



(12)发明专利申请

(10)申请公布号 CN 109004245 A

(43)申请公布日 2018.12.14

(21)申请号 201810926856.X

(22)申请日 2018.08.15

(71)申请人 马海云

地址 300161 天津市河东区成林道63号内
16号楼5栋503号

(72)发明人 马海云 雷环宇 马云骏

(74)专利代理机构 常州佰业腾飞专利代理事务
所(普通合伙) 32231

代理人 高姗

(51)Int.Cl.

H01M 8/04007(2016.01)

H01M 8/04029(2016.01)

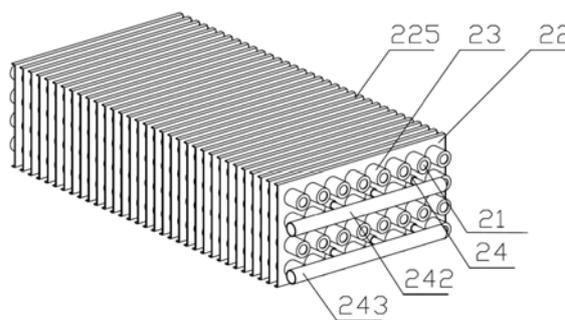
权利要求书2页 说明书10页 附图6页

(54)发明名称

一种穿管翅片式圆柱电池模组

(57)摘要

本发明涉及电池热管理技术领域,尤其是一种穿管翅片式圆柱电池模组,包括电池套管、圆柱电池和翅片组,所述翅片组由若干平行排列的翅片组成,所述翅片上设有与电池套管相匹配的装配圆孔,所述电池套管垂直穿装在各翅片的装配圆孔上并与所述翅片配合,所述电池套管的内径与所述圆柱电池的外径相匹配,所述圆柱电池首尾串联连接安装在所述的电池套管内。本发明可以解决现有技术中水平布置串接成组的圆柱电池组的温度场分布不均匀、非特定区域局部过热的问题,该电池模组具有更高的比能量密度,可以兼顾良好的均温、控温性能与低成本、轻量化和工艺性的需求。



1. 一种穿管翅片式圆柱电池模组,其特征在于:包括电池套管、圆柱电池和翅片组,所述翅片组由若干平行排列的翅片组成,所述翅片上设有与电池套管相匹配的装配孔,所述装配孔边沿处向外延伸形成翻边;所述电池套管垂直穿装在各翅片上的装配孔上并与所述翅片配合,所述电池套管的内径与圆柱电池的外径相匹配,每个所述电池套管内装有一个或多个所述圆柱电池;当所述电池套管内装有多于一个所述圆柱电池时,所述多个圆柱电池首尾串联连接安装。

2. 根据权利要求1所述的一种穿管翅片式圆柱电池模组,其特征在于:所述翅片的厚度d为0.08-0.8mm,前后两翅片之间的片间距Ld为2-20mm,片间距Ld与翻边高度h的差值Ld-h为0-15mm,所述翅片上的任意两个装配圆孔之间的最小间距Lr为1-10mm。

3. 根据权利要求1所述的一种穿管翅片式圆柱电池模组,其特征在于:所述装配孔的翻边在圆周的不同方向的翻边高度不同,在所述装配孔朝向相邻近的装配孔的角度为15-30°的扇形区域所对应圆弧方向上的翻边高度较低或不设翻边。

4. 根据权利要求1所述的一种穿管翅片式圆柱电池模组,其特征在于:还包括若干根传热管;所述翅片上设有与所述传热管相配合的传热管孔,所述传热管垂直穿过所述翅片上的传热管孔。

5. 根据权利要求4所述的一种穿管翅片式圆柱电池模组,所述传热管是直径在3-10mm之间的圆管,或者厚度在3-10mm之间的扁管或椭圆扁管,其特征在于:

(1) 所述装配圆孔按“W”形的相邻行交错排列,或者按行列对齐的矩阵排列;

(2) 当所述装配圆孔按“W”形的相邻行交错排列时,则所述传热管孔取代部分装配圆孔的位置;

(3) 当所述装配圆孔按行列对齐的矩阵排列时:如果所述装配圆孔的直径Dc、传热管孔的直径或厚度Dh以及两个装配圆孔之间的最小间距Lr满足以下关系: $(Dc + Lr) \times \sqrt{2} - (Dc + 2 \times Lr) \geq Dh$,则所述传热管孔设置在由相邻行与相邻列的4个装配圆孔的圆心的连线所构成矩形的基本中心位置,或设置在装配圆孔与翅片边缘之间;否则以所述传热管孔取代部分装配圆孔的位置。

6. 根据权利要求4所述的一种穿管翅片式圆柱电池模组,其特征在于:所述传热管内通有冷却液或制冷剂,所述传热管与空调系统、加热系统或其它换热系统相连通;或者,所述传热管内装有相变材料;或者,所述传热管是热管;或者,所述传热管内设有电加热器。

7. 根据权利要求1所述的一种穿管翅片式圆柱电池模组,其特征在于:所述电池模组的顶面、底面和/或侧面设有盖板或冷却板,所述翅片与冷却板相接触的侧边设有与翅片所在平面垂直的折边。

8. 根据权利要求1所述的一种穿管翅片式圆柱电池模组,其特征在于:所述电池套管为铝/铝合金管或铜/铜合金管,壁厚t在0.1-1.0mm之间;或者,所述电池套管为塑料管或复合绝缘材料管,壁厚t在0.05-0.5mm之间;或者,所述电池套管为热收缩管,壁厚t在0.02-0.2mm之间;或者,所述电池套管为由金属或塑料或复合绝缘材料的薄片螺旋缠绕或卷为圆柱壳体而形成管状,所述薄片的壁厚t在0.05-0.5mm之间、宽度W在5-50mm之间。

9. 根据权利要求1所述的一种穿管翅片式圆柱电池模组,其特征在于:所述电池套管的管壁设有排气孔或排气槽,或使所述电池套管的内部与外部相通的缝隙。

10. 根据权利要求1所述的一种穿管翅片式圆柱电池模组,其特征在于:所述电池套管是由薄片或薄壁管加工形变而成的、包括多个彼此连通的基本为圆柱形状的壳体,所述装配孔的形状与所述壳体相匹配。

一种穿管翅片式圆柱电池模组

技术领域

[0001] 本发明涉及电池热管理技术领域,具体领域为一种穿管翅片式圆柱电池模组。

背景技术

[0002] 目前,电动汽车和储能系统的动力电池单体主要有圆柱电池、方形电池和软包电池等结构形式。圆柱卷绕式电池单体是最早、最成熟、最稳定的锂离子电池,生产工艺成熟,电池的标准化、一致性、安全性都很高,综合成本也较低,组装的电池模块能量密度高,在众多公司的电动汽车和储能系统中得到广泛应用。

[0003] 圆柱电池的单体容量小,所需的单体数量很大,电池内部容易出现温差,需要加强散热管理以改善温度分布的均匀性。随着电池模块结构尺寸和能量密度的不断提高,由于受到成本、结构和可靠性的限制,电池模块的温度均匀性问题所面临的挑战也越来越大。过高或过低的环境温度都会影响锂电池的性能和寿命,因此夏季高温时要对电池系统进行冷却,冬季低温时要对电池系统进行加热,使电池处于适当的温度范围,以保证其安全性、使用效率和寿命。

[0004] 对于电池模组来说,由于电池单体所处位置不同和个体差异,个别电池发热量大引起的局部温升并形成热电正反馈,可能导致更为严重的飞温和热失控。与传统的换热器或发热设备的散热系统不同的是,电池模组的热管理所面临的关键问题并不是散热或吸热,对于散热或吸热问题可以通过合理设置换热器来解决,而是要解决电池模组这种大规模、不均匀、单体能量密度低的发热系统的温度场分布不均匀问题,并且解决方案受到成本、结构和重量的严格限制。进一步地,电池模组的局部过热发生在非特定区域,热失控的过程是不确定性的,因而无法预先针对性地进行传热结构设计优化。

[0005] 目前大多数对圆柱电池组内温度分布不均匀问题的研究,通常采用优化流场设计、增强介质传热和温度测控系统的解决方案,这些研究和技术方案大多没有区分位致温差和局部发热的区别,特别是很多方案由于在成本、重量、工艺性和可靠性方面的缺陷而难以实施。

[0006] 因此,对于低能量密度的温度场不均匀问题和非特定区域的局部过热问题,需要有效提高传热效率,研究重点要将不均匀的发热控制在临界点以下,使之不能形成热电正反馈,才能有效地控制局部过热,更不会导致热失控。

[0007] 相对于立式成组的圆柱电池组,水平布置、首尾串接的卧式电池组可以更充分高效地利用空间,实现更高的体积能量密度,但随之带来的问题是单位体积电池模组的发热功率也更大,需要研究与其相适应的电池模组的控制局部过热及均温控温方案。

发明内容

[0008] 本发明的目的在于提供一种穿管翅片式圆柱电池模组,以解决现有技术中水平布置串接成组的圆柱电池组的温度场分布不均匀、非特定区域局部过热的问题,兼顾均温、控温性能与低成本、轻量化和工艺性的需求。

[0009] 为实现上述目的,本发明提供如下技术方案:一种穿管翅片式圆柱电池模组,包括电池套管、圆柱电池和翅片组,所述翅片组由若干平行排列的翅片组成,所述翅片上设有与电池套管相匹配的装配圆孔,所述装配圆孔边沿处向外延伸形成翻边;所述电池套管垂直穿装在各翅片上的装配圆孔上并与所述翅片配合,所述电池套管的内径与圆柱电池的外径相匹配,每个所述电池套管内装有一个或多个所述圆柱电池;当所述电池套管内装有多于一个所述圆柱电池时,所述多个圆柱电池首尾串联连接安装。所述穿管翅片式圆柱电池模组还设有外壳。

[0010] 现有换热器技术中经常采用穿管翅片的技术方案来扩大传热面积,翅片装设在传热管的外侧或表面,翅片侧为空气强制对流或自然对流,传热管内侧为液相流体,热源的能量密度都很大。这种换热器中翅片的作用是扩大传热面积提高换热能力和效率,因而空冷管翅式换热器需要安装在开放空间内、水冷管翅式换热器的翅片侧需要强制液体流动。而本发明提出的穿管翅片式圆柱电池模组带有密闭的外壳,在安装使用时通常被装配在封闭的箱体内部,因此套装在电池套管外侧的翅片,目的并不是通过翅片增大传热面积来提高向环境的散热能力,而是用来在电池单体之间传热以实现电池组的温度均衡,以控制电池组的局部过热、防止热失控。现有发热器件的散热器也会采用翅片或肋片增大散热面积,翅片或肋片的作用也是增强散热器向环境的散热性能;由于发热器件的热源的位置和功率是确定和稳定的,因此散热器的设计可以根据热环境的计算或测试来进行设计和优化。而本发明提出的穿管翅片式圆柱电池模组,局部过热发生在非特定区域,热失控的过程是不确定性的,无法预先针对性地进行传热结构的设计优化;所述电池套管和翅片组连接而成的导热系统,可以将局部过热快速传导到整个电池模组,避免了局部快速升温形成热电正反馈,从而解决大规模电池组非特定区域局部过热、不确定热失控问题。

[0011] 优选的,所述翅片为铝/铝合金翅片或铜/铜合金翅片,其中“/”代表“或”。所述翅片的厚度 d 为0.08-0.8mm,前后两翅片之间的片间距 L_d 为2-20mm,片间距 L_d 与翻边的高度 h 的差值 L_d-h 为0-15mm,所述翅片上的任意两个装配圆孔之间的最小间距 L_r 为1-10mm。

[0012] 优选的,所述翅片上的装配圆孔的数量不小于电池套管的数量。

[0013] 优选的,所述装配圆孔边沿处向外延伸形成具有一定高度的翻边或局部翻边,所述翻边为直管形或锥管形或锥管形与直管形的组合,所述翻边的高度 h 在1-8mm之间。

[0014] 优选的,所述装配圆孔的翻边在圆周的不同方向的翻边高度不同,具体而言在所述装配圆孔朝向相邻近的装配圆孔的角度为 $15-30^\circ$ 的扇形区域所对应圆弧方向上的翻边高度较低或不设翻边。

[0015] 优选的,所述穿管翅片式圆柱电池模组还包括若干根传热管。所述翅片上设有与传热管相配合的传热管孔,所述传热管垂直穿过所述翅片上的传热管孔。所述传热管之间通过弯头、分流器和/或汇流器等连接件串并联连接为一个传热组件。

[0016] 优选的,所述传热管是铝/铝合金圆管或扁管、或铜/铜合金圆管或扁管,传热管的壁厚 t 在0.2-1.5mm之间。

[0017] 优选的,所述传热管是直径在3-10mm之间的圆管,或者厚度在3-10mm之间的扁管或椭圆扁管。所述装配圆孔按“W”形的相邻行交错排列,或者按行列对齐的矩阵排列。当所述装配圆孔按“W”形的相邻行交错排列时,则所述传热管孔取代部分装配圆孔的位置。当所述装配圆孔按行列对齐的矩阵排列时:如果所述装配圆孔的直径 D_c 、传热管孔的直径或厚

度 D_h 以及两个装配圆孔之间的最小间距 L_r 满足以下关系： $(D_c + L_r) \times \sqrt{2} - (D_c + 2 \times L_r) \geq D_h$ ，则所述传热管孔设置在由相邻行与相邻列的4个装配圆孔的圆心的连线所构成矩形的基本中心位置，或设置在装配圆孔与翅片边缘之间；否则以所述传热管孔取代部分装配圆孔的位置。

[0018] 优选的，所述传热管内通有冷却液或制冷剂，所述传热管与空调系统、加热系统或其它换热系统相连通；或者，所述传热管内装有相变材料；或者，所述传热管是热管；或者，所述传热管内设有电加热器。通过所述传热管及连通的换热系统，可以对电池模组进行加热、冷却以控制电池模组的温度。

[0019] 优选的，所述电池模组的顶面、底面和/或侧面设有壳板或冷却板，所述翅片与冷却板相接触的侧边设有与翅片所在平面垂直的折边。

[0020] 优选的，所述电池套管为铝/铝合金管或铜/铜合金管，其壁厚 t 在0.1-1.0mm之间；或者，所述电池套管为塑料管或复合绝缘材料管，其壁厚 t 在0.05-0.5mm之间；或者，所述电池套管为热收缩管，其壁厚 t 在0.02-0.2mm之间；或者，所述电池套管为由金属或塑料或复合绝缘材料的薄片螺旋缠绕或卷为圆柱壳体而形成管状，所述薄片的壁厚 t 在0.05-0.5mm之间、宽度 W 在5-50mm之间。

[0021] 优选的，所述电池套管的管壁上设有排气孔或排气槽、或使所述电池套管的内部与外部相通的缝隙，便于将电池工作时产生的有害气体排出。

[0022] 优选的，所述电池套管是由金属或塑料或复合绝缘材料的薄片或薄壁管加工形变而成的、包括多个彼此连通的基本为圆柱形状的壳体，所述装配圆孔的形状与所述壳体相匹配。

[0023] 与现有技术相比，本发明的有益效果是：本发明所提供穿管翅片式圆柱电池模组，既适用于不同规格和性能的圆柱电池，也适用于不同规模和能量密度的圆柱电池模组，可以解决水平布置首尾串接的卧式电池温度分布不均匀的问题，能有效控制电池组的非特定区域的局部过热、防止热失控，能同时满足均温、散热、冷却和加热的不同热管理需求，提高水平卧式电池组的性能以及使用寿命。特别地，对于不同规模和性能的电池模组，以及不同的应用环境和需求，本发明的技术方案可以方便地通过优化传热管的类型、数量和布局的具体设计，来满足电池模组的热管理需求，有效、高效地保证电池模组散热能力。

[0024] 此外，与现有技术相比，根据本发明所提供穿管翅片式圆柱电池模组还具有以下技术优势：本技术方案的电池模组体积小、重量轻，与现有技术方案相比具有更高的电池模组的体积和重量比能量密度；加工工艺简单、成熟、可靠，结构简单紧凑，便于扩展；成本低廉，可以降低电池箱的综合成本；安全性好，对电池组内部燃爆具有很强的阻燃防爆性能，对外部冲击具有很强的抗冲击性能。

附图说明

[0025] 图1是实施例一提供的一种穿管翅片式圆柱电池模组的结构示意图；

[0026] 图2是实施例一提供的一种穿管翅片式圆柱电池模组的剖视图；

[0027] 图3是实施例一提供的翅片局部的结构示意图；

[0028] 图4是实施例二提供的一种穿管翅片式圆柱电池模组的结构示意图；

[0029] 图5是实施例二中翅片局部的结构示意图；

- [0030] 图6是实施例二中另一种翅片局部的结构示意图；
- [0031] 图7是实施例二中又一种翅片局部的结构示意图；
- [0032] 图8是实施例三提供的一种穿管翅片式圆柱电池模组的结构示意图；
- [0033] 图9是实施例三提供的一种穿管翅片式圆柱电池模组中的翅片和电池套管的装配过程示意图；
- [0034] 图10是实施例四提供的一种穿管翅片式圆柱电池模组结构示意图；
- [0035] 图11是实施例四中的一种电池套管示意图；
- [0036] 图12是实施例四中的另一种电池套管示意图。

具体实施方式

[0037] 下面将结合本发明实施例中的附图,对本发明实施例中的技术方案进行清楚、完整地描述,显然,所描述的实施例仅仅是本发明一部分实施例,而不是全部的实施例。基于本发明中的实施例,本领域普通技术人员在没有做出创造性劳动前提下所获得的所有其他实施例,都属于本发明保护的范围。

[0038] 实施例一

[0039] 请参阅图1-3,本实施例提供一种技术方案:一种穿管翅片式圆柱电池模组,包括电池套管13、圆柱电池11和翅片组,翅片组由若干平行排列的翅片12组成,翅片12上设有与电池套管13相匹配的装配圆孔121,装配圆孔121边沿处向外延伸形成翻边122;电池套管13垂直穿装在各翅片12上的装配圆孔121上并与翅片12配合,电池套管13的内径与圆柱电池11的外径相匹配。每个电池套管13内装有一个或多个圆柱电池11;当电池套管13内装有多多个圆柱电池11时,多个圆柱电池11首尾串联连接安装。该电池模组能有效控制电池组的非特定区域局部过热、防止热失控,同时具有良好的均温、散热和冷却性能。

[0040] 进一步的,穿管翅片式电池模组还包括若干根传热管14,传热管14是铝/铝合金圆管或扁管或椭圆扁管、或铜/铜合金圆管或扁管或椭圆扁管,传热管14的壁厚 t 在0.2-1.5mm之间。在本实施例中,电池套管13与传热管14的外径相同,因此,装配圆孔121也可以作为与传热管14相配合的传热管空,传热管14直接垂直穿过翅片12上的装配圆孔121。在翅片12上设置数量不小于电池套管13的装配圆孔121,多余的装配圆孔12用于穿装传热管14或空置,因此可以根据圆柱电池11模组的性能和配置的需要方便地调整电池组与传热管14的数量、比例及布局,满足不同应用条件和要求。传热管14之间通过弯头、分流器和/或汇流器等连接件141串并联连接为一个传热组件,可以增强传热性能或减少流动阻力。该传热组件具有进口142和出口143,传热管14是直管或U形管,采用U形管可以减少传热管14之间的连接弯头。

[0041] 具体的,传热管14内通有冷却液或制冷剂,与空调系统、加热系统或其它换热系统相连通,以向穿管翅片式圆柱电池串联模组输入热量或冷量;或者,传热管14内装有相变材料,通过相变材料的相变过程来达到吸收或释放热量、调控电池模组温度的功能;或者,传热管14是热管,具有高效的热传导性能,可以快速地将的电池模组所产生的热量传递到外部;或者,传热管14是电加热器或内置电加热器,可以在低温时对电池模组进行加热。

[0042] 具体的,翅片组由铝或铜或复合绝缘材料为材质的平行翅片组成,每个翅片12的厚度 d 为0.08-0.8mm,翅片12之间的片间距 L_d 为2-20mm,片间距 L_d 与翻边高度 h 的差值 L_d-h

为0-15mm,翅片12上的任意两个装配圆孔121之间的最小间距 L_r 为1-10mm。翅片12上的装配圆孔121的边沿处向外延伸形成具有一定高度的翻边122,该翻边122的高度 h 为1-8mm。翻边122可以是直管形,也可以是锥管形,或者直管形与锥管形的组合。进一步的,电池模组的顶面、底面设冷却板,翅片12的上侧和下侧设有与翅片12所在平面垂直的折边125,该折边125可以增大翅片12与冷却板的接触面积,以提高传热效率。

[0043] 通常,采用穿管翅片形式增大传热或散热面积,翅片侧为空气强制对流或自然对流,翅片装设在传热管的外侧或表面,传热管内侧为液相流体,热源的能量密度都很大。翅片面积相对于传热管的截面积来说大得多,翅片上开孔的孔间距也较大,容易对翅片进行冲孔翻边的加工。但是,本实施例的技术方案将穿管翅片用于装配圆柱电池,一方面电池单体的发热功率小因此不需要过大的翅片面积,另一方面为了提高动力电池的体积比能量密度,必须将尽可能减小电池模块的体积,就要尽量减小电池的装配间距。而两个装配圆孔121之间的间距缩小会对翅片冲孔翻边加工带来困难,容易引起翅片变形或翻边撕裂。试验表明,翅片12上的任意两个装配圆孔121之间的最小间距 L_r 设为1-10mm,是兼顾电池体积比能量密度与加工工艺的最佳范围。

[0044] 研究表明,当两个装配圆孔121之间的最小间距 L_r 、翻边122的高度 h 、翅片12的厚度 d 与装配圆孔的直径 D_c 满足以下关系时: $L_r+h+2\times d\leq 0.25\times D_h$,可以通过减小装配圆孔121朝向相邻近的装配圆孔的方向上的翻边的高度,以便于翅片冲孔翻边的加工。

[0045] 进一步地,如图3所示,所述装配圆孔121的翻边122在圆周的不同方向的翻边高度不同。例如,在所述装配圆孔C11朝向相邻近的装配圆孔C12的角度 α 为15-30°的扇形区域所对应圆弧方向上的翻边高度较低或不设翻边,可以避免翅片变形或翻边撕裂。

[0046] 具体的,电池套管13可以是铝/铝合金管或铜/铜合金管,所述电池套管的壁厚 t 在0.1-1.0mm之间,采用胀管工艺使电池套管13与翅片12的翻边122实现过盈配合;或者,电池套管13是塑料管或复合绝缘材料管,所述电池套管的壁厚 t 在0.05-0.5mm之间,将圆柱电池11首尾串联联结压装进的电池套管13成为一体;或者,电池套管13是热收缩管,所述电池套管的壁厚 t 在0.02-0.2mm之间,将圆柱电池11首尾串联联结装入的电池套管13后,通过加热使热收缩管收缩与圆柱电池11成为一体,再将装入圆柱电池11的电池套管13压入多个翅片12的圆孔,使电池套管13与翅片12的翻边122实现过盈配合。

[0047] 进一步的,所述电池套管13的管壁上设有排气孔或排气槽,或使所述电池套管的内部与外部相通的缝隙,便于将电池产生的有害气体排出。

[0048] 具体的,该圆柱电池11是化学电池或燃料电池,具有圆柱形外壳。圆柱电池11的两端分别为电池的正负极,多个圆柱电池11首尾串联联结,成为一组电池组。与翅片管热交换器不同,圆柱电池11内部充有电解液,虽然在充放电时电解液中的电子在电极间移动,但宏观上电解液在电池壳体内并非处于流动状态。圆柱电池11之间及圆柱电池11与外部具有电连接,但圆柱电池11之间及圆柱电池11与外部并没有气相或液相物质的流通。

[0049] 装配该穿管翅片式圆柱电池串联模组时,先将电池套管13和传热管14垂直穿过翅片12上的装配圆孔121,再用压力机将胀头压入套设有翅片12的电池套管13和传热管14进行胀管,使电池套管13、传热管14与翅片12形成一个整体,其形状与穿管翅片式换热器相似;接着,将圆柱电池11分成多组,每组圆柱电池11首尾串联连接,顺序装入电池套管13内,形成穿管翅片式圆柱电池串联模组,圆柱电池11外表面与电池套管13达到完全、紧密的接

触。电池套管13的一端设有环状封尾端131,便于电池装配。

[0050] 本实施例所提供的一种穿管翅片式圆柱电池模组,将圆柱电池11、电池套管13和翅片12紧密结合为一体,电池套管13既是圆柱电池11的安装套管,又是穿管翅片模组的换热部件,圆柱电池11与换热部件的接触面积大、接触热阻小,对于电池模组的均温、散热、冷却和加热的性能都优于现有技术方案,有利于强化电池性能、延长电池寿命。

[0051] 本发明的技术方案将翅片套管套装在圆柱电池的外侧,具有以下优点:(1)翅片管直接套装在发热体表面,减少了其它传热环节或介质带来的传递热阻;(2)翅片带有管装翻边并与管子过盈配合,最大程度地增大了传热翅片与管子之间的接触面积、极大减小了散热翅片与发热体之间的传递热阻;(3)通过穿管翅片组将多个圆柱电池连接而形成高效的导热系统,当个别电池局部过热温升时,穿管翅片电池模组充当了高效大容量的热均衡器,由于电池内部液固相具有较大的热容量,可以将局部过热快速传导到整个电池组,避免了局部快速升温形成热电正反馈,从而解决大规模电池组非特定区域局部过热,就不会导致热失控。

[0052] 本实施例所提供的一种穿管翅片式圆柱电池模组,既适用于不同规格和性能的圆柱电池,也适用于不同规模和能量密度的串联圆柱电池组,能同时满足均温、散热、冷却和加热的不同热管理需求。根据具体应用的需要,电池模组在长度、宽度和高度方向都可以扩展延伸。

[0053] 特别地,对于不同规模和性能的电池模组,以及不同的应用环境和需求,本实施例的技术方案可以方便地通过优化传热管的类型、数量和布局的具体设计,来满足电池模组的热管理需求,有效、高效地保证电池模组散热能力。

[0054] 本实施例的技术方案,加工工艺简单、成熟、可靠,结构简单紧凑、便于扩展,还具有体积小、重量轻、低成本、安全性好的优点。

[0055] 实施例二

[0056] 请参阅图4-7,本实施例提供一种技术方案:一种穿管翅片式圆柱电池模组,包括圆柱电池21、电池套管23和翅片组,翅片组由若干平行排列的翅片22组成,翅片22上设有与电池套管23相匹配的装配圆孔221,装配圆孔221边沿处向外延伸形成翻边,电池套管23垂直穿装在各翅片22的装配圆孔221上并与翅片22配合,电池套管23的内径与圆柱电池21的外径相匹配。翅片22上还设有若干用于装配传热管24的传热管孔224,传热管孔224的孔径与传热管24相配合,以将翅片22套设在传热管24上。每个电池套管23内装有一个或多个圆柱电池21;当电池套管23内装有多组圆柱电池21时,多组圆柱电池21首尾串联连接安装。

[0057] 装配该穿管翅片式圆柱电池串联模组时,先将电池套管23和传热管24垂直穿过翅片22上的装配圆孔221和传热管孔224,再通过胀管工艺与翅片22胀紧成为一个整体,达到过盈配合;然后将圆柱电池21分成多组,每组圆柱电池首尾串联连接,装入所述电池套管23内,并安装电气连接件,圆柱电池21与电池套管23达到完全、紧密地接触,接触面积大、接触热阻小。

[0058] 在本实施例中,传热管24的外径小于电池套管23的外径,翅片22上与传热管24相配合的传热管孔224的位置,处于与电池套管23相配合的多个装配圆孔221之间,从而可以提高圆柱电池21串联模组的空间利用效率、增强传热性能。

[0059] 具体的,传热管24是直径 D_h 在3-10mm之间的圆管,或者厚度 D_h 在3-10mm之间的扁

管或椭圆扁管,壁厚 t_h 为0.2-1.5mm。传热管24之间通过弯头、分流器和/或汇流器等连接件进行串并联连接为一个传热组件,具有与外部换热系统相连接的进口242和出口243。传热管24内通有冷却液或制冷剂,与空调系统、加热系统或其它换热系统相连通,以向穿管翅片式圆柱电池串联模组输入热量或冷量。

[0060] 具体的,翅片组由铝或铜或复合绝缘材料为材质的若干平行翅片组成,每个翅片22的厚度 d 为0.08-0.8mm,翅片22之间的片间距 L_d 为2-20mm,翅片22上的任意两孔(包括装配圆孔221与传热管孔224)之间的最小孔间距 L_r 为1-10mm。翅片22上的装配圆孔221和传热管孔224的边沿处向外延伸形成具有一定高度的翻边222,翻边高度 h 为1-8mm;该翻边222可以是直管形,也可以是锥管形,或者直管形与锥管形的组合。进一步的,电池模组的顶面、底面和/或侧面设有壳板,翅片22与壳板相接触的侧边具有与翅片22所在平面垂直的折边225,该折边225可以增大翅片22与电池模组壳板的接触面积,以提高传热效率。

[0061] 在本实施例中,电池套管23是铝/铝合金管或铜/铜合金管,壁厚 t 为0.1-1.0mm;或者,电池套管23是塑料管或复合绝缘材料管,壁厚 t 为0.05-0.5mm。电池套管23的管壁上设有排气孔或排气槽,以排出电池产生的有害气体。

[0062] 进一步地,翅片22上的装配圆孔221可以按“W”形的相邻行交错排列,或者按行列对齐的矩阵排列。具体地,如图5所示,当翅片22上的装配圆孔221按“W”形的相邻行交错排列时,则传热管孔224取代了部分装配圆孔221的位置,与剩余的其他装配圆孔221一起按“W”形的相邻行交错排列。或者,当翅片22上的装配圆孔221按行列对齐的矩阵形状排列时,如果装配圆孔221的直径 D_c 、传热管孔224的直径或厚度 D_h 以及两个装配圆孔221之间的最小间距 L_r 满足以下关系: $(D_c + L_r) \times \sqrt{2} - (D_c + 2 \times L_r) \geq D_h$,则如图6所示,传热管孔224设置在由相邻行与相邻列的4个装配圆孔221的圆心 C_{11} 、 C_{12} 、 C_{21} 、 C_{22} 的连线所构成矩形的基本中心位置,或设置在装配圆孔221与翅片边缘之间;否则,则如图7所示,传热管孔224取代了部分装配圆孔221的位置,与剩余的其他装配圆孔221一起按行列对齐的矩阵形状排列。这样的排列方式可以使翅片利用效率更高,使电池模组具有更高的体积比能量密度。传热管孔224设置在所述矩形的基本中心位置,是指在严格中心位置允许一定程度的偏差;优先的,传热管孔224的中心偏离所述矩形的严格中心位置的距离小于传热管孔224的直径。

[0063] 本实施例的技术方案将小管径的传热管24布置于电池套管23之间,加工工艺简单、成熟、可靠,结构简单紧凑,与实施例一相比,本实施例的技术方案具有更高空间利用效率、进一步提高电池模组的能量密度的优点。

[0064] 与现有技术中将传热管路布置在电池组周围或内部的方案相比,本实施例的技术方案通过大量金属翅片将圆柱电池和传热管紧密结合为一体,不仅显著增大散热面积、减小接触热阻,而且可以通过传热管的管路串并联设计,极大地降低传热介质的流动阻力。试验表明:一种将传热管路布置在电池组周围的现有技术方案,电池组内部的温差高达12-16℃;而按照本实施例的技术方案设计对照的电池组,在对比试验条件下电池组内部的温差只有1-3℃。另一种按照特斯拉技术方案设计、将传热扁管缠绕布置在电池组,电池组内部的温差减小为3-5℃,但传热扁管的阻力达到41.5kPa,远远超出了普通车用电子水泵的性能范围;而按照本实施例的技术方案设计对照的电池组,在对比试验条件下传热管路系统的阻力只有2.8kPa,很容易使用普通电子水泵泵送冷却液进行换热。

[0065] 研究表明,电池内部产生的热量往往使位于电池模块内部的单体电池温度上升到

50℃,在过充时甚至达到80℃以上;热失控的判断标准是电池表面达到100℃后,由于隔膜熔断、正负极短路,进而形成温度正反馈,最高温升可达200℃/min,甚至发生燃烧或爆炸。现有的电池热管理技术方案,不论其散热性能如何,都难以避免极端情况下的局部能量积聚和温度正反馈。试验表明,应用本实施例的穿管翅片式圆柱电池组,在标准充放电条件下的局部最高温度低于44℃,在20C快速充放电条件下的局部最高温度低于50℃,在全部的正常充放电试验中局部最高温度都低于53℃;进一步的热蔓延试验表明,即使通过外部加热使单体电池表面达到120℃,仍不会形成温度正反馈,而且在15S内电池组的局部最高温度降低到74℃,打破了形成温度正反馈的条件,从而防止热失控。

[0066] 实施例三

[0067] 请参阅图8-9,本实施例提供一种技术方案:一种穿管翅片式圆柱电池模组,包括电池套管33、圆柱电池31和翅片组。翅片组由若干平行排列的翅片32组成,翅片32上设有与电池套管33相匹配的装配孔321,装配孔321边沿处向外延伸形成翻边。电池套管33垂直穿装在各翅片32的装配孔321上并与翅片32配合。该电池模组的翅片32上还设有若干用于装配传热管34的传热管孔324,传热管孔324的孔径与传热管34相配合,以将翅片32套设在传热管34上。

[0068] 本实施例中,电池套管33是由金属或塑料或复合绝缘材料的薄片或薄壁管,通过挤压、热压或吹胀等工艺加工形变而成的、包括多个彼此连通的基本为圆柱形状的壳体,而不是独立的完整闭合无缝隙的圆管形壳体,翅片上的装配孔321的形状与所述多个彼此连通的基本为圆柱形状壳体的形状相匹配。该圆柱形壳体可以是封闭的,也可以一端开口,壳体中的多个圆柱可以直接彼此相连,也可以通过连接段连接,由于多个圆柱形状的壳体是一个整体,因此具有很好的热传导性能。

[0069] 具体的,如图9所示,加工成型后的电池套管33的多个彼此连通的圆柱形壳体存在相互连通的中缝,这种结构使电池套管33具有一定的弹性变形量。翅片32上设有多个装配孔321,这些装配孔321分成若干组,每组的多个装配孔321彼此相通,并与多个彼此连通的圆柱形壳体形状的电池套管33相配合,以将每个翅片32套设在电池套管33上。翅片32上还设有用于装配传热管34的传热管孔324,位置处于多组装配孔321之间,因而可以提高电池模组的空间利用效率、增强传热性能。

[0070] 具体的,电池套管33的圆柱形状的内径与所述圆柱电池31的外径相配合,圆柱电池31分成多组,每组圆柱电池31首尾串联连接,装入电池套管33内。在装配孔321和传热管孔324的边沿处设有翻边或设有局部的翻边。

[0071] 具体的,传热管34是铝/铝合金圆管、或铜/铜合金圆管,外径为3-10mm,壁厚 t_h 为0.2-1.5mm,传热管34之间通过弯头、分流器和/或汇流器等连接件341进行串并联连接为一个传热组件,具有与外部换热系统相连接的进口342和出口343,传热管34内通有冷却液或制冷剂,与空调系统或其它换热系统相连通。

[0072] 装配本实施例提供的穿管翅片式圆柱电池模组时,先将传热管34垂直穿过每个翅片32上的传热管孔324,再通过胀管工艺与翅片32胀紧成为一个整体,达到过盈配合,然后将电池套管33插入装配孔321内,再将圆柱电池31分成多组,每组圆柱电池31首尾串联联结,装入电池套管33内。

[0073] 进一步的,本实施例中的穿管翅片式圆柱电池模组的侧面设有冷却板35,该冷却

板35是金属散热板、液冷板、半导体冷却板或蒸发式制冷系统的蒸发器,翅片32与冷却板35相接触的侧边设有与翅片32所在平面垂直的折边325,以增大翅片32与冷却板35的接触面积,以提高传热效率。

[0074] 本实施例的技术方案与采用独立圆管式电池套管的技术方案相比,优点在于:圆柱电池31、电池套管33与翅片32之间的配合间隙总是存在装配工艺与接触热阻之间的矛盾,配合间隙小或过盈配合有利于减小接触热阻但不容易装配,配合间隙大或间隙配合便于装配但会增大接触热阻。本技术方案采用多个彼此连通的圆柱形壳体电池套管33,具有一定的弹性变形量,既能方便地进行电池套管33和圆柱电池31的装配,圆柱电池31安装后挤压电池套管33壳体形变,如同弹簧垫圈的作用,实现了圆柱电池31、电池套管33与翅片32之间的紧密接触,减小了接触热阻。

[0075] 本实施例的技术方案将金属或塑料薄片加工形成多个相连的圆柱壳体作为电池套管33,加工工艺简单可靠、结构紧凑、成本低,与实施例二相比,本实施例的技术方案不仅热导性能更好,也具有更高的空间利用效率,可以进一步提高电池模组的能量密度。

[0076] 实施例四

[0077] 请参阅图10-12,本实施例提供一种技术方案:一种穿管翅片式圆柱电池模组,包括电池套管43、圆柱电池41和翅片组,翅片组由若干平行排列的翅片组成,翅片42上设有与电池套管43相匹配的装配孔,该装配孔的边沿处向外延伸形成具有一定高度的翻边,电池套管43垂直穿装在各翅片42的装配圆孔上并与翅片过盈配合。每个所述电池套管内装有一个或多个所述圆柱电池,当所述电池套管内装有多于一个所述圆柱电池时,所述多个圆柱电池首尾串联连接安装。电池套管43的内径与圆柱电池41的外径相匹配,圆柱电池41表面与电池套管43达到完全、紧密地接触,接触面积大、接触热阻小。

[0078] 在本实施例中,电池套管43是由金属或塑料或复合绝缘材料的薄片螺旋缠绕或卷为圆柱壳体而形成管状的套管,该薄片的壁厚 t 在 $0.05-0.5\text{mm}$ 之间、宽度 w 在 $5-50\text{mm}$ 之间。电池套管43的管壁具有使所述电池套管的内部与外部相通的缝隙,而不是完整闭合无缝隙的圆管,便于将电池产生的有害气体排出。图11给出了一种由薄片螺旋缠绕在首尾串联连接的圆柱电池41的外侧而形成电池套管43的技术方案,图12给出了另一种由薄片卷为圆柱形壳体的实现方案。

[0079] 具体的,翅片组由铝或铜或复合绝缘材料为材质的平行翅片组成,各翅片42沿电池套管43等距分布,每个翅片的厚度 d 为 $0.08-0.8\text{mm}$,前后两翅片之间的片间距 L_d 为 $2-20\text{mm}$,翅片42上的装配圆孔的边沿处向外延伸形成具有一定高度的翻边,该翻边的高度 h 为 $1-8\text{mm}$,片间距 L_d 与翻边高度 h 的差值 L_d-h 为 $0-15\text{mm}$,翅片上的任意两个装配圆孔之间的最小的孔间距 L_r 为 $1-10\text{mm}$ 。

[0080] 装配本实施例提供的穿管翅片式圆柱电池串联模组时,先在首尾串联联结的圆柱电池41外缠绕或卷上电池套管43,然后将电池套管43压入装配圆孔中,使电池套管43与翅片42的翻边实现过盈配合。

[0081] 进一步的,本实施例中的穿管翅片式圆柱电池模组的顶面、底面和/或侧面还设有冷却板45,冷却板45是金属散热板、液冷板、半导体冷却板45或蒸发式制冷系统的蒸发器,翅片42与冷却板45相接触的侧边设有与翅片所在平面垂直的折边,以增大翅片42与冷却板的接触面积。在一些应用条件下,即使本实施例没有另外设置传热管路,只通过侧面的冷却

板45也能满足电池均温传热的要求,从而简化了电池模组的结构、降低了电池模组的成本。

[0082] 本实施例的技术方案,电池套管43是采用薄片螺旋缠绕或卷为圆柱壳体而形成管状的套管,因而具有一定的弹性变形量,既能方便地进行电池套管43和圆柱电池41的装配,圆柱电池41安装后又能挤压电池套管43壳体形变,实现了圆柱电池41、电池套管43与翅片42之间的紧密接触,减小了接触热阻。与实施例三相比,本方案中电池套管43的加工工艺和装配工艺简单可靠、便于实施。

[0083] 本发明提供的一种穿管翅片式圆柱电池模组,适用于不同规格和性能的圆柱电池,也适用于不同规模和能量密度的圆柱电池模组,其可以解决水平布置、首尾串接的卧式电池温度场分布不均匀、非特定区域局部过热的问题,提高水平卧式电池模组的散热性能,从而提高电池模组的性能和使用寿命。本发明的技术方案可以方便地通过优化传热管的类型、数量和布局的具体设计,来满足电池模组的热管理需求,有效、高效地保证电池模组散热能力;此外,与现有技术相比,根据本发明所提供穿管翅片式圆柱电池模组还具有以下技术优势:本技术方案的电池模组体积小、重量轻;加工工艺简单、成熟、可靠,结构简单紧凑,便于扩展;成本低廉,可以降低电池箱的综合成本;安全性好,对电池组内部燃爆具有很强的阻燃防爆性能,对外部冲击具有很强的抗冲击性能。

[0084] 尽管已经示出和描述了本发明的实施例,对于本领域的普通技术人员而言,可以在不脱离本发明的原理和精神的情况下可以对这些实施例进行多种变化、修改、替换和变形,本发明的范围由所附权利要求及其等同物限定。

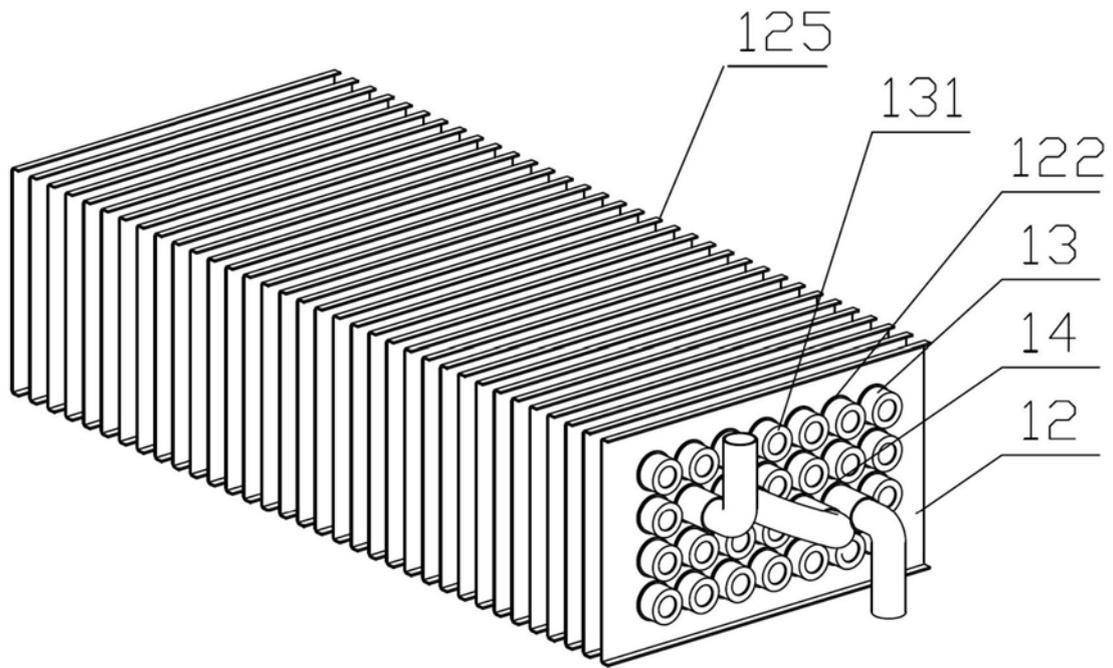


图1

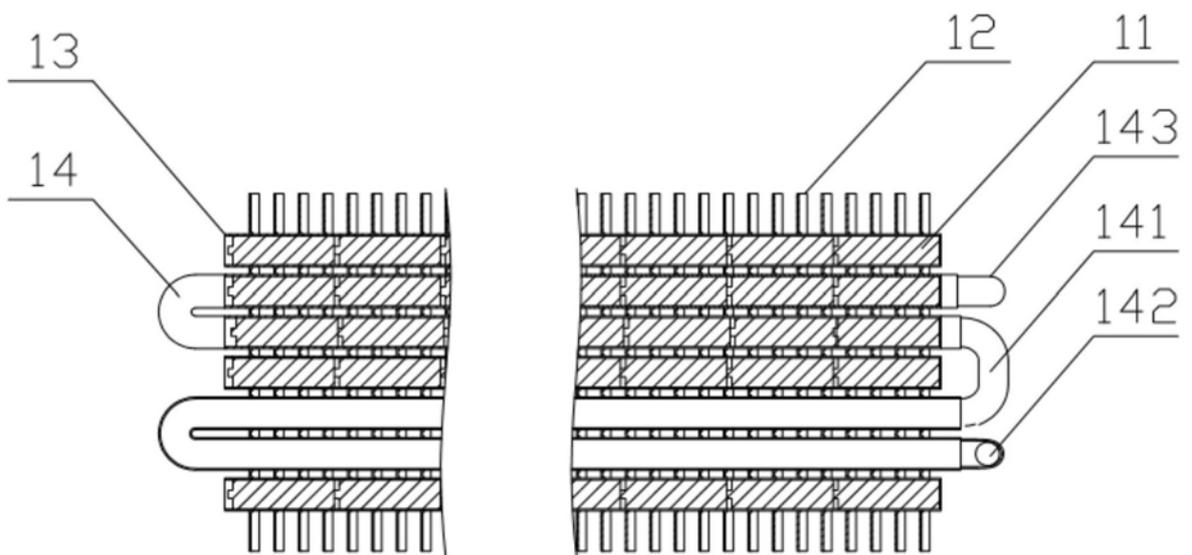


图2

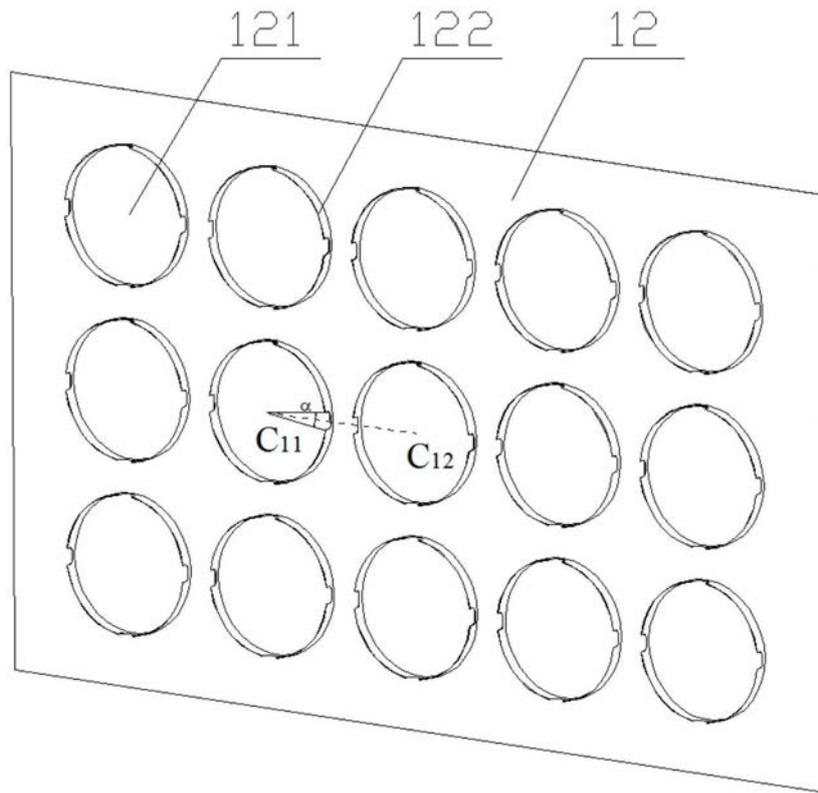


图3

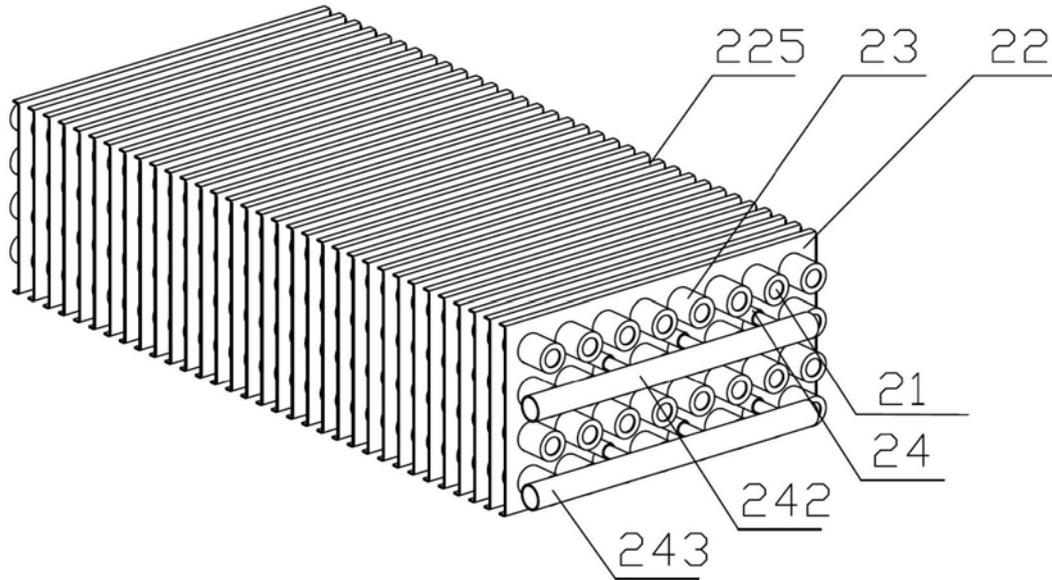


图4

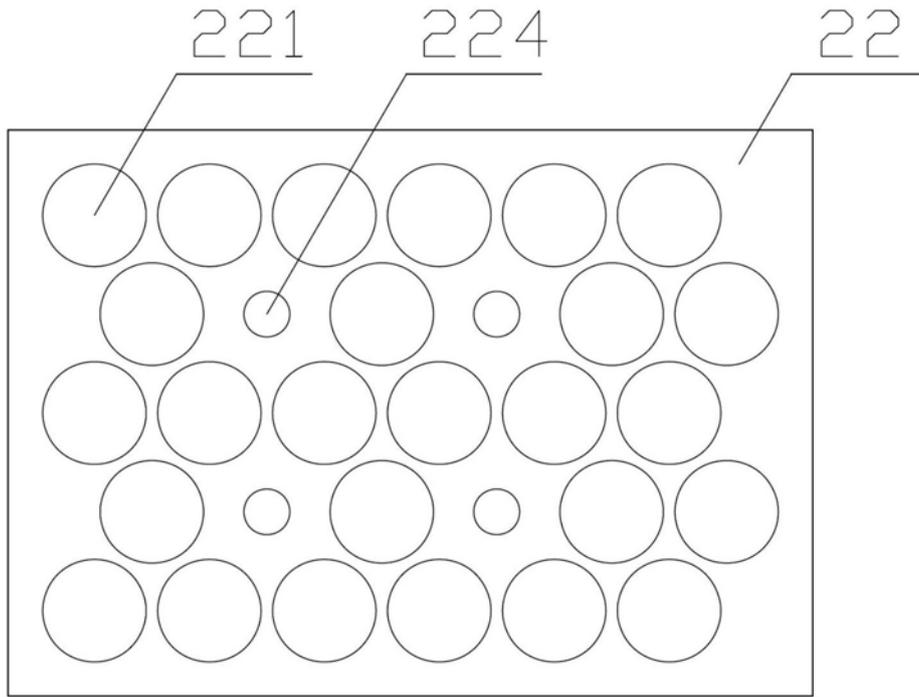


图5

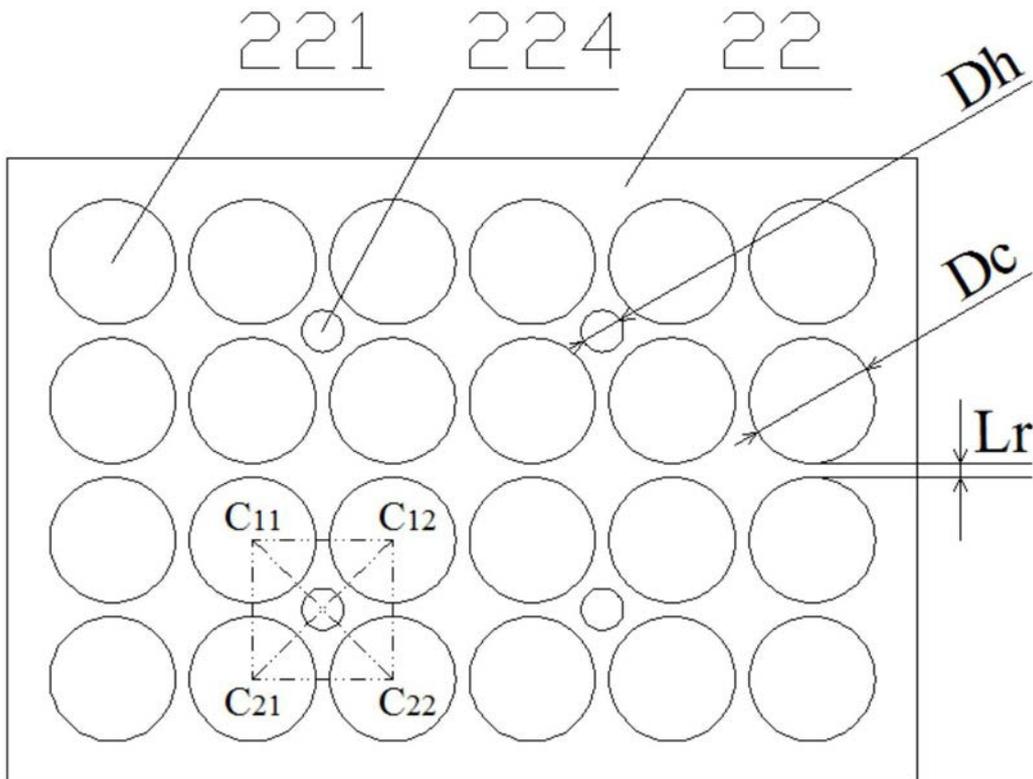


图6

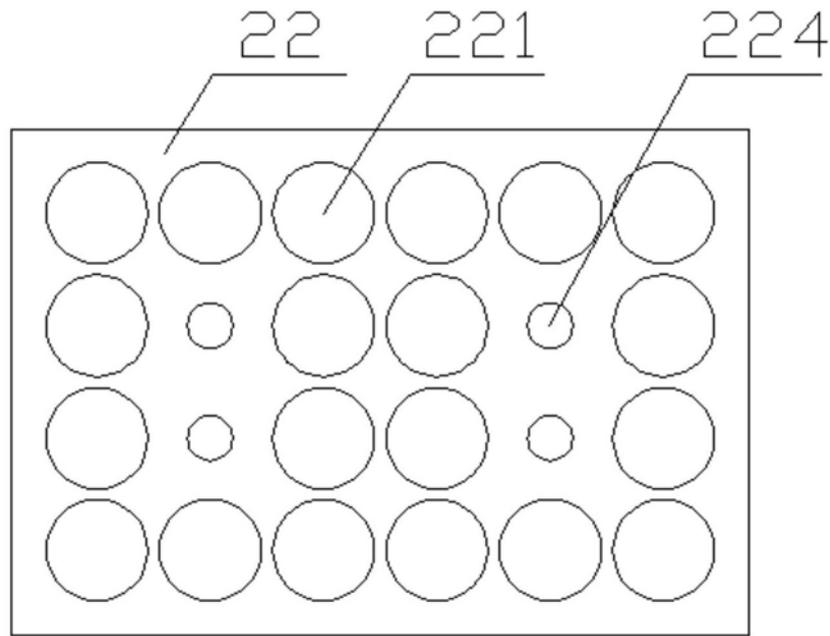


图7

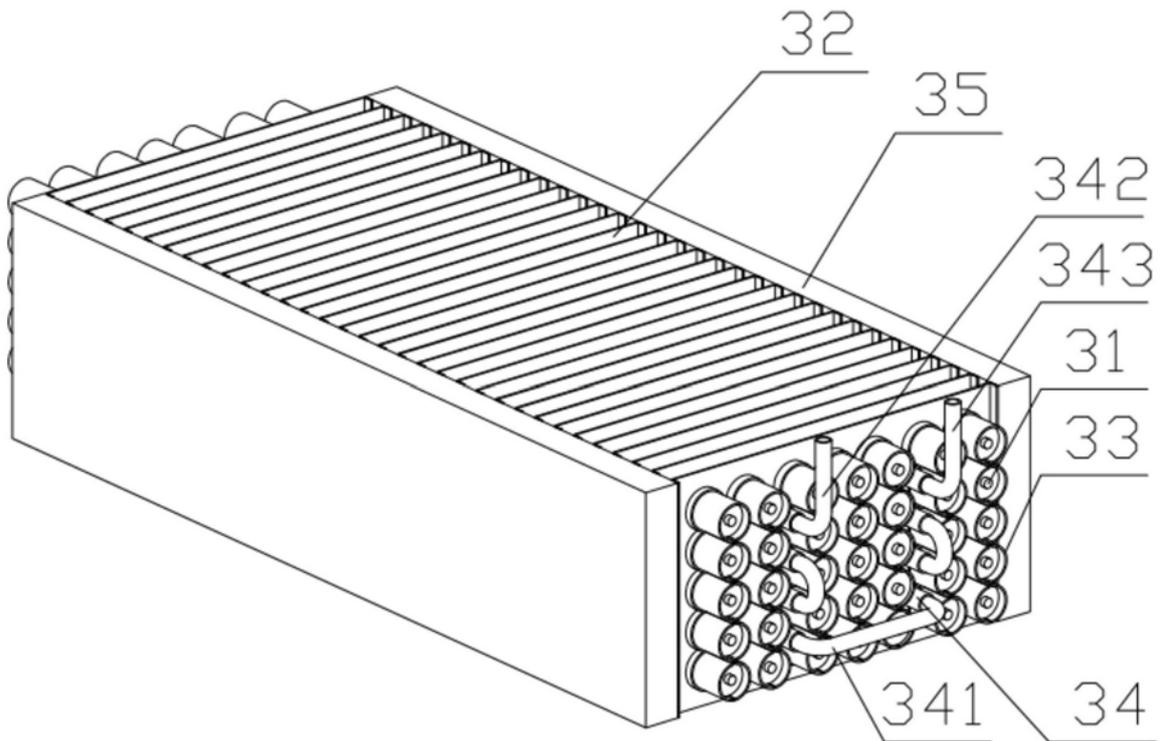


图8

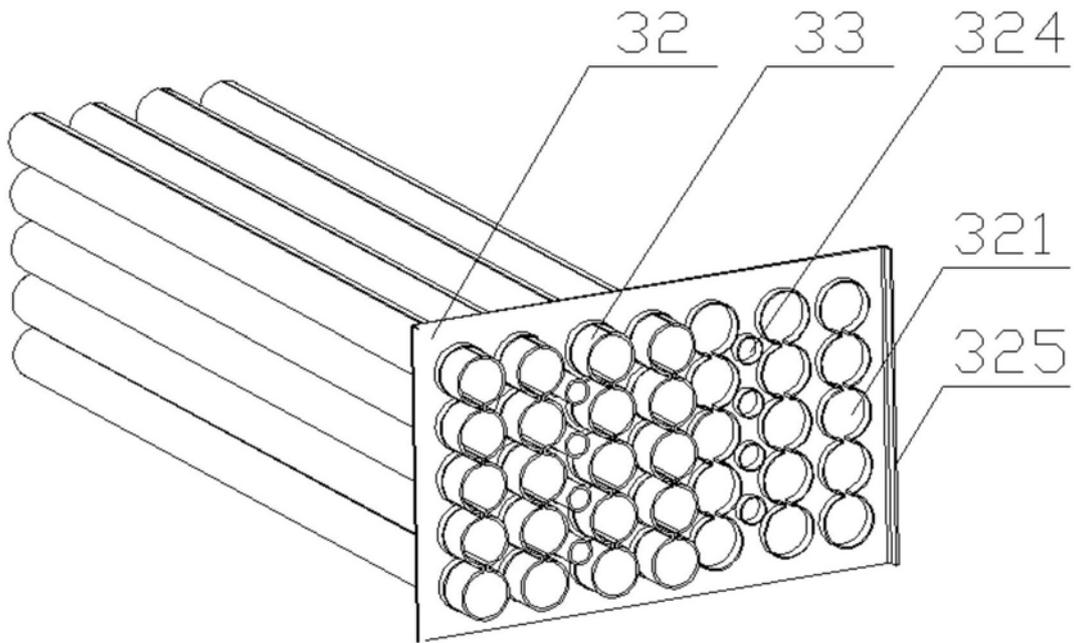


图9

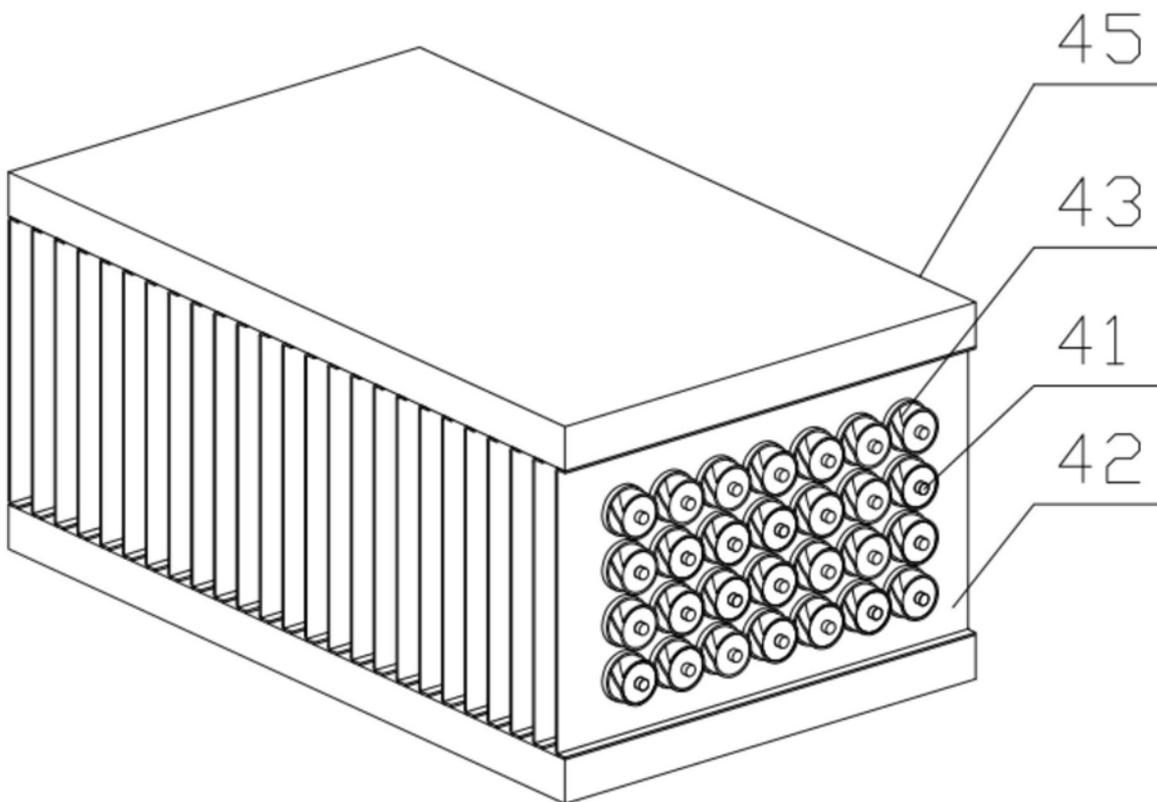


图10

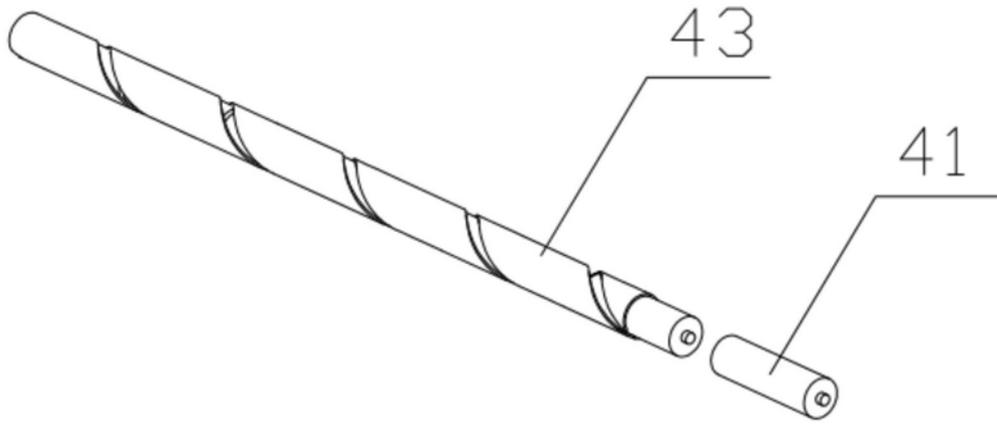


图11

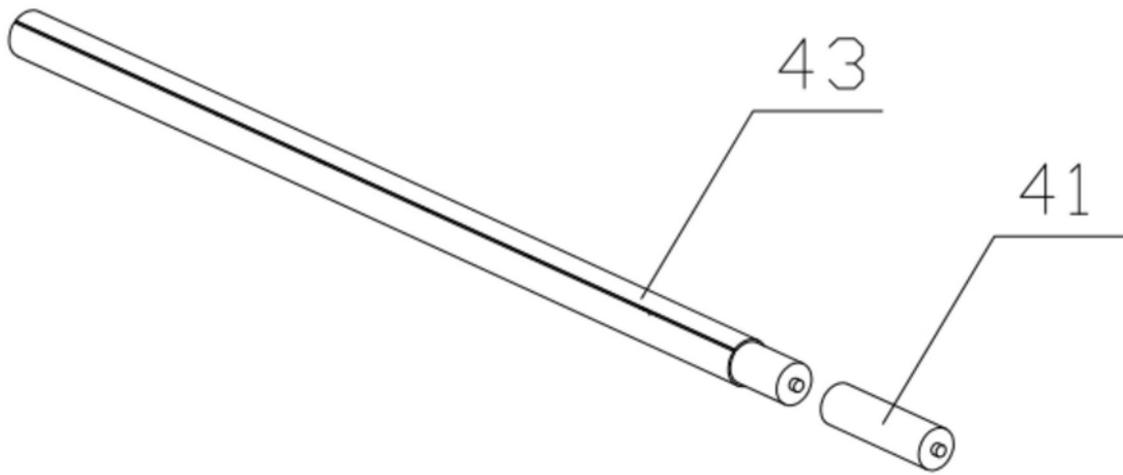


图12