



# (12) 发明专利

(10) 授权公告号 CN 113013529 B

(45) 授权公告日 2022.07.26

(21) 申请号 202110202571.3

H01M 10/635 (2014.01)

(22) 申请日 2021.02.18

H01M 10/6551 (2014.01)

(65) 同一申请的已公布的文献号

H01M 10/6563 (2014.01)

申请公布号 CN 113013529 A

H01M 10/6566 (2014.01)

(43) 申请公布日 2021.06.22

(73) 专利权人 中国第一汽车股份有限公司  
地址 130011 吉林省长春市汽车经济技术  
开发区新红旗大街1号

### (56) 对比文件

US 2007026301 A1, 2007.02.01

CN 102074749 A, 2011.05.25

CN 110135024 A, 2019.08.16

US 2019237720 A1, 2019.08.01

CN 110729525 A, 2020.01.24

CN 103136423 A, 2013.06.05

CN 105552474 A, 2016.05.04

KR 20110114454 A, 2011.10.19

CN 211629182 U, 2020.10.02

CN 110119548 A, 2019.08.13

CN 107611524 A, 2018.01.19

CN 102334227 A, 2012.01.25

CN 208298974 U, 2018.12.28

JP 2020140955 A, 2020.09.03

JP 2010262870 A, 2010.11.18

(72) 发明人 孙士杰 耿宇明 刘涛 刘鹏  
卢军 陈雷

(74) 专利代理机构 北京远智汇知识产权代理有  
限公司 11659

专利代理师 林波

审查员 魏孟

(51) Int. Cl.

H01M 50/209 (2021.01)

H01M 50/244 (2021.01)

H01M 50/249 (2021.01)

H01M 10/613 (2014.01)

H01M 10/625 (2014.01)

H01M 10/633 (2014.01)

权利要求书2页 说明书5页 附图3页

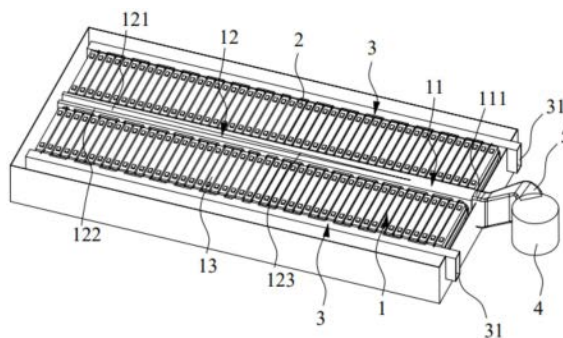
### (54) 发明名称

一种风冷电池冷却系统及冷却流道设计方法

题,减少电芯间温差,延长了动力电池的寿命;本发明的冷却流道设计方法实现结构尺寸设计及优化过程的自动化,提高优化效率,保证优化结果的可靠性。

### (57) 摘要

本发明属于动力电池技术领域,具体涉及一种风冷电池冷却系统及冷却流道设计方法,风冷电池冷却系统包括冷却流道和多个电芯;冷却流道包括主流道和多个分支流道,主流道的一端具有进风口,另一端设置有导流部;导流部呈楔形,包括沿主流道的长度方向延伸的第一斜面和第二斜面,并具有夹角;多个分支流道均匀间隔并列设置于主流道的两侧,分支流道包括分支进风口和分支出风口,多个分支进风口均连通主流道;电芯设置于主流道的两侧并贴合分支流道;该冷却系统解决了冷却介质流量分配不均的问



1. 一种冷却流道设计方法,其特征在于,用于设计一种风冷电池冷却系统,所述风冷电池冷却系统包括:

冷却流道(1),所述冷却流道(1)包括:

主流道(11),所述主流道(11)的一端具有进风口(111),所述主流道(11)远离所述进风口(111)的另一端设置有导流部(12),所述导流部(12)呈楔形,所述导流部(12)包括第一斜面(121)和第二斜面(122),所述第一斜面(121)和所述第二斜面(122)沿所述主流道(11)的长度方向延伸,并具有夹角(123);

多个分支流道(13),多个所述分支流道(13)均匀间隔并列设置于所述主流道(11)的两侧,所述分支流道(13)包括分支进风口和分支出风口,多个所述分支进风口均连通所述主流道(11);

多个电芯(2),多个所述电芯(2)分别设置于所述主流道(11)的两侧,所述电芯(2)贴合所述分支流道(13);

所述冷却流道设计方法包括以下步骤:

步骤S1、设定冷却流道(1)待优化参数的目标值,所述待优化参数包括多个分支流道(13)的流量均方差和流动阻力,所述流量均方差的目标值为 $x$ ,所述流动阻力的目标值为 $P$ ;

步骤S2、设计导流部(12),选定所述导流部(12)的设计尺寸 $X_1$ 、 $X_2$ 、 $X_3$ ... $X_1$ 、 $X_2$ 、 $X_3$ ...为指定初始值;

步骤S3、根据 $X_1$ 、 $X_2$ 、 $X_3$ ...进行所述冷却流道(1)的数模 $S_0$ 生成;

步骤S4、利用所述数模 $S_0$ 进行计算流体动力学仿真,计算程序为 $Y_0$ ;

步骤S5、根据计算流体动力学仿真的计算结果,提取多个所述分支流道(13)的流量 $M_1$ ,  $M_2$ , ...和流动阻力 $P_0$ ,利用 $M_1$ ,  $M_2$ , ...计算所述冷却流道(1)的流量均方差 $x_0$ ;

步骤S6、判断 $x_0$ 、 $P_0$ 是否等于 $x$ 、 $P$ ,若 $x_0$ 、 $P_0$ 等于 $x$ 、 $P$ ,结束计算,此时 $X_1$ 、 $X_2$ 、 $X_3$ ...即为所述导流部(12)的设计尺寸;若 $x_0$ 、 $P_0$ 不等于 $x$ 、 $P$ ,将 $x_0$ 和 $P_0$ 传递给优化算法;

步骤S7、优化算法基于 $x_0$ 、 $P_0$ 和 $X_1$ 、 $X_2$ 、 $X_3$ ...,计算 $X_1'$ 、 $X_2'$ 、 $X_3'$ ...;

步骤S8、利用 $X_1'$ 、 $X_2'$ 、 $X_3'$ ...,重复步骤S3-S7,直至 $x_n$ 、 $P_n$ 等于目标值 $x$ 、 $P$ ,此时, $X_1^n$ 、 $X_2^n$ 、 $X_3^n$ ...即为所述导流部(12)的设计尺寸。

2. 根据权利要求1所述的冷却流道设计方法,其特征在于,所述夹角(123)不大于 $30^\circ$ 。

3. 根据权利要求1所述的冷却流道设计方法,其特征在于,所述导流部(12)的长度不大于所述主流道(11)长度的70%。

4. 根据权利要求1所述的冷却流道设计方法,其特征在于,还包括两个出风流道(3),两个所述出风流道(3)分别设置于所述主流道(11)的两侧,多个所述分支出风口均连通所述出风流道(3),所述出风流道(3)的一端具有出风口(31)。

5. 根据权利要求1所述的冷却流道设计方法,其特征在于,还包括冷却风机(4)和进风流道(5),所述进风流道(5)一端连接所述冷却风机(4),所述进风流道(5)远离所述冷却风机(4)的另一端连通所述进风口(111)。

6. 根据权利要求1所述的冷却流道设计方法,其特征在于,所述第一斜面(121)和所述第二斜面(122)对称于所述主流道(11)的中轴线。

7. 根据权利要求1所述的冷却流道设计方法,其特征在于,所述第一斜面(121)和所述第二斜面(122)均为平面。

8. 根据权利要求1所述的冷却流道设计方法,其特征在于,在所述步骤S2中,包括X1、X2、X3和X4,其中,X1为所述导流部(12)的长度,X2为所述导流部(12)末端的宽度。

9. 根据权利要求1所述的冷却流道设计方法,其特征在于,在所述步骤S2中还包括,在第一斜面(121)或第二斜面(122)上选取控制点(1211),所述控制点(1211)与所述导流部(12)末端之间的长度为X3,所述导流部(12)在所述控制点(1211)处的宽度为X4。

## 一种风冷电池冷却系统及冷却流道设计方法

### 技术领域

[0001] 本发明涉及动力电池技术领域,尤其涉及一种风冷电池冷却系统及冷却流道设计方法。

### 背景技术

[0002] 随着市场上电动车保有量的增加,动力电池的寿命问题受到越来越多的关注。动力电池寿命受电池温度影响较大,在电池系统内,电芯与电芯间的温差增大时,会导致电芯的寿命大大降低。目前,电池冷却系统主要分为串联式风冷冷却和并联式风冷冷却,并联式冷却系统中各分支流道之间的冷却介质流量分配不均,是电芯间产生温差的重要原因。因此,在风冷电池冷却流道的设计中,确保各分支流道之间的流量均匀是重要标准,而目前冷却流道的结构设计及尺寸优化主要依靠工程师经验,优化效率低,优化结果难以保证。

### 发明内容

[0003] 本发明的目的在于提供一种风冷电池冷却系统及冷却流道设计方法,风冷电池冷却系统解决了并联式电池冷却系统中冷却介质流量分配不均的问题,减少电芯间的温差,延长了动力电池的寿命;冷却流道设计方法实现冷却流道结构尺寸设计及优化过程的自动化,提高优化效率,保证优化结果的可靠性。

[0004] 为达此目的,本发明采用以下技术方案:

[0005] 一方面,提供一种风冷电池冷却系统,包括:

[0006] 冷却流道,所述冷却流道包括:

[0007] 主流道,所述主流道的一端具有进风口,所述主流道远离所述进风口的另一端设置有导流部,所述导流部呈楔形,所述导流部包括第一斜面和第二斜面,所述第一斜面和所述第二斜面沿所述主流道的长度方向延伸,并具有夹角;

[0008] 多个分支流道,多个所述分支流道均匀间隔并列设置于所述主流道的两侧,所述分支流道包括分支进风口和分支出口,多个所述分支进风口均连通所述主流道;

[0009] 多个电芯,多个所述电芯分别设置于所述主流道的两侧,所述电芯贴合所述分支流道。

[0010] 作为本发明的一种优选结构,所述夹角不大于 $30^{\circ}$ 。

[0011] 作为本发明的一种优选结构,所述导流部的长度不大于所述主流道长度的 70%。

[0012] 作为本发明的一种优选结构,还包括两个出风流道,两个所述出风流道分别设置于所述主流道的两侧,多个所述分支出口均连通所述出风流道,所述出风流道的一端具有出风口。

[0013] 作为本发明的一种优选结构,还包括冷却风机和进风流道,所述进风流道一端连接所述冷却风机,所述进风流道远离所述冷却风机的另一端连通所述进风口。

[0014] 作为本发明的一种优选结构,所述第一斜面和所述第二斜面对称于所述主流道的中轴线。

- [0015] 作为本发明的一种优选结构,所述第一斜面 and 所述第二斜面均为平面。
- [0016] 另一方面,提供一种冷却流道设计方法,用于设计上述的风冷电池冷却系统,包括以下步骤:
- [0017] 步骤S1、设定冷却流道待优化参数的目标值,所述待优化参数包括多个分支流道的流量均方差和流动阻力,所述流量均方差的目标值为 $x$ ,所述流动阻力的目标值为 $P$ ;
- [0018] 步骤S2、设计导流部,选定所述导流部的设计尺寸 $X_1$ 、 $X_2$ 、 $X_3$ ..., $X_1$ 、 $X_2$ 、 $X_3$ ...为指定初始值;
- [0019] 步骤S3、根据 $X_1$ 、 $X_2$ 、 $X_3$ ...进行所述冷却流道的数模 $S_0$ 生成;
- [0020] 步骤S4、利用所述数模 $S_0$ 进行计算流体动力学仿真,计算程序为 $Y_0$ ;
- [0021] 步骤S5、根据计算流体动力学仿真的计算结果,提取多个所述分支流道的流量 $M_1$ , $M_2$ ,...和流动阻力 $P_0$ ,利用 $M_1$ , $M_2$ ,...计算所述冷却流道的流量均方差 $x_0$ ;
- [0022] 步骤S6、判断 $x_0$ 、 $P_0$ 是否等于 $x$ 、 $P$ ,若 $x_0$ 、 $P_0$ 等于 $x$ 、 $P$ ,结束计算,此时 $X_1$ 、 $X_2$ 、 $X_3$ ...即为所述导流部的设计尺寸;若 $x_0$ 、 $P_0$ 不等于 $x$ 、 $P$ ,将 $x_0$ 和 $P_0$ 传递给优化算法;
- [0023] 步骤S7、优化算法基于 $x_0$ 、 $P_0$ 和 $X_1$ 、 $X_2$ 、 $X_3$ ...,计算 $X_1'$ 、 $X_2'$ 、 $X_3'$ ...;
- [0024] 步骤S8、利用 $X_1'$ 、 $X_2'$ 、 $X_3'$ ...,重复步骤S3-S7,直至 $x_n$ 、 $P_n$ 等于目标值 $x$ 、 $P$ ,此时, $X_1^n$ 、 $X_2^n$ 、 $X_3^n$ ...即为所述导流部的设计尺寸。
- [0025] 作为本发明的一种优选的技术方案,在所述步骤S2中,包括 $X_1$ 、 $X_2$ 、 $X_3$  和 $X_4$ ,其中, $X_1$ 为所述导流部的长度, $X_2$ 为所述导流部末端的宽度。
- [0026] 作为本发明的一种优选的技术方案,在所述步骤S2中还包括,在第一斜面或第二斜面上选取控制点,所述控制点与所述导流部末端之间的长度为 $X_3$ ,所述导流部在所述控制点处的宽度为 $X_4$ 。
- [0027] 本发明的有益效果:本发明所提供的风冷电池冷却系统及冷却流道设计方法,风冷电池冷却系统在主流道远离进风口的一端设置有呈楔形的导流部,导流部具有第一斜面和第二斜面,提高了主流道远离进风口一端的冷却介质流速,增加位于该端的部分分支流道的流速降,调整各分支流道的分支进风口和分支出风口之间的压差,使得主流道内的各分支流道的流量均匀一致,减少电芯间的温差,延长了电池的寿命;冷却流道设计方法将优化算法、CFD仿真分析及 3D结构设计相结合,实现冷却流道结构尺寸设计及优化过程的自动化,提高优化效率,保证优化结果的可靠性。

## 附图说明

- [0028] 图1是本发明实施例一提供的风冷电池冷却系统的结构示意图;
- [0029] 图2是本发明实施例一提供的风冷电池冷却系统的结构俯视图;
- [0030] 图3是本发明实施例二提供的冷却流道设计方法的流程图;
- [0031] 图4是本发明实施例二提供的冷却流道的结构示意图;
- [0032] 图5是本发明实施例二提供的导流部的结构示意图。
- [0033] 图中:
- [0034] 1、冷却流道;11、主流道;111、进风口;12、导流部;121、第一斜面; 122、第二斜面; 123、夹角;13、分支流道;
- [0035] 2、电芯;

- [0036] 3、出风流道;31、出风口;  
[0037] 4、冷却风机;  
[0038] 5、进风流道。

### 具体实施方式

[0039] 下面结合附图和实施例对本发明作进一步地详细说明。可以理解的是,此处所描述的具体实施例仅仅用于解释本发明,而非对本发明的限定。另外还需要说明的是,为了便于描述,附图中仅示出了与本发明相关的部分而非全部结构。

[0040] 在本发明的描述中,除非另有明确的规定和限定,术语“相连”、“连接”、“固定”应做广义理解,例如,可以是固定连接,也可以是可拆卸连接,或成一体;可以是机械连接,也可以是电连接;可以是直接相连,也可以通过中间媒介间接相连,可以是两个元件内部的连通或两个元件的相互作用关系。对于本领域的普通技术人员而言,可以根据具体情况理解上述术语在本发明中的具体含义。

[0041] 在本发明中,除非另有明确的规定和限定,第一特征在第二特征之“上”或之“下”可以包括第一和第二特征直接接触,也可以包括第一和第二特征不是直接接触而是通过它们之间的另外的特征接触。而且,第一特征在第二特征“之上”、“上方”和“上面”包括第一特征在第二特征正上方和斜上方,或仅仅表示第一特征水平高度高于第二特征。第一特征在第二特征“之下”、“下方”和“下面”包括第一特征在第二特征正下方和斜下方,或仅仅表示第一特征水平高度小于第二特征。

[0042] 在本实施例的描述中,术语“上”、“下”、“左”、“右”等方位或位置关系为基于附图所示的方位或位置关系,仅是为了便于描述和简化操作,而不是指示或暗示所指的装置或元件必须具有特定的方位、以特定的方位构造和操作,因此不能理解为对本发明的限制。此外,术语“第一”、“第二”仅仅用于在描述上加以区分,并没有特殊的含义。

[0043] 实施例一

[0044] 如图1、图2所示,本发明实施例提供一种风冷电池冷却系统,包括冷却流道1和多个电芯2。冷却流道1包括主流道11和多个分支流道13;主流道11的一端具有进风口111,主流道11远离进风口111的另一端设置有导流部12,导流部12呈楔形,导流部12包括第一斜面121和第二斜面122,第一斜面121和第二斜面122沿主流道11的长度方向延伸,并具有夹角123;多个分支流道13均匀间隔并列设置于主流道11的两侧,分支流道13包括分支进风口和分支出风口,多个分支进风口均连通主流道11。多个电芯2分别设置于主流道11的两侧,电芯2贴合分支流道13。冷却风由进风口111进入主流道11,由于主流道11内设置有导流部12,在第一斜面121和第二斜面122的导流下,提高了主流道11远离进风口111一端的冷却介质流速,增加位于该端的部分分支流道13两端的流速降,调整各分支流道13的分支进风口和分支出风口之间的压差,使得主流道11内的各分支流道13的流量均匀一致,减少电芯2间的温差,延长了电池的寿命。

[0045] 进一步地,夹角123不大于 $30^{\circ}$ ,导流部12的长度不大于主流道11长度的70%。夹角123的大小及导流部12的长度影响风冷电池冷却系统的导流效果,经过优化计算分析,在夹角123不大于 $30^{\circ}$ ,导流部12的长度不大于主流道11长度的70%时,能达到较好的导流效果,使得各分支流道13的流量分配均匀,流动阻力更小。

[0046] 进一步地,风冷电池冷却系统还包括两个出风流道3、冷却风机4和进风流道5,两个出风流道3分别设置于主流道11的两侧,多个分支流道13的分支出风口均连通出风流道3,出风流道3的一端具有出风口31。如图2所示,图中箭头为冷却介质的流动方向,进风流道5一端连接冷却风机4,进风流道5 远离冷却风机4的另一端连通进风口111。冷却风机4用于提供冷却介质,冷风从进风流道5通过进风口111进入主流道11,并经导流部12的导流,在各分支流道13间均匀分配流量,减小各个电芯2之间的温差,将电芯2产生的热量带走。

[0047] 进一步地,第一斜面121和第二斜面122对称于主流道11的中轴线,如此,使得主流道11两侧的各分支流道13的冷却介质流量能均匀一致。

[0048] 进一步地,第一斜面121和第二斜面122均为平面。经过优化计算分析,相较于弧形面,平面的第一斜面121和第二斜面122能达到更好的导流效果。

[0049] 实施例二

[0050] 如图3-图5所示,本发明实施例提供一种冷却流道设计方法,用于设计实施例一中的风冷电池冷却系统,包括以下步骤:

[0051] 步骤S1、设定冷却流道1待优化参数的目标值,待优化参数包括多个分支流道13的流量均方差和流动阻力,流量均方差的目标值为 $x$ ,流动阻力的目标值为 $P$ ;其中, $x$ 的数值大小代表冷却流道1的各分支流道13的流量均匀性;

[0052] 步骤S2、设计导流部12,选定导流部12的设计尺寸 $X_1$ 、 $X_2$ 、 $X_3$ ..., $X_1$ 、 $X_2$ 、 $X_3$ ...为指定初始值;在本步骤中, $X_1$ 、 $X_2$ 、 $X_3$ ...的初始值由设计者根据经验进行指定;

[0053] 步骤S3、根据 $X_1$ 、 $X_2$ 、 $X_3$ ...进行冷却流道1设计,生成数模 $S_0$  (3D结构设计);

[0054] 步骤S4、利用数模 $S_0$ 进行计算流体动力学仿真(CFD计算);

[0055] 步骤S5、根据计算流体动力学仿真结果,提取多个分支流道13的流量 $M_1$ ,  $M_2$ ,...和流动阻力 $P_0$ ,利用 $M_1$ , $M_2$ ,...计算得到冷却流道1的均方差 $x_0$ ;

[0056] 步骤S6、判断 $x_0$ 、 $P_0$ 是否等于 $x$ 、 $P$ ,若 $x_0$ 、 $P_0$ 等于 $x$ 、 $P$ ,结束计算,此时 $X_1$ 、 $X_2$ 、 $X_3$ ...即为导流部12的设计尺寸;若 $x_0$ 、 $P_0$ 不等于 $x$ 、 $P$ ,将 $x_0$  和 $P_0$ 传递给优化算法;在本步骤中,优化算法包括且不局限于遗传算法;

[0057] 步骤S7、优化算法基于 $x_0$ 、 $P_0$ 和 $X_1$ 、 $X_2$ 、 $X_3$ ...,计算得出 $X_1'$ 、 $X_2'$ 、 $X_3'$ ...;

[0058] 步骤S8、利用 $X_1'$ 、 $X_2'$ 、 $X_3'$ ...,重复步骤S3-S7,直至 $x_n$ 、 $P_n$ 等于目标值 $x$ 、 $P$ ,此时, $X_1^n$ 、 $X_2^n$ 、 $X_3^n$ ...即为导流部12的设计尺寸。

[0059] 本实施例的冷却流道设计方法将优化算法、CFD仿真分析及3D结构设计相结合,实现了冷却流道1结构尺寸设计及优化过程的自动化,提高优化效率,保证优化结果的可靠性。

[0060] 进一步地,本发明实施例在步骤S2中,选定导流部12的设计尺寸包括 $X_1$ 、 $X_2$ 、 $X_3$ 和 $X_4$ ,其中, $X_1$ 为导流部12的长度, $X_2$ 为导流部12末端的宽度。通过 $X_1$ 和 $X_2$ ,可确定导流部12的开口角度 $123$ 。

[0061] 进一步地,本发明实施例在步骤S2中还包括,在第一斜面121或第二斜面 122上选取控制点1211,控制点1211与导流部12末端之间的长度为 $X_3$ ,导流部12在控制点1211处的宽度为 $X_4$ 。如图5所示,通过控制点1211的选取,可对导流部12的第一斜面121和第二斜面122的形状进行计算和分析。在本发明实施例中,经过计算,当第一斜面121和第二斜面122为平面时,导流部12 的导流效果较好。

[0062] 显然,本发明的上述实施例仅仅是为了清楚说明本发明所作的举例,而并非是对本发明的实施方式的限定。对于所属领域的普通技术人员来说,能够进行各种明显的变化、重新调整和替代而不会脱离本发明的保护范围。这里无需也无法对所有的实施方式予以穷举。凡在本发明的精神和原则之内所作的任何修改、等同替换和改进等,均应包含在本发明权利要求的保护范围之内。



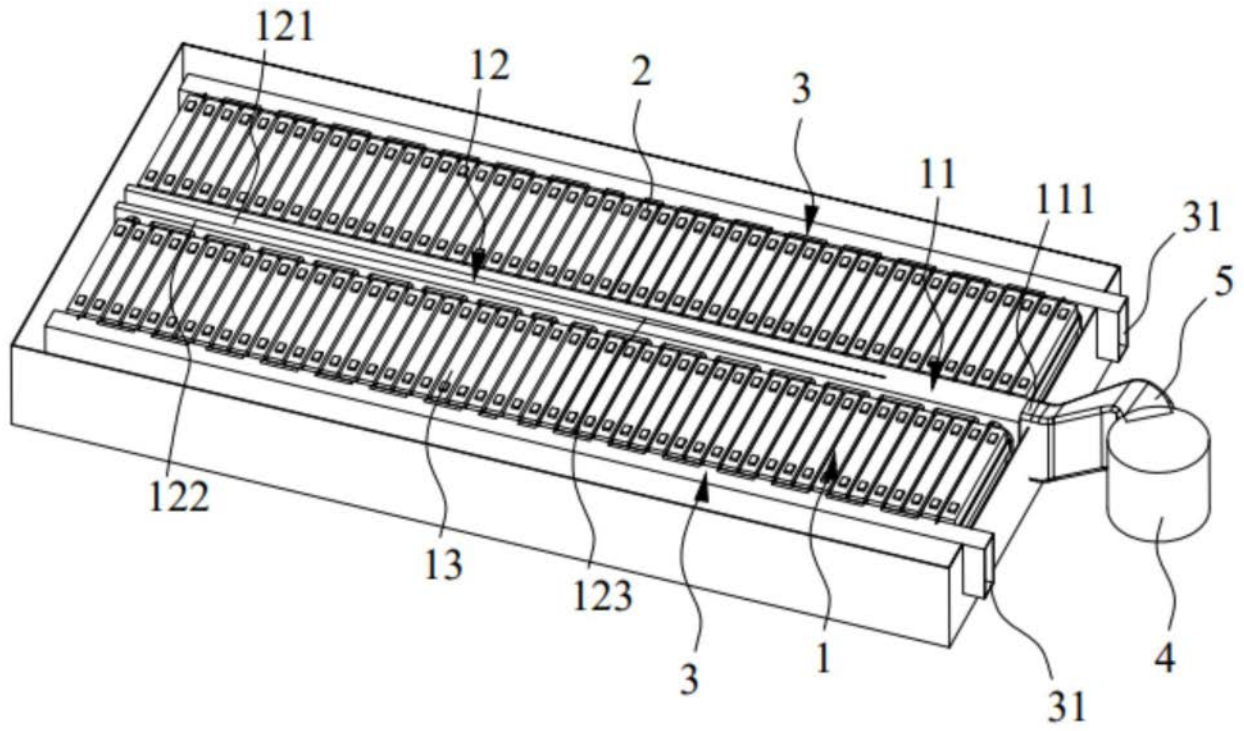


图1

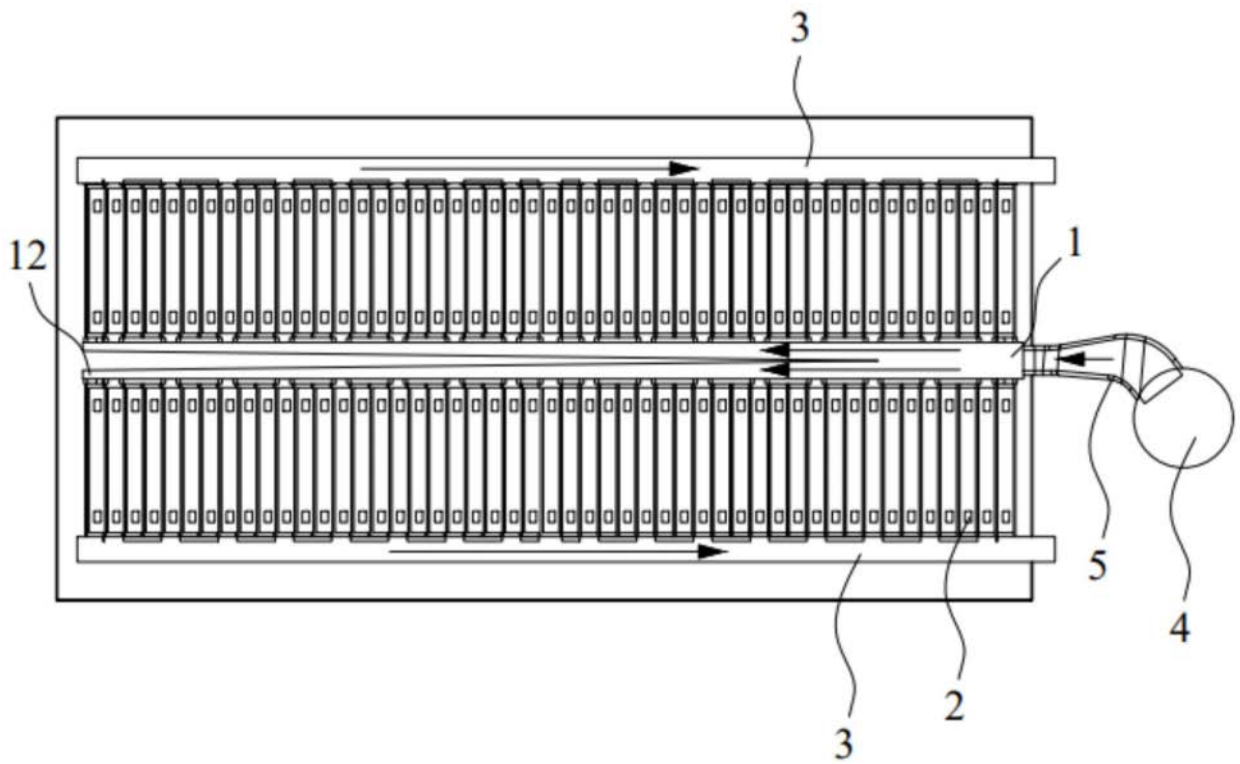


图2

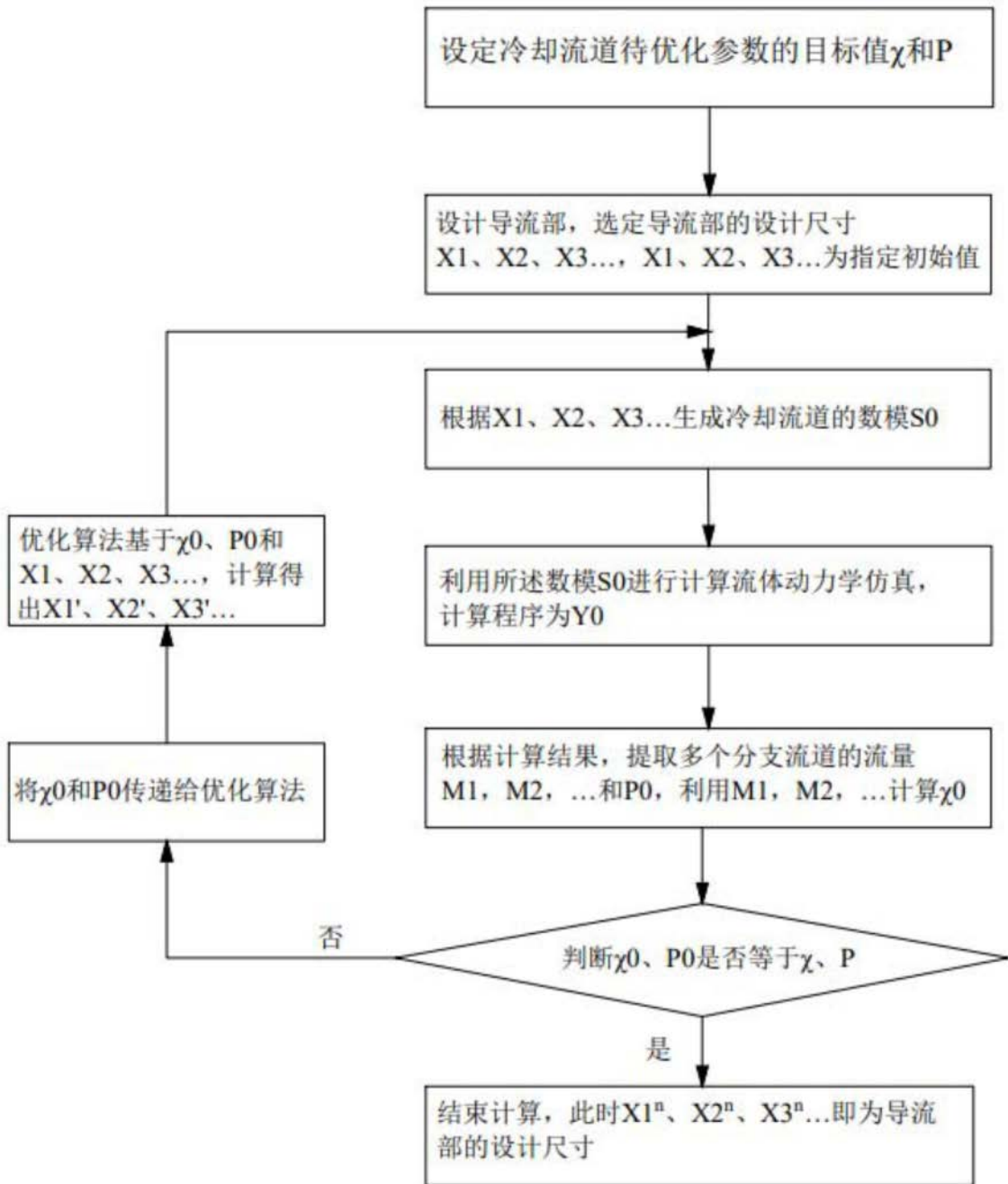


图3

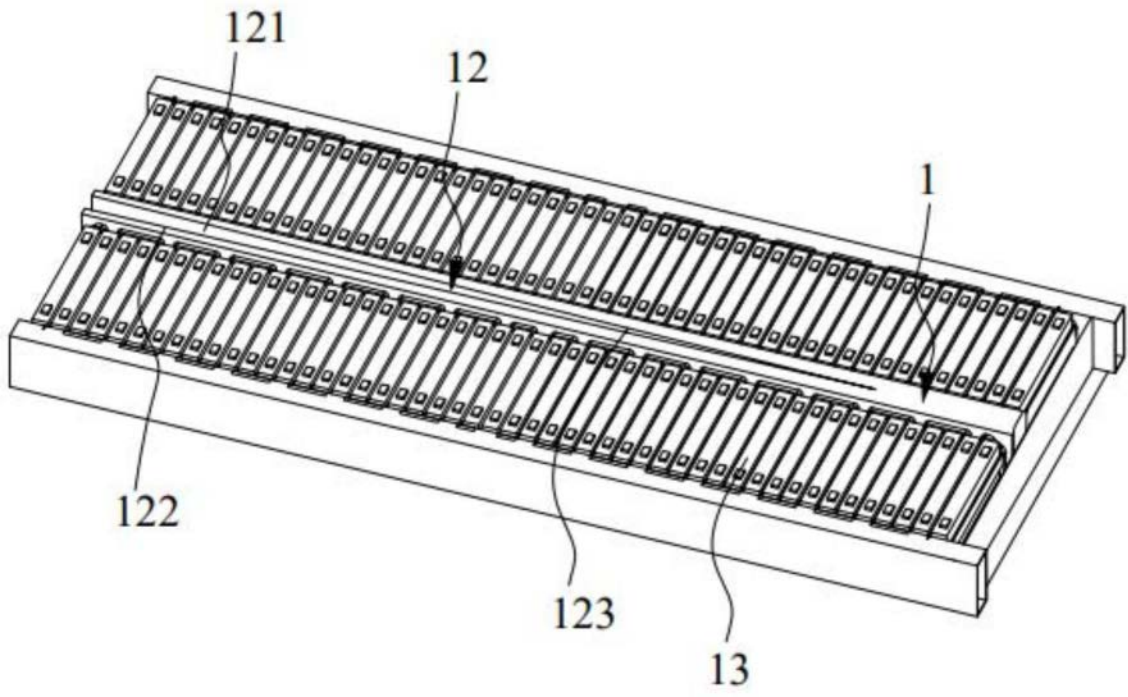


图4

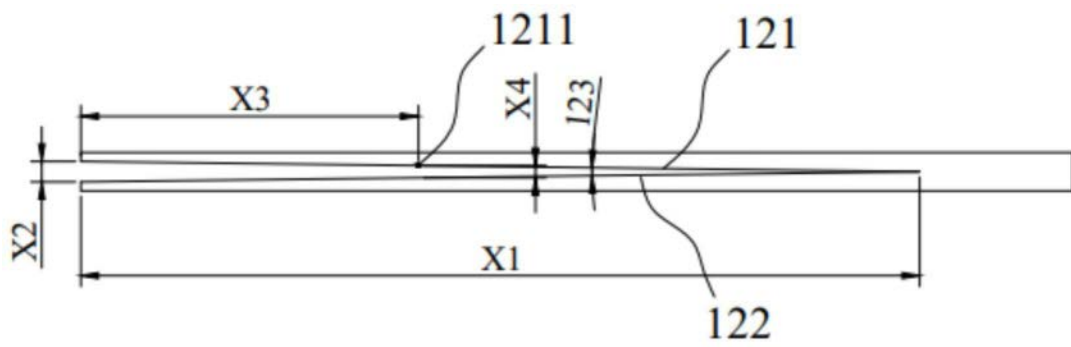


图5