



(12) 发明专利申请

(10) 申请公布号 CN 116261927 A

(43) 申请公布日 2023. 06. 13

(21) 申请号 202180066463.6

(22) 申请日 2021.09.29

(30) 优先权数据

20198988.6 2020.09.29 EP

(85) PCT国际申请进入国家阶段日

2023.03.28

(86) PCT国际申请的申请数据

PCT/EP2021/076839 2021.09.29

(87) PCT国际申请的公布数据

W02022/069572 EN 2022.04.07

(71) 申请人 巴斯夫欧洲公司

地址 德国莱茵河畔路德维希港

(72) 发明人 B·施密特-汉斯贝格

C·T·陈-布朗 M·施密特

F·塞蒂纳 F·埃伯勒

U·韦尔夫 S·谢弗

(74) 专利代理机构 北京市中咨律师事务所

11247

专利代理师 于静 牛南辉

(51) Int.Cl.

H10K 71/00 (2023.01)

H10K 30/50 (2023.01)

权利要求书5页 说明书28页 附图5页

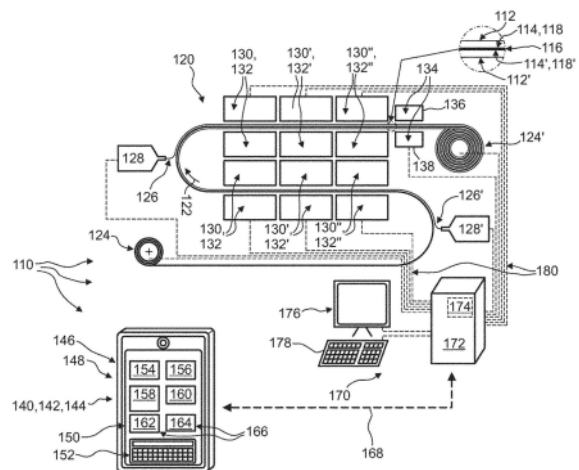
(54) 发明名称

用于调整被指定用于产生涂层的干燥过程的方法和系统

(57) 摘要

本发明涉及一种用于调整被指定用于在至少一个衬底(118,118')上产生至少一个涂层(112,112')的至少一个干燥过程的计算机实现的方法(410)和系统(420),其中,至少一个干燥过程被应用于在至少一个衬底(118,118')上沉积的至少一种制剂,其中,至少一个干燥过程包括至少两个连续的干燥阶段(222,224,226),在其之后,产生至少一个涂层(112,112')。在本文中,方法(410)包括以下步骤:(i)接收关于至少两个连续的干燥阶段(222,224,226)的布局、关于制剂的组成、以及关于至少一个衬底(118,118')的信息(154,156,158);(ii)采用至少一个模型,其被配置为生成用于干燥阶段(222,224,226)中的至少一个期间使用的至少一个相关联的干燥器(132,132',132'')的至少一个设置参数的至少一个预测值(162);(iii)基于至少一个模型和信息(154,156,158),确定用于在干燥阶段(222,224,226)中的至少一个期间使用的至少一

个相关联的干燥器(132,132',132'')的至少一个设置参数的至少一个预测值(162);以及(iv)提供用于调整至少一个干燥过程的至少一个推荐过程(166),其包括适合于在干燥阶段(222,224,226)中的至少一个期间使用的至少一个相关联的干燥器(132,132',132'')的至少一个设置参数的至少一个预测值(162)。进一步公开的是一种用于在至少一个衬底(118,118')上连续产生至少一个涂层(112,112')的相关的方法和系统(110)。



1. 一种用于调整被指定用于在至少一个衬底(118,118')上产生至少一个涂层(112,112')的至少一个干燥过程的计算机实现的方法(410),其中,所述至少一个干燥过程被应用于在所述至少一个衬底(118,118')上沉积的至少一个制剂,其中,所述至少一个干燥过程包括至少两个连续的干燥阶段(222,224,226),在所述至少两个连续的干燥阶段之后,产生所述至少一个涂层(112,112'),其中,所述方法(410)包括以下步骤:

(i) 接收关于所述至少两个连续的干燥阶段(222,224,226)的布局、关于所述制剂的组成、以及关于所述至少一个衬底(118,118')的信息(154,156,158);

(ii) 采用至少一个模型,所述至少一个模型被配置为生成用于在所述干燥阶段(222,224,226)中的至少一个干燥阶段期间使用的至少一个相关联的干燥器(132,132',132'')的至少一个设置参数的至少一个预测值(162);

(iii) 基于所述至少一个模型和所述信息(154,156,158),确定用于在所述干燥阶段(222,224,226)中的所述至少一个干燥阶段期间使用的所述至少一个相关联的干燥器(132,132',132'')的所述至少一个设置参数的所述至少一个预测值(162);以及

(iv) 提供用于调整所述至少一个干燥过程的至少一个推荐过程(166),所述至少一个推荐过程包括用于适合于在所述干燥阶段(222,224,226)中的所述至少一个干燥阶段期间使用的所述至少一个相关联的干燥器(132,132',132'')的所述至少一个设置参数的所述至少一个预测值(162)。

2. 根据前述权利要求所述的计算机实现的方法(410),其中,通过使用用于在所述干燥阶段(222,224,226)中的所述至少一个干燥阶段期间使用的所述至少一个相关联的干燥器(132,132',132'')的所述至少一个设置参数的至少一个已知值来生成所述至少一个模型,其中,在包括所述至少两个连续的干燥阶段(222,224,226)的至少一个测试布局的至少一个测试干燥过程中,获取用于所述至少一个相关联的干燥器(132,132',132'')的所述至少一个设置参数的所述至少一个已知值。

3. 根据前述权利要求中的任一项所述的计算机实现的方法(410),其中,所述至少一个模型基于以下各项中的至少一项:所述制剂的组成,与所述制剂的至少一个组分的至少一个特性相关的至少一个参数,在所述至少两个干燥阶段(222,224,226)之后与所述至少一个涂层(112,112')相关的至少一个材料参数的至少一个测量值,对所述至少一个涂层(112,112')中的裂纹形成的至少一个已知影响,以及作为在所述干燥阶段(222,224,226)中的至少一个干燥阶段期间使用的所述至少一个相关联的干燥器(132,132',132'')的所述至少一个设置参数的结果的用于能量消耗的至少一个值。

4. 根据前述权利要求所述的计算机实现的方法(410),其中,在所述至少两个干燥阶段(222,224,226)之后与所述至少一个涂层(112,112')相关的所述至少一个材料参数选自与所述至少一个衬底(118,118')上的所述至少一个涂层(112,112')的粘附力和所述至少一个涂层在至少一个应用中的性能中的至少一个相关的至少一个参数。

5. 根据前述两项权利要求中的任一项所述的计算机实现的方法(410),其中,通过应用优化过程来生成所述至少一个模型,在所述优化过程中,旨在增大与所述至少一个衬底(118,118')上的所述至少一个涂层(112,112')的粘附力和所述至少一个涂层(112,112')在至少一个应用中的性能中的至少一个相关的所述至少一个参数的至少一个值,以及旨在减小用于对所述至少一个涂层(112,112')中的裂纹形成的所述至少一个已知影响的至少

一个值和用于能量消耗的所述至少一个值。

6. 根据前述权利要求中的任一项所述的计算机实现的方法(410), 其中, 所述连续的干燥阶段(222, 224, 226)包括至少一个初始干燥阶段(222)和在所述至少一个初始干燥阶段(222)之后的至少一个临界干燥阶段(224), 其中, 用于所述至少一个相关联的干燥器(132, 132', 132'')的所述至少一个设置参数在所述至少一个临界干燥阶段(224)期间被调整为不同于在所述至少一个初始干燥阶段(222)期间所调整的用于所述至少一个相关联的干燥器(132, 132', 132'')的所述至少一个设置参数。

7. 根据前述权利要求所述的计算机实现的方法(410), 包括至少三个连续的干燥阶段(222, 224, 226), 其中, 所述至少三个连续的干燥阶段(222, 224, 226)还包括在所述至少一个临界干燥阶段(224)之后的至少一个最终干燥阶段(226), 其中, 在所述至少一个最终干燥阶段(226)期间用于所述至少一个相关联的干燥器(132, 132', 132'')的所述至少一个设置参数被调整为不同于在所述至少一个临界阶段(224)期间所调整的用于所述至少一个相关联的干燥器(132, 132', 132'')的所述至少一个设置参数。

8. 根据前述权利要求中的任一项所述的计算机实现的方法(410), 其中, 所述至少一个推荐过程(166)包括: 在所述至少一个干燥阶段(222, 224, 226)期间将用于所述至少一个相关联的干燥器(132, 132', 132'')的所述至少一个设置参数调整为恒定值。

9. 根据前述权利要求中的任一项所述的计算机实现的方法(410), 其中, 在所述至少一个干燥阶段(222, 224, 226)期间, 用于所述至少一个相关联的干燥器(132, 132', 132'')的所述至少一个设置参数包括单独温度分布和单独热传递分布中的至少一个。

10. 根据前述权利要求所述的计算机实现的方法(410), 其中, 所述至少一个推荐过程(166)包括: 通过设置至少一个温度控制单元来调整所述单独温度分布和通过设置至少一个吹风单元来调整所述单独热传递分布中的至少一个。

11. 根据前述权利要求中的任一项所述的计算机实现的方法, 包括以下步骤: 提供关于所述至少两个连续的干燥阶段(222, 224, 226)的布局、关于所述制剂的组成、以及关于所述至少一个衬底(118, 118')的信息(154, 156, 158), 以及接收用于调整所述至少一个干燥过程的至少一个推荐过程(166), 所述至少一个推荐过程包括用于适合于在所述干燥阶段(222, 224, 226)中的所述至少一个干燥阶段期间使用的所述至少一个相关联的干燥器(132, 132', 132'')的所述至少一个设置参数的所述至少一个预测值(162)。

12. 根据前述权利要求中的任一项所述的计算机实现的方法(410), 其中, 通过将所述至少一个制剂连续地沉积到所述至少一个衬底(118, 118')上来以连续的方式执行在所述至少一个衬底(118, 118')上产生所述至少一个涂层(112, 112'), 其中, 至少一个带(116)是或包括所述至少一个衬底(118, 118'), 或者其中, 所述至少一个带(116)携带所述至少一个衬底(112, 112'), 其中, 所述至少一个带(116)在所述至少两个连续的干燥阶段(222, 224, 226)期间以带速度(122)移动, 其中, 所述至少一个模型还被配置为生成用于所述带速度(122)的预测值(164), 其中, 进一步确定用于所述带速度(122)的所述预测值(164), 以及其中, 用于调整所述至少一个干燥过程的所述至少一个推荐过程(166)还包括: 输出用于所述带速度(122)的所述预测值(164)。

13. 一种用于调整被指定用于在至少一个衬底(118, 118')上产生至少一个涂层(112, 112')的至少一个干燥过程的系统(420), 所述系统(420)包括:

-至少一个处理单元(146),其中,所述至少一个处理单元(146)被配置为执行一种用于调整被指定用于在至少一个衬底(118,118')上产生至少一个涂层(112,112')的至少一个干燥过程的计算机实现的方法(410),其中,所述至少一个干燥过程被应用于在所述至少一个衬底(118,118')上沉积的至少一个制剂,其中,所述至少一个干燥过程包括至少两个连续的干燥阶段(222,224,226),在所述至少两个连续的干燥阶段之后,产生所述至少一个涂层(112,112'),其中,所述方法(410)包括以下步骤:

(i)接收关于所述至少两个连续的干燥阶段(222,224,226)的布局、关于所述制剂的组成、以及关于所述至少一个衬底(118,118')的信息(154,156,158);

(ii)采用至少一个模型,所述至少一个模型被配置为生成用于在所述干燥阶段(222,224,226)中的至少一个干燥阶段期间使用的至少一个相关联的干燥器(132,132',132'')的至少一个设置参数的至少一个预测值(162);

(iii)基于所述至少一个模型和所述信息(154,156,158),确定用于在所述干燥阶段(222,224,226)中的所述至少一个干燥阶段期间使用的所述至少一个相关联的干燥器(132,132',132'')的所述至少一个设置参数的所述至少一个预测值(162);以及

(iv)提供用于调整所述至少一个干燥过程的至少一个推荐过程(166),所述至少一个推荐过程包括用于在所述干燥阶段(222,224,226)中的所述至少一个干燥阶段期间使用的所述至少一个相关联的干燥器(132,132',132'')的所述至少一个设置参数的所述至少一个预测值(162);

-至少一个通信接口(168),其被配置为根据步骤(i)接收所述信息(154,156,158);以及

-至少一个进一步的通信接口(168),其被配置为根据步骤(iv)提供用于调整所述至少一个干燥过程的所述至少一个推荐过程(166)。

14.一种用于调整被指定用于产生至少一个涂层(112,112')的至少一个干燥过程的系统,所述系统包括:

-要用于在至少一个干燥过程中的至少一个制剂的至少一个组分,其中,所述至少一个干燥过程包括至少两个连续的干燥阶段(222,224,226),在所述至少两个连续的干燥阶段之后,通过使用所述至少一个组分产生至少一个涂层(112,112');以及

-用于调整所述至少一个干燥过程的至少一个推荐过程(166),其中,所述至少一个推荐过程(166)包括用于在所述干燥阶段(222,224,226)中的至少一个干燥阶段期间使用的至少一个相关联的干燥器(132,132',132'')的至少一个设置参数的至少一个预测值(162)。

15.一种用于在至少一个衬底(118,118')上连续地产生至少一个涂层(112,112')的方法,所述方法包括以下步骤:

a)将至少一个带(116)引入涂层设备(120),其中,所述涂层设备(120)被配置为以带速度(122)移动所述至少一个带(116)通过至少一个应用区域(126,126')和至少两个连续的干燥区(130,130',130''),其中,每个干燥区(130,130',130'')包括至少一个相关联的干燥器(132,132',132''),其中,所述涂层设备(120)还被配置为调整所述带速度(122)和用于每个干燥区(130,130',130'')中的所述至少一个相关联的干燥器(132,132',132'')的至少一个设置参数中的至少一个;

b)将至少一个制剂沉积到所述至少一个应用区域(126,126')中的至少一个衬底(118,

118')的至少一侧(114,114')上,其中,所述至少一个带(116)是或包括所述至少一个衬底(118,118'),或者其中,所述至少一个带(116)携带所述至少一个衬底(118,118');

c)采用至少一个模型,所述至少一个模型被配置为基于关于所述至少两个干燥区(130,130',130'')的布局、关于所述制剂的组成、以及关于所述至少一个衬底(118,118')的信息(154,156,158),生成用于所述带速度(122)和用于所述干燥区(130,130',130'')中的至少一个干燥区中的至少一个相关联的干燥器(132,132',132'')的所述至少一个设置参数的至少一个预测值(162,164);

d)基于所述至少一个模型和所述信息(154,156,158),确定用于所述带速度(122)和用于所述干燥区(130,130',130'')中的所述至少一个干燥区中的所述至少一个相关联的干燥器(132,132',132'')的所述至少一个设置参数中的至少一个的所述至少一个预测值(162,164);

e)通过使用至少一个推荐过程(166)调整所述至少一个干燥过程,所述至少一个推荐过程包括用于所述带速度(122)和用于所述干燥区(130,130',130'')中的至少一个干燥区中的所述至少一个相关联的干燥器(132,132',132'')的所述至少一个设置参数中的至少一个的所述至少一个预测值(162,164);以及

f)在所述至少两个连续的干燥区(130,130',130'')内干燥所述至少一个制剂,由此,获得所述至少一个涂层(112,112')。

16.一种用于在至少一个衬底(118,118')上连续地产生至少一个涂层(112,112')的系统(110),所述系统包括:

-涂层设备(120),其中,所述涂层设备(120)包括:

。至少一个输送机驱动器,其被配置为以带速度(122)移动至少一个带(116);

。至少一个应用区域(126,126'),其被配置为提供要沉积在所述带(116)的至少一侧(114,114')上的至少一个制剂;以及

。至少两个连续的干燥区(130,130',130''),其被配置为干燥所述至少一个制剂,其中,每个干燥区(130,130',130'')包括至少一个相关联的干燥器(132,132',132'');

-至少一个可编程装置(140),其中,所述至少一个可编程装置(140)被配置为:

(i)接收关于所述至少两个连续的干燥区(130,130',130'')的布局、关于所述制剂的组成、关于所述至少一个衬底(118,118')、以及关于所述带速度(122)的信息(154,156,158,160);

(ii)采用至少一个模型,所述至少一个模型被配置为生成用于所述带速度(122)和用于在所述干燥区(130,130',130'')中的至少一个干燥区内使用的至少一个相关联的干燥器(132,132',132'')的至少一个设置参数中的至少一个的至少一个预测值(162,164);

(iii)基于所述至少一个模型和所述信息(154,156,158,160),确定用于所述带速度(122)和用于在所述干燥区(130,130',130'')中的所述至少一个干燥区内的所述至少一个相关联的干燥器(132,132',132'')的所述至少一个设置参数中的至少一个的所述至少一个预测值(162,164);以及

(iv)提供用于调整所述至少一个干燥过程的至少一个推荐过程(166),所述至少一个推荐过程包括用于所述带速度(122)和用于在所述干燥区(130,130',130'')中的所述至少一个干燥区内的所述至少一个相关联的干燥器(132,132',132'')的所述至少一个设置参数

中的至少一个的所述至少一个预测值(162,164);以及

-至少一个控制单元(170),其被配置为与所述至少一个可编程装置(140)交互;以及
。通过实施至少一个推荐过程(166)调整所述至少一个干燥过程,从而控制所述涂层设备(120)。

用于调整被指定用于产生涂层的干燥过程的方法和系统

技术领域

[0001] 本发明涉及一种用于调整被指定用于在至少一个衬底上产生至少一个涂层的至少一个干燥过程的计算机实现的方法和系统,以及涉及计算机实现的方法和系统的用于在至少一个衬底上连续产生至少一个涂层的相关方法和系统。特别地,本发明涉及调整在产生电池电极或太阳能电池期间发生的至少一个干燥过程。然而,进一步的应用是可行的。

背景技术

[0002] 一种被指定用于在至少一个衬底上产生至少一个涂层的干燥方法以及用于在至少一个衬底上连续产生至少一个涂层的方法和系统是公知的。特别地,可以驱动调整在用于特定产品(诸如电池电极或用于太阳能电池的活性层)的产生过程期间可能发生的此类干燥过程,以同时以恒定或增加的过程效率提高产品质量。

[0003] 作为示例,S.Jaiser,“Film Formation of Lithium-Ion Battery Electrodes during Drying (干燥期间锂离子电池电极的成膜)”,论文,Karlsruher Institut für Technologie (KIT),2017年,第227-228页,描述了一种在使用特定干燥分布时减少锂离子电池阳极的干燥时间的基本方法。关于石墨阳极的粘附,已经证明存在对干燥边界条件展现明显敏感性的特征阶段在特征阶段期间调整低蒸发速率,以防止粘合剂在靠近衬底的膜域处耗尽。为了减少总干燥时间,在初始和最终干燥阶段期间调整高蒸发速率。出于该目的,干燥蒸发速率仅由空气动力学气流条件的变化而改变。干燥期间的膜温度以及气相中的溶剂负载被认为是主要干燥参数。

[0004] 作为进一步的示例,Sanyal等人“Adv.Energy Mater. (高级能源材料)”2011年,1,第363-367页,描述了用于制造有机太阳能电池的干燥条件的相关性。进一步地,Schmidt-Hansberg等人,ACS Nano 2011,5,11,第8579-8590页显示,在干燥步骤中也存在一定的关键实例,这对结构形成和因此太阳能电池性能负责。

[0005] US 2019/081317 A1公开了一种双面涂层系统和一种用于涂层衬底(诸如用作电池电极的衬底)的方法。

[0006] WO 2014/129214 A1公开了一种用于干燥涂层的模拟设备和一种用于干燥涂层的设备。

[0007] 进一步地,Ternes等人“Adv.Energy Mater. (高级能源材料)”2019年,9,1901581揭示了用于钙钛矿太阳能电池的干燥过程参数、太阳能电池层结构、和太阳能电池性能之间的相关性。

[0008] 待解决的问题

[0009] 因此,本发明的目的是提供一种用于调整被指定用于在至少一个衬底上产生至少一个涂层的至少一个干燥过程的计算机实现的方法和系统,以及涉及用于在至少一个衬底上产生至少一个涂层的方法和系统,这可以至少部分地克服已知的上文所提到的技术缺点和缺陷。

[0010] 特别地,本发明的目的是提供一种简单并且容易可用的访问来调整被指定用于在

至少一个衬底上产生至少一个涂层的至少一个干燥过程。特别地,期望的是,干燥过程的调整可以被设计为提高产品的质量,产品的制造包括干燥过程的恒定或增加效率的至少一个干燥过程,特别地关于生产期间的吞吐量、至少一个涂层的性能、和干燥过程期间的能量消耗中的至少一个。

发明内容

[0011] 该问题由具有独立专利权利要求的特征的本发明来解决。在从属权利要求和/或在以下说明书和详细的实施例中呈现本发明的可单独地或组合地实现的有利发展。

[0012] 在本发明的第一方面中,公开了一种用于调整被指定用于在至少一个衬底上产生至少一个涂层的至少一个干燥过程的计算机实现的方法。在本文中,至少一个干燥过程应用于在至少一个衬底上沉积的至少一种制剂,其中,至少一个干燥过程包括至少两个连续的干燥阶段,在其之后,产生至少一个涂层。根据本发明,该方法包括以下步骤:

[0013] (i)接收关于至少两个连续的干燥阶段的布局、关于制剂的组成、以及关于至少一个衬底的信息;

[0014] (ii)采用至少一个模型,至少一个模型被配置为生成用于在干燥阶段中的至少一个干燥阶段期间使用的至少一个相关联的干燥器的至少一个设置参数的至少一个预测值;

[0015] (iii)基于至少一个模型和信息,确定用于在干燥阶段中的至少一个干燥阶段期间使用的至少一个相关联的干燥器的至少一个设置的至少一个预测值;以及

[0016] (iv)提供用于调整至少一个干燥过程的至少一个推荐过程,至少一个推荐过程包括用于适合于在干燥阶段中的至少一个干燥阶段期间使用的至少一个相关联的干燥器的至少一个设置参数的至少一个预测值。

[0017] 特别地,干燥阶段可以独立于涂层设备的干燥区的数量或位置。

[0018] 干燥阶段的布局可以特别是指涂层设备的干燥区的布局。

[0019] 如通常所使用的,术语“计算机实现的方法”涉及涉及至少一个可编程装置的特定种类的方法,特别是计算机、服务器、计算机网络或移动通信设备,其中,方法的所有步骤通过使用计算机程序来实现。术语“计算机网络”是指包括至少两个计算机和至少一个通信接口的任何种类的基础设施,其中,至少一个计算机经由至少一个通信接口访问至少一个另一个计算机。在本文中,计算机网络可以优选选自互联网、内联网或局域网中的至少一个。然而,其他种类的计算机网络也可以是可行的。进一步地,术语“移动通信设备”是指特定类型的可编程装置,其被配置为由用户携带,并且因此可以连同用户一起可移动。在本文中,移动通信设备可以优选选自智能电话、平板电脑或个人数字助理中的至少一个。然而,其他种类的移动通信设备也可以是可行的。

[0020] 如进一步通常所使用的,术语“计算机程序”和“软件”涉及一系列计算机可读指令,这些指令被配置为被提供给可编程装置,以便根据指令中的至少一个执行至少一个方法步骤。出于该目的,计算机程序可以包括至少一个算法,该算法被配置为施加至少一个特定操作,通过该操作以直接或间接方式执行至少一个方法步骤。计算机程序可以选自“软件即产品”,其被配置为特别是经由支付和/或许可传送给至少一个用户,或者选自“软件即服务”,其被设置为集中托管,并且经由配置用于网络访问的至少一个通信接口(特别是在订阅基础上)由至少一个用户使用。

[0021] 根据本发明的计算机实现的方法被设计用于调整至少一个干燥过程,该干燥过程被指定用于在至少一个衬底上产生至少一个涂层,优选地在为此目的配置的涂层设备中。在本文中,至少一个干燥过程应用于在至少一个衬底上沉积的至少一种制剂。如通常所使用的,术语“制剂”是指包括至少两种不同组分的物质,即至少一种第一组分和至少一种第二组分。在本文中,至少一种第一组分可以是或包括多个至少一种固体组分,其中,至少一种固体组分可包括多个结晶颗粒、非晶颗粒、或溶解分子中的至少一种。特别地,整个固体组分也可以表示为“基质”。进一步地,至少一种第二组分可以是或包括也由术语“溶剂”命名的至少一种流体组分,其中,至少一种溶剂可以选自液体、气体或其混合物中的至少一种。另外,制剂可以包括至少一种附加组分,特别是至少一种粘合剂,其中,术语“粘合剂”是指指定将基质内的固体组分至少部分地、优选完全地保持在一起的另一种物质。然而,其他类型的组份也可以是可想象的。

[0022] 如通常所使用的,术语“干燥过程”涉及工程过程,该工程过程被指定用于降低由待干燥的制剂所包括的至少一种第二组分(即至少一种溶剂)的含量,优选地直到至少一种溶剂的含量可能低于预定义阈值。根据本发明,干燥过程应用于在至少一个衬底上沉积的待干燥的至少一种制剂。作为干燥过程的结果,在至少一个衬底上产生期望的涂层。如进一步通常所使用的,术语“衬底”是指机械支撑,该机械支撑被指定用于接收在干燥过程中待干燥的制剂的一部分,并且随后用于在衬底上保持涂层作为干燥过程的结果。如本文中进一步使用的,术语“沉积”是指将制剂的一部分应用到衬底的相邻表面上。衬底可以选自能够接收制剂的一部分并保持如所产生的涂层的任何材料,其中,衬底可以优选是惰性的,其中,术语“惰性”涉及这样的观察:制剂或涂层与衬底的相邻表面的接触都不导致衬底的任何类型的退化。

[0023] 如上文进一步指示的,至少一个干燥过程包括至少两个连续的干燥阶段,在其之后,产生至少一个涂层。如通常所使用的,术语“干燥阶段”是指干燥过程的一段时间,其特征在于在干燥阶段中的至少一个期间使用的至少一个相关联的干燥器的至少一个设置参数的至少一个值。特别地,用于至少一个相关联的干燥器的至少一个设置参数可包括单独温度分布和单独热传递分布中的至少一个,其可以在对应的干燥阶段期间被应用。换句话说,通过以以下方式选择用于至少一个相关联的干燥器的设置参数的至少一个值来将特定干燥阶段与相邻干燥阶段区分开:它不同于相邻干燥阶段中的至少一个相关联的干燥器的设置参数的至少一个值。如本文所使用的,术语“单独温度分布”涉及在对应干燥阶段期间制剂(preparation)处的主要的(prevaling)温度过程,而术语“单独热传递分布”涉及在对应干燥阶段期间应用于制剂的热传递的过程。在本文中,温度可以具体地是指当施加在至少一个衬底上时至少一种制剂的可接近表面处的温度,而热传递可以特别地是指至少一种制剂的可接近表面上方的热传递。在本文中,至少一个单独温度分布可以优选地通过使用至少一个温度控制单元来设置,该温度控制单元被配置为控制加热单元或冷却单元中的至少一个,而至少一个单独热传递分布可以优选地通过使用至少一个吹风(blowing)单元来设置。在本文中,优选地,在特定干燥阶段期间,可以将单独温度分布或单独热传递分布中的最后一个设置为恒定值。

[0024] 计算机实现的方法还可包括以下步骤:提供关于至少两个连续的干燥阶段的布局、关于制剂的组成、以及关于至少一个衬底的信息;接收用于调整至少一个干燥过程的至

少一个推荐过程,至少一个推荐过程包括用于适合于在干燥阶段中的至少一个干燥阶段期间使用的至少一个相关联的至少一个设置参数的至少一个预测值。因此,信息可以诸如由外部服务器或经由外部服务器远程提供。进一步地,至少一个推荐过程可以诸如由外部服务器或经由外部服务器远程接收。换句话说,这两个步骤可以在不同的或单独设备上执行。

[0025] 在本发明的特定实施例中,连续的干燥阶段可以包括至少一个初始干燥阶段和至少一个临界干燥阶段,该临界干燥阶段可以在至少一个初始干燥阶段之后。在本文中,用于至少一个相关联的干燥器的至少一个设置参数可以在至少一个临界干燥阶段期间以通常不同于在至少一个初始干燥阶段期间所调整的用于至少一个相关联的干燥器的至少一个设置参数的方式进行调整。在干燥过程可包括至少三个连续的干燥阶段的另一实施例中,至少三个连续的干燥阶段还可包括至少一个最终干燥阶段,其可在至少一个临界干燥阶段之后。在本文中,在至少一个最终干燥阶段期间用于至少一个相关联的干燥器的至少一个设置参数可以以通常不同于在至少一个临界阶段期间所调整的用于至少一个相关联的干燥器的至少一个设置参数的方式进行调整。

[0026] 不希望受理论的限制,不同干燥阶段的使用可以适于至少一种制剂的组成。如上文已经指示的,制剂通常包括至少两种不同的组分,即具有多个至少一种固体组分(component)的基质,其中,至少一种固体组分可包括多个结晶颗粒、非晶颗粒或溶解分子、具有至少一种第二组分的溶剂中的至少一种,其中,至少一种溶剂可以选自液体、气体、或其混合物中的至少一种,以及可选地,指定将基质内的固体组分保持在一起的至少一种粘合剂。为了在至少一个干燥过程期间形成涂层,在连续的干燥阶段期间发生颗粒固结、粘合剂迁移和溶剂蒸发的组合。通常,紧接地在将至少一种制剂应用到至少一个衬底上之后,至少一个干燥过程通常从初始干燥阶段开始,该初始干燥过程包括至少一个衬底上的至少一种制剂的体积的收缩,特别是由于颗粒固结和来自基质的溶剂蒸发的组合。此后,在至少一种制剂在至少一个衬底上的体积收缩结束并且来自固结颗粒之间的孔隙的溶剂蒸发开始时,临界阶段通常开始。因此,如实验证明的,特别优选在临界干燥阶段期间应用不同的干燥分布,以充分支持在临界干燥阶段期间发生的过程,以便在尽可能短的时间内获得高质量的涂层。在最终干燥阶段期间,针对溶剂体积分数的值最终可以降低到几乎零,特别是通过应用相当高的蒸发速率以尽可能减少干燥时间。

[0027] 特别地,在用于电池(诸如锂离子电池)的正电极或负电极中的至少一个的制造中,干燥过程可以展现特定的机制。涂覆的制剂通常可包括可分散在粘合剂溶液中的颗粒,其中,至少一种粘合剂可以选自溶解的聚合物或聚合物分散体。作为该特定制剂的结果,在涂层的干燥期间可能出现特定的电极形成机制。该机制展现至少两个连续阶段,特别地涉及膜组成空间(film composition space)的三个特征阶段,该膜组成空间独立于涂层和干燥设备的布局,特别地干燥区的数量或位置。在初始干燥阶段中,衬底上的涂层制剂可能在溶剂蒸发的过程中收缩,导致颗粒的固结,直到形成多孔网络,其中颗粒可能彼此接触,使得涂层的收缩可能停滞。在后续干燥阶段中,进一步的溶剂可以从多孔网络中蒸发。在后续干燥阶段中,粘合剂可以迁移到表面,其中迁移的速率随着如通过干燥器设置所调整的溶剂蒸发速率而增加。在最终干燥阶段中,粘合剂可能不再对迁移敏感,特别是由于减少的溶剂部分,并且因此增大的粘度。对于该特定机制,如用于干燥电池(诸如锂离子电池)的正电极或负电极中的至少一个的特定干燥过程可以优选地遵循特定的三阶段干燥过程,该三阶

段干燥过程不同于如用于其他材料系统的典型干燥过程,诸如用于干燥太阳能电池的涂层中的至少一个电活性层,尤其选自有机光伏电池、聚合物太阳能电池或基于钙钛矿的太阳能电池,其中,然而,干燥过程也可以展现对涂层的最终特性的影响。在这些提到的光伏相关系统中,干燥过程与产品性能之间的相关性是盐、小分子或聚合物的结晶机制的基础,这些结晶机制具有决定性参数,诸如晶体分数、晶体尺寸和取向。这导致不同的优化标准以及与电池电极相比较完全不同的过程参数。在电池电极中,决定性机制是形成粘合剂和导电添加剂梯度,该梯度控制电池性能。

[0028] 基于独立于涂层和干燥设备的干燥区的数量或位置的干燥阶段来提供用于调整至少一个干燥过程的至少一个推荐过程允许根据物理和化学要求进行调整。这可以允许对生产进行更灵活的调整,并且因此更好地利用生产能力,特别是在保持质量时。减少了对现有物理涂层设备布局的依赖性。特别地,明确说明,干燥阶段可以被分割、划分、分区等到多于一个干燥区上,诸如两个干燥区。换句话说,干燥阶段的一部分可以在干燥区中执行或发生,而干燥阶段的另一部分可以在诸如连续的干燥区的另一干燥区中执行或发生。

[0029] 通常,干燥过程可以选自分批(batch)干燥过程或连续的干燥过程,其中,连续的干燥过程可以特别是优选的。如通常所使用的,术语“分批干燥过程”是指特定的干燥过程,其中每个干燥阶段在同一制剂上连续执行,优选地,在不移动衬底的情况下,特别地,在连续执行至少两个连续的干燥阶段的单个干燥区内。与此相反,术语“连续的干燥过程”涉及特定的干燥过程,该干燥过程尤其可以在包括至少一个带的涂层设备中执行,该带以带速度,优选以恒定带速度,以连续的方式输送通过至少两个连续的干燥区,其中,每个干燥区可以特别被指定用于执行至少两个连续的干燥阶段中的一个。在本文中,至少一个带可以是或包括至少一个衬底,或者作为替代,至少一个带可以承载用于输送的至少一个衬底。在本文中,优选地,在特定干燥区内,可以将单独温度分布(profile)或单独热传递分布中的最后一个设置为恒定值。

[0030] 如本文进一步使用的,术语“调整”或其任何语法变型涉及被指定用于以期望的方式布置干燥过程的至少一个参数的过程。优选地,干燥过程的调整可以以这样的方式执行:通过执行至少一个干燥过程获得的至少一个衬底上的至少一个涂层的至少一个材料参数可以恒定地改进,或者优选地增加干燥过程的效率。如本文所使用的,术语“效率”是指生产期间的吞吐量、至少一个涂层的性能、和干燥过程期间的能量消耗中的至少一个。以这种方式,包含至少一个衬底上的至少一个涂层的产品可以展现更高的质量,这可以以相同或优选以更低的努力和费用获得。

[0031] 根据步骤(i),接收关于至少两个连续的干燥阶段的布局、关于制剂的组成、以及关于至少一个衬底的信息。在本文中,关于至少两个连续的干燥阶段的布局的信息可以特别包括干燥区的布局,更特别地,包括关于每个干燥区和在干燥阶段期间在每个干燥区中使用的至少一个相关联的干燥器的细节。优选地,该条信息可包括以下各项中的至少一项:每个干燥区的长度;干燥器的类型,优选选自对流干燥器、辐射干燥器(具体地基于红外、UV、微波或无线电波)、或接触干燥器中的至少一种;干燥器的至少一个设置,尤其相对于干燥器的顶部或底部的至少一个位置,具体地至少一个温度;吹风机设置;新鲜干燥气体和再循环干燥气体之间的比率,其确定干燥气体中的蒸发溶剂的分数;热传递系数;对流干燥喷嘴狭缝宽度;对流干燥喷嘴到喷嘴距离;对流干燥喷嘴到衬底距离;辐射源功率;辐射源之

间的距离;辐射源到衬底的距离,辐射源的光谱分布。进一步地,关于制剂的组成的信息可以优选地包括固体材料、溶剂、可能的添加剂的类型和浓度、制剂的厚度和每面积涂层重量、或所得涂层的孔隙率中的至少一个。进一步地,关于至少一个衬底的信息可以优选地包括一种类型的衬底中的至少一种,诸如箔、非织物、织物、织品、纸或玻璃衬底;衬底材料的组成、孔隙率、厚度或每面积重量。然而,至少一条其他的信息也可以是可行的。关于步骤(i),必须注意的是,关于至少两个连续的干燥阶段的布局、关于制剂的组成、以及关于至少一个衬底的信息可以特别地由包括两个干燥阶段的干燥装置的用户诸如工业工厂的操作者来提供。然后,关于至少两个连续的干燥阶段的布局、关于制剂的组成以及关于至少一个衬底的信息可以由第三方(例如针对制剂的供应商)接收。信息可以经由任何有线或无线方式,诸如经由互联网或任何其他网络进行交换。

[0032] 为了根据步骤(ii)接收信息片段,在其上执行如本文所公开的计算机实现的方法的可编程装置包括输入功能或通信接口中的至少一个,通过该输入功能或通信接口中的任何一个将期望的信息片段以数据的形式提供给可编程装置用于进一步处理。如通常所使用的,术语“输入功能”是指如由可编程装置包括的单元,该可编程装置被配置为通过手动或自动生成用于由可编程装置使用的信息片段来接收信息片段。特别地,输入功能可包括键盘或如显示在至少一个监视器上的虚拟键盘中的至少一个。然而,其他种类的输入功能也可以是可想象的。

[0033] 如进一步通常所使用的,术语“通信接口”涉及被指定用于将数据从另一可编程装置传输到可编程装置的传输信道,在该可编程装置上执行如本文所公开的计算机实现的方法。特别地,通信接口可以被布置为单向接口,该单向接口被配置为将至少一条信息转发到单个方向,特别是转发到可编程装置。可替代地,通信接口可以被布置为双向通信接口,该双向通信接口被配置为将至少一条数据转发到两个方向中的一个,或者反之亦然。在本文中,双向通信接口可用于向另一可编程装置转发请求或消息,诸如用于提供数据或错误消息的请求。出于数据传输的目的,通信接口可包括线装(wire-bound)元件或无线元件。举例来说,线装元件可以选自以下各项中的至少一项:金属线,诸如铜线或金线;计算机总线系统,诸如通用串行总线(USB);或光纤,而无线元件可包括无线发射机或蓝牙元件。然而,其他种类的通信接口也可以是可行的。

[0034] 根据步骤(ii),采用至少一个模型,其中,至少一个模型被配置为生成用于干燥阶段中的至少一个干燥阶段期间使用的至少一个相关联的干燥器的至少一个设置参数的至少一个预测值。如本文所使用的,术语“模型”涉及至少一个计算机程序,该计算机程序被配置为生成干燥过程的模拟,其中,干燥过程包括至少两个连续的干燥阶段。特别地,为了实现适当的结果,模拟可以紧密地基于如在步骤(i)期间接收的关于至少两个连续的干燥阶段的布局、关于制剂的组成、以及关于至少一个衬底的信息。如本文进一步使用的,术语“采用”是指提供和使用至少一个模型的过程,特别是以如本发明所要求的方式。为了采用模型,需要提供关于制剂的信息,诸如关于其组分的信息,诸如活性材料、粘合剂、添加剂、溶剂和以%为单位的组成。因此,以 g/m^2 为单位的特定涂层重量可以被定义为目标设定点,以 m/min 为单位的带速度,其与吞吐量有关,并且可以确定干燥区中的循环空气的比率。

[0035] 模型可以将信息与干燥阶段相关,用于确定用于至少一个相关联的干燥器的至少一个设置参数的至少一个预测值。

[0036] 如本文进一步使用的,术语“预测值”涉及至少一个值,该值是通过以下方式使用至少一个模型来确定的:它可以用于在干燥阶段中的至少一个期间使用的至少一个相关联的干燥器的至少一个设置参数。然而,可以附加地生成其他预测值,特别是如下文更详细地描述的带速度的预测值。

[0037] 在特别优选的实施例中,至少一个模型可以通过使用用于在干燥阶段中的至少一个期间使用的至少一个相关联的干燥器的至少一个设置参数的至少一个已知值来生成。在本文中,用于至少一个相关联的干燥器的至少一个设置参数的至少一个已知值可以优选地通过在至少一个已知衬底上使用至少一个已知制剂在至少一个测试干燥过程中获取,其包括至少两个连续的干燥阶段的至少一个测试布局。根据前述实施例中的任一个所述的计算机实现的方法,其中,至少一个模型基于以下各项中的至少一项:制剂的组成、与制剂的至少一种组分的至少一个特性相关的至少一个参数、在至少两个干燥阶段之后与至少一个涂层相关的至少一个材料参数的至少一个测量值、对至少一个涂层中的裂纹形成的至少一个已知影响,以及作为在干燥阶段中的至少一个期间使用的至少一个相关联的干燥器的至少一个设置参数的结果的能量消耗的至少一个值。

[0038] 作为测试干燥过程的结果,可以生成至少一个关系,其中,至少一个关系可以优选地是指至少一个衬底上的涂层的至少一个材料参数的多个值,具体地指示至少一个衬底的至少一侧上的至少一个涂层的粘附力(adhesion)的剥离强度,以及对应干燥区中的相关联的干燥器的多个设置参数。如下文示例性所示,至少一个关系可以以二维、三维或更多维的方式显示为至少一个图,优选地多个图。在本文中,至少一个图可以特别地描绘在衬底上应用的涂层的剥离强度与如在对应干燥阶段期间应用到至少一个特定衬底上的至少一种特定制剂的单独温度分布和单独热传递分布之间的关系。在本文中,基于至少一个图,该图可以特别地描绘在衬底上应用的涂层的剥离强度与如在对应干燥阶段期间应用的单独温度分布和单独热传递分布之间的关系,可以以这种方式确定用于特定干燥阶段内的单独温度分布和单独热传递分布的预测值。

[0039] 在特别优选的实施例中,可以通过应用至少一种数据处理方法、一组选择特征和至少一种学习算法的组合来生成模型。如通常所使用的,术语“数据处理方法”是指修改原始数据的过程,特别地在干燥阶段中的至少一个期间使用的至少一个相关联的干燥器的至少一个设置参数的多个已知值,尤其通过使用校正算法、平滑算法或缩放算法中的至少一种。进一步地,选择特征集可以是指至少一个特定数据项,优选地用于至少一个衬底上的涂层的至少一个材料参数的多个值,具体地指示至少一个衬底的至少一侧上的至少一个涂层的粘附力的剥离强度。如进一步通常所使用的,术语“学习算法”涉及在至少一个已知数据集中提取至少一个模式的过程,其中,至少一个模式此后可以应用于至少一个未知数据集。另外,通过使用进一步的未知数据集,可以进一步细化至少一个模式。在本文中,优选地,学习算法可以从机器学习算法或深度学习算法中选择。

[0040] 特别地,通过使用关于至少两个连续的干燥阶段的布局、关于制剂的组成和关于至少一个衬底的信息确定用于干燥阶段中的至少一个期间使用的至少一个相关联的干燥器的至少一个设置的至少一个预测值可以优选地通过将至少一种学习算法应用于已知预测值与已知信息片段的组合来执行。在本文中,学习算法可以包含从回归算法或分类算法中的至少一个中选择的至少一个算法。举例来说,可以使用以下算法中的至少一个:偏最小

二乘回归;判别分析;贝叶斯算法,诸如朴素贝叶斯、Brute-force MAP学习、贝叶斯信念网络、贝叶斯最优分类器;具有多个内核的支持向量机;决策树算法,诸如随机森林、CART;逻辑回归和线性回归,诸如LASSO、Ridge、弹性网;统计分析,诸如单变量广义和混合模型;神经网络(NN)算法,诸如全连接NN、卷积NN、递归NN;高斯建模,诸如高斯过程回归、高斯图形网络;非监督学习方法,诸如非负矩阵因子分解、主成分分析(PCA)、t-sne、LLE。然而,其他类型的学习算法可以是可行的。

[0041] 根据步骤(iii),基于如在步骤(ii)期间采用的至少一个模型和如在步骤(i)期间接收的信息来确定在干燥阶段中的至少一个期间使用的至少一个相关联的干燥器的至少一个设置参数的至少一个预测值。出于该目的,优选地,可以使用如本文其他地方更详细描述的可编程装置。关于步骤(iii),必须注意的是,该步骤特别不是由干燥器装置的用户执行的,而是由接收上文所提到的信息的第三方执行的,诸如制剂的供应商。然后,该第三方开始用于确定用于(一个或多个)设置参数的预测值的计算过程。因此,步骤(iii)涉及设置参数的预测,该设置参数随后可用于干燥过程。

[0042] 根据步骤(iv),提供了用于调整至少一个干燥过程的至少一个推荐过程。在本文中,至少一个推荐过程包括在干燥阶段中的至少一个期间使用的至少一个相关联的干燥器的至少一个设置参数的至少一个预测值。如本文所使用的,术语“推荐过程”是指包括用于调整至少一个干燥过程的至少一个建议的一组数据。在本文中,可以特别地向用户提供推荐过程以便发起用户实现用于调整至少一个干燥过程的建议中的至少一个,优选地所有建议,例如通过改变如在涂层设备中的干燥区内使用的每个相关联的干燥器的带速度和/或至少一个设置参数,具体地以手动方式。作为如下文更详细地描述的替代方案,可以将推荐过程提供给控制单元,该控制单元被配置为控制涂层设备,尤其通过使用至少一个通信接口,该通信接口被配置为在包括被配置为生成推荐过程的处理单元的可编程装置与控制单元之间交换信息。关于步骤(iv),必须注意的是,该步骤特别不是由干燥器装置的用户执行的,而是由接收上文所提到的信息的第三方执行的,诸如制剂的供应商。该第三方然后-已经执行了用于确定用于设置参数的预测值的计算过程-向干燥器装置的用户提供推荐过程。换句话说,第三方提供一种手册或处方,并将其发送给干燥器装置的用户,干燥器装置然后可以根据推荐过程执行干燥过程。

[0043] 简要总结本公开的第一方面,该方法可以涉及两个不同的方。第一方是干燥装置的操作者,该干燥装置提供关于至少两个连续的干燥阶段的布局、关于制剂的组成以及关于至少一个衬底的信息。第二方可以部分地与第一方分离或远离第一方。第二方基于由第一方提供的信息预测用于操作干燥装置的推荐过程,并且随后将推荐过程转发给第一方,第一方然后可以相应地调整干燥过程。

[0044] 在另一方面中,本发明涉及一种用于调整被指定用于在至少一个衬底上产生至少一个涂层的至少一个干燥过程的系统。在本文中,该系统包括:

[0045] -至少一个处理单元,其中,至少一个处理单元被配置为执行用于调整被指定用于在至少一个衬底上产生至少一个涂层的至少一个干燥过程的计算机实现的方法,如本文其他地方所描述的;

[0046] -至少一个通信接口,其被配置为接收关于至少两个连续的干燥阶段的布局、关于制剂的组成以及关于至少一个衬底的信息;以及

[0047] -至少一个进一步的通信接口,其被配置为提供用于调整至少一个干燥过程的至少一个推荐过程,其包括在干燥阶段中的至少一个期间使用的至少一个相关联的干燥器的至少一个设置参数的至少一个预测值。

[0048] 在优选实施例中,至少一个进一步的通信接口可以被配置为特别地经由屏幕向用户提供推荐的过程。然而,用于向用户提供推荐过程的另一设备也可以是可行的,诸如扬声器。

[0049] 在进一步的优选实施例中,至少一个进一步的通信接口可以被配置为向被配置为控制涂层设备的控制单元提供推荐过程。

[0050] 在另一方面中,本发明涉及用于调整被指定用于在至少一个衬底上产生至少一个涂层的至少一个干燥过程的计算机实现的方法或系统的用途,特别地如本文其他地方所描述的,在用于车辆应用的电极中。具体地,用途可以是指可在车辆应用中使用的电池(诸如锂离子电池)的正电极或负电极。更特别地,用途可以是指一种用于生产电极(具体地用于诸如锂离子电池的电池的正电极或负电极)的方法,如在车辆应用中使用的。然而,用于调整被指定用于在至少一个衬底上产生至少一个涂层的至少一个干燥过程的计算机实现的方法或系统的进一步使用也可以是可行的,诸如产生可用于太阳能电池的涂层中的至少一个光活性层中,诸如在光伏太阳能电池板中。

[0051] 在另一方面中,本发明涉及一种用于调整被指定用于产生至少一个涂层的至少一个干燥过程的系统。在本文中,该系统包括:

[0052] -要用于至少一个干燥过程的至少一种制剂的至少一种组分,其中,

[0053] 至少一个干燥过程包括至少两个连续的干燥阶段,在其之后,至少一个涂层通过使用至少一种组分产生;以及

[0054] -用于调整至少一个干燥过程的至少一个推荐过程,其中,至少一个推荐过程包括在干燥阶段中的至少一个期间使用的至少一个相关联的干燥器的至少一个设置参数的至少一个预测值。

[0055] 对于关于用于调整被指定用于在至少一个衬底上产生至少一个涂层的至少一个干燥过程的系统的进一步细节,用于调整被指定用于在至少一个衬底上产生至少一个涂层的至少一个干燥过程的计算机实现的方法或系统的用途,以及用于调整被指定用于产生至少一个涂层的至少一个干燥过程的系统,可以参考用于调整被指定用于在至少一个衬底上产生至少一个涂层的至少一个干燥过程的计算机实现的方法以及用于在至少一个衬底上连续产生至少一个涂层的系统的描述,如本文其他地方所描述的。

[0056] 在本发明的另一方面中,公开了一种用于在至少一个衬底上连续产生至少一个涂层的方法。该方法包括以下步骤a)至f),其可以优选以给定的顺序执行,其中,步骤中的至少两个可以在时间上以重叠的方式执行。另外,方法可包括可在本文其他地方描述或不描述的其他步骤。因此,用于在至少一个衬底上连续产生至少一个涂层的方法包括以下步骤:

[0057] a) 将至少一个带引入涂层设备,其中,涂层设备被配置为以带速度移动至少一个带通过至少一个应用区域和至少两个连续的干燥区,其中,每个干燥区包括至少一个相关联的干燥器,其中,涂层设备还被配置为调整带速度和用于每个干燥区中的至少一个相关联的干燥器的至少一个设置参数中的至少一个;

[0058] b) 将至少一个制剂沉积到至少一个应用区域中的至少一个衬底的至少一侧上,其

中,至少一个带是或包括至少一个衬底,或者其中,至少一个带携带至少一个衬底;

[0059] c) 采用至少一个模型,至少一个模型被配置为基于关于至少两个干燥区的布局、关于制剂的组成、以及关于至少一个衬底的信息,生成用于带速度和用于干燥区中的至少一个干燥区中的至少一个相关联的干燥器的至少一个设置参数的至少一个预测值;

[0060] d) 基于至少一个模型和信息,确定用于带速度和用于干燥区中的至少一个干燥区中的至少一个相关联的干燥器的至少一个设置参数中的至少一个的至少一个预测值;

[0061] e) 通过使用至少一个推荐过程调整至少一个干燥过程,至少一个推荐过程包括用于带速度和用于干燥区中的至少一个干燥区中的至少一个相关联的干燥器的至少一个设置参数中的至少一个的至少一个预测值;以及

[0062] f) 在至少两个连续的干燥区内干燥至少一个制剂,由此,获得至少一个涂层。

[0063] 对于涉及用于在至少一个衬底上连续地产生至少一个涂层的方法的进一步细节,可以参考根据上文或下文更详细地呈现的实施例中的一个或多个的如本文所呈现的计算机实现的方法的描述。

[0064] 在本发明的另一方面中,公开了一种用于在至少一个衬底上连续产生至少一个涂层的系统。因此,该系统包括:

[0065] -涂层设备,其中,涂层设备包括:

[0066] o至少一个输送机驱动器,其被配置为以带速度移动至少一个带;

[0067] o至少一个应用区域,其被配置为提供要沉积在带的至少一侧上的至少一个制剂;以及

[0068] o至少两个连续的干燥区,其被配置为干燥至少一个制剂,其中,每个干燥区包括至少一个相关联的干燥器;

[0069] -至少一个可编程装置,其中,至少一个可编程装置被配置为:

[0070] (i) 接收关于至少两个连续的干燥区的布局、关于制剂的组成、关于至少一个衬底、以及关于带速度的信息;

[0071] (ii) 采用至少一个模型,至少一个模型被配置为生成用于带速度和用于在干燥区中的至少一个干燥区内使用的至少一个相关联的干燥器的至少一个设置参数中的至少一个的至少一个预测值;

[0072] (iii) 基于至少一个模型和信息,确定用于带速度和用于在干燥区中的至少一个干燥区内的至少一个相关联的干燥器的至少一个设置参数中的至少一个的至少一个预测值;以及

[0073] (iv) 提供用于调整至少一个干燥过程的至少一个推荐过程,至少一个推荐过程包括用于带速度和用于在干燥区中的至少一个干燥区内的至少一个相关联的干燥器的至少一个设置参数中的至少一个的至少一个预测值;以及

[0074] -至少一个控制单元,其被配置为

[0075] o与至少一个可编程装置交互;以及

[0076] o通过实施至少一个推荐过程调整至少一个干燥过程,从而控制涂层设备。

[0077] 如通常所使用的,术语“干燥区”是指涂层设备的分区,该分区包括至少一个相关联的干燥器,该干燥器通过如干燥区内使用的至少一个设置参数的至少一个值来操作。特别地,用于相关联的干燥器的至少一个设置参数可包括单独温度和单独热传递中的至少一

个,其可以应用于对应的干燥区内。出于该目的,每个干燥区可以优选地包括加热单元或冷却单元中的至少一个,加热单元或冷却单元可以由至少一个温度控制单元和至少一个吹风单元控制,该温度控制单元被配置为控制至少一个单独温度,并且该吹风单元被设计为设置至少一个单独热传递。通过使用多个干燥区,可以应用温度和热传递分布。不用说,通过改变温度和热传递,特别地随着时间的推移,可以在单个干燥区内实现温度和热传递分布。

[0078] 如本文进一步使用的,术语“控制单元”是指被配置为控制涂层设备的任意种类的装置。与如上文定义的术语“调整”相反,术语“控制”或其语法变型不仅是指用于以期望的方式布置干燥过程的至少一个参数,而且另外包括检查(review)干燥过程的至少一个参数是否已经以期望的方式调整,并且如果要求,进一步调整和检查干燥过程的至少一个参数。出于检查干燥过程的至少一个参数的目的,涂层单元可以特别地包括至少一个传感器单元。在本文中,至少一个传感器尤其可以被配置为在至少两个连续的干燥区之后记录用于涂层的至少一个材料参数的至少一个测量值。传感器单元可以特别地被配置为测量至少一个涂层的至少一个表面处的温度,优选地通过包括至少一个光学传感器,具体地至少一个红外传感器。可替代地或另外,至少一个传感器单元可以被配置为测量至少一个涂层的厚度或每面积涂层重量,优选地包括使用超声传感器、光学共焦传感器、基于光学干涉的传感器、激光三角测量传感器、基于伽马辐射的传感器、或基于 β 辐射的传感器中的至少一个。可替代地或另外,至少一个传感器单元可以被配置为测量至少一个涂层的组成,优选地通过包括基于红外光谱或拉曼光谱的传感器。可替代地或另外,至少一个传感器单元可以被配置为测量与至少一个涂层相关的结构信息,优选地通过包括涡流传感器或基于光学显微镜、共焦显微镜、荧光显微镜或干涉测量的传感器。可替代地或另外,至少一个传感器单元可以被配置为优选地通过使用火焰离子化检测器或其他常见气体传感器中的至少一个来测量气相组成,诸如蒸发溶剂的分数。然而,其他种类的传感器也可以是可行的。

[0079] 特别地,至少一个控制单元可包括至少一个进一步的处理单元和多个接口,以及可选地从存储单元、监视器或键盘中的至少一个中选择的至少一个进一步的设备,在本文中,至少一个进一步的处理单元可以特别地被配置为驱动涂层设备,特别地通过使用多个接口。在本文中,接口中的至少一个,优选地所有接口可以被布置为双向通信接口,该双向通信接口被配置为向两个方向中的一个发送至少一条数据,或者反之亦然。特别地,接口可以用作双向通信接口,优选地,在一个方向上,用于从至少一个控制单元向至少一个输送机驱动器、至少一个应用区域或至少两个连续的干燥区中的至少一个发送指令,尤其用于通过实现推荐过程来调整至少一个干燥过程的指令,尤其是如由每个干燥区所包括的温度控制单元和吹风单元,以及在另一个方向上,用于从至少一个输送机驱动器、至少一个应用区域或至少两个连续的干燥区中的至少一个向至少一个控制单元发送消息,诸如数据项、测量值或错误消息。进一步地,至少一个控制单元可以被配置为与至少一个可编程装置交互,特别地通过使用至少一个优选双向的通信接口。作为替代方案,至少一个控制单元和至少一个可编程装置可以在至少一个组合的可编程装置内实现,尤其在至少一个组合的可编程装置可以由独立计算机、服务器或计算机网络组成的实施例中的。

[0080] 对于涉及用于在至少一个衬底上连续地产生至少一个涂层的系统的进一步细节,可以参考根据上文或下文更详细地呈现的实施例中的一个或多个的如本文所呈现的计算机实现的方法的描述。

[0081] 在本发明的另一方面中,公开了一种用于提供用于调整被指定用于在至少一个衬底上产生至少一个涂层的至少一个干燥过程的至少一个推荐过程的计算机实现的方法。在本文中,至少一个干燥过程应用于在至少一个衬底上沉积的至少一种制剂,其中,至少一个干燥过程包括至少两个连续的干燥阶段,在其之后,产生至少一个涂层,根据本发明,该方法包括以下步骤:

[0082] (i) 提供关于至少两个连续的干燥阶段的布局、关于制剂的组成、以及关于至少一个衬底的信息;

[0083] (ii) 采用至少一个模型,其被配置为生成用于干燥阶段中的至少一个期间使用的至少一个相关联的干燥器的至少一个设置参数的至少一个预测值;

[0084] (iii) 基于至少一个模型和信息,确定用于在干燥阶段中的至少一个期间使用的至少一个相关联的干燥器的至少一个设置的至少一个预测值;以及

[0085] (iv) 接收用于调整至少一个干燥过程的至少一个推荐过程,其包括在干燥阶段中的至少一个期间使用的至少一个相关联的干燥器的至少一个设置参数的至少一个预测值。

[0086] 根据本发明的方法和系统提供了关于在至少一个衬底上产生至少一个涂层的方法和系统的各种优点,如现有技术已知的。特别地,它允许在每个干燥区中单独设置干燥条件,以便在每个干燥阶段期间调整干燥条件。作为根据本发明的干燥过程的可能调整的结果,其制造包括至少一个干燥过程的产品质量可以在干燥过程的恒定或增加的效率下得以改善。因此,生产期间的吞吐量、至少一个涂层的性能和干燥过程期间的能量消耗中的至少一个可以以积极的方式受到影响。

[0087] 特别地,如果与实验设计(DOE)相比,根据本公开的方法和系统提供了显著的优点。特别地,DOE是耗费时间、材料、能量和资源的,特别地涉及生产规模。将实验室数据转移到生产规模通常要求试验装置,这进而是相当昂贵的。相反,根据本公开的方法不涉及任何实验过程,而是涉及预测过程。因此,干燥或涂层设备的用户获得用于制造过程的更多时间,而不是浪费用于优化过程的时间。从而,根据本公开的方法是可持续的,因为它要求显著更少的原材料和资源,并且不要求试验装置。因此,从实验室发展到生产规模所需的时间显著缩短,并且为涂层过程的发展提供了更多的时间。特别地,浆料制造和/或涂层过程的小的适应或变化可以得以补偿,并且不要求复杂和持久的实验。因此,调整的干燥过程增加了吞吐量,其否则要求新的干燥分布。因此,提供了用于电池或太阳能电池的开发的更多时间。

[0088] 如本文进一步使用的,术语“具有”、“包括”或“包含”或其任何语法变体以非排他性的方式使用。因此,这些术语可以指本文描述的实体中除了由这些术语引入的特征之外不存在其它特征的情形,也可以指还存在一个或多个其它特征的情形。作为示例,表述“A具有B”、“A包括B”和“A包含B”可以指A中除了B之外不存在其它要素(即,A仅仅且排他地由B组成)的情形,也可以指实体A中除了B之外还存在一个或多个其它要素(例如要素C、要素C和D、或甚至其它要素)的情形。

[0089] 此外,如本文所使用的,术语“优选地”、“更优选地”、“特别地”、“更特别地”、“具体地”、“更具体地”或类似的术语与可选特征结合使用,而不限制替代可能性。因此,由这些术语引入的特征是可选的特征,并不意图以任何方式限制权利要求的范围。如本领域的技术人员将认识到的,本发明可通过使用替代特征来执行。类似地,由“在本发明的实施例中”或

类似表述引入的特征旨在为可选的特征,而对本发明的替代实施例没有任何限制,对本发明的范围没有任何限制,并且对组合以此方式引入的特征与本发明的其它可选的或非可选的特征的可能性没有任何限制。

[0090] 总结上文所提到的发现,以下实施例在本发明内是优选的:

[0091] 实施例1:一种用于调整被指定用于在至少一个衬底上产生至少一个涂层的至少一个干燥过程的计算机实现的方法,其中,所述至少一个干燥过程被应用于在所述至少一个衬底上沉积的至少一个制剂,其中,所述至少一个干燥过程包括至少两个连续的干燥阶段,在所述至少两个连续的干燥阶段之后,产生所述至少一个涂层,其中,所述方法包括以下步骤:

[0092] (i)接收关于所述至少两个连续的干燥阶段的布局、关于所述制剂的组成、以及关于所述至少一个衬底的信息;

[0093] (ii)采用至少一个模型,所述至少一个模型被配置为生成用于在所述干燥阶段中的至少一个干燥阶段期间使用的至少一个相关联的干燥器的至少一个设置参数的至少一个预测值;

[0094] (iii)基于所述至少一个模型和所述信息,确定用于在所述干燥阶段中的所述至少一个干燥阶段期间使用的所述至少一个相关联的干燥器的所述至少一个设置参数的所述至少一个预测值;以及

[0095] (iv)提供用于调整所述至少一个干燥过程的至少一个推荐过程,所述至少一个推荐过程包括用于适合于在所述干燥阶段中的所述至少一个干燥阶段期间使用的所述至少一个相关联的干燥器的所述至少一个设置参数的所述至少一个预测值。

[0096] 实施例2:根据前述实施例所述的计算机实现的方法,其中,通过使用用于在所述干燥阶段中的所述至少一个干燥阶段期间使用的所述至少一个相关联的干燥器的所述至少一个设置参数的至少一个已知值来生成所述至少一个模型。

[0097] 实施例3:根据前述实施例所述的计算机实现的方法,其中,在包括所述至少两个连续的干燥阶段的至少一个测试布局的至少一个测试干燥过程中,获取用于所述至少一个相关联的干燥器的所述至少一个设置参数的最后一个已知值。

[0098] 实施例4:根据前述实施例中的任一个所述的计算机实现的方法,其中,所述至少一个模型基于以下各项中的至少一项:所述制剂的组成,与所述制剂的至少一个组分的至少一个特性相关的至少一个参数,在所述至少两个干燥阶段之后与所述至少一个涂层相关的至少一个材料参数的至少一个测量值,对所述至少一个涂层中的裂纹形成的至少一个已知影响,以及作为在所述干燥阶段中的至少一个干燥阶段期间使用的所述至少一个相关联的干燥器的所述至少一个设置参数的结果的用于能量消耗的至少一个值。

[0099] 实施例5:根据前述实施例所述的计算机实现的方法,其中,在所述至少两个干燥阶段之后与所述至少一个涂层相关的所述至少一个材料参数选自与所述至少一个衬底上的所述至少一个涂层的粘附力和所述至少一个涂层在至少一个应用中的性能中的至少一个相关的至少一个参数。

[0100] 实施例6:根据前述两个实施例中的任一个所述的计算机实现的方法,其中,通过应用优化过程来生成所述至少一个模型,在所述优化过程中,旨在增大与所述至少一个衬底上的所述至少一个涂层的粘附力和所述至少一个涂层在至少一个应用中的性能中的至

少一个相关的所述至少一个参数的至少一个值,以及旨在减小用于对所述至少一个涂层中的裂纹形成的所述至少一个已知影响的至少一个值和用于能量消耗的所述至少一个值。

[0101] 实施例7:根据前述实施例所述的计算机实现的方法,其中,所述至少一个衬底上的所述至少一个涂层被指定用于产生电池电极,其中,在所述优化过程中,进一步旨在在电化学电池中的所述至少一个电池电极的至少一个应用中增加所述至少一个涂层的电极性能。

[0102] 实施例8:根据前述实施例所述的计算机实现的方法,其中,所述至少一个衬底上的所述至少一个涂层被指定用于在太阳能电池中产生光活性层,其中,在所述优化过程中,进一步旨在在光伏太阳能电池板中的所述至少一个太阳能电池的6至少一个应用中增加所述至少一个涂层的电性能。

[0103] 实施例9:根据前述五个实施例中的任一个所述的计算机实现的方法,其中,用于所述至少一个材料参数的所述至少一个测量值与所述至少一个涂层的表面处的温度、所述至少一个涂层的厚度或每面积涂层重量、所述至少一个涂层的组成、或与所述至少一个涂层相关的结构信息中的至少一个相关。

[0104] 实施例10:根据前述实施例所述的计算机实现的方法,其中,通过使用至少一个光学传感器来记录所述至少一个涂层的所述表面处的所述温度的所述至少一个测量值。

[0105] 实施例11:根据前述两个实施例中的任一个所述的计算机实现的方法,其中,通过使用超声传感器、光学共焦传感器、基于光学干涉的传感器、激光三角测量传感器、基于伽马辐射的传感器、或基于 β 辐射的传感器中的至少一个来记录用于所述至少一个涂层的厚度或每面积涂层重量的至少一个测量值。

[0106] 实施例12:根据前述三个实施例中的任一个所述的计算机实现的方法,其中,通过使用基于红外光谱或拉曼光谱的传感器来记录所述至少一个涂层的所述组成的所述至少一个测量值。

[0107] 实施例13:根据前述四个实施例中的任一个所述的计算机实现的方法,其中,通过使用涡流传感器或基于光学显微镜、共焦显微镜、荧光显微镜或干涉测量的传感器来记录与所述至少一个涂层相关的所述结构信息的所述至少一个测量值。

[0108] 实施例14:根据前述实施例中的任一个所述的计算机实现的方法,其中,所述连续的干燥阶段包括至少一个初始干燥阶段和在所述至少一个初始干燥阶段之后的至少一个临界干燥阶段。

[0109] 实施例15:根据前述实施例所述的计算机实现的方法,其中,用于所述至少一个相关联的干燥器的所述至少一个设置参数在所述至少一个临界干燥阶段期间被调整为不同于在所述至少一个初始干燥阶段期间所调整的用于所述至少一个相关联的干燥器的所述至少一个设置参数。

[0110] 实施例16:根据前述两个实施例中的任一个所述的计算机实现的方法,包括至少三个连续的干燥阶段,其中,所述至少三个连续的干燥阶段还包括在所述至少一个临界干燥阶段之后的至少一个最终干燥阶段。

[0111] 实施例17:根据前述实施例所述的计算机实现的方法,其中,在所述至少一个最终干燥阶段期间用于所述至少一个相关联的干燥器的所述至少一个设置参数被调整为不同于在所述至少一个临界阶段期间所调整的用于所述至少一个相关联的干燥器的所述至少

一个设置参数。

[0112] 实施例18:根据前述实施例中的任一个所述的计算机实现的方法,其中,所述至少一个推荐过程包括在所述至少一个干燥阶段期间将用于所述至少一个相关联的干燥器的所述至少一个设置参数调整为恒定值。

[0113] 实施例19:根据前述实施例中的任一个所述的计算机实现的方法,其中,在所述至少一个干燥阶段期间,用于所述至少一个相关联的干燥器的所述至少一个设置参数包括单独温度分布和单独热传递分布中的至少一个。

[0114] 实施例20:根据前述实施例所述的计算机实现的方法,其中,通过设置至少一个温度控制单元来执行对所述至少一个单独温度分布的调整。

[0115] 实施例21:根据前述两个实施例中的任一个所述的计算机实现的方法,其中,通过设置至少一个吹风单元来执行对所述至少一个单独热传递分布的调整。

[0116] 实施例22:根据前述实施例中的任一个所述的计算机实现的方法,其中,通过将所述至少一种制剂连续地沉积到所述至少一个衬底上来以连续的方式执行在所述至少一个衬底上产生所述至少一个涂层。

[0117] 实施例23:根据前述实施例所述的计算机实现的方法,其中,至少一个带是或包括所述至少一个衬底,或其中,所述至少一个带携带所述至少一个衬底,其中,所述至少一个带在所述至少两个连续的干燥阶段期间以带速度移动。

[0118] 实施例24:根据前述实施例所述的计算机实现的方法,其中,所述至少一个模型还被配置为生成用于所述带速度的预测值,其中,进一步确定用于所述带速度的所述预测值,以及其中,用于调整所述至少一个干燥过程的所述至少一个推荐过程还包括输出用于所述带速度的所述预测值。

[0119] 实施例25:一种用于调整被指定用于在至少一个衬底上产生至少一个涂层的至少一个干燥过程的系统,所述系统包括:

[0120] -至少一个处理单元,其中,所述至少一个处理单元被配置为根据前述实施例中的任一个,执行一种用于调整被指定用于在至少一个衬底上产生至少一个涂层的至少一个干燥过程的计算机实现的方法;

[0121] -至少一个通信接口,其被配置为接收关于所述至少两个连续的干燥阶段的布局、关于所述制剂的组成、以及关于所述至少一个衬底的信息;以及

[0122] -至少一个进一步的通信接口,其被配置为提供用于调整所述至少一个干燥过程的至少一个推荐过程,其包括在所述干燥阶段中的至少一个干燥阶段期间使用的所述至少一个相关联的干燥器的所述至少一个设置参数的所述至少一个预测值。

[0123] 实施例26:根据前述实施例所述的系统,包括至少一个双向通信接口,其中,所述至少一个双向通信接口包括所述至少一个通信接口和所述至少一个进一步的通信接口。

[0124] 实施例27:根据前述系统实施例中的任一个所述的系统,其中,所述至少一个进一步的通信接口被配置为向用户提供所述推荐过程。

[0125] 实施例28:根据前述实施例所述的系统,还包括屏幕,其中,所述至少一个进一步的通信接口被配置为经由所述屏幕向用户提供所述推荐过程。

[0126] 实施例29:根据前述系统实施例中的任一个所述的系统,其中,所述至少一个进一步的通信接口被配置为向被配置为控制所述涂层设备的控制单元提供所述推荐过程。

[0127] 实施例30:一种根据前述实施例中任一项的用于调整被指定用于在至少一个衬底上产生至少一个涂层的至少一个干燥过程的计算机实现的方法或系统的用途,用于车辆应用的电极。

[0128] 实施例31:一种用于调整被指定用于产生至少一个涂层的至少一个干燥过程的系统,所述系统包括:

[0129] -要用在至少一个干燥过程中的至少一个制剂的至少一个组分,其中,所述至少一个干燥过程包括至少两个连续的干燥阶段,在所述至少两个连续的干燥阶段之后,通过使用所述至少一个组分产生至少一个涂层;以及

[0130] -用于调整所述至少一个干燥过程的至少一个推荐过程,其中,所述至少一个推荐过程包括用于在所述干燥阶段中的至少一个干燥阶段期间使用的至少一个相关联的干燥器的至少一个设置参数的至少一个预测值。

[0131] 实施例32:一种用于在至少一个衬底上连续地产生至少一个涂层的方法,所述方法包括以下步骤:

[0132] a) 将至少一个带引入涂层设备,其中,所述涂层设备被配置为以带速度移动所述至少一个带通过至少一个应用区域和至少两个连续的干燥区,其中,每个干燥区包括至少一个相关联的干燥器,其中,所述涂层设备还被配置为调整所述带速度和用于每个干燥区中的所述至少一个相关联的干燥器的至少一个设置参数中的至少一个;

[0133] b) 将至少一个制剂沉积到所述至少一个应用区域中的至少一个衬底的至少一侧上,其中,所述至少一个带是或包括所述至少一个衬底,或者其中,所述至少一个带携带所述至少一个衬底;

[0134] c) 采用至少一个模型,所述至少一个模型被配置为基于关于所述至少两个干燥区的布局、关于所述制剂的组成、以及关于所述至少一个衬底的信息,生成用于所述带速度和用于所述干燥区中的至少一个干燥区中的至少一个相关联的干燥器的所述至少一个设置参数的至少一个预测值;

[0135] d) 基于所述至少一个模型和所述信息,确定用于所述带速度和用于所述干燥区中的所述至少一个干燥区中的所述至少一个相关联的干燥器的所述至少一个设置参数中的至少一个的所述至少一个预测值;

[0136] e) 通过使用至少一个推荐过程调整所述至少一个干燥过程,所述至少一个推荐过程包括用于所述带速度和用于所述干燥区中的至少一个干燥区中的所述至少一个相关联的干燥器的所述至少一个设置参数中的至少一个的所述至少一个预测值;以及

[0137] f) 在所述至少两个连续的干燥区内干燥所述至少一个制剂,由此,获得所述至少一个涂层。

[0138] 实施例33:根据前述实施例所述的方法,其中,在所述至少一个干燥区内,用于所述至少一个相关联的干燥器的所述至少一个设置参数包括单独温度分布和单独热传递分布中的至少一个。

[0139] 实施例34:根据前述实施例所述的计算机实现的方法,其中,通过设置至少一个温度控制单元来执行对所述至少一个单独温度分布的调整。

[0140] 实施例35:根据前述两个实施例中的任一个所述的计算机实现的方法,其中,通过设置至少一个吹风单元来执行对所述至少一个单独热传递分布的调整。

[0141] 实施例36:根据前述实施例所述的方法,其中,在所述一个干燥区内执行至少一个干燥阶段。

[0142] 实施例37:根据前述实施例所述的方法,其中,在特定干燥区内执行特定干燥阶段。

[0143] 实施例38:根据前述五个实施例中的任一个所述的方法,其中,在所述至少一个干燥区中的所述单独温度分布和所述单独热传递分布中的至少一个被调整为在所述至少一个干燥区沿着所述带的移动的延伸上的恒定值。

[0144] 实施例39:根据前述七个实施例中的任一个所述的方法,其中,所述至少一种制剂包括多个颗粒、至少一种粘合剂和至少一种溶剂,其中,所述至少一个涂层通过在所述至少两个连续的干燥区上的颗粒固结、粘合剂迁移和溶剂蒸发的组合而形成。

[0145] 实施例40:根据前述实施例所述的方法,其中,所述连续的干燥区包括至少一个初始干燥区和在所述至少一个初始干燥区之后的至少一个临界干燥区。

[0146] 实施例41:根据前述实施例所述的方法,其中,在所述至少一个初始干燥区中调整初始温度分布和初始热传递分布中的至少一个,以在通过所述多个涂层颗粒形成孔隙网络之前支持所述至少一种制剂的收缩。

[0147] 实施例42:根据前述两个实施例中的任一个所述的方法,其中,在所述至少一个临界干燥区中调整临界温度分布和临界热传递分布中的至少一个,以支持通过所述多个涂层颗粒形成所述孔隙网络,并且启动来自所述孔隙网络的溶剂蒸发。

[0148] 实施例43:根据前述四个实施例中的任一个所述的方法,包括至少三个连续的干燥区,其中,所述三个连续的干燥区还包括在所述至少一个临界干燥区之后的至少一个最终干燥区。

[0149] 实施例44:根据前述实施例所述的方法,其中,在所述至少一个最终干燥区中调整最终温度分布和最终热传递分布中的至少一个,以支持来自所述孔隙网络的所述溶剂蒸发。

[0150] 实施例45:一种用于在至少一个衬底上连续地产生至少一个涂层的系统,所述系统包括:

[0151] -涂层设备,其中,所述涂层设备包括:

[0152] o至少一个输送机驱动器,其被配置为以带速度移动至少一个带;

[0153] o至少一个应用区域,其被配置为提供要沉积在所述带的至少一侧上的至少一个制剂;以及

[0154] o至少两个连续的干燥区,其被配置为干燥所述至少一个制剂,其中,每个干燥区包括至少一个相关联的干燥器;

[0155] -至少一个可编程装置,其中,所述至少一个可编程装置被配置为:

[0156] (i)接收关于所述至少两个连续的干燥区的布局、关于所述制剂的组成、关于所述至少一个衬底、以及关于所述带速度的信息;

[0157] (ii)采用至少一个模型,所述至少一个模型被配置为生成用于所述带速度和用于在所述干燥区中的至少一个干燥区内使用的至少一个相关联的干燥器的至少一个设置参数中的至少一个的至少一个预测值;

[0158] (iii)基于所述至少一个模型和所述信息,确定用于所述带速度和用于在所述干

干燥区中的所述至少一个干燥区内的所述至少一个相关联的干燥器的所述至少一个设置参数中的至少一个的所述至少一个预测值;以及

[0159] (iv) 提供用于调整所述至少一个干燥过程的至少一个推荐过程,所述至少一个推荐过程包括用于所述带速度和用于在所述干燥区中的所述至少一个干燥区内的所述至少一个相关联的干燥器的所述至少一个设置参数中的至少一个的所述至少一个预测值;以及

[0160] -至少一个控制单元,其被配置为

[0161] o与所述至少一个可编程装置交互;以及

[0162] 一种用于在至少一个衬底(118,118')上连续地产生至少一个涂层(112,112')的系统(110),所述系统包括:

[0163] -涂层设备(120),其中,所述涂层设备(120)包括:

[0164] o至少一个输送机驱动器,其被配置为以带速度(122)移动至少一个带(116);

[0165] o至少一个应用区域(126,126'),其被配置为提供要沉积在所述带(116)的至少一侧(114,114')上的至少一个制剂;以及

[0166] o至少两个连续的干燥区(130,130',130''),其被配置为干燥所述至少一个制剂,其中,每个干燥区(130,130',130'')包括至少一个相关联的干燥器(132,132',132'');

[0167] -至少一个可编程装置(140),其中,所述至少一个可编程装置(140)被配置为:

[0168] (i)接收关于所述至少两个连续的干燥区(130,130',130'')的布局、关于所述制剂的组成、关于所述至少一个衬底(118,118')、以及关于所述带速度(122)的信息(154,156,158,160);

[0169] (ii)采用至少一个模型,所述至少一个模型被配置为生成用于所述带速度(122)和用于在所述干燥区(130,130',130'')中的至少一个干燥区内使用的至少一个相关联的干燥器(132,132',132'')的至少一个设置参数中的至少一个的至少一个预测值(162,164);

[0170] (iii)基于所述至少一个模型和所述信息(154,156,158,160),确定用于所述带速度(122)和用于在所述干燥区(130,130',130'')中的所述至少一个干燥区内的所述至少一个相关联的干燥器(132,132',132'')的所述至少一个设置参数中的至少一个的所述至少一个预测值(162,164);以及

[0171] (iv)提供用于调整所述至少一个干燥过程的至少一个推荐过程(166),所述至少一个推荐过程包括用于所述带速度(122)和用于在所述干燥区(130,130',130'')中的所述至少一个干燥区内的所述至少一个相关联的干燥器(132,132',132'')的所述至少一个设置参数中的至少一个的所述至少一个预测值(162,164);以及

[0172] -至少一个控制单元(170),其被配置为

[0173] o与所述至少一个可编程装置(140)交互;以及

[0174] o通过实施至少一个推荐过程调整所述至少一个干燥过程,从而控制所述涂层设备。

[0175] 实施例46:根据前述实施例所述的系统,其中,每个干燥区被配置为执行至少一个干燥阶段。

[0176] 实施例47:根据前述实施例所述的系统,其中,特定干燥区被配置为执行特定干燥阶段。

[0177] 实施例48:根据前述系统实施例中的任一个所述的系统,其中,所述涂层设备还包

括至少一个传感器。

[0178] 实施例49:根据前述实施例所述的系统,其中,至少一个传感器选自被配置为测量所述至少一个涂层的表面处的温度的至少一个传感器、被配置为测量所述至少一个涂层的厚度或每面积涂层重量的至少一个传感器、被配置为测量所述至少一个涂层的组成的至少一个传感器、或被配置为测量与所述至少一个涂层相关的结构信息的至少一个传感器。

[0179] 实施例50:根据前述实施例所述的系统,其中,至少一个光学传感器用于记录用于所述至少一个涂层的所述表面处的所述温度的至少一个测量值。

[0180] 实施例51:根据前述两个实施例中的任一个所述的系统,其中,超声传感器、光学共焦传感器、基于光学干涉的传感器、激光三角测量传感器、基于伽马辐射的传感器、或基于 β 辐射的传感器中的至少一个用于记录所述至少一个涂层的厚度或每面积涂层重量的至少一个测量值。

[0181] 实施例52:根据前述三个实施例中的任一个所述的系统,其中,基于红外光谱或拉曼光谱的传感器用于记录用于所述至少一个涂层的所述组成的所述至少一个测量值。

[0182] 实施例53:根据前述四个实施例中的任一个所述的系统,其中,涡流传感器或基于光学显微镜、共焦显微镜、荧光显微镜或干涉测量的传感器用于记录与所述至少一个涂层相关的结构信息的至少一个测量值。

[0183] 实施例54:根据前述系统实施例中的任一个所述的系统,其中,所述至少一个可编程装置是至少一个移动通信设备或由至少一个移动通信设备包括。

[0184] 实施例55:根据前述系统实施例中的任一个所述的系统,其中,所述至少一个移动通信设备包括智能电话、平板电脑或个人数字助理中的至少一个。

[0185] 实施例56:根据前述系统实施例中的任一个所述的系统,其中,所述至少一个可编程装置经由至少一个通信接口与所述控制单元通信。

[0186] 实施例57:公开了一种用于提供用于调整被指定用于在至少一个衬底上产生至少一个涂层的至少一个干燥过程的至少一个推荐过程的计算机实现的方法,其中,所述至少一个干燥过程被应用于在所述至少一个衬底上沉积的至少一种制剂,其中,所述至少一个干燥过程包括至少两个连续的干燥阶段,在其之后,产生所述至少一个涂层,其中,所述方法包括以下步骤:

[0187] (i) 提供关于所述至少两个连续的干燥阶段的布局、关于所述制剂的组成、以及关于所述至少一个衬底的信息;

[0188] (ii) 采用至少一个模型,其被配置为生成用于所述干燥阶段中的至少一个干燥阶段期间使用的至少一个相关联的干燥器的至少一个设置参数的至少一个预测值;

[0189] (iii) 基于所述至少一个模型和所述信息,确定用于在所述干燥阶段中的至少一个干燥阶段期间使用的所述至少一个相关联的干燥器所述至少一个设置的所述至少一个预测值;以及

[0190] (iv) 接收用于调整所述至少一个干燥过程的至少一个推荐过程,其包括在所述干燥阶段中的至少一个干燥阶段期间使用的所述至少一个相关联的干燥器的所述至少一个设置参数的所述至少一个预测值。

[0191] 实施例58:一种工具包,包括:

[0192] 用于电极,特别是电池电极的涂层的材料,以及

[0193] 用于调整至少一个干燥过程的至少一个推荐过程,其包括在根据实施例1确定的干燥阶段中的至少一个干燥阶段期间使用的所述至少一个相关联的干燥器的所述至少一个设置参数的所述至少一个预测值。

附图说明

[0194] 通过以下结合从属实施例对优选示例性实施例的描述,本发明的其他可选细节和特征将显而易见。在该上下文中,特定特征可以单独或以任何合理组合实现。本发明不限于示例性实施例。在附图中示意性地示出了示例性实施例。各个附图中相同的参考标号指代相同的元件或具有相同功能的元件,或者在其功能方面彼此对应的元件。

[0195] 在附图中:

[0196] 图1示出了用于在带的两侧上产生涂层的系统的优选实施例;

[0197] 图2示出了不同设计的干燥过程随时间的干燥分布;

[0198] 图3A至3D示出了通过调整根据本发明的至少一个干燥过程获得的实验结果;

[0199] 图4示出了用于调整被指定用于在至少一个衬底上产生至少一个涂层的至少一个干燥过程的计算机实现的方法的优选实施例;以及

[0200] 图5示出了用于调整被指定用于在至少一个衬底上产生至少一个涂层的至少一个干燥过程的系统的优选实施例。

具体实施方式

[0201] 图1示意性地示出了用于在带116的一侧或两侧114、114'上产生涂层112、112'的系统110的优选实施例,其中,带116的每一侧114、114'可以用作用于相应的涂层112、112'的衬底118、118'。作为替代方案,可以由带116的一侧或两侧114、114'携带单独衬底(此处未描绘),其中,涂层112、112'可以分别应用于单独衬底。

[0202] 根据本发明的系统110包括涂层设备120。在本文中,涂层设备120具有输送机驱动器,该输送机驱动器被配置为以带速度122移动带116。如图1中示意性描绘的,输送机驱动器包括第一滚筒(drum)124和第二滚筒124',第一滚筒124承载并提供未涂覆的带116,并且第二滚筒124'接收涂覆的带116。通常,足够的是,可以对第一滚筒124进行供电以使带116以期望的带速度122向前移动,而第二滚筒124'可以用作无动力空闲滚筒。然而,输送机驱动器的其他种类的布置也可以是可想象的。

[0203] 进一步地,如图1中示意性所示的涂层设备120具有两个单独应用区域126、126',其中,每个应用区域126、126'包括单独涂层单元128、128',该涂层单元128、128'被配置为提供沉积到用作相应衬底118、118'的带116的每一侧114、114'上的制剂。然而,应用区域126、126'的不同数量或布置也可能是可行的。举例来说,用于在带116的单面114上仅产生单个涂层112的单个应用区域126也可以是可能的。作为进一步的示例,至少两个应用区域126、126'可用于在带116的同一侧114上连续沉积至少两个单独涂层112、112'。通常,应用区域126、126'的数量和特定布置以及制剂取决于所设想的涂层112、112'的应用。举例来说,制剂可用于在带116的一侧或两侧114、114'上产生涂层112、112',该涂层被指定用于电池电极中。作为进一步的示例,制剂可用于在带116的一侧或两侧114、114'上产生涂层112、112',该涂层被指定用于太阳能电池中的光活性层。然而,进一步的示例是可想象的。如由

图1中所描绘的涂层设备120包括的两个单独应用区域126、126' 以以下方式布置:在通过将制剂沉积在带116的第一侧114上已经产生的带116的第一侧114上的涂层112已经在第一干燥过程中干燥之后,第二应用区域126' 将制剂沉积在带116的第二侧114' 上。

[0204] 进一步地,如图1中示意性所示的涂层设备120在每个单独应用区域126、126' 之后具有三个连续的干燥区130、130'、130"。然而,出于简单的缘故,下文仅更详细地描述了第一应用区域126之后的三个连续的干燥区130、130'、130",其中,细节经过必要的修改适用于第二应用区域126#之后的三个连续的干燥区130、130'、130",也如图1所描绘的。在第一应用区域126之后的每个干燥区130、130'、130" 被配置为干燥通过使用第一涂层单元128已经沉积在第一应用区域126中的制剂。出于该目的,每个干燥区130、130'、130" 包括相关联的干燥器132、132'、132",其中,可以设置用于每个相关联的干燥器132、132'、132" 的至少一个设置参数,以便调整干燥过程。特别地,用于每个相关联的干燥器132、132'、132" 的至少一个设置参数可包括单独温度分布和单独热传递分布中的至少一个,其可以应用于对应的干燥区130、130'、130" 内。

[0205] 出于该目的,每个干燥区130、130'、130" 可包括至少一个温度控制单元(此处未描绘),该温度控制单元被配置为在对应的干燥区130、130'、130" 中设置单独温度分布,具体地通过控制加热单元或冷却单元(此处未描绘)中的至少一个。如上文所定义的,单独温度分布涉及在对应的干燥区130、130'、130" 内的制剂处的主要(prevaling)温度的过程,其中,温度可以具体地是指当施加在衬底118、118' 时,至少一种制剂的可接近表面处的温度。

[0206] 另外,每个干燥区130、130'、130" 还可包括至少一个吹风单元(此处未描绘),该吹风单元被配置为调整对应干燥区130、130'、130" 中的单独热传递分布。如上文所定义的,单独热传递分布是指应用于对应干燥区130、130'、130" 内的制剂的热传递的过程,其中,热传递可以尤其是指至少一种制剂的可接近表面上方的热传递。

[0207] 以这种方式,每个干燥区130、130'、130" 可以优选地单独寻址,优选地以以下方式寻址:位于特定干燥区130' 中的相关联的干燥器132' 的设置参数的至少一个值不同于位于相邻干燥区130、130" 中的相关联的干燥器132、132" 的设置参数的至少一个值。该优点允许每个干燥区130、130'、130" 中的干燥条件的单独设置,如上文和下文更详细地描述的。

[0208] 如图1进一步示意性所示,涂层设备120可以另外具有传感器单元134,传感器单元134包括至少一个传感器,该传感器被配置为在三个连续的干燥区130、130'、130" 之后记录用于涂层112、112' 的至少一个材料参数的至少一个测量值。在本文中,衬底118、118' 上的涂层112、112' 的至少一个材料参数可用于在恒定或者优选地增加效率的干燥过程下改进至少一个干燥过程。特别地,传感器单元134可包括光学传感器136,具体地红外传感器,其被配置为测量涂层112、112' 的表面处的温度。可替代地或另外,传感器单元134可包括超声传感器138,该超声传感器138被配置为测量涂层112、112' 的每面积的涂层重量。然而,其他种类的传感器,诸如如上文所提到的传感器,也可以是可行的。

[0209] 通常,涂层112、112' 的至少一个材料参数可取决于涂层112、112' 的性质和应用。举例来说,带116的一侧或两侧114、114' 上的涂层112、112' 可以是被指定用于电池电极的涂层。在本文中,优选地,至少一个材料参数可以选自衬底上的涂层112、112' 的剥离强度和在电化学电池中应用电池电极时的涂层112、112' 的电极性能。作为进一步的示例,带116的一侧或两侧114、114' 上的涂层112、112' 可以被指定用于太阳能电池,其中,至少一个材料

参数在此可以选自衬底上的涂层112、112'的剥离强度和在光伏太阳能电池板中应用太阳能电池时的涂层112、112'的电性能。然而,进一步的示例是可行的。

[0210] 根据本发明,用于在带116的一侧或两侧114、114'上产生涂层112、112'的系统110还包括可编程装置140。如图1中示意性描绘的,可编程装置140可以是或包括移动通信设备142,具体地智能电话144。然而,另一种类的可编程装置,诸如计算机或计算机网络,或不同种类的移动通信设备,也可以用于本发明的目的。然而,为了促进阅读以下文章,关于智能电话144的示例解释了图1的特定实施例,其中,如所解释的细节经过必要的修改可适用于另一种类的可编程装置,具体地,计算机或计算机网络,或不同种类的移动通信设备。

[0211] 如图1示意性所示,智能电话144包括处理单元146,处理单元146被配置为驱动智能电话144,特别是通过运行一个或多个应用(“应用”),其中,至少一个应用可以被配置为基于至少一个输入值来确定至少一个输出值。如此处进一步描绘的,智能电话144包括存储单元148,该存储单元148被配置为存储至少一个计算机程序,特别地驱动模型的至少一个计算机程序,该模型被配置为生成如上文和下文更详细解释的干燥过程的模拟,以及至少一个值,特别地输出值、输入值或如至少一个计算机程序中使用的值中的至少一个。如图1进一步所示,智能电话144包括屏幕150,其中,屏幕150包括虚拟键盘152,虚拟键盘152可以被配置为接收至少一个输入值,特别是用于在处理单元146中处理和/或用于存储在存储单元148中。然而,如下文更详细地描述的,可替代地或另外,可以经由至少一个不同的信道来接收至少一个输入值。

[0212] 根据本发明,智能电话144被配置为接收关于至少两个连续的干燥阶段130、130'、130”的布局、关于制剂的组成、关于衬底118、118'以及关于带速度122的信息。然而,至少一条进一步的信息可以附加地由智能电话144接收。如图1示意性所示,可以在屏幕150上显示关于制剂的组成的信息154、关于衬底118、118'的信息156、关于至少两个连续的干燥阶段130、130'、130”的布局的信息158、以及关于带速度122的信息160,具体地,以通知用户关于信息154、156、158、160,以允许用户回顾信息154、156、158和160,并且如果适用的话,特别地通过使用虚拟键盘152来校正信息154、156、158、160。

[0213] 进一步根据本发明,智能电话144还被配置为采用至少一个模型,该模型被配置为生成用于带速度122的预测值162和如在干燥区130、130'、130”内使用的每个相关联的干燥器132、132'、132”的至少一个设置参数的预测值164。

[0214] 进一步根据本发明,智能电话144还被配置为基于如上文所采用的至少一个模型和如上文进一步接收到的信息154、156、158、160,分别确定用于带速度122和如在干燥区130、130'、130”内使用的每个相关联的干燥器132、132'、132”的至少一个设置参数的预测值162、164。

[0215] 进一步根据本发明,智能电话144还被配置为提供用于调整干燥过程的推荐过程166。在如图1示意性描绘的实施例中,推荐过程166包括用于带速度122和如分别在干燥区130、130'、130”内使用的每个相关联的干燥器132、132'、132”的至少一个设置参数的预测值162、164。如上文已经指示的,智能电话114的存储单元148还被配置为存储驱动模型的至少一个计算机程序,该模型被配置为生成干燥过程的模拟。如上文所定义的,模型被配置为通过使用被配置为生成干燥过程的模拟的至少一个计算机程序来生成预测值162、164,其中,干燥过程包括如图1的涂层设备120中使用的三个连续的干燥阶段130、130'、130”。具体

地,模拟紧密地基于如由上文所描述的智能电话144接收到的关于制剂的组成的信息154、关于衬底118、118'的信息156、关于至少两个连续的干燥阶段130、130'、130''的布局的信息158、以及关于带速度122的信息160。

[0216] 特别地,模型可以通过使用针对以下的已知值生成:制剂的组成、衬底118、118'、连续的干燥阶段130、130'、130''的布局、带速度122、用于每个相关联的干燥器132、132'、132''的至少一个设置参数、以及用于衬底118、118'上的涂层112、112'的至少一个材料参数,具体地指示衬底118、118'上的涂层112、112'上的粘附力的剥离强度。在本文中,优选地,可以通过在至少一个已知衬底上使用至少一种已知制剂在至少一个测试干燥过程中获取已知值,该至少一个衬底包括测试涂层设备中的至少一个测试布局和一个测试带速度。作为测试干燥过程的结果,可以生成至少一个关系,其中,至少一个关系可以是指,对于在如由特定涂层设备中包括的特定布局中要干燥的特定衬底上的特定制剂,衬底118、118'上的涂层112、112'的至少一个材料参数的多个值,具体地指示衬底118、118'上的涂层112、112'的粘附力的剥离强度,用于对应干燥区130、130'、130''内的相关联的干燥器132、132'、132''的多个设置参数和带速度122。如下文图3B所示,至少一个关系可以被显示为至少一个图,其中,至少一个图可以特别地描绘如在对应的对应干燥区130、130'、130''期间应用于特定衬底上的特定制剂的剥离强度与单独温度分布和单独热传递分布之间的关系。

[0217] 进一步根据本发明,如由智能电话144提供的推荐过程166可以发起用户以改变带速度122和/或如在涂层设备120中的干燥区130、130'、130''内使用的每个相关联的干燥器132、132'、132''的至少一个设置参数,具体地以手动方式。然而,如图1中进一步所示,系统110可以另外包括至少一个通信接口168,该通信接口168尤其可以被配置为在智能电话144与如由系统110进一步包括的控制单元170之间交换信息。在本文中,至少一个通信接口168可包括线装元件或无线元件。举例来说,线装元件可以选自以下各项中的至少一项:金属线,诸如铜线或金线;计算机总线系统,诸如通用串行总线(USB);或光纤,而无线元件可包括无线发射机或蓝牙元件。然而,其他种类的通信接口也可以是可行的。优选地,通信接口168可以被布置为双向通信接口,该双向通信接口被配置为在一个方向上将信息154、156、158、160从控制单元170发送到智能电话144,并且在另一个方向上将推荐过程166发送到控制单元170。

[0218] 如图1中示意性描绘的,控制单元170可包括至少一个进一步的处理单元172、存储单元174、监视器176、键盘178和多个接口180。在本文中,至少一个进一步的处理单元172可以被配置为驱动涂层设备120,尤其通过使用多个接口180。在本文中,接口180中的一个或多个,优选地所有接口180,可以被布置为双向通信接口,该双向通信接口被配置为将至少一条数据转发到两个方向中的一个中,或者反之亦然。特别地,接口180可以用作双向通信接口,优选地,在一个方向上,用于将指令从控制单元170发送到滚筒124、124'、涂层单元128、128'、干燥器132、132'、132''或传感器单元134中的至少一个,以及在另一个方向上,用于将消息从滚筒124、124'、涂层单元128、128'、干燥器132、132'、132''或传感器单元134中的至少一个发送到控制单元170,诸如数据项、测量值或错误消息。进一步地,存储单元174可以特别地被配置为存储这些数据项、测量值或错误消息中的任何一个,它们可以特别地由监视器176显示,而键盘178可以特别地被指定用于输入这些指令中的至少一个和/或用于校正这些数据项、测量值或错误消息中的任何一个。特别地,控制单元170可以被配置为

优选地经由通信接口168与智能电话144交互,并且进一步地,通过实现推荐过程166来调整至少一个干燥过程,优选地经由多个接口180来控制涂层设备120。

[0219] 图2示出了示出不同设计的干燥过程的干燥分布(profile)212、214、216的图210。出于该目的,对于不同的干燥分布212、214、216,溶剂体积分数 ϕ 随时间 t 以 ϕ 为单位绘制。因此,也可以由术语“粗略干燥分布”表示的干燥分布212示出了干燥分布的特定实施例,其中相当高的蒸发速率(此处 $r=3\text{g}/\text{m}^2 \cdot \text{s}$)可以被应用于制剂。尽管从经济观点来看,干燥分布212可能是令人感兴趣的,特别是由于减少的干燥时间218,但是,它通常不提供涂层112、112'的期望质量,这可以从干燥过程完成之后的涂层112、112'的至少一个材料参数的测量值的记录中导出。

[0220] 因此,为了增加涂层112、112'的质量,可以使用也由术语“温和干燥分布”表示的干燥分布214,其中可以将低-高蒸发速率(此处 $r=1\text{g}/\text{m}^2 \cdot \text{s}$)应用于制剂,并且在干燥过程完成之后为涂层112、112'的至少一个材料参数提供期望值,然而,以特别增加的干燥时间220为代价。对于两个干燥分布212、214,在涉及的所有干燥区130、130'、130''期间,使用针对相关联的干燥器132、132'、132''的设置参数的恒定值。

[0221] 根据本发明,提供了推荐过程166,如上文所描述的,以通过设置带速度122和/或在如由涂层设备120所包括的干燥区130、130'、130''内使用的每个相关联的干燥器132、132'、132''的至少一个设置参数来调整干燥过程。如图2所示,干燥过程可以分为三个连续的干燥阶段222、224、226。在该优选的示例性实施例中,干燥过程因此可以被划分为初始干燥阶段222、在初始干燥阶段222之后的临界干燥阶段224,以及在临界干燥阶段224之后的最终干燥阶段226。进一步地,干燥阶段222、224、226中的一个或多个可以划分到干燥区130、130'、130''中的多于一个上。

[0222] 如可以从图2导出的,也由术语“分区干燥分布”表示的干燥分布216的蒸发速率在初始干燥阶段222期间遵循粗略干燥分布212的蒸发速率,在临界干燥阶段224期间应用温和干燥分布214的蒸发速率,并且在最终干燥阶段226期间返回到粗略干燥分布212的蒸发速率。在本文中,在对应的干燥阶段222、224、226期间的干燥分布212、214、216可以通过设置带速度122和涂层设备120的每个干燥区130、130'、130''中的每个相关联的干燥器132、132'、132''的至少一个相应的设置参数来获得。优选地,初始干燥阶段222可以在本文中在第一干燥区130中执行,临界干燥阶段224在连续的干燥区130'中执行,并且最终干燥阶段226在最终干燥区130''中执行。

[0223] 因此,根据分区干燥分布216的干燥过程可以在中间干燥时间228中被执行,该中间干燥时间当然超过了如粗略干燥分布212所要求的干燥时间218,但在该优选示例性实施例中仍低于如温和干燥分布214所要求的干燥时间220的约40%,其中,如通过应用分区干燥分布216获得的涂层112、112'的质量等于如通过应用温和干燥分布214获得的涂层112、112'的质量,这可以通过在根据分区干燥分布216完成干燥过程之后记录用于涂层112、112'的至少一个材料参数的测量值来证明。

[0224] 不希望受理论的限制,如由图2的图210中呈现的结果可以通过考虑在干燥过程开始时应用于衬底118、118'的制剂包括至少两种不同的组分来解释,即具有多个至少一种固体组分的基质,其中,至少一种固体组分可包括多个结晶颗粒、非晶颗粒或溶解分子中的至少一种,以及具有至少一种第二组分的溶剂,其中,至少一种溶剂可以选自液体、气体或其

混合物中的至少一种。另外,制剂还可包括至少一种附加组分,特别地指定将基质内的固体组分保持在一起的至少一种粘合剂。为了在干燥过程期间形成涂层112、112',在三个连续的干燥阶段222、224、226期间发生颗粒固结、粘合剂迁移和溶剂蒸发的组合。通常,紧接地在将制剂应用到衬底118、118'上之后,干燥过程通常从初始干燥阶段222开始,该初始干燥阶段222包括衬底118、118'上的制剂的体积的收缩,这主要是由于颗粒固结和来自基质的溶剂蒸发的组合。如图2所示,在初始干燥阶段222期间,针对溶剂体积分数的值从 $\phi \approx 0.6$ 减少到 $\phi \approx 0.4$ 。此后,临界阶段224通常开始于在衬底118、118'上的制剂的体积的收缩结束并且来自固结颗粒之间的孔隙的溶剂蒸发开始时。因此,如实验证明的,可以优选在临界干燥阶段224期间应用温和干燥分布216(这是为何术语“临界”用于该干燥阶段的原因),以充分支持在临界干燥阶段224期间发生的过程,以便在尽可能短的时间内获得高质量的涂层112、112'。如图2进一步所示,在临界干燥阶段224期间,针对溶剂体积分数的值从 $\phi \approx 0.4$ 减少到 $\phi \approx 0.15$ 。在最终干燥阶段226期间,针对溶剂体积分数的值最终减少到 $\phi \approx 0$,其中,可以使用粗略干燥分布212的相当高的蒸发速率,特别地以便尽可能地减少干燥时间228。

[0225] 图3A至3D示出了通过调整根据本发明的至少一个干燥过程已经获得的实验结果。

[0226] 图3A显示了以 $^{\circ}\text{C}$ 为单位的温度 T_p 的过程310和以 $\text{W}/\text{m}^2 \cdot \text{K}$ 为单位的单独热传递系数 α 的过程312作为用于每个干燥区130、130'、130''中的每个相关联的干燥器132、132'、132''的设置参数,以便实现用于特定干燥过程的干燥阶段222、224、226。

[0227] 图3B显示了图314,该图314示出了用于涂层112、112'的归一化 90° 剥离强度 p 的实验结果(对于分析方法的描述,参见标准ASTM D6862),作为以 $^{\circ}\text{C}$ 为单位的单独温度分布 T 和以 $\text{W}/\text{m}^2 \cdot \text{K}$ 为单位的单独热传递分布 α 的函数,如针对每面积涂层重量 $w \approx 78, 5\text{g}/\text{m}^2$ 测量的临界干燥阶段224期间所应用的。在本文中,图314中的第一点316指示如用于干燥过程的次优条件 $T \approx 120^{\circ}\text{C}$ 和 $\alpha \approx 60\text{W}/\text{m}^2 \cdot \text{K}$ 的示例,而图314中的第二点318指示用于干燥过程的最优条件 $T \approx 80^{\circ}\text{C}$ 和 $\alpha \approx 30\text{W}/\text{m}^2 \cdot \text{K}$ 的另一示例,根据本发明如图3A所示。图314可以被认为是构成用于如存在于图3A中的特定干燥过程的模型的结果。

[0228] 图3C显示了在实现干燥阶段222、224、226的每个干燥区130、130'、130''中的制剂的以 kg/m^2 为单位的每面积涂层重量 w 的过程320和制剂的表面处的以 $^{\circ}\text{C}$ 为单位的温度 T_p 的过程322。在本文中,通过使用光学传感器记录了制剂的表面处的温度 T_p 的过程322的测量值,同时通过使用超声传感器记录了制剂的每面积涂层重量 w 的过程320的测量值。

[0229] 图3D显示了实现干燥阶段222、224、226的每个干燥区130、130'、130''中的溶剂体积分数 ϕ 的过程324和以 $\text{g}/\text{m}^2 \cdot \text{s}$ 为单位的蒸发速率 r 的过程326。如那里所示,在很大程度上对应于临界阶段224的干燥区130'中,蒸发速率特别地减少。

[0230] 图4示意性地示出了用于调整被指定用于在衬底118、118'上产生涂层112、112'的干燥过程的计算机实现的方法410的优选实施例。如上文已经描述的,干燥过程被应用于在衬底118、118'上沉积的制剂,其中,干燥过程包括三个连续的干燥阶段222、224、226,在其之后,产生涂层112、112'。根据本发明,方法410包括以下步骤。

[0231] 在根据步骤(i)的接收步骤412中,接收关于至少两个连续的干燥阶段222、224、226的布局、关于制剂的组成、以及关于至少一个衬底118、118'的信息154、156、158。

[0232] 在根据步骤(ii)的采用步骤414中,采用至少一个模型,其中,至少一个模型被配

置为生成用于如在干燥阶段222、224、226期间使用的每个相关联的干燥器132、132'、132"的至少一个设置参数的预测值162、164。

[0233] 在根据步骤(iii)的确定步骤416中,基于如在采用步骤414中采用的至少一个模型和如在接收步骤412中接收的信息154、156、158来确定如在三个干燥阶段222、224、226期间的每个相关联的干燥器132、132'、132"的至少一个设置参数的预测值162、164。

[0234] 在根据步骤(iv)的提供步骤418中,提供了用于调整干燥过程的推荐过程166,其中,推荐过程166包括在三个干燥阶段222、224、226期间用于每个相关联的干燥器132、132'、132"的至少一个设置参数的预测值162、164。

[0235] 图5示意性地示出了用于调整被指定用于在衬底118、118'上产生涂层112、112'的干燥过程的系统420的优选实施例。如图5所描绘的,系统420包括处理单元146,该处理单元146被配置为执行用于调整被指定用于在衬底118、118'上产生涂层112、112'的干燥过程的计算机实现的方法410,如上文已经描述的。

[0236] 进一步地,系统420包括双向通信接口168,该双向通信接口168被配置为一方面用作第一通信接口,该第一通信接口被配置为接收关于至少两个连续的干燥阶段222、224、226的布局、关于制剂的组成、以及关于至少一个衬底118、118'的信息154、156、158,以及另一方面用作另一通信接口,该另一通信接口被配置为向如由被配置为控制涂层设备120的控制单元170所包括的另一处理单元172提供用于调整干燥过程的推荐过程166,该推荐过程166包括在三个干燥阶段222、224、226期间的每个相关联的干燥器132、132'、132"的至少一个设置参数的预测值162、164。

[0237] 如图5进一步所示,系统420可以另外包括至少一个附加通信接口422,该通信接口422可以被配置为尤其经由屏幕150向用户提供推荐过程116,特别地包括预测值162、164。可替代地或另外,可以经由不同的设备(诸如扬声器(此处未描绘))向用户提供推荐过程166。

[0238] 参考标记列表

[0239] 110用于在至少一个衬底上连续产生至少一个涂层的系统

[0240] 112、112' 涂层

[0241] 114、114' 侧

[0242] 116带

[0243] 118、118' 衬底

[0244] 120 涂层设备

[0245] 122 带速度

[0246] 124、124' 滚筒

[0247] 126、126' 应用区域

[0248] 128、128' 涂层单元

[0249] 130、130'、130" 干燥区

[0250] 132、132'、132" 相关联的干燥器

[0251] 134 传感器单元

[0252] 136 光学传感器

[0253] 138 超声传感器

- [0254] 140 可编程装置
- [0255] 142 移动通信设备
- [0256] 144 智能电话
- [0257] 146 处理单元
- [0258] 148 存储单元
- [0259] 150 屏幕
- [0260] 152 虚拟键盘
- [0261] 154 信息
- [0262] 156 信息
- [0263] 158 信息
- [0264] 160 信息
- [0265] 162 预测值
- [0266] 164 预测值
- [0267] 166 推荐过程
- [0268] 168(双向)通信接口
- [0269] 170 控制单元
- [0270] 172 进一步的处理单元
- [0271] 174 存储单元
- [0272] 176 监视器
- [0273] 178 键盘
- [0274] 180 接口
- [0275] 210 图
- [0276] 212 粗糙干燥分布
- [0277] 214 温和干燥分布
- [0278] 216 分区干燥分布
- [0279] 218 干燥时间
- [0280] 220 干燥时间
- [0281] 222 初始干燥阶段
- [0282] 224 临界干燥阶段
- [0283] 226 最终干燥阶段
- [0284] 228 干燥时间
- [0285] 310 单独温度的过程
- [0286] 312 单独热传递系数的过程
- [0287] 314 图
- [0288] 316 次优点
- [0289] 318 最优点
- [0290] 320 每面积涂层重量的过程
- [0291] 322 表面温度的过程
- [0292] 324 溶剂体积分数的过程

- [0293] 326 蒸发速率的过程
- [0294] 410 用于调整被指定用于在至少一个衬底上产生至少一个涂层的至少一个干燥过程的计算机实现的方法
- [0295] 412 接收步骤
- [0296] 414 采用步骤
- [0297] 416 确定步骤
- [0298] 418 提供步骤
- [0299] 420 用于调整被指定用于在至少一个衬底上产生至少一个涂层的至少一个干燥过程的系统
- [0300] 422 附加通信接口

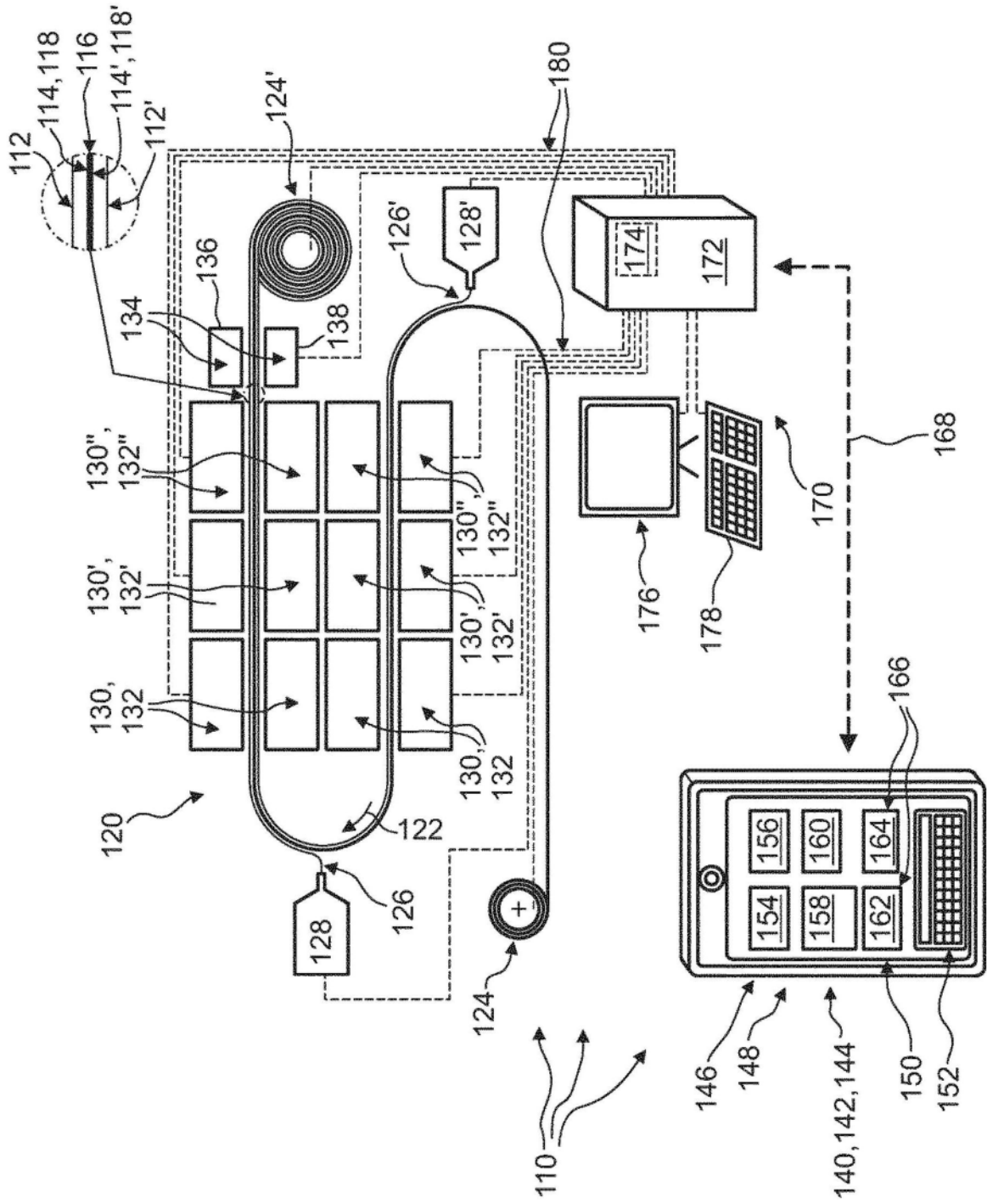


图1

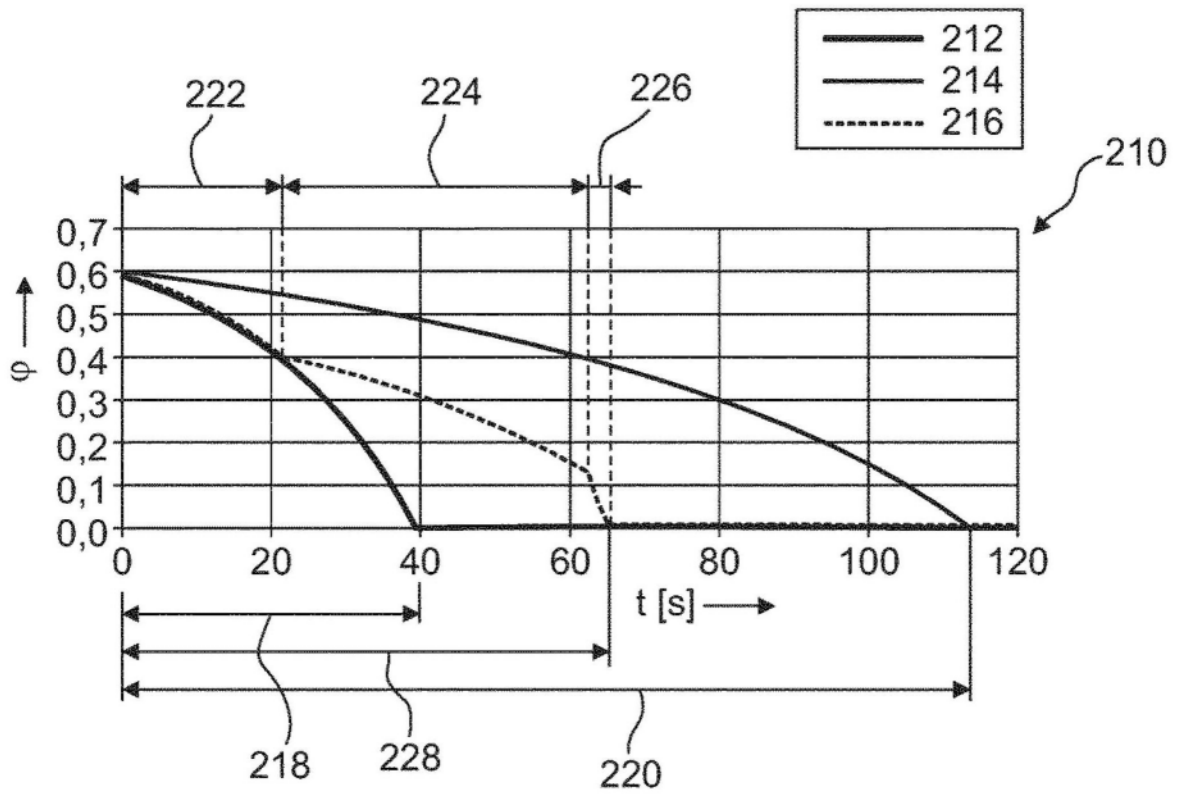


图2

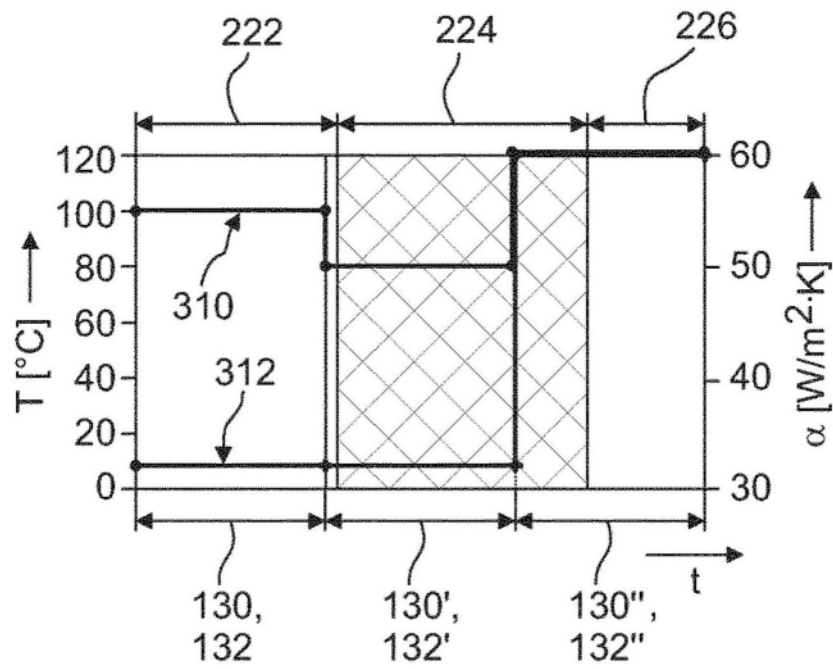


图3A

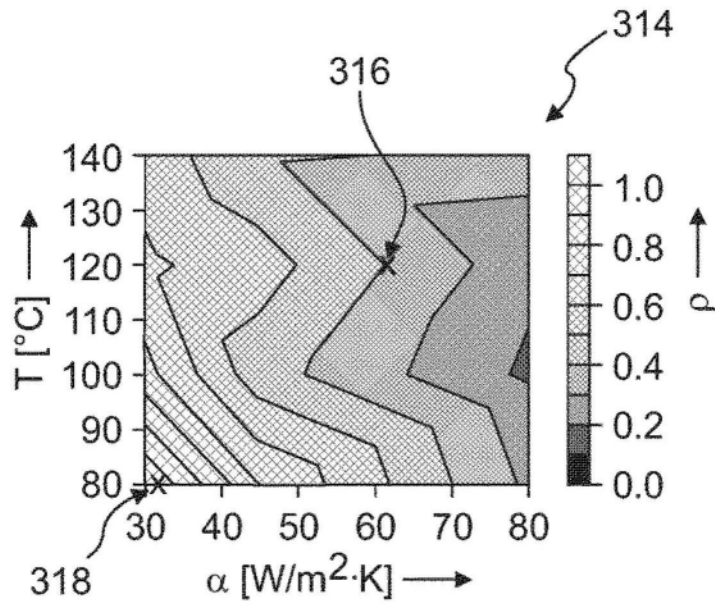


图3B

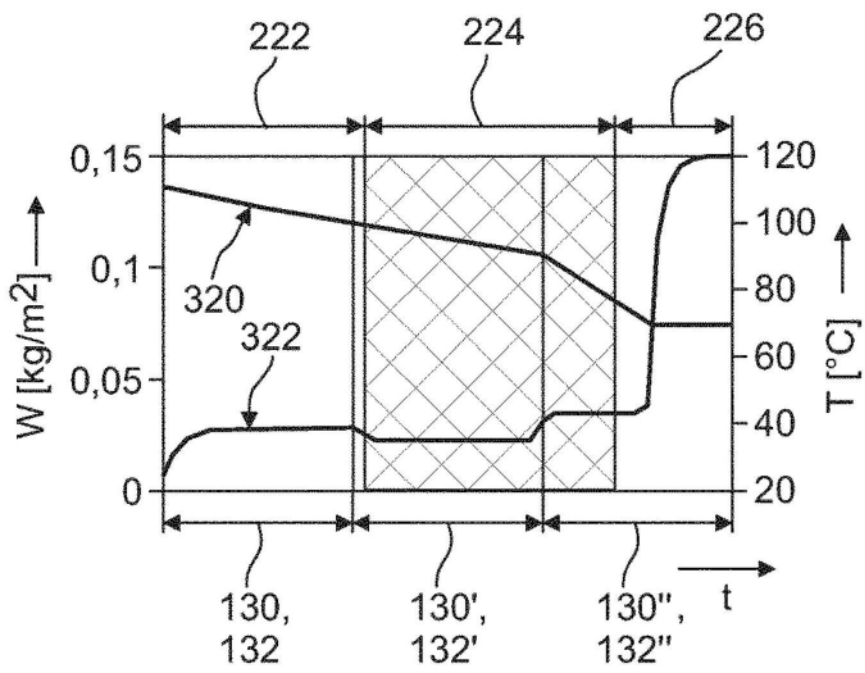


图3C

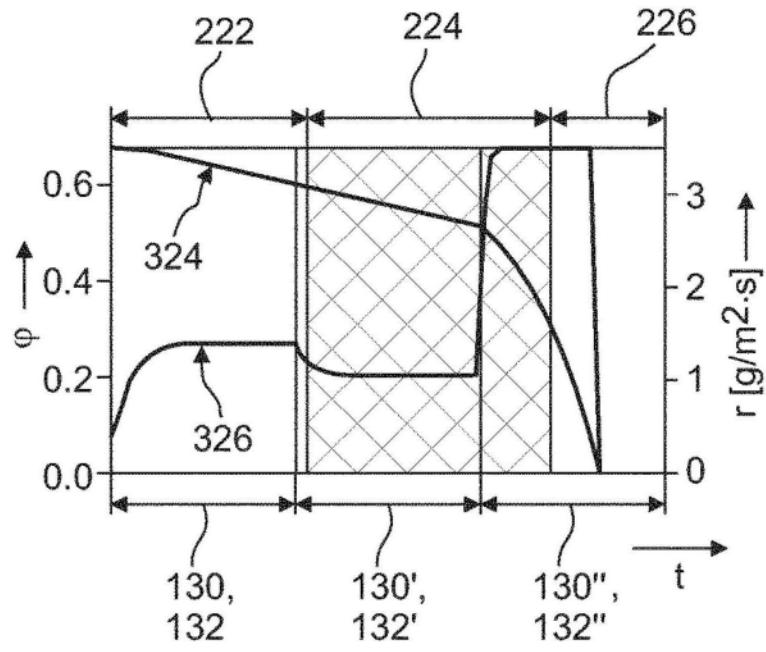


图3D

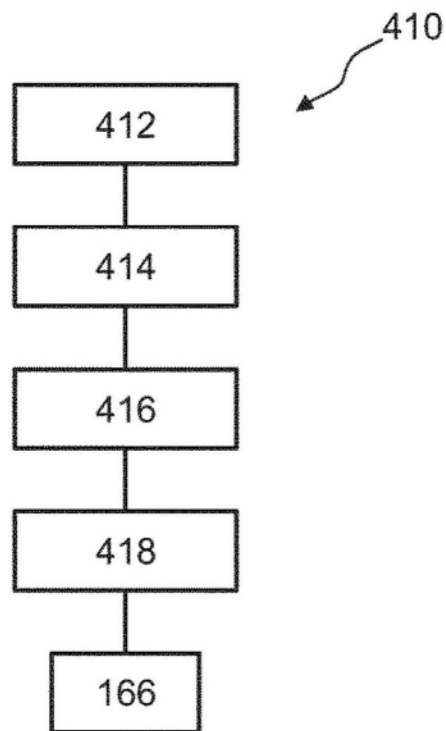


图4

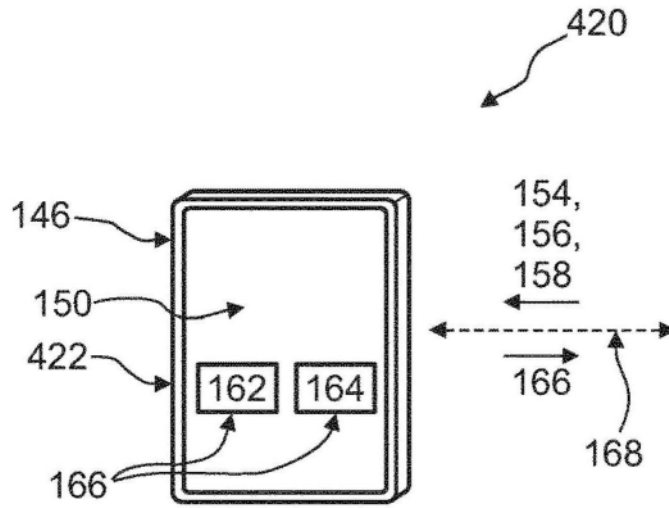


图5