



(12) 发明专利

(10) 授权公告号 CN 108290182 B

(45) 授权公告日 2021. 11. 02

(21) 申请号 201680059289.1

(22) 申请日 2016.10.06

(65) 同一申请的已公布的文献号  
申请公布号 CN 108290182 A

(43) 申请公布日 2018.07.17

(30) 优先权数据  
62/240,041 2015.10.12 US

(85) PCT国际申请进入国家阶段日  
2018.04.10

(86) PCT国际申请的申请数据  
PCT/US2016/055639 2016.10.06

(87) PCT国际申请的公布数据  
W02017/066066 EN 2017.04.20

(73) 专利权人 3M创新有限公司  
地址 美国明尼苏达州

(72) 发明人 埃利森·G·卡瓦卡米

威廉·B·科尔布

亨里克·B·万伦格里希

(74) 专利代理机构 中原信达知识产权代理有限  
责任公司 11219

代理人 梁晓广 车文

(51) Int.Cl.  
B05D 7/00 (2006.01)  
B05D 1/02 (2006.01)  
B05D 1/36 (2006.01)

(56) 对比文件  
CN 104704145 A, 2015.06.10  
CN 104704145 A, 2015.06.10  
US 2002089079 A1, 2002.07.11  
US 2004157047 A1, 2004.08.12  
CN 104271356 A, 2015.01.07  
JP H0762445 A, 1995.03.07

审查员 刘琥

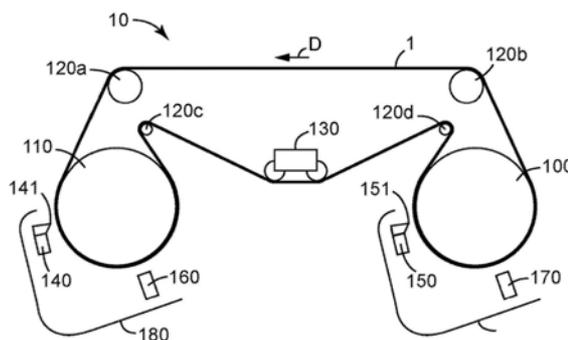
权利要求书2页 说明书16页 附图3页

(54) 发明名称

逐层涂覆装置和方法

(57) 摘要

本发明提供了用于在基底上提供材料的逐层涂层的装置和方法等。



1. 一种装置,所述装置包括:

用于移动带的第一辊;

用于移动带的第二辊;

带,所述带围绕所述第一辊和所述第二辊张紧;

第一沉积站,所述第一沉积站被定位成面向所述带,并且包括第一自限性单层成形材料沉积元件,用于在所述带上沉积包括第一自限性单层成形材料的第一液体,以使所述第一自限性单层成形材料的单层附着至所述带,

第一定向气幕生成元件,所述第一定向气幕生成元件被定位在所述第一沉积站的下游,以提供在所述带上喷吹的气幕,所述第一定向气幕生成元件被构造和布置用于提供同时计量并干燥所述带上的所述第一液体的气幕,同时在所述带上留下所述第一自限性单层成形材料的至少一个单层;和

第一再循环元件,所述第一再循环元件用于收集所述第一液体的至少一部分,并将所收集的第一液体的至少一部分返回至所述第一沉积站;

其中所述装置不包括用于从所述带移除过量的第一液体的漂洗元件。

2. 根据权利要求1所述的装置,还包括:

第二沉积站,所述第二沉积站位于所述第一定向气幕生成元件的下游,并且包括第二自限性单层成形材料沉积元件,用于沉积包括第二自限性单层成形材料的第二液体,以使所述第二自限性单层成形材料的单层附着至所述带;以及

第二定向气幕生成元件,所述第二定向气幕生成元件被定位在所述第二沉积站的下游,以提供在所述带上喷吹的气幕。

3. 根据权利要求2所述的装置,还包括:

第二再循环元件,所述第二再循环元件用于收集所述第二液体的至少一部分,并将所收集的第二液体的至少一部分返回至所述第二沉积站。

4. 根据权利要求2所述的装置,其中所述第一自限性单层成形材料沉积元件和所述第二自限性单层成形材料沉积元件中的至少一个为喷涂器。

5. 根据权利要求1所述的装置,其中所述装置能够在所述带以至少0.25m/s的速度移动时使阳离子材料或阴离子材料的单层附着至所述带。

6. 一种在基底上制备涂层的方法,所述方法包括

(a) 围绕第一辊和第二辊张紧呈带的形式的基底,使得所述带的至少一部分面向第一沉积站,

所述第一沉积站包括:

第一自限性单层成形材料沉积元件,用于在所述带上沉积包括第一自限性单层成形材料的第一液体,以使第一自限性单层成形材料的单层附着至所述带,

(b) 在接合所述第一自限性单层成形材料沉积元件的同时围绕所述第一辊和所述第二辊移动所述带,以将包含第一自限性单层成形材料的第一液体施加在所述带上;

(c) 接合被定位在所述第一沉积站的下游的第一定向气幕生成元件以提供气幕,所述气幕同时计量并干燥所述带上的所述第一液体,同时在所述带上留下第一自限性单层成形材料的至少一个单层;

其中所述方法不包括用于从所述带移除过量的第一液体的漂洗步骤。

7. 根据权利要求6所述的方法,其中所述将包含第一自限性单层成形材料的第一液体施加在所述带上的步骤包括将所述第一液体喷涂在所述带上。

8. 根据权利要求6所述的方法,其中所述带的至少一部分面向位于所述第一沉积站的下流的第二沉积站,

所述第二沉积站包括:

用于使第二自限性单层成形材料的至少一个单层附着至所述带的第二自限性单层成形材料沉积元件;并且其中

所述方法还包括以下步骤:

(d) 接合所述第二自限性单层成形材料沉积元件,以将包含第二自限性单层成形材料的第二液体施加在所述带上;以及

(e) 接合被定位在所述第二沉积站的下流的第二定向气幕生成元件以提供气幕,所述气幕同时计量并干燥所述带上的所述第二液体,同时在所述带上留下第二自限性单层成形材料的至少一个单层。

9. 根据权利要求6所述的方法,其中所述带不停止移动,直到满足下列条件中的至少一个:沉积预定数量的单层,经过预定量的时间,实现预定厚度,或者实现预定光学特性、化学特性或物理特性。

10. 根据权利要求8所述的方法,其中所述第一自限性单层成形材料和所述第二自限性单层成形材料通过喷涂器施加到所述带。

11. 根据权利要求6所述的方法,其中所述方法为卷绕法。

## 逐层涂覆装置和方法

### 技术领域

[0001] 本公开涉及一种用于逐层涂覆的装置以及逐层涂覆的方法。

### 背景技术

[0002] 逐层(有时称为LBL)涂覆在本领域是已知的,并且传统上通过浸渍涂覆技术进行,浸渍涂覆技术中将基底浸入聚阳离子溶液中以沉积单层聚阳离子。将基底从聚阳离子溶液中移出,漂洗以移除过量的聚阳离子,浸入聚阴离子溶液中以沉积单层聚阴离子,从聚阴离子溶液中移出,最后再次漂洗以除去过量的聚阴离子。上述过程的结果为沉积在基底的表面上的双层。可重复该过程以获得所需数目的双层。

[0003] 多种物质已用于LBL双层中的各种单层。通常,选择两个单层,使得每个单层仅粘结或粘附于另一单层(并且在第一沉积单层的情况下粘结或粘附于基底),但是不会粘结或粘附于自身。

### 发明内容

[0004] 装置可以包括用于移动带的第一辊和用于移动带的第二辊。该装置可以包括具有围绕第一辊和第二辊张紧的第一主表面和第二主表面的带。第一沉积站可以被定位成面向带,该第一沉积站包括用于使第一自限性单层成形材料的单层附着至带的第一自限性单层成形材料沉积元件。第一定向气幕生成元件可以被定位在第一沉积站的下游。

[0005] 可任选地使用不同于第一沉积站的第二沉积站,在这种情况下,第二沉积站能够被定位成面向带的外表面,该第二沉积站包括用于使第二自限性单层成形材料的单层附着至带的第二自限性单层成形材料沉积元件。第二沉积站可位于第一沉积站的下游,并且位于第一定向气幕生成元件的下游。第二定向气幕生成元件可被定位在第二沉积站的下游以面向带的外表面,以提供在带的外表面上喷吹的气幕。

### 附图说明

[0006] 图1是如本文所述的装置的示意图;

[0007] 图2是如本文所述的另一装置的示意图;

[0008] 图3是如本文所述的又一装置的示意图;并且

[0009] 图4是如本文所述的又一装置的示意图。

### 具体实施方式

[0010] 在整个本公开中,为方便起见,常常使用单数形式诸如“一种”、“一个”和“所述”;然而,应当理解,除非上下文明确规定或清楚指示仅为单数,否则单数形式意指包括复数。

[0011] 装置可以包括用于移动带的第一辊和第二辊。第一辊与第二辊可以由任何合适的材料制成。合适的材料包括金属、陶瓷、塑料以及橡胶,包括覆盖在橡胶中的另一种材料。该辊可以是任何合适的尺寸。辊的宽度将取决于待使用的带的宽度。在大多数情况下,辊的宽

度与带的宽度相同或略宽于带。辊的直径将取决于诸如设备可用空间等因素。若对直径无特殊要求,一些合适的辊的直径可以为例如5cm至50cm;发明人所使用的一些示例性辊的直径为25.4cm。

[0012] 可以采用一个或多个附加的辊以沿着特定路线引导带。其它元件诸如一个或多个转向单元也可用于此目的。

[0013] 带可以为基底,该基底上沉积不同的层。带可以是任何能够用作LBL沉积的基底的物质。示例性基底包括聚合物、织物、纸材或转移型粘合剂膜,诸如含有微球的转移型粘合剂膜。可使用的聚合物包括聚酯,诸如聚对苯二甲酸乙二醇酯,特别是可以商品名MELINEX得自美国特拉华州威明顿的杜邦公司(E.I.DuPont de Neumours and Co.,Wilmington, DE, USA)的聚对苯二甲酸乙二醇酯,聚碳酸酯、聚氯乙烯、聚偏二氯乙烯、磺化聚酯、丙烯酸类诸如丙烯酸、丙烯酸酯、甲基丙烯酸、甲基丙烯酸酯等的聚合物或共聚物以及聚氨酯。织物可以包括医用织物、纺织物等。纸材可包括任何种类的纤维素或基于纤维素的膜。可以使用转移型粘合剂膜。合适的转移型粘合剂膜在本领域中是已知的,并且可以例如根据US 7645355中所述的方法制备。

[0014] 带通常具有第一主表面和第二主表面。该主表面是具有更大的宽度和表面积的两个表面。第一主表面通常位于第二主表面的相反侧。带还可具有表示带的高度的两个其它表面;这些表面可被称为第一次表面和第二次表面。

[0015] 该带可以是环形带。在这种情况下,该带是没有开始位置和结束位置的环。另选地,该带可以具有明显的开始位置和明显的结束位置。

[0016] 带可以被定位成使得对于带的路径的至少一部分,通常包括该路径的在带与一个或多个沉积站相反处的那部分,带的第一主表面和第二主表面基本上垂直于重力,即第一主表面和第二主表面基本上平行于地面。这种定位可用于沉积层以在带的第一主表面或第二主表面的整个宽度上具有一致或接近一致的厚度。因此,基本上垂直于重力或基本上平行于地面允许出现一些倾斜,通常在任何方向的倾斜不超过5°。

[0017] 带的第一主表面或第二主表面可适用于粘结、吸附第一自限性单层成形材料或使用其进行涂覆。如果表面不适于上述目的,可通过任何合适的方法使所述表面适于上述目的。通常,这种表面改性是通过等离子体或电晕处理,使得表面亲水性增强。已知许多等离子体处理方法,可使用任何合适的方法。一种合适的等离子体处理方法在US 7707963中有所描述。一种合适的经处理的膜可以商品名SKYROL从美国乔治亚州卡温顿的SKC公司(SK C, Inc.,Covington,GA,USA)商购获得。

[0018] 包括第一自限性单层成形材料的第一沉积站通常被定位成面向带的第一主表面。因此,第一沉积站被设计成使第一自限性单层成形材料中的至少一个单层附着至带。为了面向带的第一主表面,不必将第一沉积站的整体定位在带的第一主表面处或附近,只要第一沉积站被定位成使得将第一自限性单层成形材料施加并附着至带的第一主表面即可。因此,当第一沉积站包括用于使第一自限性单层成形材料附着至带的喷涂器时,所述喷涂器可被定位以喷涂到带的第一主表面上,而第一沉积站的其它部件可以包括,例如,用于储存或运输第一自限性单层成形材料的一个或多个软管、阀门和容器,所述部件可以被定位在一个或多个其它位置。

[0019] 第一沉积站可通过包括容器或涂覆器来包括用于沉积第一自限性单层成形材料

的第一自限性单层成形材料沉积元件,该容器或涂覆器包括用于沉积第一自限性单层成形材料的第一自限性单层成形材料沉积元件。适用于沉积第一自限性单层成形材料的任何元件均可使用,取决于第一自限性单层成形材料的性质,存在或不存在溶剂,溶剂的性质(如果使用溶剂),沉积率等。合适的第一自限性单层成形材料沉积元件包括棒式涂布机、刮刀涂布机、气刀涂布机、桨片涂布机、辊涂机、槽式涂布机、滑动式涂布机、幕帘式涂布机、凹版式涂布机以及喷涂器。最常见地,使用一种或多种喷涂器。

[0020] 第一自限性单层成形材料通常是第一液体的组分。在这种情况下,第一液体通常包含一种或多种液体组分以及第一自限性单层成形材料。第一自限性单层成形材料可溶解或分散于一种或多种液体组分。一种或多种液体组分可为任意合适的用于溶解或分散第一自限性单层成形材料的液体。鉴于此,一种或多种液体组分的种类将取决于第一自限性单层成形材料的性质。合适的液体组分可包括以下中的一种或多种:水,诸如缓冲水,以及有机溶液,诸如苯、甲苯、二甲苯,醚,诸如乙醚、丙烯酸乙酯、丙烯酸丁酯、丙酮、甲乙酮、二甲基亚砷、二氯甲烷、氯仿、松节油、己烷等。

[0021] 在使用时,包含第二自限性单层成形材料的第二沉积站通常被定位成面向带的主表面。通常,第二沉积站将面向带的第一主表面以在第一自限性单层成形材料上方将第二自限性单层成形材料的至少一个单层沉积在带上。为做到这一点,不必将第二沉积站的整体定位在带的第一主表面处或附近,只要第二沉积站被定位成使得第二自限性单层施加并附着至带的第一主表面即可。因此,当第二沉积站包括用于使第二自限性单层成形材料附着至带的喷涂器时,所述喷涂器可被定位以喷涂到带的第一主表面上,而第二沉积站的其它部件可以包括,例如,用于储存和运输第二自限性单层成形材料的一个或多个软管、阀门和容器,所述部件可以被定位在另一个位置。虽然较为少见,第二沉积站也可能面向带的第二主表面,使得所述第二沉积站使第二自限性单层成形材料附着至第二主表面而非第一主表面。在这种情况下,第二沉积站将在带的与第一自限性单层成形材料相反的一侧上沉积第二自限性单层成形材料。

[0022] 第二沉积站可例如通过包括容器或涂覆器来包括用于沉积第二自限性单层成形材料的第二自限性单层成形材料沉积元件,该容器或涂覆器包括用于沉积第二自限性单层成形材料的第二自限性单层成形材料沉积元件。适用于沉积第二自限性单层成形材料的任何元件均可使用,取决于第二自限性单层成形材料的性质,存在或不存在溶剂,溶剂的性质(如果使用),沉积率等。合适的第二自限性单层成形材料沉积元件包括棒式涂布机、刮刀涂布机、气刀涂布机、桨片涂布机、辊涂机、槽式涂布机、滑动式涂布机、幕帘式涂布机、凹版式涂布机以及喷涂器。最常见地,使用一种或多种喷涂器。

[0023] 第二自限性单层成形材料通常存在于第二沉积站内。第二自限性单层成形材料可以是第二液体的组分。第二液体可以包含第二自限性单层成形材料以及上文关于第一液体所讨论的一种或多种液体组分。

[0024] 除第一沉积站和第二沉积站之外,还可以使用第三沉积站、第四沉积站和甚至更多的沉积站。上述第三沉积站、第四沉积站或更多的沉积站可具有与所述第一沉积站和第二沉积站相同的特征和配置,并且可以包含第三自限性单层形成材料、第四自限性单层形成材料或更多自限性单层形成材料以及第三液体、第四液体或更多液体。在一些配置中,装置可具有不少于2个、5个、10个、20个、30个、40个、50个、60个、70个、80个、90个、100个、150

个或200个沉积站。

[0025] 所述自限性单层成形材料,诸如第一自限性单层成形材料和第二自限性单层成形材料可为连续施加时适用于在带上形成双层的任何材料。通常,第一自限性单层成形材料和第二自限性单层成形材料是互补的,并且被选择成使得第一自限性单层成形材料不与自身粘结,但相反粘结于第二自限性单层成形材料,并且在一些情况下,粘结于带。适用于第一自限性单层成形材料和第二自限性单层成形材料的互补材料对于技术人员是已知的,而且已被公开于例如“Polymer Science:A Comprehensive Reference (聚合物科学:综合参考)”第7册第7.09节 (Seyrek和Decher) 中。示例性材料包括通过静电相互作用进行交互的那些、通过氢键进行交互的那些、通过碱基对相互作用进行交互的那些、通过电荷转移相互作用进行交互的那些、通过立体复合作用进行交互的那些以及通过主-客相互作用进行交互的那些。

[0026] 可通过静电相互作用进行交互以形成LbL层的示例性材料包括阳离子材料和阴离子材料,例如聚阳离子和聚阴离子、阳离子颗粒(可以是纳米粒子)和阴离子颗粒(可以是纳米粒子)、聚阳离子和阴离子颗粒(可以是纳米粒子)、阳离子颗粒(可以是纳米粒子)和聚阴离子等。示例性聚阳离子包括聚(烯丙胺盐酸盐)、聚二烯丙基二甲基氯化铵和聚乙烯亚胺。示例性聚阴离子包括聚(4-苯乙烯磺酸钠)、聚(丙烯酸)、聚(乙烯基磺酸酯)。天然高分子电解质诸如肝素、透明质酸、脱乙酰壳多糖、腐殖酸等也可用作聚阳离子或聚阴离子。具有带电表面的颗粒可以包括二氧化硅(根据表面如何改性可以具有正电荷表面或负电荷表面)、金属、胶乳和带电荷的蛋白质颗粒。

[0027] 可通过氢键进行交互以形成LbL层的示例性材料包括聚苯胺、聚乙烯吡咯烷酮、聚丙烯酰胺、聚(乙烯醇)和聚(环氧乙烷)。而且,诸如金纳米粒子和CdSe量子点的颗粒可以用氢键合表面基团进行改性以用于LbL沉积。通常,选择具有与氧或氮原子结合的氢原子的一种氢键供体材料和具有带有自由电子对的氧、氟或氮原子的一种氢键受体材料作为互补材料。

[0028] 碱基对相互作用可基于例如呈天然或合成DNA或RNA的相同类型的碱基对形成LbL层。

[0029] 电荷转移相互作用可形成LbL双层,其中一层具有供电子基团,另一层具有电子接纳基团。可使用的电子受体的示例包括聚(马来酸酐)、聚(己烷基紫精)、碳纳米管和二硝基苯基倍半硅氧烷(dinitrobenzyl silsequioxane)。可使用的电子供体的示例包括含咪唑基的聚合物、诸如聚(咪唑苯乙烯)、有机胺、 $\pi$ -共轭聚(二硫富瓦烯)和聚乙烯亚胺。

[0030] 立体复合作用可用于在材料间通过良好限定且互补的立体化学,诸如全同立构和间同立构聚(甲基丙烯酸甲酯)以及对映体L-聚乳酸和D-聚乳酸,形成LbL层。

[0031] 当合适的主体材料层设置在合适的客体层上时,主客交互可用于形成LbL层,反之亦然。生物素和链霉亲和素是一个主客对,可用于形成LbL双层。酶或抗体也可以与它们的基底配对以形成LbL双层。示例包括葡萄糖氧化酶和葡萄糖氧化酶抗体、马来酰亚胺和血清白蛋白。

[0032] 当使用第三沉积站、第四沉积站或更多沉积站时,然后另外的自限性单层成形材料(除第一自限性单层成形材料和第二自限性单层成形材料之外)也可使用。在这种情况下,定位不同的沉积元件,使得互补的自限性单层成形材料的替代层沉积在带上。例如,如

果使用了四个沉积站,第一沉积站可沉积阳离子聚二烯丙基二甲基氯化铵,第二沉积站可位于第一沉积站的下游并且可沉积阴离子聚(丙烯酸),并且第三沉积站可位于第二沉积站的下游并且沉积阳离子表面改性的硅石颗粒,并且第四沉积站可位于第三沉积站的下游并且位于第一沉积站的上游并且可沉积阴离子(即部分去质子化)透明质酸作为第四自限性单层成形材料。

[0033] 定向气幕生成元件,有时也被称为气刀,在本领域中是已知的并且可以商品名例如SUPER AIR KNIFE(美国俄亥俄州的EXAIR公司(EXAIR Corp., OH, USA))商购获得。此类设备产生以高速移动的狭窄强制气流。该强制气流的宽度通常等于或大于带的宽度,使得带的整个宽度接合气幕并且受制于该强制气流。

[0034] 在上述的装置中,第一定向气幕生成元件可被定位在第一沉积站的下游并且,当采用第二沉积站时,所述第一定向气幕生成元件位于第二沉积站的上游。第一定向气幕生成元件通常面向带的与第一沉积站相同的表面,并且在使用中提供在带的外表面上喷吹的气幕。气幕通常在高压下喷吹以便同时从带上计量(即物理除去或脱落)过量的第一自成形单层材料并干燥(即促进或实现蒸发)任何第一液体,所述第一液体包含第一自限性单层成形材料。定向气幕生成元件通常被定位成便于垂直或接近垂直于带。

[0035] 本文所述的装置或方法中的任一者中的定向气幕生成元件可被定位成相对于带以期望的角度引导气幕。该角度通常不小于 $80^{\circ}$ ,或更具体地不小于 $85^{\circ}$ 。该角度最常见为 $90^{\circ}$ 。当角度小于 $90^{\circ}$ 时,定向气幕生成元件常常定位成使得空气吹向上游,即朝向前述沉积元件。

[0036] 本文所述的装置或方法中的任一者中的第一定向气幕生成元件可被定位成距离带适当的距离。定向气幕生成元件上的气体出口与带之间的距离有时称为间隙。如果该间隙过大,那么纤维网或许不能被充分干燥。该间隙通常不超过0.8mm,诸如不超过0.75mm,不超过0.7mm,不超过0.65mm,不超过0.6mm,不超过0.55mm或不超过0.5mm。

[0037] 通过第一定向气幕生成元件的气体流量是另一个可影响带的干燥度的参数,所述气体通常为空气。气体流量通常测定为单位气幕长度的流量(“单位长度流量”);该值的单位为 $m^2/s$ 。当单位长度流量过低,则气幕不能够有效计量并干燥带上的液体。通常,单位长度流量( $m^2/s$ )不小于0.02,不小于0.02,不小于0.024,不小于0.025,不小于0.026,不小于0.028或不小于0.03。

[0038] 第二定向气幕生成元件可被定位在第二沉积站的下游。如果采用第三沉积站,第二定向气幕生成元件可位于第三沉积站的下游。该第二定向气幕生成元件通常与上述第一定向气幕生成元件具有相同的特性。

[0039] 如果使用第三沉积站、第四沉积站或甚至更多的沉积站,每一个沉积站通常将具有相关联的定向气幕生成元件,所述定向气幕生成元件位于相关联的沉积站的下游并且位于后续的沉积站的上游。

[0040] 该装置还可包括第一支撑元件,所述第一支撑元件被定位成使得带的至少一部分插置在第一支撑元件与第一定向气幕生成元件之间。该第一支撑元件可用于防止第一定向气幕生成元件生成的气幕破坏装置的其它部分,例如防止吹向带的另外的部分,同时保护第一自限性单层的一部分,并且如果使用第一液体,将从带上计量的第一液体吹到该装置的另一部分或带的另一部分上。第一支撑元件可由任何合适的材料制成,但通常为塑料、金

属或陶瓷。第一支撑元件可涂覆有合适的涂层,诸如不粘涂层。

[0041] 该装置还可包括第二支撑元件,所述第二支撑元件被定位成使得带的至少一部分插置在第二支撑元件与第二定向气幕生成元件之间。第二支撑元件(如果存在)可充当与第一支撑元件相同的作用,并且可由相同的材料制成。

[0042] 当采用第三沉积站、第四沉积站或更多的沉积站时,可使用对应的第三支撑元件、第四支撑元件或更多的支撑元件。每个支撑元件可对应于特定的沉积站,使得带的一部分在沉积站与其对应支撑元件之间通过。两个或更多个支撑元件能够被集成,即所述两个或更多个支撑元件可为单个元件的不同部分。这种集成并非必需的。

[0043] 支撑元件并非必需的。而且,有可能一些沉积站可具有对应的支撑元件而其它沉积站不具有支撑元件。当沉积站被定位成使得带的一部分设置在沉积站与辊之间时,经常会出现上述情况。但是,甚至在带并未按照上述方式设置时,支撑元件可能不是必需的。

[0044] 该装置在大多情况中不包括任何漂洗元件。漂洗元件是一种将液体施加到带上以便漂洗未结合的材料元件,所述未结合的材料通常是过量的材料,诸如过度喷涂及从带上溢出的材料。此类装置在本装置中并不是必需的,因为第一定向气幕生成元件和第二定向气幕生成元件计量带上未结合的材料。因此,现有技术中发现的漂洗元件的功能被保留,虽然漂洗元件本身被省略。

[0045] 该装置还可包括第一再循环元件。该第一再循环元件可回收任何过量的第一自限性单层成形材料的至少一部分,并且如果使用第一液体,可回收第一液体,并将所述材料返回至第一沉积站以供再次使用。过量的第一自限性单层成形材料以及(如果使用)过量的第一液体包括过度施加的,诸如过喷涂的第一自限性单层成形材料以及(如果使用)过喷涂的第一液体以及第一自限性单层成形材料以及(如果使用)第一液体,第一液体由第一定向气幕生成元件从带计量。第一再循环元件可包括容器,诸如槽,所述第一再循环元件用于捕集过量液体,并且包括传送元件,诸如软管和泵,所述传送元件用于将过量液体返回至第一沉积站。该容器可放置在第一沉积站与第一定向气幕生成元件之间以有效收集过量的第一自限性单层成形材料中的至少一些以及(如果使用)过量的第一液体。在实施过程中,可收集的过量的第一自限性单层成形材料或第一液体的量可为未结合到带上的过量的第一自限性单层成形材料或第一液体的总量的至少50%、至少55%、至少60%、至少65%、至少70%、至少75%、至少80%、至少85%、至少90%、至少95%或至少99%。在实施过程中,当喷涂器用于第一沉积站中时,90%的过量或过喷涂的第一液体可被回收。

[0046] 第二再循环元件也可被采用。第二再循环元件可与上述第一再循环元件具有基本上相同的特征,并且能够回收第二自限性单层成形材料或第二液体。第二再循环元件可被定位在第二沉积站与第二定向气幕生成元件之间以最有效地回收所有的过量液体。

[0047] 当采用多于两个沉积站时,另外的再循环元件也可被使用,使得每个沉积站可具有对应的再循环元件。

[0048] 如上所述,漂洗元件通常在本文所述的装置中省略。如果存在,漂洗元件将稀释自限性单层成形材料,从而改变该自限性单层成形材料的浓度。同样地,不含一个或多个漂洗元件有利于使用再循环元件以再循环上述材料。装置含有漂洗元件和再循环元件两者是可能的,前提条件是漂洗元件不稀释待再循环的材料。例如,只要第一自限性单层成形材料被再循环,就可采用漂洗元件用于漂洗过量的第二自限性单层成形材料。

[0049] 在使用中,本文所述的装置可在带以合适的速度移动的同时使第一自限性单层成形材料的单层或第二自限性单层成形材料的单层附着至带。可使用任何速度,只要单层沉积在带上。合适的速度可以是,例如,至少0.25m/s、至少0.50m/s、至少0.75m/s、至少1m/s、至少1.25m/s或至少1.5m/s。

[0050] 装置,诸如上文所述的装置,可用于在基底上制备逐层涂层的方法中。该方法可包括围绕第一辊和第二辊张紧呈带的形式的基底。随后,被定位成面向带的外表面的第一沉积站,该第一沉积站包括第一自限性单层成形材料沉积元件,可被接合用于使第一自限性单层成形材料的单层附着至带。被定位成面向带的外表面的第二沉积站,该第二沉积站包括第二自限性单层成形材料沉积元件,可被接合用于使第二自限性单层成形材料的单层附着至带。该第二沉积站可位于第一沉积站的下游。还可使用更多的沉积站和对应的定向气幕生成元件。

[0051] 第一自限性单层成形材料与第二自限性单层成形材料通常被选择为互补的。因此,第一自限性单层成形材料可以为不良粘附于自身但相反良好粘附于第二自限性单层成形材料,并且在一些情况下,所述第一自限性单层成形材料粘附于基底,使得所述第二自限性单层成形材料可在重复施加于基底后在基底上形成一个或多个双层。

[0052] 也有可能带仅形成单个层,例如,单个单层。在这种情况下,仅需采用第一沉积站。

[0053] 被定位在第一沉积站的下游且在第二沉积站的上游的第一定向气幕生成元件可被接合用于提供在带的外表面上喷吹的气幕。被定位在第二沉积站的下游的第二定向气幕生成元件可被接合用于提供在带的外表面上喷吹的气幕。

[0054] 当使用第三沉积站、第四沉积站或更多沉积站时,例如,用于使另外的材料附着至带上的沉积站,每个沉积站可具有对应的定向气幕生成元件,所述定向气幕生成元件大致以与本文所述的第一定向气幕生成元件和第二定向气幕生成元件相同的方式发挥功能。

[0055] 在操作期间为了在不采用第三沉积站、第四沉积站或更多沉积站的情况下使多于两种类型的材料附着至带,有可能改变任何自限性单层成形材料。例如,具有第一沉积站和第二沉积站的装置可被布置成使得该第一沉积站包含聚季铵盐阳离子并且第二沉积站包含聚苯乙烯磺酸盐阴离子。在聚季铵盐阳离子层和聚苯乙烯磺酸盐层附着后,聚季铵盐可被另一种阳离子材料替换,诸如聚甲基丙烯酸三甲基铵乙酯,并且聚阳离子可被另一种阴离子材料替换,诸如阴离子二氧化硅纳米粒子。随后,聚甲基丙烯酸三甲基铵乙酯层和阴离子二氧化硅纳米粒子层可附着至带。所得的带将有聚季铵盐层、聚苯乙烯磺酸盐层、聚甲基丙烯酸三甲基铵乙酯层以及阴离子二氧化硅纳米粒子层。这一过程在空间或其它限制因素阻止采用第三沉积站、第四沉积站或更多沉积站时尤其有用。

[0056] 通常,使用一个或多个定向气幕生成元件不必进行漂洗步骤。这是因为一个或多个定向气幕生成元件可通过计量移除过量的单层形成材料以及与其关联的液体(如果有的话)。因此,该使用方法通常不包括用于漂洗带上过量的自限性单层形成材料的任何步骤。

[0057] 省略漂洗元件还可有利于过量单层形成材料的再循环,并且在使用时有利于包含所述过量单层形成材料的液体的再循环。这是因为如果使用漂洗元件将稀释单层形成材料或液体,从而改变它们的浓度,并且有可能导致所述材料或液体在收集后不适合进一步的使用。发明人表示,即使使用定向气幕生成元件计量会改变自限性单层成形材料的浓度,但

这不会到达妨碍所得的收集到的过量物的程度。

[0058] 带可围绕第一辊和第二辊移动,以交替逐层将至少一层第一自限性单层成形材料、至少一层第二自限性单层成形材料或每一者的至少一个层沉积在带上。当带是环形带时,可围绕第一辊和第二辊旋转带任意合适的次数,其中每次旋转向表面添加单层或双层。在这种类型的连续工艺中,在达到终点之前通常带不需要停止移动。根据基底的最终用途,所需终点可以是涂层的单层的预定数目的沉积、预定沉积时间的通过、实现预定厚度、或实现预定的光学性质、化学性质或物理性质。在一些情况中,带可在到达终点之前停止,例如,以调整装置、将再循环元件中的收集到的过量物质移动到沉积站、改变沉积站沉积的物质的性质等。

[0059] 该装置还可用于半连续工艺,诸如卷绕法。在这种工艺的一个示例中,带有起点和末端的带从第一辊退绕并缠绕到第二辊上以通过一个或多个沉积站。当带完全退绕,例如,退绕至使得只有带的末端保持在第一辊上的程度,然后该带再次从第二辊上缠绕到第一辊上。通常,一个或多个沉积站的所有元件在退绕步骤期间脱离。

[0060] 当存在一个或多个再循环元件,诸如第一再循环元件或第二再循环元件,它们中的一个或多个可被接合以再循环第一自限性单层成形材料或第二自限性单层成形材料和(如果使用)第一液体或第二液体。

[0061] 转向附图,其示出了如本文所述的装置的特定实施方案的示意图,

[0062] 图1示出了具有围绕第一辊110和第二辊100张紧的带1的装置10。还存在附加的辊120a、120b、120c和120d以及转向单元130,以将带1定位在预期的路径并且朝方向D移动带1。第一沉积站140包括第一沉积元件141,本示例所述第一沉积元件为喷雾嘴。第二沉积站150包括第二沉积元件151,本示例所述第二沉积元件为喷雾嘴。第一定向气幕生成元件160位于第一沉积站140的下游并且位于第二沉积站150的上游。第二定向气幕生成元件170位于第二沉积站150的下游并且位于第一沉积站140的上游。

[0063] 第一再循环元件180被定位成通过第一定向气幕生成元件160捕集带1上滴落或从带1计量的过量材料。同样,第二再循环元件190被定位成通过第二定向气幕生成元件170捕集带1上滴落或从带1计量的过量材料。在该图中,第一再循环元件180和第二再循环元件190之间及相应的第一沉积站140和第二沉积站150之间无软管或其它机械连接。相反,第一再循环元件180和第二再循环元件190中收集到的材料可以手动返回至第一沉积站140和第二沉积站150。

[0064] 图2示出了具有围绕第一辊210和第二辊220张紧的带200的装置20,所述第一辊和第二辊沿方向E移动带200。第一沉积站230被定位在第一定向气幕生成元件250的上游,所述第一沉积元件包括第一沉积元件231并且在本图中为喷雾嘴,所述第一定向气幕生成元件在本图中是气刀。第二沉积站240被定位在第二定向气幕生成元件260的上游,所述第二沉积元件包括第二沉积元件241并且在本图中是喷雾嘴。

[0065] 图3示出了具有围绕第一辊320和第二辊310以及附加辊330a和附加辊330b张紧的带300的装置30,所述辊用于沿方向F移动带300。第一沉积站340包括第一沉积元件341,所述第一沉积元件在本图中是喷雾嘴,并且被定位成面向带300的外表面。第一支撑元件381设置在带300的与第一沉积站340相反的一侧,使得带300的一部分插置在第一支撑元件381与第一沉积站340之间。第一定向气幕生成元件342在本图中是气刀,位于第一沉积站340的

下游。第一支撑元件381被定位成使得带300的一部分插置在所述第一支撑元件与第一定向气幕生成元件340之间。第二沉积站350包括第二沉积元件351,所述第二沉积元件在本图中是喷雾嘴并且被定位在第一定向气幕生成元件352的下游。第二支撑元件382被定位成使得带300的一部分插置在所述第二支撑元件与第二沉积站350之间。第二定向气幕生成元件351在本图中是气刀,被定位在第二沉积站350的下游。第二支撑元件382被定位成使得带300的一部分插置在所述第二支撑元件与第二沉积站350之间。第三沉积站360包括第三沉积元件361,所述第三沉积元件在本图中是喷雾嘴,并且被定位在第三定向气幕生成元件362的上游。第三支撑元件383被定位成使得带300的一部分插置在所述第三支撑元件与第三沉积站360之间。

[0066] 而图3示出了四个不同的支撑元件,这些支撑元件中的两个或更多个有可能组合成单个元件。

[0067] 图4示出了装置40,所述装置尤其可用于执行卷绕法。装置40包括第一辊400和第二辊401,除张力控制器402之外还包括附加辊400a、400b、400c、400d、400e、400f、400g、400h、400i、400j、400k、400l、400m、400n和400p。第一辊400是退绕辊。在使用中,带410围绕该辊张紧并且所述带410的大部分都围绕第一辊400卷绕。带410被第一辊400沿方向G退绕。该带经过第一沉积站420和第一定向气幕生成元件430,所述第一沉积站和第一定向气幕生成元件位于第二沉积站421和第二定向气幕生成元件431的上游。第一再循环元件440,其在本图中为集料器的形式,被定位成捕集第一沉积站420附近带410上计量到的液体,并且第二再循环元件441,其同样在本图中为集料器的形式,类似地相对于第二沉积站421定位。在使用中,该带可沿方向G从第一辊400朝向第二辊401移动。一旦带从第一辊400退绕并且具有通过第一沉积站420和第二沉积站421附着至其上的第一自限性单层成形材料和第二自限性单层成形材料,带401就缠绕在第二辊401上。此时,第二辊401和第一辊400可(如需要)从装置上移除并互换,使得第二辊401处于当前第一辊400占据的位置,并且反之亦然。此时,该处理可被重复以使带401第二次移动通过第一沉积站420和第二沉积站421。

#### [0068] 例示性实施方案的列表

[0069] 列出以下实施方案以更好说明本公开的特定方面,并且并非意图进行限制。

[0070] 实施方案1:一种装置,所述装置包括:

[0071] 用于移动带的第一辊;

[0072] 用于移动带的第二辊;

[0073] 带,所述带围绕所述第一辊和所述第二辊张紧;

[0074] 第一沉积站,所述第一沉积站被定位成面向所述带,并且包括用于使第一自限性单层成形材料的至少一个单层附着至所述带的第一自限性单层成形材料沉积元件,以及

[0075] 第一定向气幕生成元件,所述第一定向气幕生成元件被定位在所述第一沉积站的下游,以提供在所述带上喷吹的气幕。

[0076] 实施方案2:根据实施方案1所述的装置,还包括被定位成面向所述带的第二沉积站,所述第二沉积站包括用于使第二自限性单层成形材料的至少一个单层附着至带的第二自限性单层成形材料沉积元件。

[0077] 实施方案2s:根据前述实施方案中任一项所述的装置,包括不少于2个、5个、10个、20个、30个、40个、50个、60个、70个、80个、90个、100个、150个或200个沉积站。

[0078] 实施方案3:根据前述实施方案中任一项所述的装置,其中所述第一沉积站被配置成用于使所述第一自限性单层成形材料附着在带的第一主表面上。

[0079] 实施方案4:根据前述实施方案中任一项所述的装置,其中所述第二沉积站被配置成用于使所述第二自限性单层成形材料附着在带的第一主表面上。

[0080] 实施方案5:根据实施方案1至3中任一项所述的装置,其中所述第二沉积站被配置成用于使所述第二自限性单层成形材料附着在带的第二主表面上。

[0081] 实施方案6:根据前述实施方案中任一项所述的装置,还包括第三沉积站,所述第三沉积站包括用于使第三自限性单层成形材料的至少一个单层附着至带的第三自限性单层成形材料沉积元件。

[0082] 实施方案7:根据前述实施方案中任一项所述的装置,其中所述第三沉积站被配置成用于使所述第三自限性单层成形材料附着至带的第一主表面。

[0083] 实施方案8:根据实施方案1至6中任一项所述的装置,其中所述第三沉积站被配置成用于使所述第三自限性单层成形材料附着至带的第二主表面。

[0084] 实施方案9:根据前述实施方案中任一项所述的装置,还包括第四沉积站,所述第四沉积站包括用于使第四自限性单层成形材料的至少一个单层附着至带的第四自限性单层成形材料沉积元件。

[0085] 实施方案10:根据前述实施方案中任一项所述的装置,其中所述第四沉积站被配置成用于使所述第四自限性单层成形材料附着至带的第一主表面。

[0086] 实施方案11:根据实施方案1至9中任一项所述的装置,其中所述第四沉积站被配置成用于使所述第四自限性单层成形材料附着至带的第二主表面。

[0087] 实施方案12:根据前述实施方案中任一项所述的装置,其中所述第一自限性单层成形材料溶解或分散于第一液体。

[0088] 实施方案13:根据实施方案12中任一项所述的装置,其中所述第一液体包含以下中的一种或多种:水、苯、甲苯、二甲苯、醚类,诸如乙醚、丙烯酸乙酯、丙烯酸丁酯、丙酮、甲基乙基酮、二甲基亚砷、二氯甲烷、氯仿、松节油和己烷。

[0089] 实施方案14:根据实施方案2至13中任一项所述的装置,其中所述第二自限性单层成形材料溶解或分散于第二液体。

[0090] 实施方案15:根据实施方案14所述的装置,其中所述第二液体包含以下中的一种或多种:水、苯、甲苯、二甲苯、醚类,诸如乙醚、丙烯酸乙酯、丙烯酸丁酯、丙酮、甲基乙基酮、二甲基亚砷、二氯甲烷、氯仿、松节油和己烷。

[0091] 实施方案16:根据实施方案7至15中任一项所述的装置,其中所述第三自限性单层成形材料溶解或分散于第三液体。

[0092] 实施方案17:根据实施方案16中任一项所述的装置,其中所述第三液体包含以下中的一种或多种:水、苯、甲苯、二甲苯、醚类,诸如乙醚、丙烯酸乙酯、丙烯酸丁酯、丙酮、甲基乙基酮、二甲基亚砷、二氯甲烷、氯仿、松节油和己烷。

[0093] 实施方案18:根据实施方案9至17中任一项所述的装置,其中所述第四自限性单层成形材料溶解或分散于第四液体。

[0094] 实施方案19:根据实施方案18所述的装置,其中所述第四液体包含以下中的一种或多种:水、苯、甲苯、二甲苯、醚类,诸如乙醚、丙烯酸乙酯、丙烯酸丁酯、丙酮、甲基乙基酮、

二甲基亚砷、二氯甲烷、氯仿、松节油和己烷。

[0095] 实施方案20:根据实施方案12至19中任一项所述的装置,还包括第一再循环元件,所述第一再循环元件用于收集所述第一液体的至少一部分,并且将所收集的第一液体的至少一部分返回至所述第一沉积站。

[0096] 实施方案21:根据实施方案14至20中任一项所述的装置,还包括第二再循环元件,所述第二再循环元件用于收集所述第二液体的至少一部分,并且将所收集的第二液体的至少一部分返回至所述第二沉积站。

[0097] 实施方案22:根据实施方案16至21中任一项所述的装置,还包括第三再循环元件,所述第三再循环元件用于收集所述第三液体的至少一部分,并且将所收集的第三液体的至少一部分返回至所述第三沉积站。

[0098] 实施方案23:根据实施方案18至22中任一项所述的装置,还包括第四再循环元件,所述第四再循环元件用于收集所述第四液体的至少一部分,并且将所收集的第四液体的至少一部分返回至所述第四沉积站。

[0099] 实施方案24:根据前述实施方案中任一项所述的装置,其中所述第一自限性单层沉积元件是喷涂器。

[0100] 实施方案25:根据实施方案2至24中任一项所述的装置,其中所述第二自限性单层沉积元件是喷涂器。

[0101] 实施方案26:根据实施方案7至25中任一项所述的装置,其中所述第三自限性单层沉积元件是喷涂器。

[0102] 实施方案27:根据实施方案10至25中任一项所述的装置,其中所述第四自限性单层沉积元件是喷涂器。

[0103] 实施方案28:根据前述实施方案中任一项所述的装置,所述装置不包括漂洗元件。

[0104] 实施方案29:根据前述实施方案中任一项所述的装置,其中所述装置能够使阳离子材料或阴离子材料的单层附着至带,同时所述带以至少0.25m/s、0.25m/s、至少0.50m/s、至少0.75m/s、至少1m/s、至少1.25m/s或至少1.5m/s的速度移动。

[0105] 实施方案30:根据前述实施方案中任一项所述的装置,其中所述装置能够使阳离子材料或阴离子材料的单层附着至带,同时所述带以至少0.5m/s的速度移动。

[0106] 实施方案31:根据前述实施方案中任一项所述的装置,其中所述装置能够使阳离子材料或阴离子材料的单层附着至带,同时所述带以至少0.75m/s的速度移动。

[0107] 实施方案32:根据前述实施方案中任一项所述的装置,其中所述装置能够使阳离子材料或阴离子材料的单层附着至带,同时所述带以至少1.0m/s的速度移动。

[0108] 实施方案32a:根据前述实施方案中任一项所述的装置,其中所述装置能够使阳离子材料或阴离子材料的单层附着至带,同时所述带以至少1.5m/s的移动速度。

[0109] 实施方案32b:根据前述实施方案中任一项所述的装置,其中所述带被定位成充分平行于地面,使得所述第一沉积站可以施加第一自限性单层成形材料的在所述第一主表面的宽度上厚度基本上一致的层。

[0110] 实施方案32c:根据前述实施方案中任一项所述的装置,其中所述带被定位成平行于地面,角度相差在5°内。

[0111] 实施方案33:一种在基底上制备涂层的方法,所述方法包括

[0112] (a) 围绕第一辊和第二辊张紧呈带的形式的基底,使得所述带的至少一部分面向第一沉积站,

[0113] 所述第一沉积站包括:

[0114] 用于使第一自限性单层成形材料的单层附着至所述带的第一自限性单层成形材料沉积元件,

[0115] (b) 在接合所述第一自限性单层成形材料沉积元件的同时围绕所述第一辊和所述第二辊移动所述带,以将包含第一自限性单层成形材料的第一液体施加在所述带上;

[0116] (c) 接合被定位在所述第一沉积站的下游的第一定向气幕生成元件以提供气幕,所述气幕同时计量并干燥所述带上的所述第一液体,同时在所述带上留下第一自限性单层成形材料的至少一个单层。

[0117] 实施方案34:根据实施方案33所述的方法,其中所述将包含第一自限性单层成形材料的第一液体施加在所述带上的步骤包括将所述第一液体喷涂在所述带上。

[0118] 实施方案35:根据实施方案33至34中任一项所述的方法,其中所述带的至少一部分面向位于所述第一沉积站的下游的第二沉积站,

[0119] 所述第二沉积站包括:

[0120] 用于使第二自限性单层成形材料的至少一个单层附着至所述带的第二自限性单层成形材料沉积元件;并且其中

[0121] 所述方法还包括以下步骤:

[0122] (d) 接合所述第二自限性单层成形材料沉积元件,以将包含第二自限性单层成形材料的第二液体施加在所述带上;以及

[0123] (e) 接合被定位在所述第二沉积站的下游的第二定向气幕生成元件以提供气幕,所述气幕同时计量并干燥所述带上的第一液体,同时在所述带上留下第一自限性单层成形材料的至少一个单层。

[0124] 实施方案36:根据实施方案33至35中任一项所述的方法,其中在所述带上施加包含第一自限性单层成形材料的第二液体的步骤包括将所述第二液体喷涂在所述带上。

[0125] 实施方案37:根据实施方案33至36中任一项所述的方法,其中所述第一自限性单层成形材料和所述第二自限性单层成形材料是互补材料。

[0126] 实施方案38:根据实施方案37所述的方法,其中所述第一自限性单层成形材料是阳离子材料。

[0127] 实施方案39:根据实施方案37所述的方法,其中所述第二自限性单层成形材料是阴离子材料。

[0128] 实施方案40:根据实施方案37所述的方法,其中所述第一自限性单层成形材料是阴离子材料。

[0129] 实施方案41:根据实施方案37所述的方法,其中所述第二自限性单层成形材料是阴离子材料。

[0130] 实施方案42:根据实施方案38所述的方法,其中所述第一自限性单层成形材料是氢键供体材料。

[0131] 实施方案43:根据实施方案37所述的方法,其中所述第二自限性单层成形材料是氢键受体材料。

[0132] 实施方案44:根据实施方案37所述的方法,其中所述第一自限性单层成形材料是氢键受体材料。

[0133] 实施方案45:根据实施方案37所述的方法,其中所述第二自限性单层成形材料是氢键供体材料。

[0134] 实施方案46:根据实施方案33至36中任一项所述的方法,其中所述方法不包括漂洗步骤。

[0135] 实施方案47:根据权利要求33至46中任一项所述的方法,其中所述带不停止移动,直到满足下列条件中的至少一个:沉积预定数量的单层,经过预定量的时间,实现预定厚度,或者实现预定光学特性、化学特性或物理特性。

[0136] 实施方案48:根据权利要求33至47中任一项所述的方法,其中所述第一自限性单层成形材料沉积元件和所述第二自限性单层成形材料沉积元件是喷涂器。

[0137] 实施方案49:根据权利要求33至48中任一项所述的方法,其中所述方法是卷绕法。

[0138] 实施方案50:根据前述实施方案中任一项所述的方法的装置,其中至少所述第一定向气幕生成元件以介于 $80^\circ$ 和 $90^\circ$ 之间的角度指向于带。

[0139] 实施方案51:根据前述实施方案中任一项所述的方法的装置,其中至少所述第一定向气幕生成元件以介于 $85^\circ$ 至 $90^\circ$ 之间的角度指向于带。

[0140] 实施方案52:根据前述实施方案中任一项所述的方法的装置,其中至少所述第一定向气幕生成元件以 $90^\circ$ 的角度指向于带。

[0141] 实施方案53:根据实施方案50至52中任一项所述的装置或方法,其中每个定向气幕生成元件以实施方案31至33中任一项指定的角度指向于带。

[0142] 实施方案54:根据前述实施方案中任一项所述的装置或方法,其中所述第一定向气幕生成元件与所述带的一个表面之间的间隙不超过0.8mm、不超过0.75mm、不超过0.7mm、不超过0.65mm、不超过0.6mm、不超过0.55mm或不超过0.5mm。

[0143] 实施方案55:根据前述实施方案中任一项所述的装置或方法,其中每个定向气幕生成元件与带的一个表面之间的间隙不超过0.8mm、不超过0.75mm、不超过0.7mm、不超过0.65mm、不超过0.6mm、不超过0.55mm或不超过0.5mm。

[0144] 实施方案56:根据前述实施方案中任一项所述的装置或方法,其中通过每个定向气幕生成元件产生的单位宽度的空气流量在所述元件接合时不小于0.02、不小于0.02、不小于0.024、不小于0.025、不小于0.026、不小于0.028或不小于0.03,单位为 $\text{m}^2/\text{s}$ 。

[0145] 实施方案57:根据前述实施方案中任一项所述的装置或方法,其中所述带以至少0.25m/s、0.25m/s、至少0.50m/s、至少0.75m/s、至少1m/s、至少1.25m/s或至少1.5m/s的速度移动。

[0146] 实施例部分

[0147] 材料

[0148] 使用聚二烯丙基二甲基氯化铵 (PDAC) 作为20mM(基于重复单位质量)的水溶液, MW为100-200K,并且可购自美国密苏里州圣路易斯的西格玛奥德里奇公司(Sigma Aldrich, St.Louis, MO, USA)。

[0149]  $\text{TiO}_2$  纳米粒子被用作10g/L的胶态分散体的水溶液,并且可以商品名TiMaKs W10.1购自西格玛奥德里奇公司(Sigma Aldrich)。

[0150] SiO<sub>2</sub>纳米粒子被用作9.6g/L的胶态分散体的水溶液,并且可以商品名Ludox AS-40购自西格玛奥德里奇公司(Sigma Aldrich)。

[0151] 四甲基氯化铵(TMACl)和四甲基氢氧化铵(TMAOH)可购自西格玛奥德里奇公司(Sigma Aldrich)。

[0152] 101.6微米涂底漆的聚对苯二甲酸乙二醇酯(PET)可以商品名SKYROL SH40购自美国乔治亚州卡温顿的SKC公司(SKC, Inc., Covington, GA, USA)。

[0153] 喷雾嘴可以商品名TPU-4001E SS购自美国伊利诺伊州惠顿的喷雾系统公司(Spraying Systems Co., Wheaton, IL USA)。

[0154] 实验条件

[0155] 图1中所述装置被用于生成本文所述的数据。操作条件在表1中有所描述。相对于重复单元以20mM的浓度使用PDAC,并且通过加入TMAOH将pH调节至10.0。混合TMACl(最终TMACl的浓度为65mM),使用浓度为10g/L的TiO<sub>2</sub>,并且通过加入TMAOH将pH调节至11.5。混合TMACl(最终TMACl的浓度为48mM),使用浓度为9.6g/L的SiO<sub>2</sub>,并且通过加入TMAOH将pH调节至11.5。

[0156] 使用Filmetics F10AR折射计进行厚度测量。用于测量的样本取自第二沉积站的下流的带(在上述实施例中的沉积阴离子材料)和第一沉积站的上游的带(在上述实施例中的沉积阳离子材料)的一部分以保证所有样本具有相同的阳离子层数和阴离子层数。

[0157] 表1

[0158] 基底(带)	101.6微米涂底漆的PET
阳离子	PDAC
阳离子线压	317kPa
阳离子流量	10.5cm <sup>3</sup> /sec
阳离子气刀压力	276kPa
阳离子气刀与辊的间隙	0.635mm
阳离子气刀角度*	23度
阳离子气刀开度	101.6微米
阴离子	TiO <sub>2</sub> 或SiO <sub>2</sub>
阴离子线压	用于TiO <sub>2</sub> 的227kPa,用于SiO <sub>2</sub> 的241kPa
阴离子流量	用于TiO <sub>2</sub> 的4.2cm <sup>3</sup> /min,用于SiO <sub>2</sub> 的7.9cm <sup>3</sup> /min
阴离子气刀压力	276kPa
阴离子气刀与辊的间隙	0.635mm
阴离子气刀角度*	23度
阴离子气刀开度	101.6微米
带线型速度	0.254m/s

[0159] \*此处是指气刀相对于地面的角度。所有气刀都被定位成与辊垂直。

[0160] 实施例1

[0161] 带上涂覆有双层,并且过量的喷涂材料被收集在再循环元件中。移除带,并且将新带围绕装置张紧。将收集到的过量材料涂覆在新带上,共计六个双层。将收集到的过量材料收集并再循环使用一次或多次,并且进一步沉积。表2中示出了所得涂层中的每个层的平均

厚度。在所述表中,0次再循环是指新鲜的涂覆材料批次,1次再循环是指从新鲜批次中再循环的材料,2次再循环是指从1次再循环批次中再循环的材料等。

[0162] 表2

双层元素	再循环次数	每个双层的厚度 (nm)	标准偏差 (nm)
PDAC/TiO <sub>2</sub>	0	7.74	0.05
PDAC/TiO <sub>2</sub>	1	7.93	0.16
PDAC/SiO <sub>2</sub>	0	21.3	0.45
PDAC/SiO <sub>2</sub>	1	21.2	0.46
PDAC/SiO <sub>2</sub>	4	22.1	0.62

[0164] 实施例2至25

[0165] SKYROL带在两个辊之间张紧。喷涂器设置用于向第一辊上游的带上喷涂液体。定向气幕生成元件放置成垂直于第一辊。每项实验开始时,带以指定速度移动,并且水喷涂器以指定的水流启动。气刀与辊之间的距离、定向气幕生成元件产生的气体相对于地面所成角度以及通过定向气幕生成元件的气流在每项实验中均存在差异,以便确定成功产生定向气幕生成元件的下游的干燥带的条件。通过使用一片胶乳接触移动纤维网确定干燥度;湿纤维网在乳胶上留下痕迹,而干纤维网则不会。距离干燥的距离是指气刀下游带干燥的距离。第二辊位于定向气幕生成元件下游43.2cm处。因此,未干燥的距离意为当纤维网到达第二辊时纤维网仍然是潮湿的。0干燥的距离是指纤维网位于定向气幕生成元件下游最早的可进行测量的点。

[0166] 这些实验的结果被录入表3。在表3中,单位长度流量是指通过定向气幕生成元件的总气流流量除以所述元件产生的气幕的长度。角度是指气幕相对于地面的角度;在所有情况下,气幕垂直于带。水流是指第一辊上游的带上喷涂的水的流量。距带间隙是指定向气幕生成元件的开口与带的湿表面之间的距离。距离干燥的距离在之上有定义。

[0167] 表3

[0168]

实施例 编号	距带间隙 ( $\mu\text{m}$ )	单位长度流量 ( $\text{m}^2/\text{s}$ )	角度 (度)	带速度 ( $\text{m/s}$ )	水流速 ( $\text{cm}^3/\text{s}$ )	距离干燥的距离 ( $\text{cm}$ )
2	533	0.0427	45	0.254	11.6	10.2
3	533	0.0427	45	0.381	11.6	38.1
4	533	0.0427	45	0.127	11.6	0
5	533	0.0345	45	0.254	11.6	22.9
6	533	0.0407	45	0.254	11.6	17.8
7	533	0.0286	45	0.254	11.6	43.2
8	406	0.0427	45	0.254	11.6	0
9	406	0.0427	45	0.381	11.6	0
10	406	0.0427	45	0.508	11.6	2.54
11	406	0.0427	60	0.254	11.6	0
12	533	0.0427	60	0.254	11.6	43.2
13	660	0.0427	10	0.254	11.6	5.08
14	533	0.0427	10	0.254	11.6	5.08
15	914	0.0427	10	0.254	11.6	7.62
16	533	0.0427	30	0.254	11.6	12.7
17	533	0.0427	30	0.254	6.31	10.2
18	533	0.0427	25	0.254	11.6	0
19	533	0.0427	35	0.254	11.6	15.2
20	533	0.0359	30	0.254	11.6	2.54
21	406	0.0359	30	0.254	11.6	0
22	533	0.019	30	0.254	11.6	43.2
22	533	0.0264	30	0.254	11.6	43.2
24	533	0.0328	30	0.254	11.6	12.7
25	533	0.0328	30	0.127	11.6	2.54

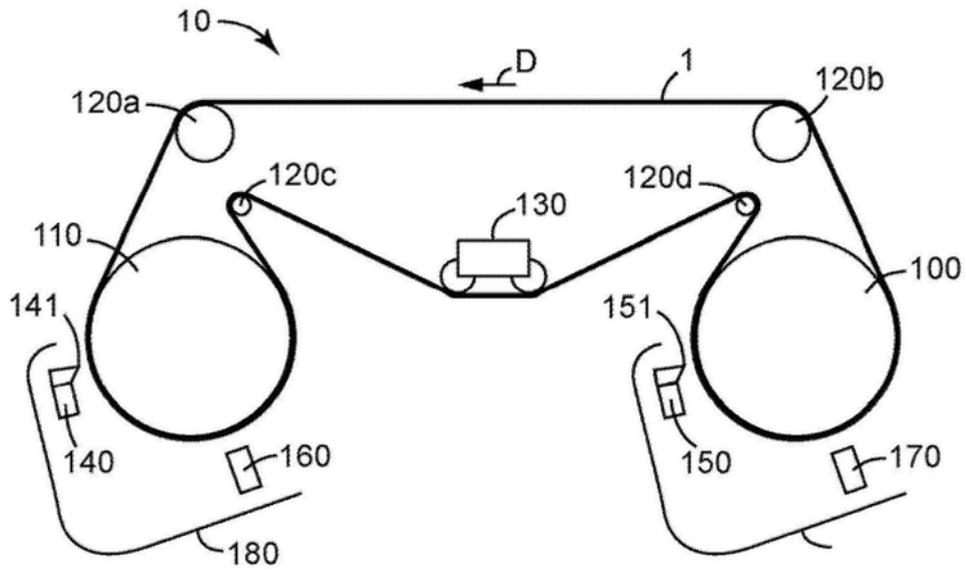


图1

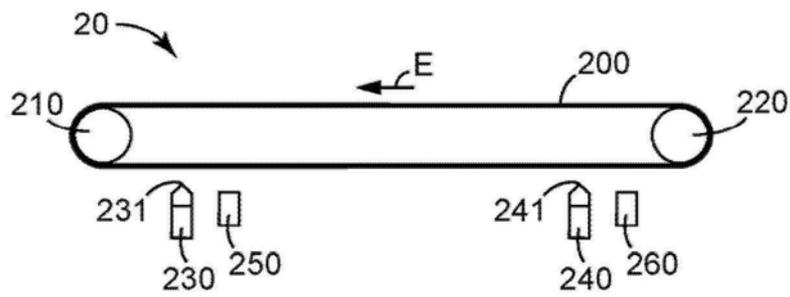


图2

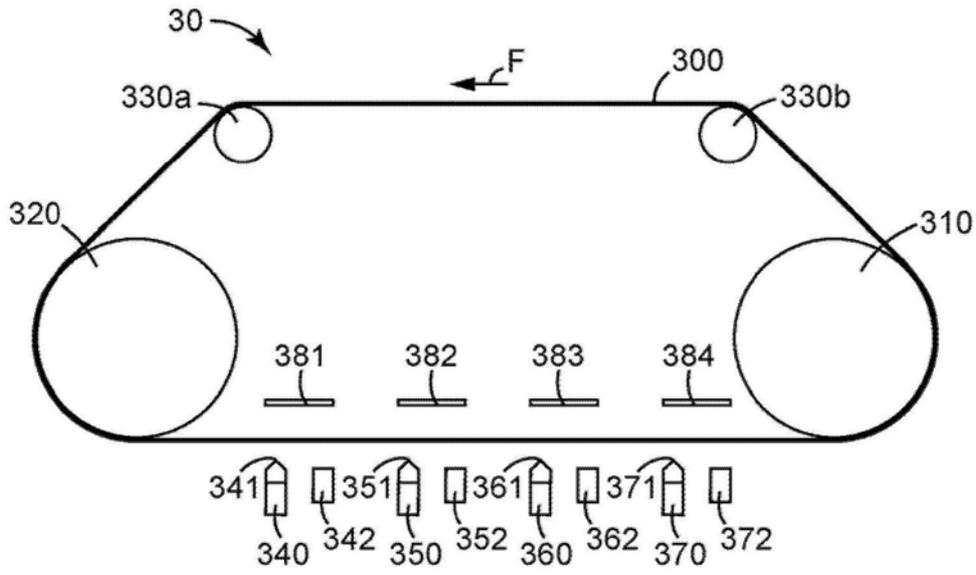


图3

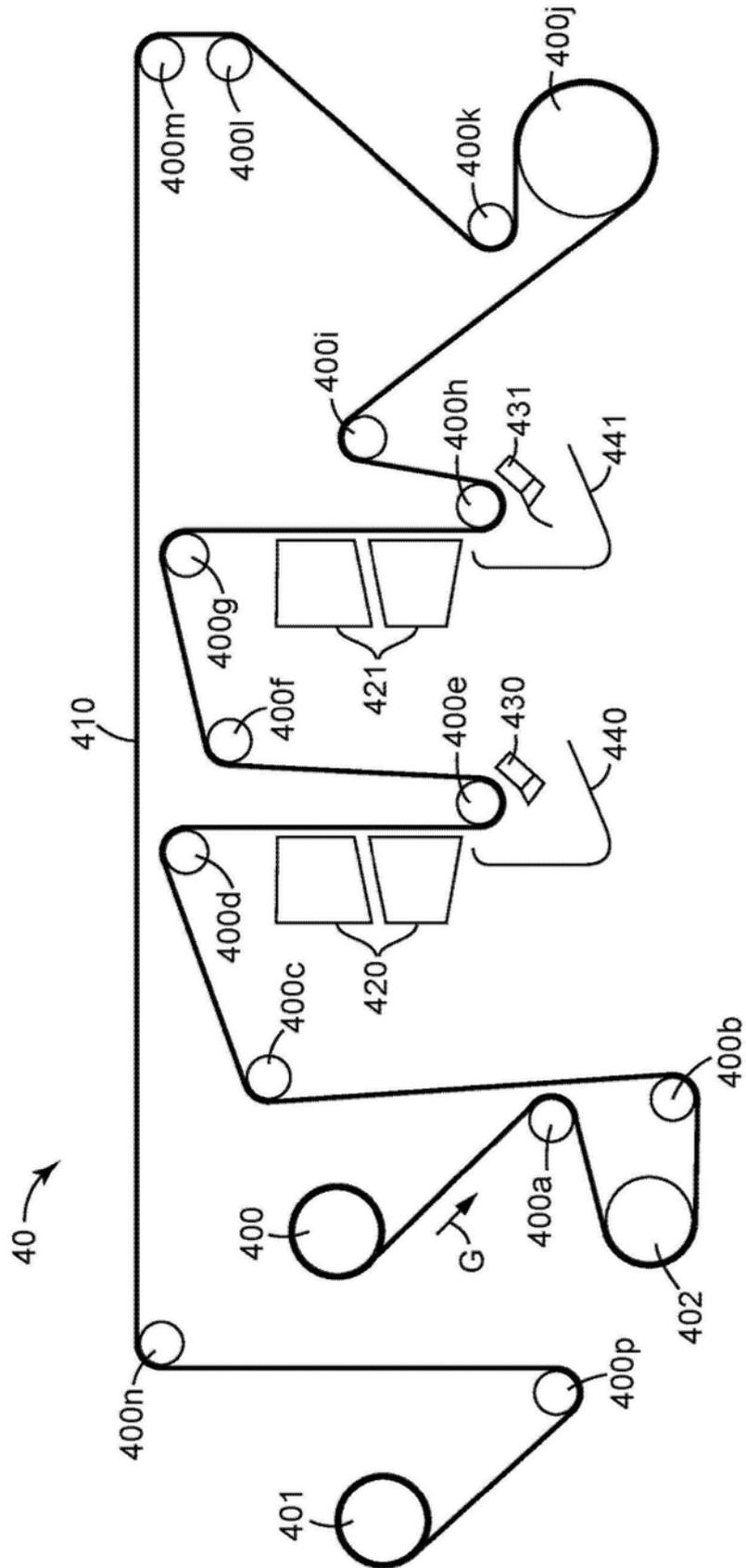


图4