向相应设置于该带状工件所在平面的两侧,产生垂直于带状工件平面的法向电磁力和平行于带状工件的切向电磁力,共同作用于工件表面的镀层抹拭。

[0037] 一个优选实施例中提供的一种带钢的三相电磁抹拭装置,如图1所示,包括带钢1、稳定辊2、电磁抹拭单元3、锌锅4、沉没辊5。带钢1经沉没辊5引入锌锅4并转向引出,由稳定辊2牵拉带钢1使其竖直向上穿过电磁抹拭单元3。电磁抹拭单元3宽度大于带钢1宽度。电磁抹拭单元3包含两组磁极正对的磁场发生器,两组磁场发生器分别设置于带钢平面的两侧,如图2所示,该磁场发生器包括铁芯3-1和至少一组三相线圈,三相线圈包括A相线圈3-2、B相线圈3-3和C相线圈3-4。A相线圈3-2、B相线圈3-3和C相线圈3-4围绕铁芯3-1上凸起的磁极绕制,自上而下排列,通以三相交流电,进而在电磁抹拭单元3中产生与带钢1运动方向相反的行波磁场。

[0038] 本发明三相线圈:A相线圈3-2、B相线圈3-3和C相线圈3-4,其频率相同、电流幅值相等、相位互差 120° 角。本实施例电磁抹拭装置的基本原理介绍如下:如图3所示,当表面粘附有液态镀层的带钢1向上穿过三相电磁抹拭单元3时,一方面,A相线圈3-2、B相线圈3-3和C相线圈3-4各自产生单相交变磁场,能够在镀层上感应出交变电流进而产生单相电磁抹拭力,该电磁抹拭力的方向垂直于带钢1平面,即法线方向,且指向带钢,能够对带钢1表面的镀层起到压缩作用,减小镀层厚度;另一方面,A相线圈3-2、B相线圈3-3和C相线圈3-4产生三相合成行波磁场,在镀层上感应产生与行波磁场方向一致的行波电磁力,该电磁力的方向与带钢1的行进方向相反,即切向向下,能够克服镀层之间的粘滞力,将多余的锌液抹拭回锌锅4。在法向电磁力的压缩作用和切向电磁力的抹拭作用下,达到减薄镀层并回收锌液的效果,完成抹拭过程。

[0039] 该优选实施例中对产品宽度100mm的带钢进行热镀锌抹拭过程,如图4和图5所示。其工艺设计是:铁芯长度为320mm,宽度为170mm,磁极凸起高度为32mm;各相线圈均使用 $4*2$ mm扁铜线绕制,匝数为100,依次通入A、B、C三相交流电,电流大小10A~40A可调,频率范围为10~80Hz可调。

[0040] 基于本实施例提供的电磁抹拭装置,其抹拭包括以下步骤:

1、设置电源箱中三相电流源输出电流的频率和有效值,为线圈组通入电流。

[0041] 2、将带钢通过沉没辊送入电磁抹拭单元,并使带钢以一定的速度匀速穿过电磁抹拭单元。

[0042] 3、通过镀层检测器检查镀层状态。

[0043] 4、完成抹拭过程。

[0044] 在本实施例电磁抹拭装置中磁场发生器的结构和交流电参数条件下,经Comsol仿真计算证实该装置产生了行波磁场,并在锌镀层表面产生的垂直于镀层的法向向内的电磁应力为5kPa,产生的平行于带钢平面且与带钢运动方向相反的切向电磁应力为7.6kPa,而传统气体抹拭装置中气刀能够在锌镀层表面产生的应力为4.5kPa,说明本实施例提供的电

磁抹拭装置能够达到和传统气体抹拭装置相同的抹拭效果,但同时也克服了气体抹拭存在的气体抹拭气流加快、气压增大导致的带钢表面锌液飞溅,质量下降,污染环境等的技术缺陷。

[0045] 另外,也通过仿真比较了公开号CN110079755A的电磁抹拭装置与本发明的电磁抹拭装置,在线圈匝数、三相交变电流频率和有效值均相同的条件下,CN110079755A的电磁抹拭装置对其棒状工件产生的轴向电磁应力(相当于本实施例的切向电磁应力)大小为2.6kPa,径向电磁应力大小为3.8kPa,可以看出其轴向电磁应力低于本实施例电磁抹拭装置对带钢能够产生的切向电磁应力,说明该现有方法不能满足本发明带钢大尺寸平面工件的抹拭需求。

[0046] 需要说明的是,本发明仅以带钢以及液态镀层为锌进行举例说明,本发明装置所适用的带状工件可以为其他带状工件,液态镀层可为其他金属或合金材料。

[0047] 本领域的技术人员容易理解,以上所述仅为本发明的较佳实施例而已,并不用以限制本发明,凡在本发明的精神和原则之内所作的任何修改、等同替换和改进等,均应包含在本发明的保护范围之内。

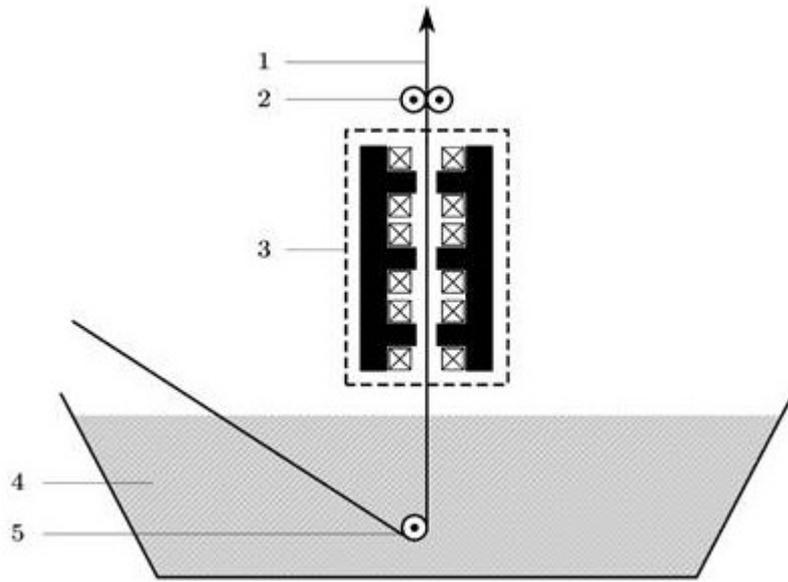


图1

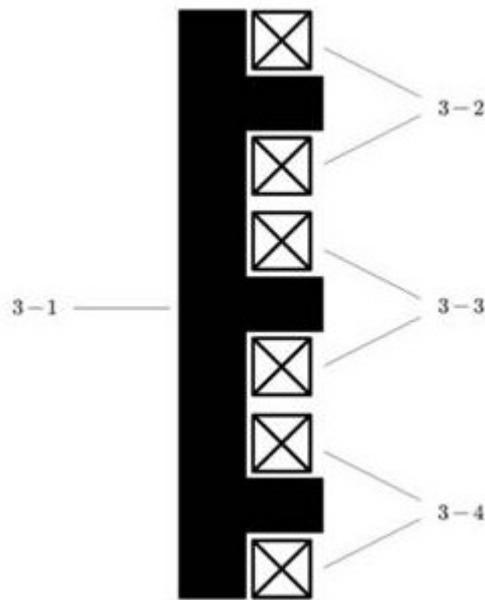


图2

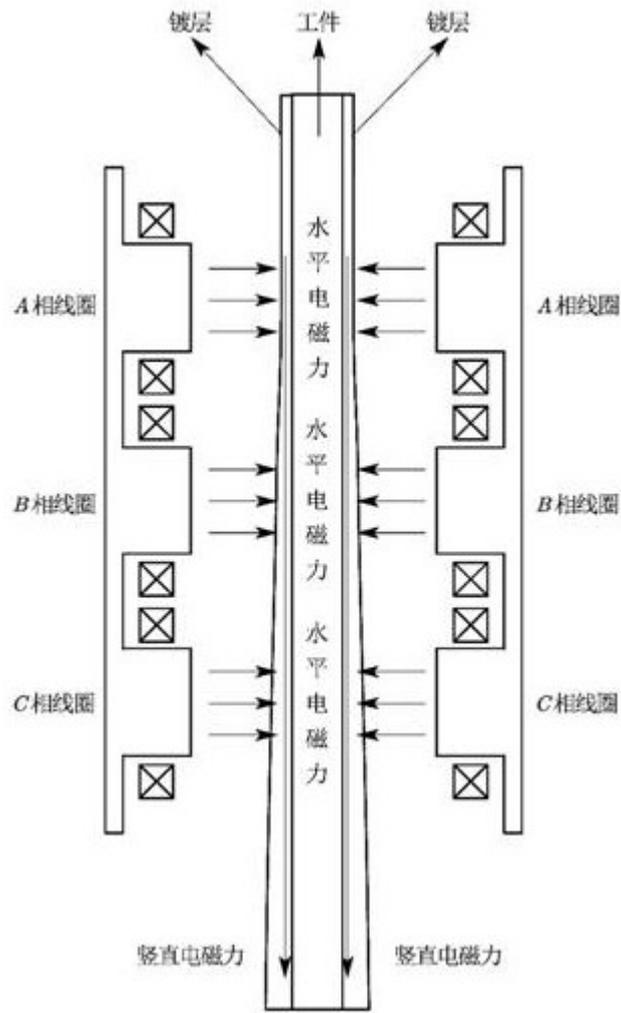


图3

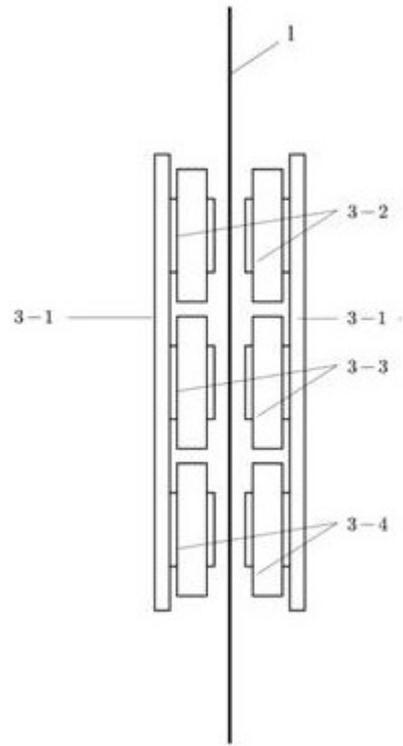


图4

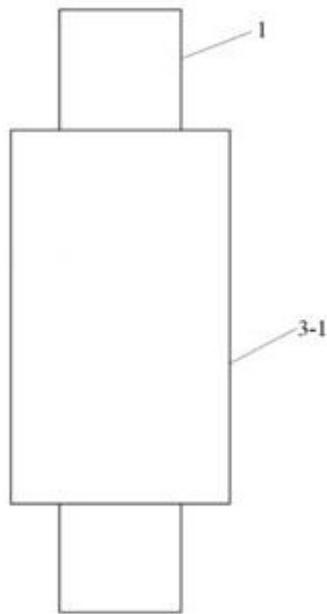


图5