



(12) 发明专利

(10) 授权公告号 CN 109390560 B

(45) 授权公告日 2021.07.13

(21) 申请号 201810795752.X

(22) 申请日 2018.07.19

(65) 同一申请的已公布的文献号  
申请公布号 CN 109390560 A

(43) 申请公布日 2019.02.26

(30) 优先权数据  
2017-153335 2017.08.08 JP

(73) 专利权人 丰田自动车株式会社  
地址 日本爱知县

(72) 发明人 上田将史

(74) 专利代理机构 北京市中咨律师事务所  
11247  
代理人 王潇悦 刘航

(51) Int.Cl.

H01M 4/1393 (2010.01)

H01M 10/0525 (2010.01)

(56) 对比文件

CN 100367559 C, 2008.02.06

JP 特开2015-201318 A, 2015.11.12

US 2016172705 A1, 2016.06.16

CN 102487137 A, 2012.06.06

CN 103855358 A, 2014.06.11

JP 特开2010-102926 A, 2010.05.06

JP 特开2007-242590 A, 2007.09.20

审查员 井二宝

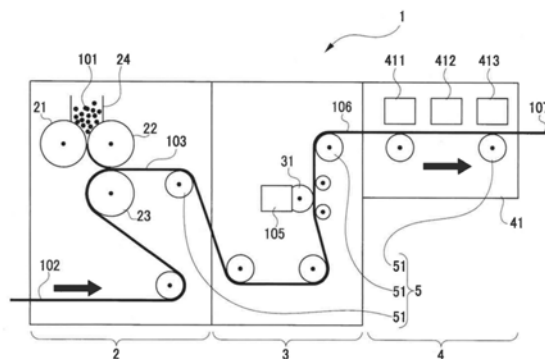
权利要求书1页 说明书7页 附图5页

(54) 发明名称

负极的制造方法

(57) 摘要

一种负极的制造方法,包括:使包含负极活性物质的粉体湿润而制成粒状的造粒体,使所述造粒体成为膜状而得到活性物质膜,将所述活性物质膜形成于带状的铜箔上;在活性物质膜上涂布糊状的耐热层;以及使活性物质膜和耐热层干燥。在涂布中,涂布添加有粘合剂的HRL糊剂而制成耐热层。在干燥中,包括第1干燥工序和第1干燥工序后的工序即第2干燥工序和第3干燥工序,将第1干燥工序中采用的第1炉的设定温度设为高温的第1温度,将第2干燥工序中采用的第2炉412的设定温度和第3干燥工序中采用的第3炉413的设定温度设为低于第1温度的温度即第2温度。



1. 一种负极的制造方法,其特征在于,包括:  
使包含负极活性物质的粉体湿润而制成粒状的造粒体,使所述造粒体成为膜状而得到活性物质膜,将所述活性物质膜形成于带状的铜箔上;  
在所述活性物质膜上涂布糊状的耐热层;以及  
使所述活性物质膜和所述耐热层干燥,  
其中,  
在所述涂布中,涂布添加有粘合剂的材料而制成所述耐热层,  
在所述干燥中,包括第1工序和在第1工序之后的第2工序,  
将所述第1工序中采用的干燥温度设为第1温度,将所述第2工序中采用的干燥温度设为低于所述第1温度的第2温度,  
所述第1温度为150°C以上,所述第2温度为120°C以下。
2. 根据权利要求1所述的负极的制造方法,其特征在于,  
所述第1温度为180°C。
3. 根据权利要求1或2所述的负极的制造方法,其特征在于,  
粘合剂的添加量为10重量%。
4. 根据权利要求1或2所述的负极的制造方法,其特征在于,  
粘合剂的添加量为4重量%。
5. 根据权利要求1或2所述的负极的制造方法,其特征在于,  
添加有粘合剂的材料包含填料,  
粘合剂的粒径比填料的粒径小。
6. 根据权利要求1或2所述的负极的制造方法,其特征在于,  
粘合剂是丙烯酸系乳液。

## 负极的制造方法

### 技术领域

[0001] 本发明涉及一种负极的制造方法,其在金属箔上层叠包含负极活性物质的材料来制造带状的负极。

### 背景技术

[0002] 例如,作为锂离子二次电池等所使用的电极,有在金属箔的表面形成有活性物质层的带状的电极。而且,还有使用在带状的正极与负极之间夹着隔膜层叠或卷绕而成的电极体的二次电池。例如,日本特开2017-103092中公开了如下技术:一种将片状的正极和负极夹着片状的隔膜进行层叠的制造方法,在正极与隔膜之间以及负极与隔膜之间涂布粘接剂。

### 发明内容

[0003] 如上述的文献所公开的那样,在追加涂布粘接剂的工序的情况下,仅增加与所追加的工序的部分相应的制造工序。例如,在负极板的制造时向活性物质层的表面涂布耐热层,因此例如如果在使用在耐热层的材料中添加了粘合剂而成的材料作为涂布材料,则可以省略涂布粘接剂的工序。然而,在添加了能够确保负极板与隔膜的充分的粘接强度的量的粘合剂的情况下,有可能由于粘合剂而使电池的电阻上升,导致电池性能降低。

[0004] 本发明提供如下技术:一种负极的制造方法,包括向活性物质层的表面涂布添加有粘合剂的耐热层的工序,能够抑制电池性能的降低。

[0005] 本发明的一个方案的负极的制造方法,包括:

[0006] 使包含负极活性物质的粉体湿润而制成粒状的造粒体,使所述造粒体成为膜状而得到活性物质膜,将所述活性物质膜形成于带状的铜箔上;在所述活性物质膜上涂布糊状的耐热层;以及使所述活性物质膜和所述耐热层干燥,其中,在所述涂布中,涂布添加有粘合剂的材料而制成所述耐热层,所述干燥工序包括第1工序和上述第1工序后的第2工序,将所述第1工序中采用的干燥温度设为第1温度,将所述第2工序中采用的干燥温度设为低于所述第1温度的第2温度。

[0007] 根据上述的一个方案的负极的制造方法,通过进行成膜,在铜箔上形成膜状的活性物质膜。然后,通过进行涂布,向活性物质膜上涂布糊状的耐热层,通过之后的干燥,使活性物质膜和耐热层干燥。进而,耐热层的材料中包含粘合剂,在干燥的初期的第1工序中,以温度较高的第1温度进行干燥。因此,促进耐热层的迁移,使粘合剂聚集在耐热层的表层。在干燥的第2工序中,以低于第1温度的第2温度进行干燥,因此能够在粘合剂聚集在表层的状态下使其切实地干燥。由此,即使不添加大量的粘合剂也能确保粘接强度,能够抑制电池性能的降低。

[0008] 在上述的一个方案的负极的制造方法中,可以设为:第1温度为150℃以上,第2温度为120℃以下。通过在干燥的初期以150℃以上进行干燥,促进耐热层的迁移。另外,如果第2温度为120℃以下,则例如铜箔燃烧的可能性小。

[0009] 在上述的一个方案的负极的制造方法中,可以设为:第1温度为180℃。通过在干燥的初期以180℃进行干燥,能够特别促进耐热层的迁移。

[0010] 在上述的一个方案的负极的制造方法中,可以设为:粘合剂的添加量为10重量%。

[0011] 在上述的一个方案的负极的制造方法中,可以设为:粘合剂的添加量为4重量%。

[0012] 在上述的一个方案的负极的制造方法中,可以设为:添加有粘合剂的材料包含填料,粘合剂的粒径比填料的粒径小。

[0013] 在上述的一个方案的负极的制造方法中,可以设为:粘合剂是丙烯酸系乳液。

[0014] 根据本发明可实现如下技术:一种负极的制造方法,包括向活性物质层的表面涂布添加有粘合剂的耐热层,能够抑制电池性能的降低。

## 附图说明

[0015] 下面,参照附图对本发明的实施例的特征、优点、技术和工业意义进行说明,附图中相同的标记表示相同的构件。

[0016] 图1是表示本实施方式的制造装置的结构示意图。

[0017] 图2为表示本实施方式的制造方法的各工序的工序图。

[0018] 图3为表示干燥工序的工序图。

[0019] 图4为表示迁移的说明图。

[0020] 图5为表示实验的结果的表。

[0021] 图6为表示初始电阻比的曲线图。

## 具体实施方式

[0022] 以下,参照附图对本发明的具体实施方式进行详细说明。本实施方式中,将本发明应用于向活性物质层的表面涂布添加有粘合剂的耐热层而制造负极的制造方法。

[0023] 本实施方式的制造方法中所使用的制造装置1的概略构成如图1所示。制造装置1是制造在铜箔上将包含负极用电极活性物质的材料成膜的带状的负极的装置。如图1所示,制造装置1包含成膜装置2、HRL (Heat Resistant Layer;耐热层)涂布装置3、干燥装置4和运送装置5。

[0024] 如图1所示,成膜装置2是具备多个辊(A辊21、B辊22、C辊23)、且在铜箔102上将造粒体101成膜而制作层叠体103的装置。造粒体101是向包含负极活性物质的粉体中添加少量的水等溶剂而成为湿润状态,并进行搅拌,由此造粒成大致球形的造粒体。粉体例如包含石墨等碳系材料,也可以进一步包含增粘剂、粘合剂。造粒体101中的固体成分的比例例如为70~80%。铜箔102例如是厚度为10~20 $\mu\text{m}$ 的带状的箔。

[0025] 如图1所示,A辊21、B辊22和C辊23以旋转轴相互平行的方式而配置。A辊21和B辊22彼此相邻地配置,B辊22和C辊23彼此相邻地配置。A辊21与C辊23不相邻。再者,图1的例子中,A辊21和B辊22在大致水平方向上相邻配置,B辊22和C辊23在大致铅垂方向上相邻配置,但各辊的配置并不限于该图的例子。

[0026] 而且,A辊21、B辊22和C辊23与将它们各自旋转驱动的发动机(未图示)连接,在负极的制造时以规定的转速旋转。再者,发动机可以是各辊共用,也可以是各辊分别使用。各辊的旋转方向以在两个辊的相邻位置上,相邻的两个辊的外周面彼此向相同的方向移动的

方式来确定。也就是说,A辊21和C辊23沿着相同的旋转方向旋转,B辊22沿着与A辊21或C辊23相反的旋转方向旋转。

[0027] 在成膜装置2中,A辊21、B辊22和C辊23的直径可以相同,也可以使用与A辊21的直径、B辊22的直径相比直径更大的C辊23。另外,成膜装置2的各辊21~23的圆周速度例如被确定为A辊21的圆周速度最慢,C辊23的圆周速度最快。再者,各辊21~23的直径、转速可以适当选择从而适合于负极的制造。

[0028] 另外,如图1所示,成膜装置2具备在A辊21与B辊22之间收纳造粒体101的收纳部24。在负极的制造时,在收纳部24中收纳造粒体101,在C辊23上卷绕铜箔102。而且,通过使各辊21~23分别以各自确定的转速进行旋转,使造粒体101在A辊21与B辊22之间成形为膜状。成为膜状的造粒体101被B辊22运送,在B辊22与C辊23之间被转印于铜箔102上。由此,制作在铜箔102上成膜有造粒体101的层叠体103。

[0029] 如图1所示,HRL涂布装置3是包含凹版涂布机31、并且在由成膜装置2制成的层叠体103的造粒体101的膜上涂布HRL糊剂105而制作未干燥负极106的装置。凹版涂布机31使用一般的凹版涂布机即可。再者,图1中,HRL涂布装置3在从图中下方向图中上方移动的层叠体103上涂布HRL糊剂105,但HRL涂布装置3的配置并不限于此,例如可以在沿着水平方向移动的层叠体103上涂布HRL糊剂105。

[0030] HRL糊剂105是将包含填料和粘合剂的材料分散于水等溶剂中,制成糊状的糊剂。填料例如为勃姆石,粘合剂例如为丙烯酸丁酯等丙烯酸系乳液。粘合剂的粒径比填料的粒径小,例如为1/10以下。HRL糊剂105中可以进一步包含增粘剂。

[0031] 如图1所示,干燥装置4具备干燥室41以及该干燥室中的第1炉411、第2炉412和第3炉413这三个干燥炉。干燥装置4是通过使由HRL涂布装置3制作的未干燥负极106干燥而制作负极107的装置。第1炉411、第2炉412和第3炉413沿着未干燥负极106的行进方向从上游侧起依次等间隔地配置。

[0032] 干燥装置4利用各干燥炉411~413对干燥室41的内部进行加热。而且,干燥装置4使未干燥负极106中涂布有HRL糊剂105的面与各干燥炉411~413相对,使未干燥负极106以一定的速度通过干燥室41。各干燥炉411~413各自分别设定干燥温度,在各自所设定的温度下使相对的未干燥负极106干燥。本实施方式中,各干燥炉411~413的配置为等间隔,未干燥负极106中的规定的部位与各干燥炉411~413相对的时间的长度相同。

[0033] 如图1所示,运送装置5是包含多个运送辊51、并且以一定的速度连续地运送带状的构件的装置。具体而言,运送装置5使从图外的供给辊等供给的带状的构件即铜箔102依次通过成膜装置2、HRL涂布装置3和干燥装置4。运送装置5还将通过各装置2~4的处理制作的负极107向图外的卷取辊等运送。再者,成膜装置2的C辊23或HRL涂布装置3的凹版涂布机31也具备运送功能,并且兼做运送装置5的一部分。在本实施方式的制造装置1中,成膜装置2、HRL涂布装置3、干燥装置4和运送装置5组合而进行一系列的工作。

[0034] 接着,使用本实施方式的制造装置1,参照图2的工序图对制造负极的制造方法进行说明。如图2所示,本制造方法是通过依次实施准备工序(S1)、成膜工序(S2)、涂布工序(S3)和干燥工序(S4)来制造负极107的制造方法。

[0035] 在准备工序(S1)中,准备造粒体101、铜箔102和HRL糊剂105。而且,如图1所示,将造粒体101收纳于收纳部24中,将铜箔102卷绕于C辊23,将HRL糊剂105投入凹版涂布机31。

铜箔102以适当的张力设置在从C辊23、凹版涂布机31和干燥室41中通过的路径上。

[0036] 在本制造方法中,在准备工序(S1)之后一并使成膜装置2、HRL涂布装置3、干燥装置4和运送装置5工作,由此连续地进行成膜工序(S2)、涂布工序(S3)和干燥工序(S4)。即,使成膜装置2的各辊21~23、凹版涂布机31和运送装置5的各运送辊51全部以各自的规定的转速旋转。

[0037] 在成膜工序(S2)中,通过成膜装置2的各辊21~23的旋转,使造粒体101在A辊21与B辊22之间成形为膜状,成为活性物质膜。而且,活性物质膜如果被B辊22运送,则会在B辊22与C辊23之间被按压于铜箔102,由此制作在铜箔102上成膜有造粒体101的层叠体103。

[0038] 由成膜装置2制作的层叠体103,被运送装置5以使造粒体101的层与凹版涂布机31相对的方式进行运送。而且,在涂布工序(S3)中,利用HRL涂布装置3的凹版涂布机31,在层叠体103中的造粒体101上涂布HRL糊剂105。由此制作未干燥负极106。

[0039] 通过运送装置5,以使HRL糊剂105与各干燥炉411~413相对的方式运送未干燥负极106。如图3所示,干燥工序(S4)包括第1干燥工序(S5)、第2干燥工序(S6)和第3干燥工序(S7)。

[0040] 第1干燥工序(S5)是未干燥负极106的规定的部位与第1炉411相对,被第1炉411干燥的工序。第1干燥工序(S5)是第1工序的一例。第2干燥工序(S6)是未干燥负极106的规定的部位与第2炉412相对,被第2炉412干燥的工序。第3干燥工序(S7)是未干燥负极106的规定的部位与第3炉413相对,被第3炉413干燥的工序。第2干燥工序(S6)和第3干燥工序(S7)是第2工序的一例。

[0041] 在本制造方法中,第1炉411的设定温度比第2炉412或第3炉413的设定温度高。也就是说,干燥工序的初期阶段即第1干燥工序(S5)的干燥温度比后续工序即第2干燥工序(S6)或第3干燥工序(S7)中的干燥温度高。具体而言,第1炉411的设定温度例如为150℃~180℃,第2炉412和第3炉413的设定温度例如都为100℃~120℃。第1炉411的设定温度是第1温度的一例,第2炉412和第3炉413的设定温度是第2温度的一例。

[0042] 第1温度是:将三个干燥炉411~413全部设为第1温度的情况下,在完成通过干燥室41之前,未干燥负极106的铜箔102燃烧的风险大的温度。另一方面,第2温度是:将三个干燥炉411~413全部设为第2温度的情况下,在完成通过干燥室41之前,未干燥负极106完成干燥的温度,并且是铜箔102燃烧的风险小的温度。

[0043] 如果将涂布有包含液体溶剂的糊剂的未干燥负极106在高温下干燥,则如图4所示,通过溶剂的蒸发而促进迁移。图4是示意性表示由迁移带来的变化的说明图。如图4中干燥后所示那样,即使在通过干燥使溶剂的量减少之后,粒径大的填料F也分散配置于整体。另一方面,粒径小的粘合剂B在毛细管力作用下,向由于溶剂的快速蒸发而产生的间隙移动。也就是说,通过促进迁移,产生粒径小的粘合剂B向表层聚集的倾向。在溶剂多的状态下快速成为高温的情况下,特别促进迁移。

[0044] 而且,直到第3干燥工序结束并且在通过干燥室41之前,未干燥负极106的HRL糊剂105和造粒体101中所含的溶剂蒸发干燥,成为负极107。通过在干燥工序的最初的第1干燥工序中以高温使其干燥,HRL糊剂105中所含的粘合剂向表层移动,因此在干燥工序后的负极107的表面形成粘合剂成分多的粘合剂层。另一方面,造粒体101的溶剂也蒸发,但是由于使用预先成形为粒状的造粒体101,因此抑制造粒体101在层内的迁移。也就是说,抑制造粒

体101的颗粒中所含的粘合剂向颗粒的外部的移动。

[0045] 在本实施方式的制造方法中,仅将第1炉411设为高温,第2炉412和第3炉413设为低于第1炉411的温度,因此负极107的铜箔102燃烧的可能性低。再者,第2炉412的设定温度和第3炉413的设定温度只要都是低于第1炉411的设定温度的温度即可,可以是相同的温度,也可以是不同的温度。

[0046] 将由该制造装置1制造的负极107以及另外制造的正极和隔膜卷绕或层叠,并与电解液一起封入容器中,由此制造二次电池。此时,负极107使HRL糊剂105的一侧与隔膜重叠。如上所述,在负极107的表层形成粘合剂成分多的粘合剂层。因此,利用该粘合剂的层来确保负极107与隔膜的粘接力。因此,无需追加向制造后的负极107上涂布粘接剂的工序。

[0047] 接着,使用通过本实施方式的制造方法制造的实施例的负极来制造电池,并对将其性能进行比较得到的实验结果进行说明。首先,作为比较例,使用将各干燥炉411~413的设定温度全部设为120℃而制造的负极来制造电池。而且,变更第1炉411的设定温度,制造实施例1~3的负极,并分别制造电池。

[0048] 在各例中,造粒体101是将以下的材料混合搅拌而制成颗粒形的造粒体。

[0049] 负极活性物质:无定形碳涂层石墨

[0050] 增粘剂:CMC

[0051] 溶剂:离子交换水

[0052] 在各例中,HRL糊剂105使用了以下的材料。

[0053] 填料:勃姆石

[0054] 增粘剂:CMC

[0055] 粘合剂:丙烯酸系乳液(平均粒径为200nm)

[0056] 溶剂:离子交换水

[0057] 各例的HRL糊剂105的制造步骤如以下的(1)~(3)所示。

[0058] (1) CMC溶解:向离子交换水中添加CMC,利用超声波分散来溶解CMC;

[0059] (2) 填料分散:向(1)中添加勃姆石,利用超声波分散来分散勃姆石;

[0060] (3) 粘合剂混合:向(2)中添加粘合剂,利用超声波分散来混合粘合剂。

[0061] 再者,如后所述,粘合剂的添加量在比较例、实施例1、实施例2中设为HRL糊剂105的10重量%,在实施例3中设为HRL糊剂105的4重量%。

[0062] 在各例中,利用上述的制造装置1进行负极的制造。

[0063] (1) 利用成膜装置2将造粒体101在铜箔102上进行成膜。

[0064] (2) 利用HRL涂布装置3在造粒体101的层上涂布以上述的步骤制作的HRL糊剂105。

[0065] (3) 利用干燥装置4对涂布有HRL糊剂105的未干燥负极106进行干燥。

[0066] 本实验中采用的干燥装置4具备三个干燥炉411~413,各炉的干燥时间大约为3秒。再者,在各例中变更的只是第1炉411的设定温度,第2炉412和第3炉413的设定温度在任一例中均设为120℃。

[0067] 另外,在本实验中,将所制造的负极切割,对截面上的粘合剂进行映射,算出表层中所含的粘合剂的比例。以下,将表层的粘合剂的比例的计算值设为迁移指数。所添加的粘合剂中,集中在制造后的负极的表层上的量越多,迁移指数的值越大。迁移指数是表示迁移的促进程度的指标。

[0068] 用辊压机将所制造的负极与隔膜贴合,测定贴合后的粘接强度。粘接强度通过采用剥离试验机在90℃环境下的剥离试验来进行测定。再者,负极与隔膜的粘接强度以5mN/cm作为目标。

[0069] 另外,将负极与隔膜贴合形成的层叠体和另行制作的正极进行卷绕,制造电极体,并将该电极体与电解液一起封入层压容器中,制造层压单电池。然后,将所制造的电池充电,测定初次放电时的电压值和电流值,并基于测定出的结果计算各自的初始电阻值。初始电阻值越小的电池,电池性能越好。另外,求出各实施例的初始电阻值相对于比较例的初始电阻值之比,作为初始电阻比。比较例的初始电阻比为1.0。

[0070] 将实验的结果示于图5和图6。图5是以数值表示各例的迁移指数、粘接强度、初始电阻比的表。图6是将各例的初始电阻比进行绘制的图表。比较例是将全部炉的设定温度设为120℃的例子,其添加了10重量%的粘合剂。如图5所示,在比较例1中也得到充分的粘接强度。

[0071] 实施例1是将第1炉411的设定温度设为150℃、并且添加10重量%的粘合剂而制造的负极。实施例2是将第1炉411的设定温度设为180℃、并且添加10重量%的粘合剂而制造的负极。在实施例1和实施例2中,初始电阻比均为0.98,与比较例相比都有所提高。也就是说,能够确认通过将第1炉411的设定温度设为150℃~180℃,电池性能得到提高。

[0072] 另外,如图5所示,实施例2与实施例1相比,迁移指数、粘接强度增大。也就是说,在实施例2的条件下,即使减少粘合剂的添加量,也有可能能够确保粘接强度。作为实施例3,制造在实施例2的条件下减少粘合剂的添加量的负极,确认了电池性能。实施例3是将第1炉411的设定温度设为180℃、并且将粘合剂的添加量设为4重量%而制造的负极。如图5所示,在实施例3的初始电阻比为0.90。也就是说,通过减少粘合剂的添加量,与实施例2相比进一步提高了电池性能。

[0073] 如果如以上详细说明那样采用本实施方式的负极的制造方法,则使用成膜装置2在铜箔102上将造粒体101进行成膜,并且在其上使用HRL涂布装置3涂布添加有粘合剂的HRL糊剂105。而且,执行利用干燥装置4将涂布有HRL糊剂105的未干燥负极106进行干燥的干燥工序。本实施方式的干燥工序包括最初将未干燥负极106进行干燥的第1干燥工序和之后执行的第2干燥工序和第3干燥工序,第1干燥工序的干燥温度比第2干燥工序和第3干燥工序的干燥温度高。即,通过在干燥初期以高温进行加热,促进HRL糊剂105的迁移,因此粘合剂聚集在表层。由此,能够确保粘接强度,并且使电池性能得到提升。另外,由于能够确保粘接强度,因此还能够减少粘合剂的添加量,该情况下能够谋求电池性能的进一步提高。另外,以高温进行干燥的工序仅有第1干燥工序,因此铜箔102燃烧的可能性低。所以,包括涂布添加有粘合剂的耐热层的工序的负极的制造方法,能够期待抑制电池性能的降低。

[0074] 再者,本实施方式只是简单的例示,并不对本发明进行任何限定。因此,本发明能够在不脱离其主旨的范围内进行各种改良、变形。例如各材料可以适当选择。

[0075] 另外,在本实施方式中,作为HRL涂布装置3使用了凹版涂布机31,但也可以使用模涂机,也可以使用辊涂机。另外,在本实施方式中,在一个干燥室41内具备三个干燥炉,但是也可以按照干燥炉来划分干燥室。

[0076] 另外,在本实施方式中,第1干燥工序仅设为采用第1炉411的干燥工序,但是并不限于此。也就是说,只要在干燥工序的初期以高温进行干燥即可,例如也可以将第1炉411和



第2炉412均设为高温、并且仅将第3炉413设为低温。另外，例示了具备三个干燥炉的干燥装置4，但是干燥炉的数量并不限于此，可以为两个，也可以为四个以上。

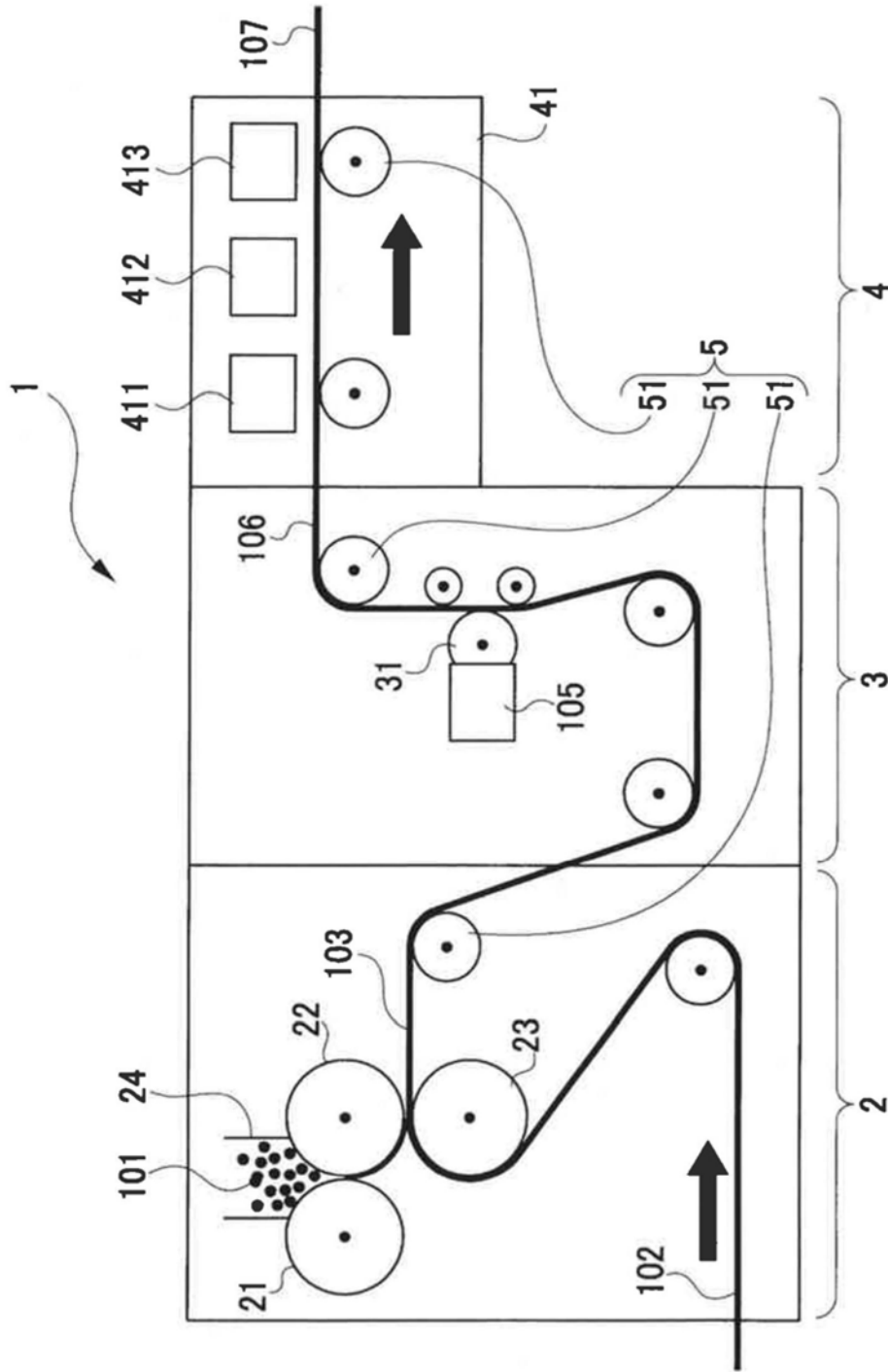


图1

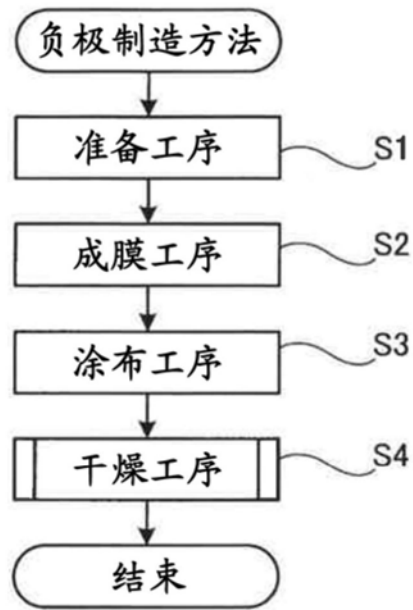


图2

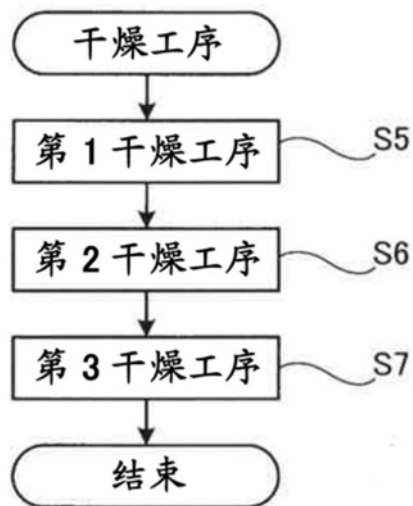


图3

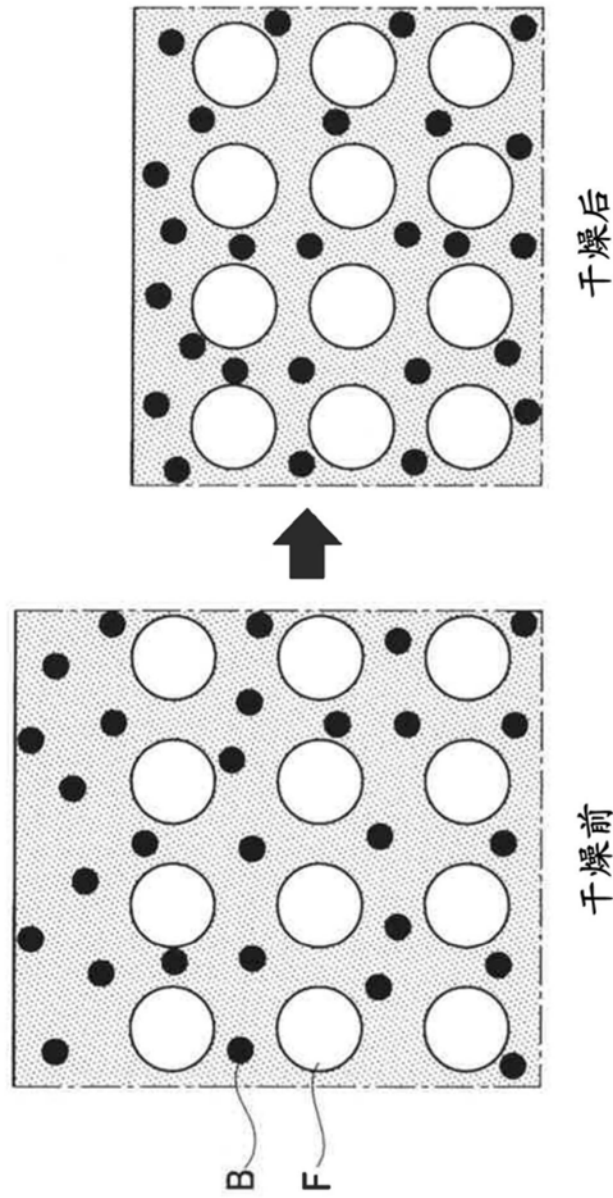


图4

	第1炉设定温度 [°C]	粘合剂添加量 [重量%]	迁移指数	接合强度 [mN/cm]	初始电阻比
比较例	120	10	1.20	6.1	1.0
实施例1	150	10	1.82	7.3	0.98
实施例2	180	10	2.20	9.5	0.98
实施例3	180	4	2.16	6.0	0.90

图5

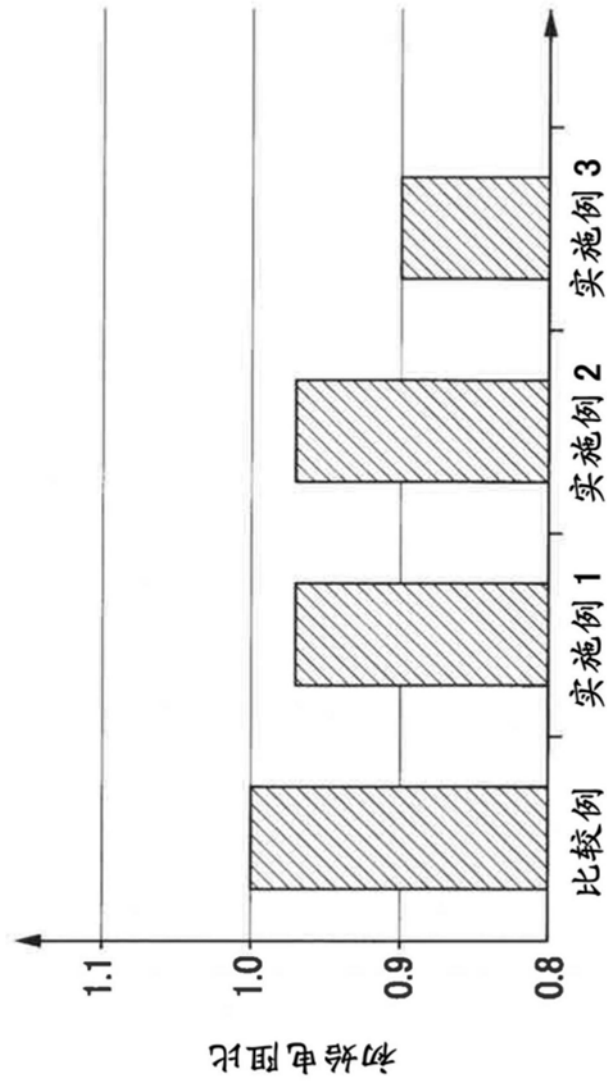


图6