



(12) 发明专利

(10) 授权公告号 CN 113684464 B

(45) 授权公告日 2023. 06. 02

(21) 申请号 202110992659.X

审查员 魏岳山

(22) 申请日 2021.08.27

(65) 同一申请的已公布的文献号

申请公布号 CN 113684464 A

(43) 申请公布日 2021.11.23

(73) 专利权人 辽宁分子流科技有限公司

地址 110179 辽宁省沈阳市浑南区绮霞街
6-5号(1-12-2)

(72) 发明人 郝明 杜雪峰 李成林

(51) Int.Cl.

C23C 14/56 (2006.01)

C23C 14/54 (2006.01)

C23C 14/24 (2006.01)

C23C 14/06 (2006.01)

C23C 14/58 (2006.01)

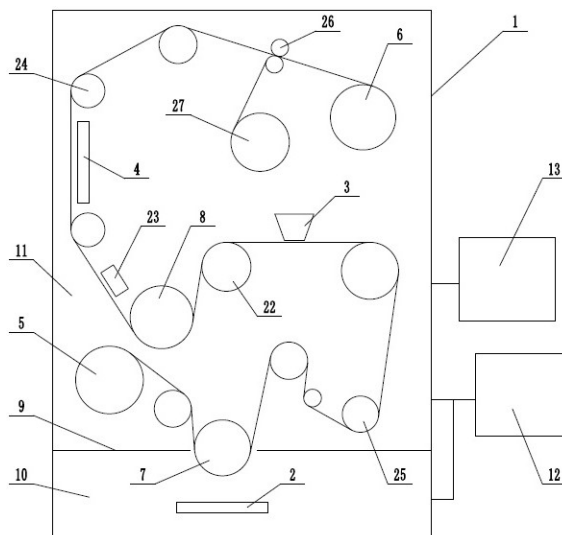
权利要求书2页 说明书6页 附图2页

(54) 发明名称

一种用于石墨烯复合薄膜制备的卷绕式设备

(57) 摘要

本发明公开一种用于石墨烯复合薄膜制备的卷绕式设备,主要包括腔室、蒸发模块、涂覆模块和图案生成辊;蒸发模块通过真空蒸发镀膜在柔性基膜表面沉积催化剂膜层。涂覆模块将石墨烯复合材料涂覆在催化剂膜层之上形成涂覆层;涂覆层在涂覆层之下的催化剂的作用下催化生长成石墨烯复合湿膜层。图案生成辊通过负压吸收对绕经图案生成辊的柔性基膜上尚未成型的湿膜层进行部分去除,从而在柔性基膜上形成具有特定图案的石墨烯复合薄膜。图案生成辊包括内辊和外辊;外辊布置有网孔阵列;内辊布置有吸收孔阵列,吸收孔与网孔之间通过吸收管道相连;内辊内部为空腔结构,内辊的端部与低真空泵相连,低真空泵将内辊内部抽成相对于腔室内气压的负压。



1. 一种用于石墨烯复合薄膜制备的卷绕式设备, 主要包括腔室、蒸发模块、涂覆模块、定型模块和卷绕系统; 卷绕系统包括放卷辊、收卷辊、蒸发主辊和图案生成辊; 在腔室内通过隔板分隔为蒸发工作区和非蒸发工作区, 蒸发模块设置在蒸发工作区内; 蒸发主辊位于放卷辊的下游和涂覆模块的上游; 蒸发模块位于蒸发主辊的下方, 用于通过真空蒸发镀膜在柔性基膜表面沉积催化剂膜层; 涂覆模块将石墨烯复合材料涂覆在柔性基膜表面的催化剂膜层之上, 形成涂覆层; 在涂覆模块下游设置有生长辊; 柔性基膜绕经生长辊时, 涂覆层在涂覆层之下的催化剂的作用下催化生长成石墨烯复合湿膜层; 图案生成辊布置在涂覆模块和定型模块之间; 图案生成辊通过负压吸收对绕经图案生成辊的柔性基膜上尚未成型的湿膜层进行部分去除, 从而在柔性基膜上形成具有特定图案的石墨烯复合薄膜;

图案生成辊为双层机构, 包括内辊和外辊; 外辊辊面为网状结构, 上面布置有网孔阵列; 内辊的辊壁上布置有吸收孔阵列, 吸收孔阵列中的吸收孔与网孔阵列中的网孔之间通过吸收管道相连; 内辊内部为空腔结构, 内辊的端部与低真空泵相连, 低真空泵将内辊内部抽成相对于腔室内气压的负压;

图案生成辊还包括控制器; 在吸收管道上设置有电控阀门; 控制器接收到图案生成指令后, 根据预设的图案生成程序开启某些吸收管道上的电控阀门, 内辊的负压会从这些吸收管道经由与之相连的吸收孔和网孔对覆盖在这些网孔上的湿膜层产生负压吸收, 从而对绕经图案生成辊的柔性基膜上的这部分湿膜层进行去除; 控制器可单独对某些吸收管道上的电控阀门开度进行调节, 来单独控制与这些吸收管道相连的受控网孔对湿膜层的负压吸收力度, 从而对覆盖在受控网孔上的湿膜层进行完全去除或部分去除; 控制器通过分别控制多个相邻网孔对湿膜层的负压吸收力度, 使这些相邻网孔的负压吸收力度之间形成渐变趋势, 从而使覆盖在这些相邻网孔上的湿膜层形成深度连续渐变的沟槽图案; 另外, 控制器通过分别控制多个区域的网孔对湿膜层的负压吸收力度, 还可在湿膜层的多个区域上形成深浅各异的图案;

腔室上设置有真空系统和充气系统, 在石墨烯复合薄膜制备前, 先通过真空系统将腔室内的气体抽除, 使腔室内的气体压力达到10Pa以下, 然后通过充气系统向腔室内的非蒸发工作区通入制备石墨烯复合薄膜所需的工作气体, 控制腔室内的非蒸发工作区的气体压力在0.01MPa-0.1MPa范围内。

2. 根据权利要求1所述的用于石墨烯复合薄膜制备的卷绕式设备, 其特征在于: 内辊的辊壁内侧设置有遮掩筒插槽; 遮掩筒插槽内可插入遮掩筒, 遮掩筒的展开形状与要在柔性基膜上形成的石墨烯复合薄膜具有的特定图案相对应; 遮掩筒从内辊辊壁内侧对辊壁上的吸收孔阵列中某些吸收孔进行遮挡密封; 图案生成辊工作时, 内辊的负压会从那些未被遮挡的吸收孔经由与之相连的吸收管道和网孔对覆盖在这些网孔上的湿膜层产生负压吸收, 从而对绕经图案生成辊的柔性基膜上的这部分湿膜层进行去除。

3. 根据权利要求2所述的用于石墨烯复合薄膜制备的卷绕式设备, 其特征在于: 通过控制低真空泵的排气速度, 可以调节图案生成辊对湿膜层的负压吸收力度, 对覆盖在网孔上的这部分湿膜层进行完全去除或部分去除。

4. 根据权利要求1所述的用于石墨烯复合薄膜制备的卷绕式设备, 其特征在于: 在图案生成辊和定型模块之间设置有膜厚监测装置, 膜厚监测装置对湿膜层进行在线膜厚监测; 涂覆模块根据接收到的膜厚监测信号对石墨烯复合材料的供给量进行动态反馈控制, 从而

在线调节石墨烯复合薄膜的膜厚。

5. 根据权利要求4所述的用于石墨烯复合薄膜制备的卷绕式设备, 其特征在于: 涂覆模块包括布置在柔性基膜幅宽方向上的多个涂覆单元; 膜厚监测装置在柔性基膜幅宽方向上对湿膜层进行多点在线膜厚监测; 涂覆单元会根据与该涂覆单元对应区域上的膜厚监测信号进行动态反馈控制, 在线调节该区域上的石墨烯复合薄膜膜厚。

6. 根据权利要求1所述的用于石墨烯复合薄膜制备的卷绕式设备, 其特征在于: 定型模块位于图案生成辊的下游; 定型模块采用光照加热或烘干箱加热, 对湿膜层进行干燥定型, 使湿膜层形成石墨烯复合薄膜。

7. 根据权利要求1所述的用于石墨烯复合薄膜制备的卷绕式设备, 其特征在于: 在蒸发主辊的下游布置有控温辊; 控温辊的控温区间为 $40\sim 100^{\circ}\text{C}$; 控温辊将绕经控温辊的柔性基膜的温度调节至催化反应温度范围内。

一种用于石墨烯复合薄膜制备的卷绕式设备

技术领域

[0001] 本发明属于石墨烯复合薄膜制备技术领域,特别涉及一种用于石墨烯复合薄膜制备的卷绕式设备。

背景技术

[0002] 石墨烯作为新型纳米材料,比传统材料具有更高的比表面积、强度、导热和导电性能。目前,在现有材料里添加石墨烯制成石墨烯复合材料以改善原材料的性能成为当前研究和应用的热点。在众多石墨烯复合材料中,石墨烯-硅橡胶复合材料具有优异的力学、热学以及电学性能,在航空航天领域具有良好的应用前景。硅橡胶是以Si-O-Si键为主链,以有机基团为侧链的兼有无机和有机性质的弹性聚合物,由于分子链相互作用力弱,难以产生自由移动的电子,且在高温下会发生老化分解,硅橡胶强度较低,几乎不导电,未经补强的硅橡胶抗拉强度仅为0.3MPa,普通硅橡胶材料只能在260℃内安全使用,应用价值有限。为了克服硅橡胶在强度、导电性能上的缺陷,进一步提高耐高温性能,众多科研人员将多种石墨烯掺杂到其中,提高硅橡胶的强度、耐热性以及导电性,以满足空间探索对硅橡胶材料性能的苛刻要求。

[0003] 但目前的石墨烯-硅橡胶复合材料的制备工艺比较复杂,还多停留在实验室阶段,难以实现产业化。特别是近期提出的石墨烯-硅橡胶复合柔性薄膜材料,以其轻薄、柔韧及形状多变等特点可以在更多领域获得更广泛的应用,但由于其产业化技术尚属空白,限制了该材料的推广应用。

发明内容

[0004] 本发明提出一种卷对卷式的石墨烯复合薄膜制备设备,满足以柔性石墨烯-硅橡胶复合薄膜为代表柔性石墨烯复合薄膜材料大规模生产设备及技术需求。

[0005] 本发明提供一种用于石墨烯复合薄膜制备的卷绕式设备,主要包括腔室、蒸发模块、涂覆模块、定型模块和卷绕系统;卷绕系统包括放卷辊、收卷辊、蒸发主辊和图案生成辊;在腔室内通过隔板分隔为蒸发工作区和非蒸发工作区,蒸发模块设置在蒸发工作区内;图案生成辊布置在涂覆模块和定型模块之间;图案生成辊通过负压吸收对绕经图案生成辊的柔性基膜上尚未成型的湿膜层进行部分去除,从而在柔性基膜上形成具有特定图案的石墨烯复合薄膜。

[0006] 腔室上设置有真空系统和充气系统;真空系统用于在腔室内创造清洁的真空环境,充气系统用于充入工作气体。在石墨烯复合薄膜制备前,先通过真空系统将腔室内的气体抽除,使腔室内的真空度达到10Pa以上(即压力达到10Pa以下),然后通过充气系统向腔室内的非蒸发工作区通入制备石墨烯复合薄膜所需的工作气体,控制腔室内的非蒸发工作区的气体压力在0.01MPa~0.1MPa范围内。蒸发主辊跨跃蒸发工作区和非蒸发工作区布置,隔板与蒸发主辊辊面的间隙在1-5mm范围内。腔室上还设置有用测量环境参数的压力表、湿度表及温度表。

[0007] 蒸发主辊位于放卷辊的下游和涂覆模块的上游;蒸发模块位于蒸发主辊的下方,用于通过真空蒸发镀膜在柔性基膜表面沉积催化剂膜层。

[0008] 图案生成辊设置在涂覆模块的下游。图案生成辊为双层机构,包括内辊和外辊;外辊辊面为网状结构,上面布置有网孔阵列;内辊的辊壁上布置有吸收孔阵列,吸收孔阵列中的吸收孔与网孔阵列中的网孔之间通过吸收管道相连,吸收孔和网孔之间一一对应;内辊内部为空腔结构,内辊的端部与低真空泵相连,低真空泵将内辊内部抽成相对于腔室内气压的负压。

[0009] 内辊的辊壁内侧设置有遮掩筒插槽;遮掩筒插槽内可插入遮掩筒,遮掩筒的展开形状与要在柔性基膜上形成的石墨烯复合薄膜具有的特定图案相对应;遮掩筒从内辊辊壁内侧对辊壁上的吸收孔阵列中某些吸收孔进行遮挡密封;图案生成辊工作时,内辊持续稳定的负压会从那些未被遮挡的吸收孔经由与之相连的吸收管道和网孔对覆盖在这些网孔上的湿膜层产生负压吸收,从而对绕经图案生成辊的柔性基膜上的这部分湿膜层进行去除。

[0010] 通过控制低真空泵的排气速度,可以调节图案生成辊对湿膜层的负压吸收力度,对覆盖在网孔上的这部分湿膜层进行完全去除或部分去除。

[0011] 在一种实施方案中,图案生成辊还包括控制器;在吸收管道上设置有电控阀门;控制器接收到图案生成指令后,根据预设的图案生成程序开启某些吸收管道上的电控阀门,内辊的负压会从这些吸收管道经由与之相连的吸收孔和网孔对覆盖在这些网孔上的湿膜层产生负压吸收,从而对绕经图案生成辊的柔性基膜上的这部分湿膜层进行去除。控制器可单独对某些吸收管道上的电控阀门开度进行调节,来单独控制与这些吸收管道相连的受控网孔对湿膜层的负压吸收力度,从而对覆盖在受控网孔上的湿膜层进行完全去除或部分去除。控制器通过分别控制多个相邻网孔对湿膜层的负压吸收力度,使这些相邻网孔的负压吸收力度之间形成渐变的趋势,从而使覆盖在这些相邻网孔上的湿膜层形成深度连续渐变的沟槽图案。另外,控制器通过分别控制多个区域的网孔对湿膜层的负压吸收力度,还可以在湿膜层的多个区域上形成深浅各异的图案。

[0012] 涂覆模块将石墨烯复合材料涂覆在柔性基膜表面的催化剂膜层之上,形成涂覆层;在涂覆模块下游设置有生长辊;柔性基膜绕经生长辊时,涂覆层在涂覆层之下的催化剂的作用下催化生长成石墨烯复合湿膜层。

[0013] 在图案生成辊和定型模块之间设置有膜厚监测装置,膜厚监测装置对湿膜层进行在线膜厚监测;涂覆模块根据接收到的膜厚监测信号对石墨烯复合材料的供给量进行动态反馈控制,从而在线调节石墨烯复合薄膜的膜厚。

[0014] 涂覆模块包括布置在柔性基膜幅宽方向上的多个涂覆单元;膜厚监测装置在柔性基膜幅宽方向上对湿膜层进行多点在线膜厚监测;涂覆单元会根据与该涂覆单元对应区域上的膜厚监测信号进行动态反馈控制,在线调节该区域上的石墨烯复合薄膜膜厚。

[0015] 定型模块位于图案生成辊的下游;定型模块采用光照加热或烘干箱加热,对湿膜层进行干燥定型,使湿膜层形成石墨烯复合薄膜。定型模块的加热温度区间为 $100^{\circ}\text{C}\sim 150^{\circ}\text{C}$ 。在定型模块的下游设置有冷却辊,冷却辊对经过加热定型后的石墨烯复合薄膜进行降温冷却。

[0016] 在蒸发主辊的下游布置有控温辊;控温辊的控温区间为 $40\sim 100^{\circ}\text{C}$;控温辊将绕

经控温辊的柔性基膜的温度调节至催化反应温度范围内。

[0017] 定型模块下游设置有层压辊,层压辊为2个,相对布置;腔室内设置有保护膜卷辊。层压辊用于将来自保护膜卷辊的保护膜压制覆盖在定型后的石墨烯复合薄膜表面,对柔性基膜上的石墨烯复合薄膜表面进行保护,防止石墨烯复合薄膜在收卷和运输过程中受到损伤;保护膜优选热剥离胶带。在层压辊的上游和下游均设置有去静电装置。优选地,层压辊上设置有用于测量层压辊之间对压压力的压力传感器和压力控制器,通过压力传感器反馈,能够实时监控和调节层压辊之间的对压压力,保证保护膜压制在石墨烯复合薄膜表面的同时不会损伤薄膜。

[0018] 本发明的用于石墨烯复合薄膜制备的卷绕式设备的工作过程主要包括:

[0019] (1)启动蒸发模块进行真空蒸发镀膜,在绕经蒸发主辊的柔性基膜表面沉积催化剂膜层;启动蒸发模块下游的涂覆模块,涂覆模块将石墨烯复合材料涂覆在柔性基膜表面的催化剂膜层之上,形成涂覆层;在涂覆模块下游设置有生长辊;柔性基膜绕经生长辊时,涂覆层在涂覆层之下的催化剂的作用下催化生长成石墨烯复合湿膜层;

[0020] (2)设置在生长辊下游的图案生成辊通过负压吸收过程对绕经辊体的柔性基膜上尚未成型的湿膜层进行部分去除,使湿膜层产生设定的图案;

[0021] (3)通过设置在图案生成辊下游的定型模块对湿膜层进行加热干燥定型,使湿膜层形成石墨烯复合薄膜;定型模块采用光照加热或烘干箱加热;形成的石墨烯复合薄膜具有特定的图案。

[0022] 在启动蒸发模块之前,要通过真空系统对腔室进行抽真空,当腔室内的真空度达到设定值时,通过充气系统向非蒸发工作区充入工作气体,并控制非蒸发工作区的气体压力在0.01MPa~0.1MPa范围内。

[0023] 在图案生成辊的下游还设置有膜厚监测装置,膜厚监测装置对湿膜层进行在线膜厚监测;涂覆模块根据接收到的膜厚监测信号对石墨烯复合材料的供给量进行动态反馈控制,从而在线调节石墨烯复合薄膜的膜厚。膜厚监测装置在柔性基膜幅宽方向上对湿膜层进行多点在线膜厚监测;涂覆单元会根据与该涂覆单元对应区域上的膜厚监测信号进行动态反馈控制,在线调节该区域上的石墨烯复合薄膜膜厚。

[0024] 本发明的有益效果:

[0025] 本发明的卷绕式设备通过对密闭腔室抽真空再充入工作气体内为石墨烯复合薄膜的制备提供清洁环境。通过真空蒸发镀膜先在柔性基底上沉积石墨烯复合材料生长所需的催化剂层,使涂覆其上的石墨烯复合材料生长成湿膜层,再通过图案生成辊的负压吸收过程使湿膜层产生设定的图案,并通过定型模块对湿膜层进行加热干燥定型,最终获得具有特定图案的石墨烯复合柔性薄膜。该设备可以实现以石墨烯-硅橡胶复合薄膜为代表的石墨烯复合柔性薄膜的大规模批量生产。该柔性薄膜优异的耐热性、高强度、优秀的电磁屏蔽特性,以及其具有的特定的图案,使该产品可以满足某些特殊场合的应用。

附图说明

[0026] 图1为本发明的卷绕式设备的一种实施方式的结构示意图;

[0027] 图2为本发明中的图案生成辊的一种实施方式的结构示意图;

[0028] 图3为本发明中的图案生成辊的另一种实施方式的结构示意图。

具体实施方式

[0029] 下面结合附图进一步说明本发明的实施方式。应当理解的是,此处描述的具体实施方式仅用于举例说明和解释本发明,并不是用于限制本发明。

[0030] 图1为本发明的卷绕式设备的一种实施方式的结构示意图,如图所示,本发明提供一种用于石墨烯复合薄膜制备的卷绕式设备,主要包括腔室1、蒸发模块2、涂覆模块3、定型模块4和卷绕系统;卷绕系统包括放卷辊5、收卷辊6、蒸发主辊7和图案生成辊8;在腔室1内通过隔板9分隔为蒸发工作区10和非蒸发工作区11,蒸发模块2设置在蒸发工作区10内;图案生成辊8布置在涂覆模块3和定型模块4之间;图案生成辊8通过负压吸收对绕经图案生成辊8的柔性基膜上尚未成型的湿膜层进行部分去除,从而在柔性基膜上形成具有特定图案的石墨烯复合薄膜。

[0031] 腔室1上设置有真空系统12和充气系统13;真空系统12用于在腔室1内创造清洁的真空环境,充气系统用于充入工作气体。在石墨烯复合薄膜制备前,先通过真空系统12将腔室1内的气体抽除,使腔室内的真空度达到10Pa以上(即压力达到10Pa以下),然后通过充气系统13向腔室内的非蒸发工作区11通入制备石墨烯复合薄膜所需的工作气体,控制腔室内的非蒸发工作区11的气体压力在0.01MPa~0.1MPa范围内。蒸发主辊7跨跃蒸发工作区和非蒸发工作区布置,隔板9与蒸发主辊7辊面的间隙在1-5mm范围内。腔室1上还设置用于测量环境参数的压力表、湿度表及温度表。

[0032] 蒸发主辊7位于放卷辊5的下游和涂覆模块3的上游;蒸发模块2位于蒸发主辊7的下方,用于通过真空蒸发镀膜在柔性基膜表面沉积催化剂膜层。

[0033] 涂覆模块3将石墨烯复合材料涂覆在柔性基膜表面的催化剂膜层之上,形成涂覆层;在涂覆模块3下游设置有生长辊22;柔性基膜绕经生长辊22时,涂覆层在涂覆层之下的催化剂的作用下催化生长成石墨烯复合湿膜层。

[0034] 在图案生成辊8和定型模块4之间设置有膜厚监测装置23,膜厚监测装置23对湿膜层进行在线膜厚监测;涂覆模块3根据接收到的膜厚监测信号对石墨烯复合材料的供给量进行动态反馈控制,从而在线调节石墨烯复合薄膜的膜厚。

[0035] 涂覆模块3包括布置在柔性基膜幅宽方向上的多个涂覆单元;膜厚监测装置23在柔性基膜幅宽方向上对湿膜层进行多点在线膜厚监测;涂覆单元会根据与该涂覆单元对应区域上的膜厚监测信号进行动态反馈控制,在线调节该区域上的石墨烯复合薄膜膜厚。

[0036] 定型模块4位于图案生成辊8的下游;定型模块4采用光照加热或烘干箱加热,对湿膜层进行干燥定型,使湿膜层形成石墨烯复合薄膜。定型模块4的加热温度区间为100℃~150℃。在定型模块4的下游设置有冷却辊24,冷却辊24对经过加热定型后的石墨烯复合薄膜进行降温冷却。

[0037] 在蒸发主辊7的下游布置有控温辊25;控温辊25的控温区间为40 ~ 100℃;控温辊25将绕经控温辊的柔性基膜的温度调节至催化反应温度范围内。

[0038] 定型模块4的下游设置有层压辊26,层压辊为2个,相对布置;腔室1内设置有保护膜卷辊27。层压辊用于将来自保护膜卷辊的保护膜压制覆盖在定型后的石墨烯复合薄膜表面,对柔性基膜上的石墨烯复合薄膜表面进行保护,防止石墨烯复合薄膜在收卷和运输过程中受到损伤;保护膜优选热剥离胶带。在层压辊的上游和下游均设置有去静电装置。优选地,层压辊上设置用于测量层压辊之间对压压力的压力传感器和压力控制器,通过压力

传感器反馈,能够实时监控和调节层压辊之间的对压压力,保证保护膜压制在石墨烯复合薄膜表面的同时不会损伤薄膜。

[0039] 图案生成辊8设置在涂覆模块3的下游。图2为本发明中的图案生成辊的一种实施方式的结构示意图,如图所示,图案生成辊8为双层机构,包括内辊14和外辊15;外辊15的辊面为网状结构,上面布置有网孔阵列;内辊14的辊壁上布置有吸收孔阵列,吸收孔阵列中的吸收孔16与网孔阵列中的网孔17之间通过吸收管道18相连;内辊14内部为空腔结构,内辊14的端部与低真空泵19相连,低真空泵19将内辊14的内部抽成相对于腔室内气压的负压。

[0040] 内辊14的辊壁内侧设置有遮掩筒插槽;遮掩筒插槽内可插入遮掩筒20,遮掩筒20的展开形状与要在柔性基膜上形成的石墨烯复合薄膜具有的特定图案相对应;遮掩筒20从内辊辊壁内侧对辊壁上的吸收孔阵列中某些吸收孔进行遮挡密封;图案生成辊8工作时,内辊持续稳定的负压会从那些未被遮挡的吸收孔经由与之相连的吸收管道和网孔对覆盖在这些网孔上的湿膜层产生负压吸收,从而对绕经图案生成辊的柔性基膜上的这部分湿膜层进行去除。

[0041] 通过控制低真空泵19的排气速度,可以调节图案生成辊对湿膜层的负压吸收力度,对覆盖在网孔上的这部分湿膜层进行完全去除或部分去除。

[0042] 图3为本发明中的图案生成辊的另一种实施方式的结构示意图。如图所示,在这种实施方案中,图案生成辊8还包括控制器;在吸收管道18上设置有电控阀门21;控制器接收到图案生成指令后,根据预设的图案生成程序开启某些吸收管道上的电控阀门,内辊的负压会从这些吸收管道经由与之相连的吸收孔和网孔对覆盖在这些网孔上的湿膜层产生负压吸收,从而对绕经辊体的柔性基膜上的这部分湿膜层进行去除。控制器可单独对某些吸收管道上的电控阀门开度进行调节,来单独控制与这些吸收管道相连的受控网孔对湿膜层的负压吸收力度,从而对覆盖在受控网孔上的湿膜层进行完全去除或部分去除。控制器通过分别控制多个相邻网孔对湿膜层的负压吸收力度,使这些相邻网孔的负压吸收力度之间形成渐变的趋势,从而使覆盖在这些相邻网孔上的湿膜层形成深度连续渐变的沟槽图案。另外,控制器通过分别控制多个区域的网孔对湿膜层的负压吸收力度,还可以在湿膜层的多个区域上形成深浅各异的图案。

[0043] 本发明的用于石墨烯复合薄膜制备的卷绕式设备的工作过程主要包括:

[0044] (1) 启动蒸发模块进行真空蒸发镀膜,在绕经蒸发主辊的柔性基膜表面沉积催化剂膜层;启动蒸发模块下游的涂覆模块,涂覆模块将石墨烯复合材料涂覆在柔性基膜表面的催化剂膜层之上,形成涂覆层;在涂覆模块下游设置有生长辊;柔性基膜绕经生长辊时,涂覆层在涂覆层之下的催化剂的作用下催化生长成石墨烯复合湿膜层;

[0045] (2) 设置在生长辊下游的图案生成辊通过负压吸收过程对绕经辊体的柔性基膜上尚未成型的湿膜层进行部分去除,使湿膜层产生设定的图案;

[0046] (3) 通过设置在图案生成辊下游的定型模块对湿膜层进行加热干燥定型,使湿膜层形成石墨烯复合薄膜;定型模块采用光照加热或烘干箱加热;形成的石墨烯复合薄膜具有特定的图案。

[0047] 在启动蒸发模块之前,要通过真空系统对腔室进行抽真空,当腔室内的真空度达到设定值时,通过充气系统向非蒸发工作区充入工作气体,并控制非蒸发工作区的气体压力在0.01MPa~0.1MPa范围内。

[0048] 在图案生成辊的下游还设置有膜厚监测装置,膜厚监测装置对湿膜层进行在线膜厚监测;涂覆模块根据接收到的膜厚监测信号对石墨烯复合材料的供给量进行动态反馈控制,从而在线调节石墨烯复合薄膜的膜厚。膜厚监测装置在柔性基膜幅宽方向上对湿膜层进行多点在线膜厚监测;涂覆单元会根据与该涂覆单元对应区域上的膜厚监测信号进行动态反馈控制,在线调节该区域上的石墨烯复合薄膜膜厚。

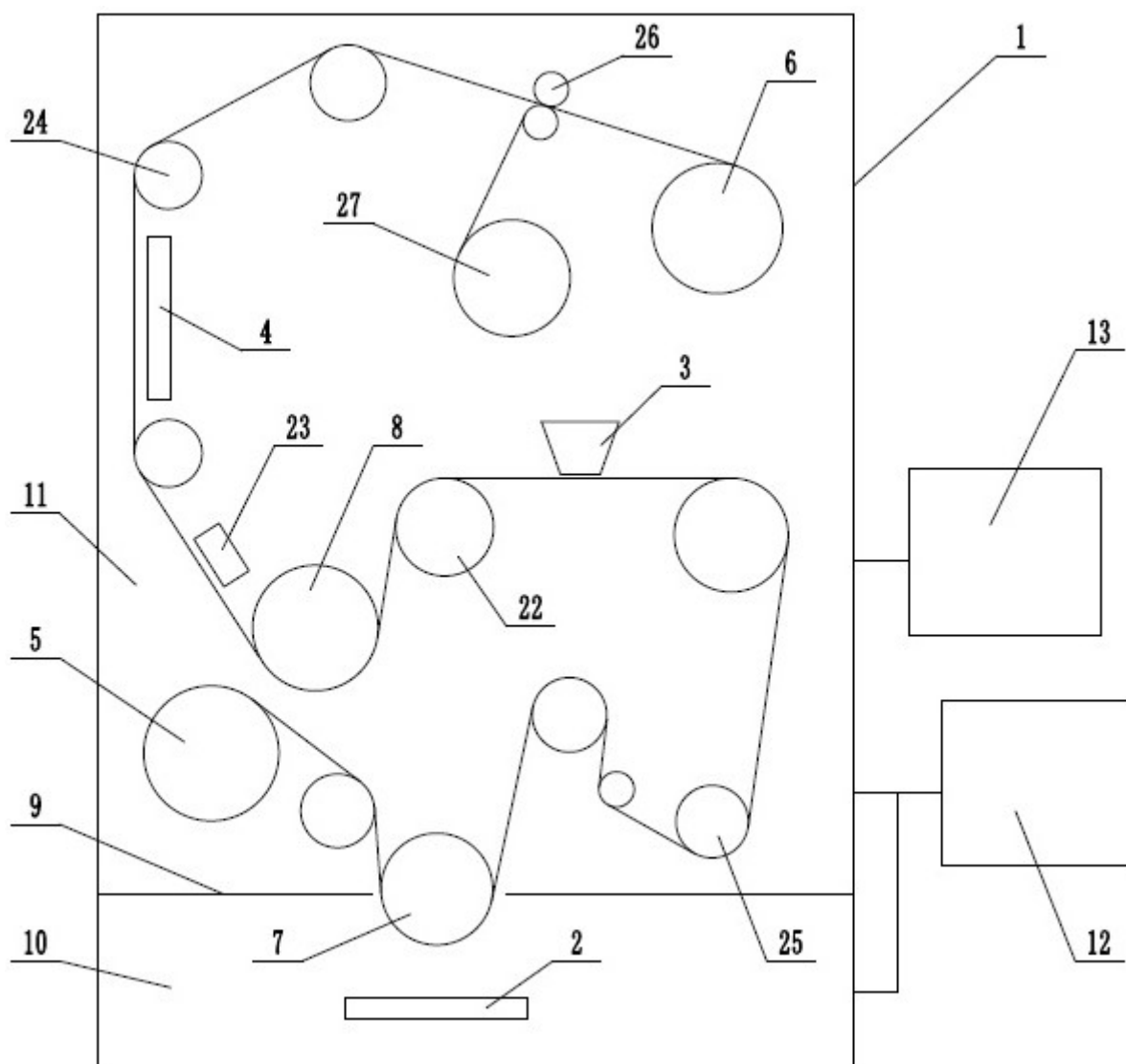


图1

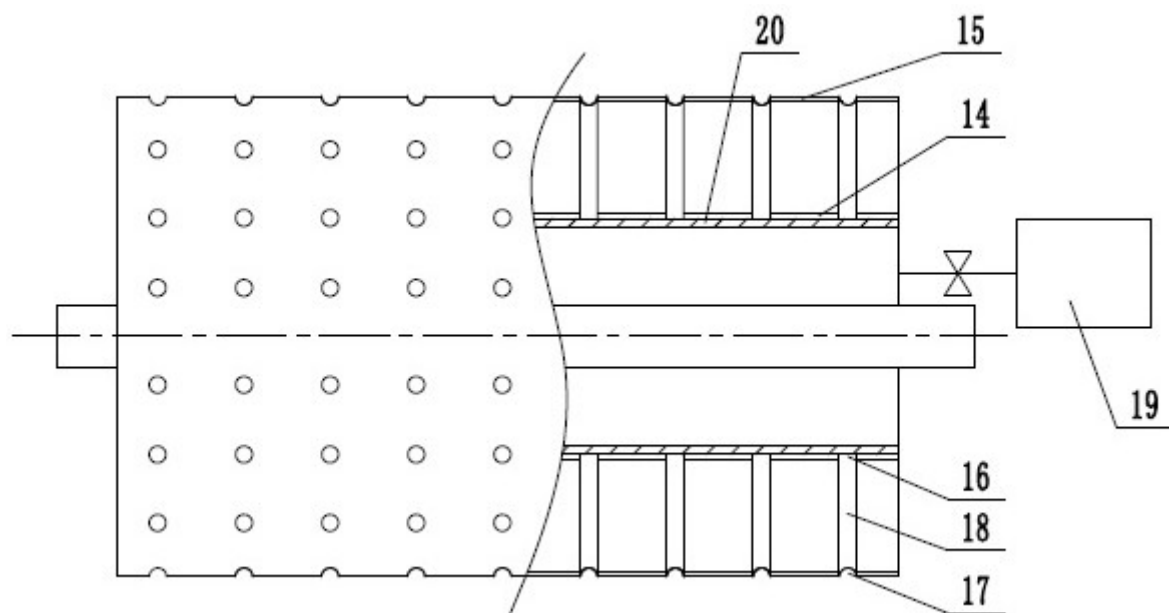


图2

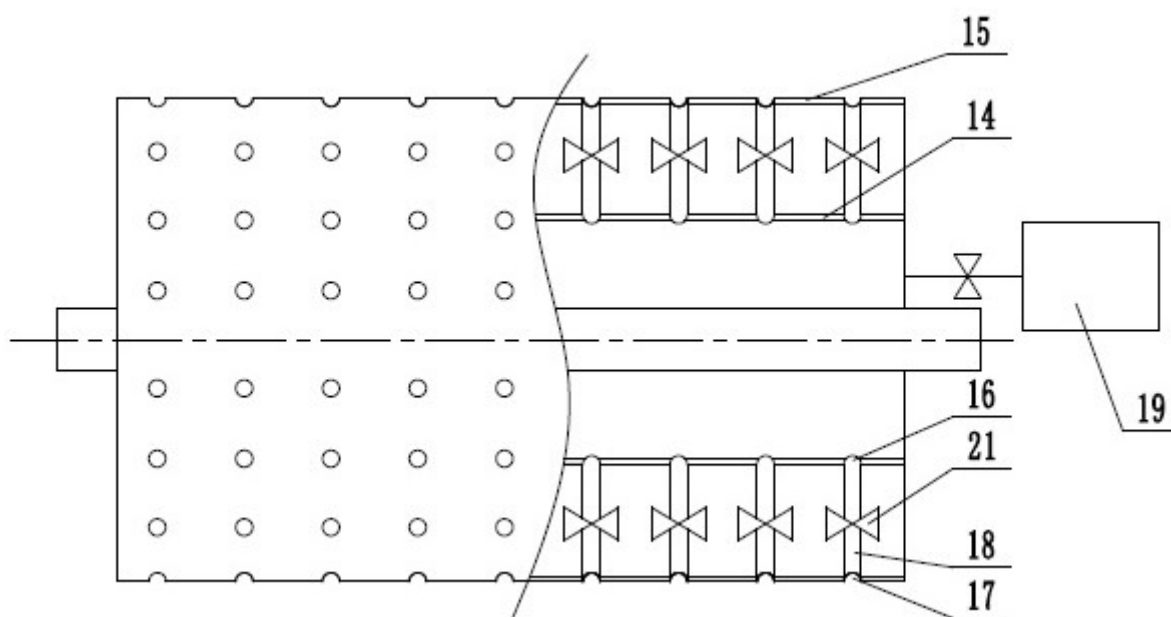


图3