



(12)实用新型专利

(10)授权公告号 CN 207572457 U

(45)授权公告日 2018.07.03

(21)申请号 201721193921.X

(ESM)同样的发明创造已同日申请发明专利

(22)申请日 2017.09.18

(73)专利权人 陕西浩合机械有限责任公司

地址 712000 陕西省咸阳市西咸新区沣西新城世纪大道东段西咸交界处路北(火烧寨)

(72)发明人 张浩合

(74)专利代理机构 北京科亿知识产权代理事务所(普通合伙) 11350

代理人 汤东风

(51)Int.Cl.

H01M 4/139(2010.01)

H01M 4/04(2006.01)

H01G 11/86(2013.01)

B05D 3/02(2006.01)

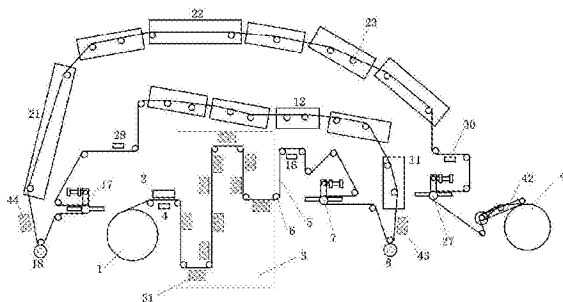
权利要求书2页 说明书10页 附图4页

(54)实用新型名称

动力电池和超级电容器用宽幅极片双面套位涂布机

(57)摘要

本实用新型公开了一种动力电池和超级电容器用宽幅极片双面套位涂布机,包括控制单元和沿金属箔运动方向依次设置的放卷单元、高压放电处理装置、正面涂布装置、下烘道、反面涂布装置、上烘道、收卷单元;高压放电处理装置包括高压箱体、负压抽风装置、高压源和若干只长条状的放电电极;所述的金属箔卷绕在高压放电辊上,放电电极设置在高压箱体开口的前端,并沿高压放电辊轴向平行设置在高压放电辊的圆周;高压箱体的后端设置有负压出风口,出风口与外部的负压抽风装置相连通。本实用新型基于高压放电表面处理、多级张力控制、分段级联烘烤、料粒抹平等核心技术,实现了幅宽1.5m、工作速度150m/min、套位精度±0.3mm的铝箔和铜箔正反面涂布。



1. 动力电池和超级电容器用宽幅极片双面套位涂布机, 其特征在于: 包括控制单元和沿金属箔(5)运动方向依次设置的放卷单元(1)、高压放电处理装置(3)、正面涂布装置(9)、下烘道(51)、反面涂布装置(19)、上烘道(52)、收卷单元(41);

所述的高压放电处理装置(3)包括在金属箔(5)待处理表面设置的多只高压放电处理单元(31), 每只单元包括高压箱体(82)、负压抽风装置、高压源和若干只长条状的放电电极(83); 所述的金属箔(5)卷绕在高压放电辊(85)上, 放电电极(83)设置在高压箱体(82)开口的前端, 并沿高压放电辊(85)轴向平行设置在高压放电辊(85)的圆周; 所述的放电电极(83)与金属箔(5)保持间隙, 其产生电弧(86)作用至金属箔(5), 使得金属箔表面产生凹坑和凸点; 所述的高压箱体(82)的后端设置有负压出风口(81), 出风口(81)与外部的负压抽风装置相连通。

2. 根据权利要求1所述的动力电池和超级电容器用宽幅极片双面套位涂布机, 其特征在于: 所述的放电电极(83)与金属箔之间的间隙为2-4mm。

3. 根据权利要求1所述的动力电池和超级电容器用宽幅极片双面套位涂布机, 其特征在于: 每只高压放电辊(85)周围设置1-2组高压放电处理单元; 每组高压放电处理单元则包括2-6只放电电极(83)。

4. 根据权利要求1所述的动力电池和超级电容器用宽幅极片双面套位涂布机, 其特征在于: 所述的正面涂布装置(9)和反面涂布装置(19)包括中间纠偏单元、张力控制单元、涂布印刷单元和挤压匀胶单元。

5. 根据权利要求4所述的动力电池和超级电容器用宽幅极片双面套位涂布机, 其特征在于: 所述的张力控制单元包括主动辊(701)、摆辊(708)、大齿轮(704)、小齿轮(703)、电位器(709)、摆杆(707)、气缸(705)和控制中枢(710); 摆杆(707)沿垂直方向设置, 摆辊(708)设置在摆杆(707)的下端, 摆杆(707)的上端与大齿轮(704)固联且沿大齿轮(704)的轴心摆动; 气缸(705)的活塞杆(706)通过活动铰链固定在摆杆(707)的中部, 随着摆杆(707)的摆动活塞杆(706)伸缩; 小齿轮(703)安装在电位器转轴(712)的轴头, 并与大齿轮(704)相啮合;

金属箔(5)设置在主动辊(701)和摆辊(708)上, 主动辊(701)设置有动力驱动装置, 控制中枢(710)与动力驱动装置和电位器(709)电联接。

6. 根据权利要求5所述的动力电池和超级电容器用宽幅极片双面套位涂布机, 其特征在于: 气缸(705)与储气罐(711)联通, 控制中枢(710)与储气罐(711)的调压阀门电联接, 控制中枢(710)调节调压阀门的参数实现储气罐(711)输出压力的调节。

7. 根据权利要求4所述的动力电池和超级电容器用宽幅极片双面套位涂布机, 其特征在于: 所述的挤压匀胶单元包括动力传动单元、压力调节单元和挤压匀胶辊(906), 挤压匀胶辊(906)在压力调节单元的作用下压贴在涂有物料的基材表面, 并在动力传动单元的驱动下沿基材前进方向的逆方向转动。

8. 根据权利要求7所述的动力电池和超级电容器用宽幅极片双面套位涂布机, 其特征在于: 所述的挤压匀胶单元还包括摆臂(909), 所述的摆臂(909)包括固定端(920)和摆动端(921), 固定端(920)通过转轴(923)活动联接在机架上, 挤压匀胶辊(906)设置在摆臂(909)的摆动端(921)上, 压力调节单元改变摆臂(909)的摆动角度, 使得挤压匀胶辊(906)压贴在涂有物料的基材表面。

9. 根据权利要求7所述的动力电池和超级电容器用宽幅极片双面套位涂布机,其特征
在于:所述的动力传动单元包括分别设置在摆臂(909)摆动端(921)的第一带轮(905)和摆
臂(909)固定端(920)的第二带轮(915),所述的第一带轮(905)和挤压匀胶辊(906)同轴联
接,第二带轮(915)在动力传动单元驱动下转动,带动第一带轮(905)和挤压匀胶辊(906)同
步转动。

10. 根据权利要求1所述的动力电池和超级电容器用宽幅极片双面套位涂布机,其特征
在于:上烘道(52)和下烘道(51)上下层叠设置,上烘道(52)和下烘道(51)内间隔设置有传
动辊(23),金属箔支撑在传动辊(23)上,传动辊(23)在烘道外部的动力传动装置驱动下带
动金属箔(5)走料。

动力电池和超级电容器用宽幅极片双面套位涂布机

技术领域

[0001] 本实用新型属于动力电池和超级电容器技术领域,具体涉及一种极片双面套位涂布机。

背景技术

[0002] 动力电池和超级电容器广泛地用于新能源技术领域,在动力电池和超级电容器中电极的极片是一个关键部件,通常需要涂布机将功能材料均匀涂覆在金属箔(铜箔或铝箔)表面上。常见涂布机的原理类似凹版印刷机,将成卷的基材通过传动机构传送至涂覆印刷区,将功能材料涂覆至基材表面的指定位置处,然后经过烘干、收卷等,用于后续产品的制作。其中所涂覆介质的厚度、均匀性、粘附力、幅宽大小、位置精度和涂覆速率均是其衡量指标。

[0003] 中国专利“锂电池极片涂布机(201320299315.1)”公开了一种锂电池极片涂布机,该机由极片放卷装置、张力调节装置、料浆涂布装置、烘干装置和收卷装置组成,其存在的问题是采用常规的涂布机方案,无法实现快速宽幅及双面套位涂覆,同时功能材料在金属箔的附着能力不强,影响到极片的电学参数。

实用新型内容

[0004] 本实用新型提出了一种动力电池和超级电容器用宽幅极片双面套位涂布机,将分散好的纳米导电石墨和碳包覆粒均匀、细腻地、正面反面位置对应、一次性涂覆在铝箔或铜箔上,由于在涂覆之前设置了基材表面处理环节,提高了功能材料与金属箔之间的粘附力,减小了接触电阻,同时采用双面套位以及梯度烘烤的方案,实现了高速和宽幅的涂覆,提高了生产效率。

[0005] 本实用新型的技术方案如下:

[0006] 动力电池和超级电容器用宽幅极片双面套位涂布机,其特征在于:包括控制单元和沿金属箔运动方向依次设置的放卷单元、高压放电处理装置、正面涂布装置、下烘道、反面涂布装置、上烘道、收卷单元;

[0007] 所述的高压放电处理装置包括在金属箔待处理表面设置的多只高压放电处理单元,每只单元包括高压箱体、负压抽风装置、高压源和若干只长条状的放电电极;所述的金属箔卷绕在高压放电辊上,放电电极设置在高压箱体开口的前端,并沿高压放电辊轴向平行设置在高压放电辊的圆周;所述的放电电极与金属箔保持间隙,其产生电弧作用至金属箔,使得金属箔表面产生凹坑和凸点;所述的高压箱体的后端设置有负压出风口,出风口与外部的负压抽风装置相连通。

[0008] 上述动力电池和超级电容器用宽幅极片双面套位涂布机中,放电电极与金属箔之间的间隙为2-4mm。

[0009] 上述动力电池和超级电容器用宽幅极片双面套位涂布机中,每只高压放电辊周围设置1-2组高压放电处理单元;每组高压放电处理单元则包括2-6只放电电极。

[0010] 上述动力电池和超级电容器用宽幅极片双面套位涂布机中,正面涂布装置和反面涂布装置包括中间纠偏单元、张力控制单元、涂布印刷单元和挤压匀胶单元;

[0011] 上述动力电池和超级电容器用宽幅极片双面套位涂布机中,张力控制单元包括主动辊、摆辊、大齿轮、小齿轮、电位器、摆杆、气缸和控制中枢;摆杆沿垂直方向设置,摆辊设置在摆杆的下端,摆杆的上端与大齿轮固联且沿大齿轮的轴心摆动;气缸的活塞杆通过活动铰链固定在摆杆的中部,随着摆杆的摆动活塞杆伸缩;小齿轮安装在电位器转轴的轴头,并与大齿轮相啮合;

[0012] 基材设置在主动辊和摆辊上,主动辊设置有动力驱动装置,控制中枢与动力驱动装置和电位器电联接。

[0013] 上述动力电池和超级电容器用宽幅极片双面套位涂布机中,气缸与储气罐联通,控制中枢与储气罐的调压阀门电联接,控制中枢调节调压阀门的参数实现储气罐输出压力的调节。

[0014] 上述动力电池和超级电容器用宽幅极片双面套位涂布机中,挤压匀胶单元包括动力传动单元、压力调节单元和挤压匀胶辊,挤压匀胶辊在压力调节单元的作用下压贴在涂有物料的基材表面,并在动力传动单元的驱动下沿基材前进方向的逆方向转动。

[0015] 上述动力电池和超级电容器用宽幅极片双面套位涂布机中,挤压匀胶单元还包括摆臂,所述的摆臂包括固定端和摆动端,固定端通过转轴活动联接在机架上,挤压匀胶辊设置在摆臂的摆动端上,压力调节单元改变摆臂的摆动角度,使得挤压匀胶辊压贴在涂有物料的基材表面。

[0016] 上述动力电池和超级电容器用宽幅极片双面套位涂布机中,所述的动力传动单元包括分别设置在摆臂摆动端的第一带轮和摆臂固定端的第二带轮,所述的第一带轮和挤压匀胶辊同轴联接,第二带轮在动力传动单元驱动下转动,带动第一带轮和挤压匀胶辊同步转动。

[0017] 上述动力电池和超级电容器用宽幅极片双面套位涂布机中,上烘道和下烘道上下层叠设置,上烘道和下烘道内间隔设置有传动辊,金属箔支撑在传动辊上,传动辊在烘道外部的动力传动装置驱动下带动金属箔走料。

[0018] 本实用新型具有的有益技术效果如下:

[0019] 一、本实用新型在金属箔涂覆石墨或碳颗粒之前,对基材进行了实时在线表面高压放电蚀刻和粗糙化处理,采用多台高压电源加载在高压放电辊上对基材的正反面进行高密度大面积大功率多次放电处理,在金属箔的正反表面形成了与涂覆的纳米石墨或碳颗粒尺度相当且均匀分布的凹坑,故该涂布机生产的涂碳铝箔或铜箔(磷酸铁锂电池正负极材料预涂;锰酸锂电池正负材料预涂;超级电容器电极涂层;三元材料电池电极涂层)能提供极佳的静态导电性能,收集活性物资的微电流,从而大幅度降低正负极材料和集流之间的接触电阻,并能提高两者之间的附着能力(附着能力比常规未经放电表面处理表面提高5倍以上),可减少粘合剂的使用量,进而使电池的整体性能产生巨大的提升,即抑制电池极化、减少热效应、提高倍率性能;降低电池内阻,并显著降低了循环过程电芯的动态内阻增幅,提高一致性,大幅增加电池的循环寿命;提高活性物资与集流体的粘附力,降低极片制造成本;保护集流体不被电解液腐蚀;改善磷酸铁锂材料的加工性能。

[0020] 二、本实用新型在设备中设置了多组纠偏装置,其中第一纠偏装置实现了放电处

理前的基材整体纠偏,确保了整幅金属箔高压表面处理时横向位置的一致性;在正面涂布前设置了第二纠偏装置,确保了正面涂布时材料横向位置与涂布版辊位置的恒定;在反面涂布前设置了第三纠偏装置,确保了反面涂布时材料横向位置与涂布版辊位置的稳定性;在收卷之前设置了第四纠偏装置,确保了收卷后成品端面的整齐性。

[0021] 三、本实用新型在设备中设置了多组闭环张力控制单元,确保了整个涂布过程中金属箔的张力保持恒定和横向位置稳定,从而确保了物料正反面涂布过程以及收卷过程中的均匀性和一致性,最终确保了制备获得的涂碳金属箔导电特性的一致性和稳定性。张力控制单元采用摆杆和齿轮角度放大结构,可对生产中金属箔的张力变化进行测量放大并反馈至主动辊上,实现了稳定的闭环张力控制;同时还可通过调节控制气缸的压力对所需的张力进行调节,满足了不同场合的需求。

[0022] 四、本实用新型在设备布局上采用上下布局双重烘箱结构,上层放置重量较大且体积空间较大的正反面烘干烘道,下层为放卷装置、多台高压放电装置、进料牵引装置、正面涂布装置、反面涂布装置、收卷装置。上下加热烘道位于机器上部,其他装置位于下部,便于人工生产操作及安装调试,外形美观大方。

[0023] 五、本实用新型采用了梯度PID自动温控装置,上下烘道由多个温控区组成,在连续高速生产的条件下,实现了涂布后基材的分段升温 and 降温,克服了金属箔突热突冷带来的折皱,确保了产品质量,并保证了连续高速不间断涂布生产。

[0024] 六、本实用新型在涂布工位后增加了挤压匀胶装置,采用压力可调的匀胶辊在涂布后反方向挤压抹平匀胶,进一步增加了料粒与基底的接触面积,增加了附着力,改善了成品涂碳金属箔的导电特性。

[0025] 七、本实用新型基于高压放电表面处理、多级张力控制、分段级联烘烤、多级纠偏、料粒抹平等核心技术,本实用新型实现了幅宽1.5m、工作速度150m/min、套位精度 ± 0.3 mm的铝箔和铜箔正反面涂布,可广泛用于动力电池和超级电容器极片的制造中,对于开发混合动力车和电动汽车的充电电池,以及风力发电及太阳能发电的电力存储用充电电池等有重要作用。

附图说明

[0026] 图1为本实用新型涂布机的结构布局图;

[0027] 图2为本实用新型涂布机的组成原理示意图;

[0028] 图3为本实用新型高压放电处理单元的原理示意图;

[0029] 图4为本实用新型高压放电处理装置的原理示意图;

[0030] 图5为本实用新型张力控制装置的原理示意图;

[0031] 图6为本实用新型张力控制装置中大小齿轮啮合示意图;

[0032] 图7为本实用新型张力控制装置中力矩平衡原理示意图;

[0033] 图8为本实用新型挤压匀胶装置的原理示意图;

[0034] 图中:1—放卷单元;2—张力传感器;3—高压放电处理装置;4—第一纠偏装置;5—金属箔;6—转辊;7—第一张力控制单元;8—正面涂布印刷单元;9—正面涂布装置;11—正面立式烘干通道;12—正面卧式烘干通道;16—第二纠偏装置;17—第二张力控制单元;18—反面涂布印刷单元;19—反面涂布装置;21—反面立式烘干通道;22—反面卧式烘

干通道;23—传动辊;27—第三张力控制单元;28—第三纠偏装置;30—第四纠偏装置;31—高压放电处理单元;41—收卷单元;42—浮辊单元;43—正面匀胶装置;44—反面匀胶装置;51—下烘道;52—上烘道;55—支撑座;56—钢架;58—地面;701—主动辊;702—驱动电机;703—小齿轮;704—大齿轮;705—气缸;706—活塞杆;707—摆杆;708—摆辊;709—电位器;710—控制中枢;711—储气罐;712—电位器转轴;715—上转辊;716—下转辊;81—出风口;82—高压箱体;83—放电电极;84—气流;85—高压放电辊;86—电弧;901—导电介质物料;902—涂布版辊;903—刮刀;904—压印胶辊;905—第一带轮;906—挤压匀胶辊;907—匀胶电机;908—皮带;909—摆臂;911—蜗轮;912—蜗杆;913—手轮;914—匀胶辊转动方向;915—第二带轮;916—摆臂摆动方向;925—第三带轮;920—固定端;921—摆动端;923—转轴。

具体实施方式

[0035] 动力电池和超级电容器用宽幅极片双面套位涂布机是将分散好的纳米导电石墨和碳包覆粒均匀、细腻地、正面反面位置对应、一次性涂覆在铝箔或铜箔上,在大容量的动力电池、超级大电容等高电能储存装备,特别是要求充电时间短,电能储存量大,循环寿命长的动力电池和超级电容器有着飞跃性的技术提升。

[0036] 如图1所示,本实用新型的涂布机包括布设在框架结构上方的下烘道51、上烘道52和布置在框架结构下方的放卷单元、收卷单元、高压放电处理装置3、正面涂布装置9和反面涂布装置19,框架结构包括钢架56和若干支撑在地面58的支撑座55,其中放卷单元、收卷单元、高压放电处理装置3设置在支撑座55之间的空间。这种空间设置的优点在于将重量较重和需要人为操作干预的放卷单元、收卷单元、高压放电处理装置3放置在框架下方的地面上,而将重量较轻的下烘道51、上烘道52放置在框架上方,且下烘道51和上烘道52按照基材的走向重叠放置,节约了空间,方便了操作。此外正面涂布装置9和反面涂布装置19则依附支撑座55固定,且不同模块和装置之间的基材依托在支撑座55上过渡及固定,方便了这些部件及结构与框架之间的固定联接,使其成为一个整体,并简化了系统结构。

[0037] 如图2所示,整个涂布机包括控制单元以及沿金属箔传动方向依次设置的放卷单元1、高压放电处理装置3、正面涂布装置9、下烘道51、反面涂布装置19、上烘道52和收卷单元41,以及若干只转辊6。

[0038] 一、放卷单元

[0039] 放卷轮在磁粉制动器作用驱动金属箔5展开,在金属箔5上设置有张力传感器2,张力控制器2与放卷轮上的磁粉制动器形成闭环控制,确保金属箔5的张力保持恒定,且可以人为设定。在金属箔5的放卷单元1位置处还设置了第一纠偏装置4,采用超声波电眼检测,实现金属箔5运行中间过程纠偏,保证金属箔5涂布时横向位置保持一致。其中金属箔最大放卷直径为 $\phi 700\text{mm}$,可进行上下开卷的固定式单工位放卷。

[0040] 二、高压放电处理装置

[0041] 高压放电处理是本实用新型区别于传统极片涂布机的要点之一,传统的极片涂布机一般将基材进行清洁处理后直接进行涂布,也有采用电晕处理。电晕处理是其原理是利用高频率高电压在被处理的塑料表面电晕放电,而产生低温等离子体,使塑料表面产生游离基反应而使聚合物发生交联,表面变粗糙并增加其对极性溶剂的润湿性,这些离子体由

电击和渗透进入被印体的表面破坏其分子结构,进而将被处理的表面分子氧化和极化,离子电击侵蚀表面,以致增加承印物表面的附着能力,主要用于硅橡胶、塑料基材的表面处理。

[0042] 本实用新型在印刷工序之前设置了高压放电处理环节,采用高压放电击穿的方法,一方面使得金属箔表面的油脂气化,起到了清洁的作用,同时在放电电极产生的空气电离、以及电离产生的臭氧和氧原子作用下,对金属箔的表面进行蚀刻和粗糙化处理,使得金属箔的正反表面形成了与涂覆的纳米石墨或碳颗粒尺度相当且均匀分布的凹坑,涂覆介质容易嵌入至凹坑内部,并与基底紧密结合,提高了接触面积和附着力,在减小粘合剂使用量的条件下,降低了介质与基底之间的接触电阻,可提高电池的充放电特性。

[0043] 如图3和图4所示,本实用新型的高压放电处理装置包括在金属箔正反两个表面设置的多只高压放电处理单元31,每只单元包括高压箱体82、负压抽风装置、高压源和若干只放电电极83,放电电极83沿高压放电辊85轴向平行设置在高压放电辊85的圆周,并与金属箔5保持一定的间距,放电电极83产生电弧86作用至金属箔5。放电电极83设置在高压箱体82内部的前端,高压箱体82的后端设置有负压出风口81,出风口81与外部的负压抽风装置相连通。通常一只高压放电辊85周围可以放1-2组高压放电处理单元,每组高压放电处理单元则包括2-6只放电电极83。

[0044] 为了满足在金属箔5的表面形成蚀刻和粗糙化处理的效果,通常需要在同一只高压放电辊85周围设置多根放电电极83,这些放电电极83在高压放电时会产生大量的热,如果这些热不能瞬时排出,则会使得金属箔表面产生较高温升,金属箔物理性能因退火而变化。通常对于大热量的散热采用的是水冷方式,即在高压放电辊85内部加工若干管路通入冷水,高压放电辊85产生的热通过金属箔及金属高压放电辊85传导并由水带走,这种方式可有效降低高压放电的热,但是却无法满足动力电池和超级电容器涂碳工艺要求,这是因为当放电辊64通入冰水后,辊体表面因温度差辊体表面会预冷结露结霜,进而导致金属箔5的表面产生水雾,而涂碳工艺中采用的是水性介质材料,遇水会后性能变化,影响涂布质量。此外在高压放电辊85内部通水时,会影响到高压放电辊85转动时的动平衡,导致转速不稳,影响到涂布的均匀性,故只能采用风冷的方式。

[0045] 为了满足大热量的风冷,本实用新型采用大功率的负压抽风装置,负压抽风装置联接在高压箱体82后侧的出风口81上,同时电极和金属箔的间隙设置为2-4mm,优选3mm,只有这样才能保证大流量的气流84将热带走,达到降温的目的,同时,大流量的空气在高压的作用下电离效果加强,并产生了更多的臭氧和氧原子,从而加强了对金属箔的表面进行蚀刻和粗糙化处理。此外高压放电辊85采用铝合金表面喷涂抗氧化陶瓷制成,具有耐高温和耐磨损特性,承受长时间的高压放电仍保持原有的传动精度。高压放电处理完毕的金属箔需要尽快进入下一步的涂布环节,防止金属箔尤其是铝箔在空气中裸露后会快速氧化成三氧化二铝,影响内阻特性。

[0046] 本实用新型采用长度为600mm-1200mm的陶瓷电极,每根电极上加载的平均功率为1-2kW,电压频率为10-20KHz,电极和金属箔的间隙为2-4mm,金属箔走料速率为50m/min-180m/min,高压放电辊的直径为320mm,每根高压放电辊85上设置4-12只电极,整个涂布机上设置了正反数量各半的高压放电辊85。其中放电功率、电极根数和走料速度以及喷涂碳颗粒的直径相关,在结构确定的情况下,可通过调节放电功率来满足不同走料速度和不同

尺寸碳颗粒的喷涂要求。

[0047] 通过在高压处理前后在铝箔表面刷达因水测量表面张力、显微镜观察材料表面以及测量涂碳后产品的内阻,结果表明:

[0048] (1) 经过高压放电处理后的铝箔在显微镜下观察到其表面产生了平均尺度约50nm—500nm的凹坑和凸点,与涂覆的碳颗粒尺度基本相当,而且通过改变加载至电极的电压,可以改变凹坑和凸点的尺度,以便适用于不同直径的碳颗粒材料。

[0049] 这种凹坑和凸点产生的机理目前尚未得知,只是猜测是由于高压电弧产生的热烧蚀、等离子体冲击产生的凹坑,或者是氧气电离产生的臭氧和氧原子作用下,使得原先铝箔表面致密的三氧化二铝还原成不再致密的铝,进而在显微镜下呈现为凹坑结构,也有可能是两种作用相互结合。

[0050] (2) 通过刷达因水测量未经高压放电处理的铝箔和经过高压放电处理的铝箔,其表面张力由平均10gf提高至50gf,提高了5倍。

[0051] (3) 采用相同工艺\相同设备制成的涂碳铝箔产品,经过高压放电处理的产品内阻减小至未经高压放电处理的产品的1/3以上,极限情况下内阻接近为零,且电池的充放电特性有显著提高。

[0052] (4) 采用相同工艺\相同设备以及相同高压放电处理工艺制成的涂碳铝箔产品,分别涂布了纳米石墨和碳纳米管,其中纳米石墨粉的粒度 $D_{50} < 400\text{nm}$,而碳纳米管的管径约2-5nm,长度为10-20 μm ,结果表明,纳米石墨产品的内阻要远小于碳纳米管,分析原因在于,纳米石墨颗粒与铝箔表面的凹坑基本一致,可以很好的嵌入至凹坑的内部,形成碳与基底铝的紧密接触,有效减小了内阻;而碳纳米管虽然平均粒度为百纳米,由于在长度方向超出了凹坑的尺度,管径又远小于凹坑的尺度,很难嵌入至铝箔表面的凹坑内部形成紧密接触,故产品的内阻相对较大。

[0053] 三、涂布装置

[0054] 涂布装置包括中间纠偏单元、张力控制单元、涂布印刷单元和挤压匀胶单元,在涂布印刷单元之前需要进行中间纠偏和张力的控制。

[0055] (1) 中间纠偏单元

[0056] 材料在涂布印刷单元之前需要进行中间纠偏和张力的控制。中间纠偏单元采用超声波电眼检测头,金属箔进入涂布前的双辊中间进行纠偏,保证物料进入涂布工序前位置恒定,并保证在纠偏过程中金属箔不起皱。其中第一纠偏装置实现了放电处理前的基材整体纠偏,确保了整幅金属箔高压表面处理时横向位置的一致性;在正面涂布前设置了第二纠偏装置,确保了正面涂布时材料横向位置与涂布版辊位置的恒定;在反面涂布前设置了第三纠偏装置,确保了反面涂布时材料横向位置与涂布版辊位置的稳定性;在收卷之前设置了第四纠偏装置,确保了收卷后成品端面的整齐性。根据金属箔传送的精度要求,可设置多组中间纠偏单元。

[0057] (2) 张力控制单元

[0058] 张力控制单元的目的在于实现整个涂布过程中金属箔的张力保持恒定和横向位置稳定,特别是在正反面涂布过程中,只有恒定张力下的印刷涂布,才能保证金属箔表面印刷物料均匀性和一致性,最终确保了制备获得的涂碳金属箔导电特性的一致性和稳定性。

[0059] 本实用新型在涂布环节中设置了多组张力控制单元,其中第一张力控制单元设置

在进料牵引与正面涂布之前,确保了正面涂布时材料张力恒定与横向位置稳定;第二张力控制单元设置在出料牵引之前,确保了反面涂布张力的稳定与横向位置稳定性。此外还在收卷之前设置了第三张力控制单元,确保了收卷后成品的张力稳定性。根据金属箔的传输精度要求,还可以在放卷、进料牵引环节和其他中间环节中设置类似的张力控制单元,确保整个加工过程中的张力恒定和基材横向位置稳定。

[0060] 如图5-7所示,本实用新型的张力控制单元包括主动辊701、大齿轮704、摆杆707、摆辊708、气缸705、电位器709和控制中枢710。平时工作时,金属箔5沿主动辊701、上转辊715、摆辊708和下转辊716的示意方向顺序前进,主动辊701依靠电机702驱动,或者由电机通过同步带驱动主动辊701转动。核心部件是一根沿垂直方向的摆杆707,摆辊708则固定在摆杆707的下端。摆杆707的上端与大齿轮704固定在一起,并可沿大齿轮704的轴心摆动;气缸705固定在支架上,气缸705的活塞杆706通过活动铰链固定在摆杆707的中部,随着摆杆707的摆动活塞杆706伸缩。

[0061] 大齿轮704的对应位置上安装有电位器709,电位器转轴712的轴头安装有小齿轮703,大齿轮704和小齿轮703参数匹配并相互啮合,当摆杆707摆动时,带动大齿轮704转动一个较小的角度,同时带动小齿轮703转动一个较大的角度,引起电位器709的电阻变化。

[0062] 小齿轮703、大齿轮704和摆杆707的作用是一个角度放大并测量的作用,摆杆707的微小变化角度,经过大小齿轮的放大作用,反映在电位器709的电阻变化上。

[0063] 如图7所示,实际工作时,金属箔的张力会作用至摆辊708形成对摆辊的拉力 F_2 和 F_3 ,而气缸在负压工作时会对摆杆707产生 F_1 拉力,其中 F_1 和 F_2 、 F_3 方向相反。在平衡状态时,摆杆707垂直向下时, F_1 和 F_2+F_3 保持力矩平衡,这时记录电位器709的电阻参数为 R ,一旦金属箔5的张力突然变大,即 F_2+F_3 变大,则摆杆707上的力矩平衡破坏,摆杆707绕转轴逆时针转动,偏离垂直位置,同时经过大小齿轮的角度放大后,电位器709的电阻 R 变化,假设电阻 R 变大,则控制中枢710根据电阻 R 的增大幅值调节电机702的输入电参数,使得电机702的输出转速增大,主动辊701随之也转速增加,在增加的瞬间更多的金属箔5被释放至摆辊708上,则摆辊708在 F_1 的拉力作用下会克服 F_2 和 F_3 的作用恢复至平衡位置,同时电位器709的电阻恢复为 R ,控制中枢710会驱动电机702的输出转速恢复至常规参数,从而保持金属箔的张力恒定。反之亦然,也就是说张力的变化均通过摆杆和大小尺寸的角度放大作用后,反馈至电位器阻值的变化,进一步通过调节驱动电机的转速进行补偿,使得金属箔的张力始终保持恒定。

[0064] 需要说明的是,本实用新型的气缸705与储气罐711相连通,储气罐711的输出压力 F_1 可通过控制中枢710改变调压阀门的参数实现压力的改变,满足不同金属箔张力的需要。此外,由于大齿轮704转动的角度有限,也可以采用半齿轮结构;气缸705采用低摩擦气缸,活塞移动中阻力可忽略。整个涂布机设置了若干组张力控制机构,分别用于涂布前、收卷前等多个环节的张力控制。

[0065] (3) 涂布印刷单元

[0066] 如图8所示,本实用新型的涂布印刷单元主要将石墨或碳颗粒通过凹版版辊均匀涂布在金属箔的两个表面上,采用凹版涂布的方式,涂布版辊902的辊体上刻有凹版的印刷图案,涂布版辊902浸在液态的导电介质物料901中,运转时将导电介质物料粘附在辊体上,经刮刀903挂走多余的物料,用压印胶辊904将导电介质物料901均匀涂布在金属箔上。

[0067] 压印胶辊904采用三元乙丙橡胶,其邵尔硬度75~80°,压辊结构为摆臂式结构,摆臂上同时有料长补偿导辊,使得在运动过程料长变化较小。刮刀903具有足够的厚度和宽度,采用气动浮动加压,并具有三维方向可调。导电介质物料901为石墨、碳颗粒、碳纳米管、石墨烯等混合粘接剂和水后形成的粘性液状物料。

[0068] (4) 挤压匀胶单元

[0069] 本实用新型设置了挤压匀胶单元,匀胶的目的是确保涂布后介质更加均匀,通过挤压工序,介质料粒被压入材料表面的凹坑,附着力更强。如图2所示,本实用新型在涂布机在正反面涂布完毕后分别增加了正面匀胶装置43和反面匀胶装置44,在料粒还没有干燥的情况下加压抹平,进一步增加了料粒与基底的接触面积,减小了成品的内阻,提高了产品质量。

[0070] 如图8所示,本实用新型挤压匀胶装置的核心是一只高速转动的挤压匀胶辊906,以及动力传动单元和压力调节单元。挤压匀胶辊906安装在摆臂909上,以一定的压力压贴在刚涂布好导电介质物料的金属箔5表面,并在动力驱动下沿着与金属箔5前进方向相反的方向转动。

[0071] 动力传动单元包括匀胶电机907、第一带轮905、第二带轮915、第三带轮925和相应的皮带908,其中挤压匀胶辊906设置在摆臂909的摆动端921上,摆臂的固定端920通过转轴923活动联接在机架上,固定在机架上的匀胶电机907驱动第三带轮925转动,通过皮带带动第二皮带轮915和第一皮带轮905转动,第一皮带轮905和挤压匀胶辊906同轴联接并同步转动,其中匀胶电机907采用变频调速电机,可根据物料不同来调节转速。

[0072] 压力调节单元包括蜗轮911和蜗杆912,其中蜗轮911、第一皮带轮905和挤压匀胶辊906均设置在摆臂909上,蜗轮911固联在摆臂909的固定端920,且在蜗杆912转动的驱动下可以绕转轴923转动。蜗杆912固定在机架上,蜗杆的前端设置有手轮913,转动手轮913,蜗杆912随之转动,并驱动蜗轮911绕轴心转动,使得摆臂909沿图中摆臂摆动方向916摆动一定的角度,这时挤压匀胶辊906则压贴在金属箔5的表面上,且压力可通过手轮913进行调节,调节完毕后再蜗轮蜗杆的自锁下压力保持恒定。

[0073] 这样以来,挤压匀胶辊906以一定的压力压贴在金属箔5表面并高速运转,且匀胶辊转动方向914与金属箔5前进方向相反,故将涂布好的物料抹平并压实在高压放电处理得到的凹坑内,进一步增加了料粒与基底的接触面积,减小了涂碳金属箔产品的内阻。

[0074] 挤压匀胶辊906采用45#钢调质处理后表面镀铬,镀层足够厚,最大线速度达到150m/min,可实现压力和转速的调节,满足不同布料的需求。

[0075] 本实用新型的涂布工序包括正面和反面,其涂布原理和结构参数均保持一致。

[0076] 四、烘道

[0077] 为了实现喷涂后产品的快速成型,需要对涂布后的产品进行烘烤处理。烘道采用梯度升温及梯度降温的具体方案,每条烘道由多节烘箱组成,在连续高速生产的条件下,实现了涂布后基材的梯度升温 and 降温,克服了金属箔突热突冷带来的折皱,确保了产品质量,并保证了连续高速不间断涂布生产。

[0078] 如图1和2所示,烘道分为上烘道52和下烘道51。下烘道51用于正面涂布产品的初步烘干,上烘道52则用于正面涂布产品的和反面涂布产品的彻底烘干。

[0079] 下烘道51包括正面立式烘干通道11和若干正面卧式烘干通道12,每只烘干通道长

度约2-5米,采用电加热换热器结合高压风机吹风的方式,在涂布机连续生产的条件下,实现了金属箔从40℃-120℃-200℃-100℃-常温的分段升温 and 降温。温控采用PID(比例-积分-微分控制器)自动温控的方式,确保了温控精度达到1℃。

[0080] 同样原理,上烘道52则包括反面立式烘干通道21和若干反面卧式烘干通道22,每只烘干通道长度约2-5米,采用电加热换热器结合高压风机吹风的方式,在涂布机连续生产的条件下,实现了金属箔5从40℃-100℃-150-200℃-100℃-常温的分段升温 and 降温。温控采用PID(比例-积分-微分控制器)自动温控的方式,确保了温控精度达到1℃。

[0081] 以上逐级温控的方式在连续高速生产的条件下,克服了金属箔5突热突冷带来的折皱,确保了产品质量,并保证了连续高速不间断涂布生产。

[0082] 传统的双面喷涂烘道由于同时满足双面烘烤,故一般采用金属箔5悬浮在烘道的两端,避免传动辊制成时接触某一个涂布表面,这种方式造成烘烤时金属箔的张力不一致,涂布材料烘烤后收缩不一致而出现质量参差不齐。本实用新型克服了以上缺点,涂布后的金属箔在烘道中全程张力支撑。无论是上烘道52还是下烘道51都内置传动辊,依靠同步带与外部动力相连并进行传动,轴承置于烘箱外。其中下烘道51仅用于正面涂布时的初步烘烤,确保碳颗粒粘接基本牢靠,烘烤时传动辊支撑在反面,不会对正面涂布产生影响;上烘道52则用于正面涂布产品的和反面涂布产品的彻底烘干,烘烤时传动辊支撑在已经经过初步烘烤的正面。烘道的传动辊为镜面辊,钢质表面镀铬并经过超精磨加工,光洁度为0.8,镜面辊加工精度高、摩擦力小,传动中可以避免辊体表面对材料的损伤,减少折皱,满足精密传动的要求。烘烤时采用镜面辊支撑,避免悬浮烘烤时张力不均匀对产品的影响。高温烘干结合冷却收卷,确保了产品的一致性,同时上下烘道叠加设置,可大大节省空间,减小制造成本。

[0083] 五、收卷单元

[0084] 收卷单元41的牵引采用一对钢辊和胶辊对压对滚式牵引,钢辊表面镀铬。胶辊的压合与分离采用气动控制,由电磁换向阀进行换向,两端气缸的压力可以显示和调节。放卷牵引电机采用浮辊张力控制,金属箔在浮辊上的包角很大,浮辊采用表面阳极氧化铝辊。目前可做到的最大收料直径为 $\Phi 750\text{mm}$ 。

[0085] 本实用新型的涂布工艺流程如下:

[0086] 金属箔开卷→整体纠偏→高压放电处理→进料牵引→中间纠偏→正面涂布→匀胶抹平→烘干→冷却→中间纠偏→中间纠偏→反面涂布→匀胶抹平→烘干→冷却→中间纠偏→收卷牵引→收卷。

[0087] 目前高速宽幅涂布机的主要参数如下:

[0088] (1) 涂布机组式排列,整体机型上下布局,包含两个印刷工位,一个放卷工位,一个收卷工位;

[0089] (2) 烘道分为上烘箱及下烘箱,加热干燥方式为电能转换热风加热;

[0090] (3) 适应基材:8 μm -40 μm 的硬铝箔、8 μm -15 μm 的铜箔及其他金属箔;

[0091] (4) 最高走料速度:180m/min(根据涂层及材料确定);

[0092] (5) 套准精度:正反面横向套位:±0.3mm;正反面纵向套位:±0.3mm;

[0093] (6) 放卷最大直径:Φ700mm;收卷最大直径:Φ750mm;基材最大宽度1.5m;

[0094] (7) 涂料类型:溶剂型或水性涂料。

[0095] 以上所述仅是本实用新型的优选实施方式,应当指出:对于本技术领域的普通技术人员来说,在不脱离本实用新型原理的前提下,还可以做出若干改进和润饰,这些改进和润饰也应视为本实用新型的保护范围。

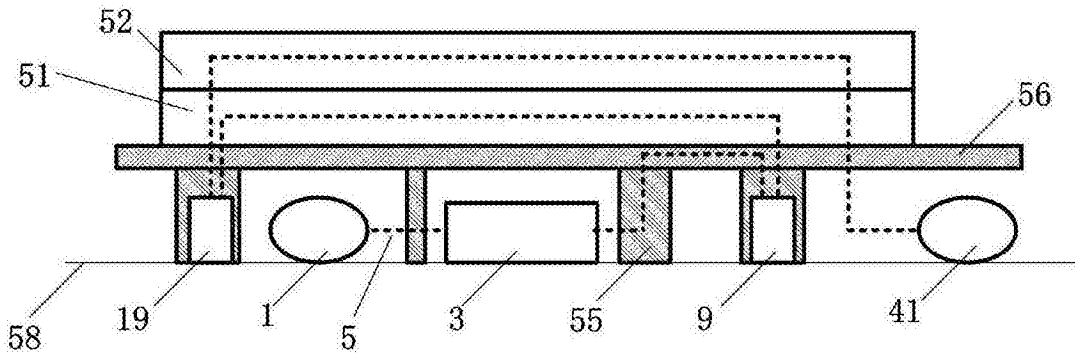


图1

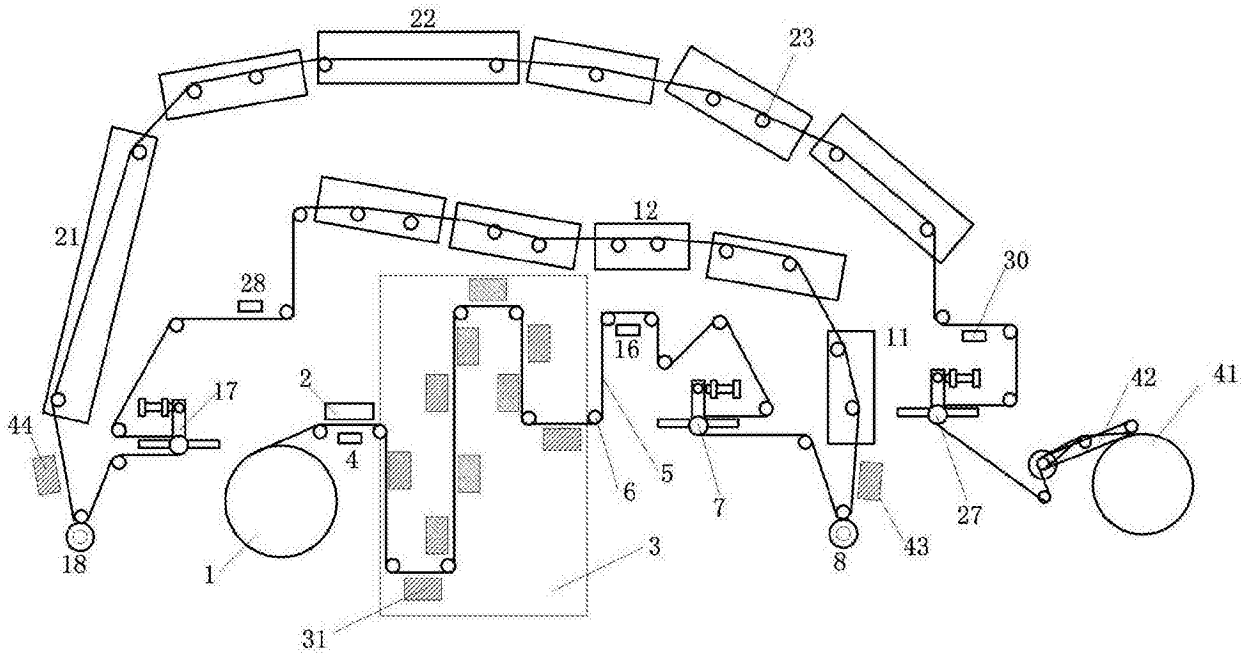


图2

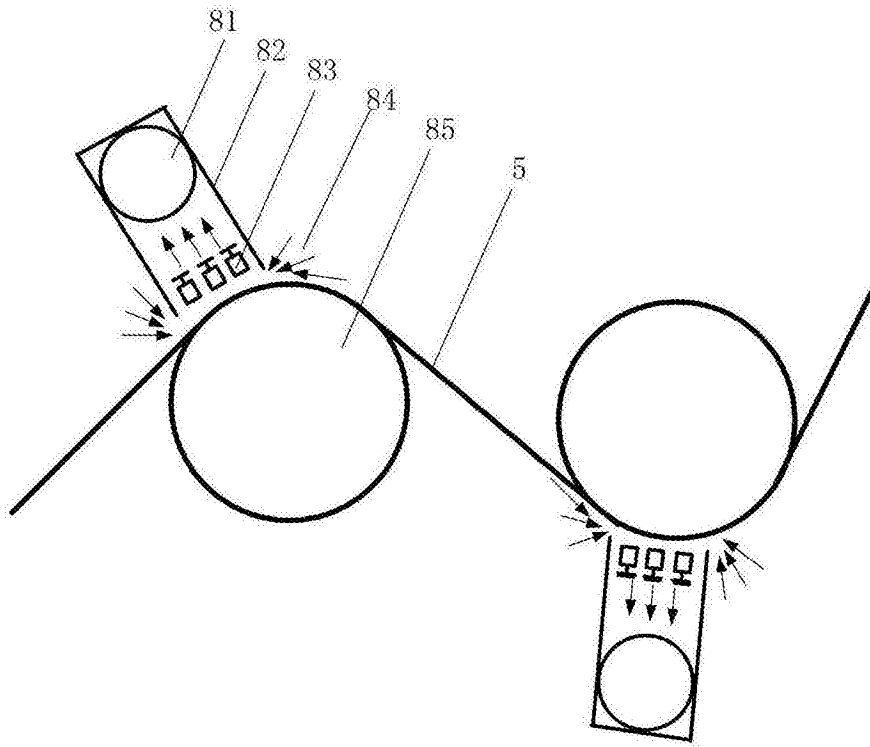


图3

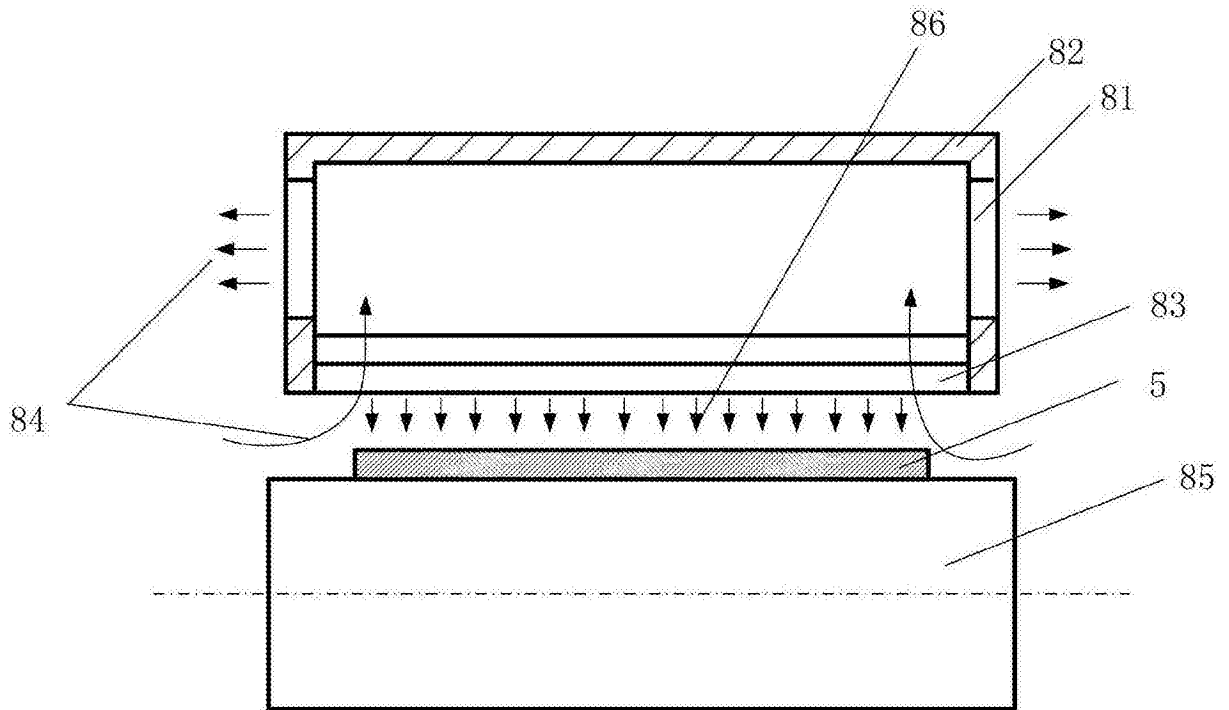


图4

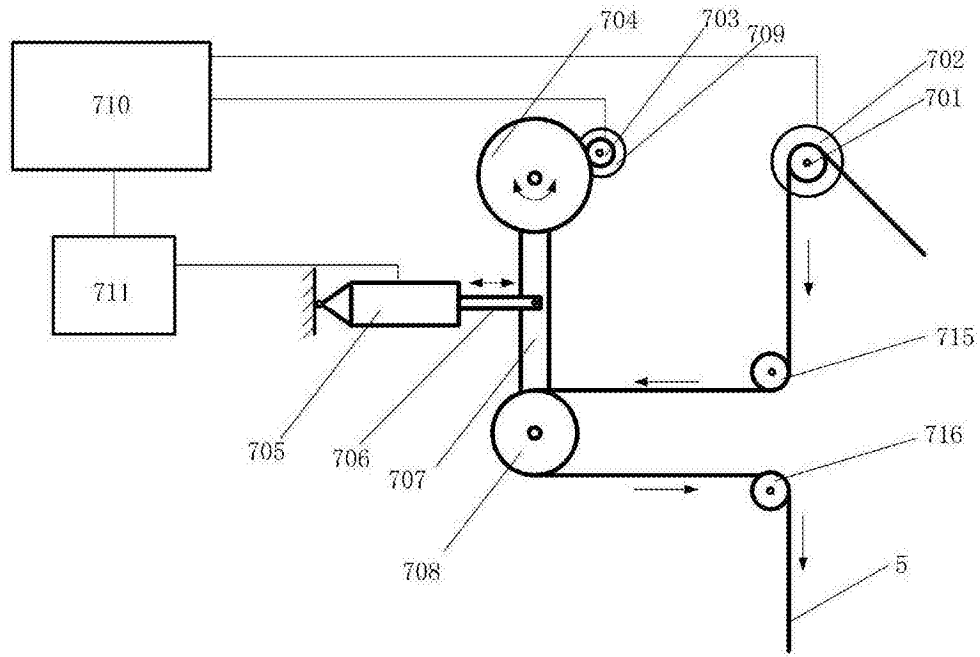


图5

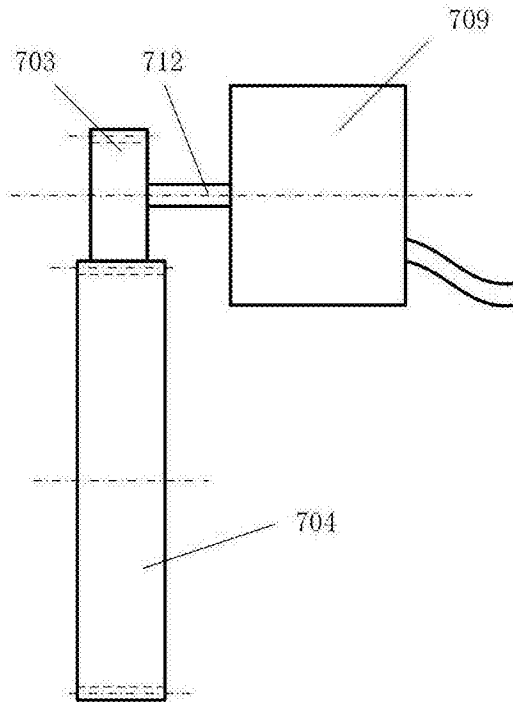


图6

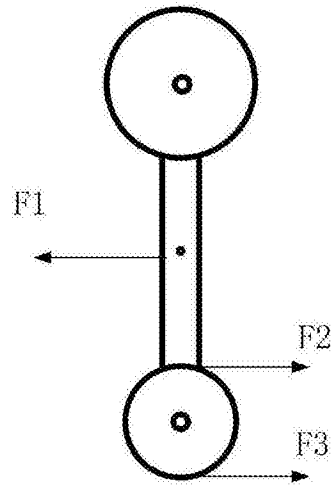


图7

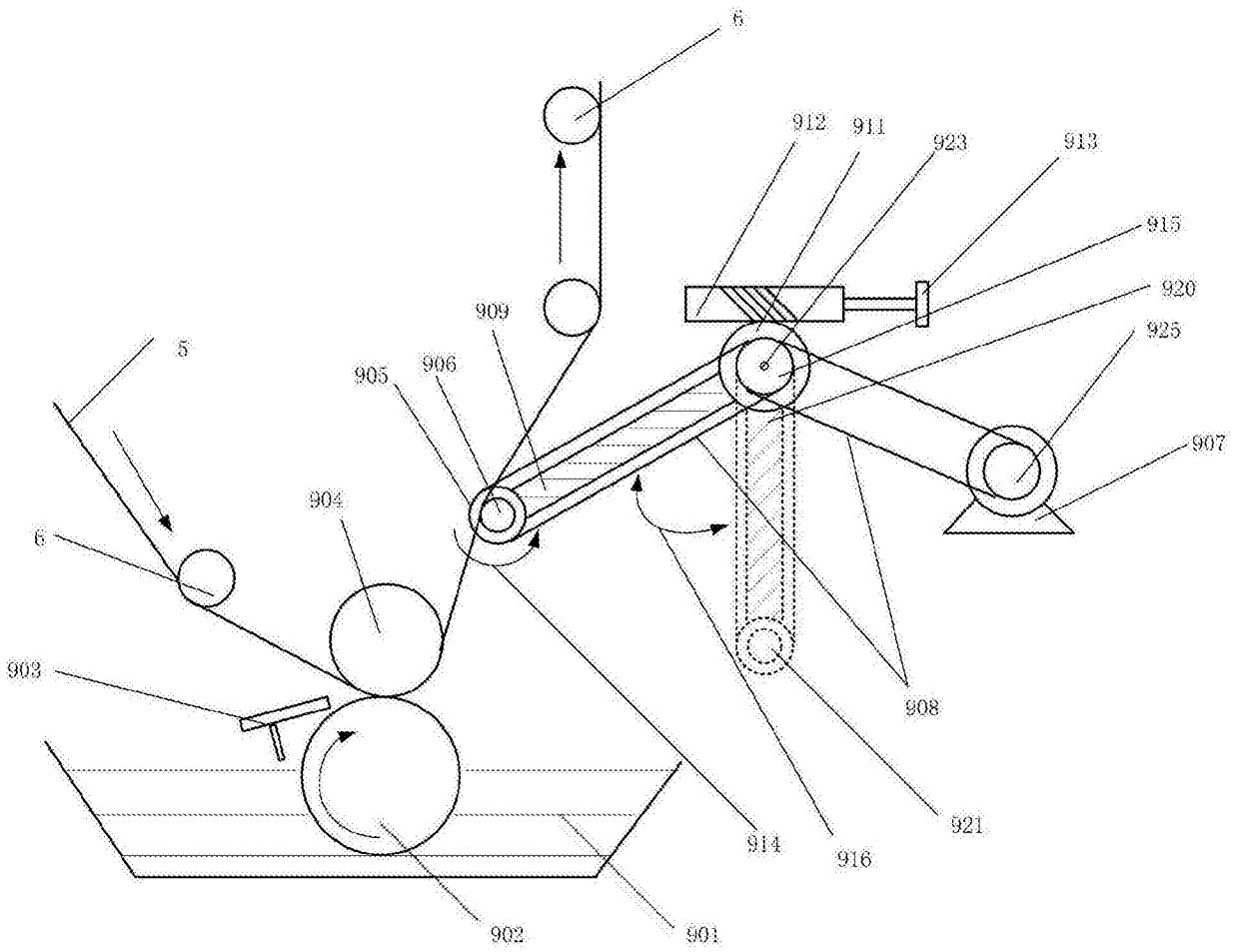


图8