



(12)发明专利申请

(10)申请公布号 CN 109367801 A

(43)申请公布日 2019.02.22

(21)申请号 201811175029.8

(22)申请日 2018.10.09

(71)申请人 北京航空航天大学

地址 100191 北京市海淀区学院路37号

(72)发明人 李运泽 张翼 熊凯 韦慧怡

毛羽丰 李甜甜

(74)专利代理机构 北京金恒联合知识产权代理

事务所 11324

代理人 李强

(51)Int.Cl.

B64D 47/00(2006.01)

B64D 13/06(2006.01)

F15B 21/0423(2019.01)

权利要求书3页 说明书4页 附图3页

(54)发明名称

一种基于飞机液压系统及微型蒸发式制冷循环的分布式飞机热管理系统和方法

(57)摘要

一种基于飞机液压系统及微型蒸发式制冷循环的分布式飞机热管理系统,包括液压油油箱、液压泵、节流阀、液压系统作动元件、液压油-空气热交换器、蒸发式液冷循环系统、燃油-液压油换热器、燃油系统、飞机蒙皮换热器,用双冷凝器的环路热管(LHP),将液压作动元件如起落架等产生的热量,直接转移到飞机蒙皮的内外面板加以耗散,增加了有效散热,避免了液压油过度升温;利用液压循环下游低压液压油,经冲压空气降温后,作为热沉对机载设备冷却,防止了燃油高温的形成、减少了燃油压降、减少了部件数量和降低了飞机性能代偿损失,充分利用了液压系统分布范围广、热量收集力强的优势,使机载设备冷却系统布局更灵活方便。

1. 一种基于飞机液压系统及微型蒸发式制冷循环的分布式飞机热管理系统,其特征在于包括:

液压油油箱(101)、液压泵(102)、节流阀(103)、液压元件、液压油-空气热交换器(111)、至少一个冷凝器(112、113、114)、燃油-液压油换热器(115)、蒙皮换热器、燃油油箱(120)、燃油油泵(121)和电气系统(122),

其中:

所述液压元件包括主起落架系统液压元件(104)、机轮刹车系统液压元件(105)、副翼舵机液压元件(106)、平尾舵机液压元件(107)、垂尾舵机液压元件(108)、舱门系统液压元件(109)中的至少一个,

所述蒙皮换热器包括第一飞机腹部表面蒙皮换热器(116)、机翼表面蒙皮换热器(117)、尾翼表面蒙皮换热器(118)、第二飞机腹部表面蒙皮换热器(119)中的至少一个,

液压泵(102)与液压油油箱(101)连接,

液压元件连接在液压泵(102)下游,

液压油-空气热交换器(111)安装在液压元件的下游,

至少一个冷凝器(112、113、114)被安装在液压油-空气热交换器(111)下游,

燃油-液压油换热器(115)安装在至少一个冷凝器中的最末一个与液压油油箱(101)之间,

至少一个局部蒸发液冷循环回路,其分别与至少一个冷凝器(112、113、114)对应,每一个局部蒸发液冷循环回路均包括机载设备换热器、循环工质泵(302)、局部蒸发液冷蒸发器(303)、压气机(304)和节流阀(305),其中,冷凝器(112、113、114)的进气端与压气机(304)相连,冷凝器(112、113、114)的出口端与节流阀(305)相连,节流阀(305)的下游端与局部蒸发液冷蒸发器(303)的入口相连,局部蒸发液冷蒸发器(303)的出口与压气机(304)相连,形成一个蒸发制冷循环,

液压元件通过双冷凝器的环路热管与蒙皮换热器连接,

其中,

环路热管蒸发器(202)安装在液压元件上,

储液器(201)安装在环路热管蒸发器(202)的液体入口前端,

环路热管蒸发器(202)的蒸汽出口与第一蒸汽管(203)的一端相连,

第一蒸汽管(203)的另一端与第一飞机表面蒙皮内面板的冷凝器(204)和第二蒸汽管(205)相连,

第二蒸汽管(205)与第二飞机表面蒙皮外面板的冷凝器(206)相连,

第二飞机表面蒙皮外面板的冷凝器(206)与第二液体回流管(207)的一端相连,

第二液体回流管(207)的另一端与第一飞机表面蒙皮内面板的冷凝器(204)和第一液体回流管(208)相连,

第一液体回流管(208)出口端与储液器(201)相连。

2. 根据权利要求1所述的分布式飞机热管理系统,其特征不在于所述液压油-空气热交换器(111)用于冲压空气与液压系统循环中的液压油进行热交换,从而对液压油进行冷却,降温后的液压油用于冷却航空机载设备。

3. 根据权利要求1所述的分布式飞机热管理系统,其特征不在于:

至少一个冷凝器(112、113、114)利用蒸发式液冷循环与液压油进行热交换,对航空机载设备进行冷却,并将所述循环的热量传输给热沉液压油,由液压油带走。

4. 根据权利要求1所述的分布式飞机热管理系统,其特征在于:

液压油油箱(101)为浸没式液压油油箱。

5. 根据权利要求1所述的分布式飞机热管理系统,其特征在于:

在液压元件前安装有一个设有节流阀(103)的支路至液压油油箱(101)。

6. 一种基于飞机液压系统及微型蒸发式制冷循环的分布式飞机热管理方法,其特征在于包括:

把液压泵(102)与液压油油箱(101)连接,

把液压元件连接在液压泵(102)下游,所述液压元件包括主起落架系统液压元件(104)、机轮刹车系统液压元件(105)、副翼舵机液压元件(106)、平尾舵机液压元件(107)、垂尾舵机液压元件(108)、舱门系统液压元件(109)中的至少一个,

把液压油-空气热交换器(111)安装在液压元件的下游,

把至少一个冷凝器(112、113、114)安装在液压油-空气热交换器(111)下游,

把燃油-液压油换热器(115)安装在至少一个冷凝器中的最末一个与液压油油箱(101)之间,

设置至少一个局部蒸发液冷循环回路,其分别与至少一个冷凝器(112、113、114)对应,每一个局部蒸发液冷循环回路均包括机载设备换热器、循环工质泵(302)、局部蒸发液冷蒸发器(303)、压气机(304)和节流阀(305),包括:

使冷凝器的进气端与压气机(304)相连,

使冷凝器的出口端与节流阀(305)相连,

使节流阀(305)的下游端与局部蒸发液冷蒸发器(303)的入口相连,

使局部蒸发液冷蒸发器(303)的出口与压气机(304)相连,

从而形成一个蒸发制冷循环,

把液压元件通过双冷凝器的环路热管与蒙皮换热器相连接,所述蒙皮换热器包括第一飞机腹部表面蒙皮换热器(116)、机翼表面蒙皮换热器(117)、尾翼表面蒙皮换热器(118)、第二飞机腹部表面蒙皮换热器(119)中的至少一个,

把环路热管蒸发器(202)安装在液压元件上,

把储液器(201)安装在环路热管蒸发器(202)的液体入口前端,把环路热管蒸发器(202)的蒸汽出口与第一蒸汽管(203)的一端相连,

把第一蒸汽管(203)的另一端与第一飞机表面蒙皮内面板的冷凝器(204)和第二蒸汽管(205)相连,

把第二蒸汽管(205)与第二飞机表面蒙皮外面板的冷凝器(206)相连,

把第二飞机表面蒙皮外面板的冷凝器(206)与第二液体回流管(207)的一端相连,

把第二液体回流管(207)的另一端与第一飞机表面蒙皮内面板的冷凝器1(204)和第一液体回流管(208)相连,

把第一液体回流管(208)出口端与储液器(201)相连。

7. 根据权利要求6所述的分布式飞机热管理系统方法,其特征在于包括:

用液压油-空气热交换器(111)进行冲压空气与液压系统循环中的液压油的热交换,从

而对液压油进行冷却,降温后的液压油用于冷却航空机载设备。

8. 根据权利要求6所述的分布式飞机热管理方法,其特征在于:

使冷凝器(112、113、114)利用蒸发式液冷循环与液压油进行热交换,对航空机载设备进行冷却,并将所述循环的热量传输给热沉液压油,由液压油带走。

9. 根据权利要求6所述的分布式飞机热管理方法,其特征在于:

液压油油箱(101)为浸没式液压油油箱。

10. 根据权利要求6所述的分布式飞机热管理方法,其特征在于:

在液压元件前安装一个设有节流阀(103)的支路至液压油油箱(101)。

一种基于飞机液压系统及微型蒸发式制冷循环的分布式飞机热管理系统和方法

技术领域

[0001] 本发明涉及一种基于飞机液压系统及微型蒸发式制冷循环的分布式飞机热管理系统和方法,属于飞机机载设备领域,具体涉及飞机上的机载设备冷却系统的改进。

背景技术

[0002] 随着飞机性能的提高,机载机电系统将产生更多的热量,对航空器的热管理技术提出了新的机遇和挑战。当前技术存在的不足之处主要表现在:

[0003] 1) 一方面,传统飞机液压系统经过液压系统作动元件后升温较大,使用后通常采用的是更换液压油,这种方法工作周期长,对液压油浪费较多;

[0004] 2) 另一方面,目前飞机的主要热沉是燃油和冲压空气,但是它们的散热能力几乎趋于饱和。随着机载机电系统热载荷的增加,燃油系统冷却负荷增加严重,将燃油作为冷源来冷却液压系统或航空机载设备,可能导致燃油高温的形成,最终引起热稳定性的问题。而且,燃油冷却多采用集中冷却的形式,热量的收集能力有限。

发明内容

[0005] 根据本发明的一个方面,提供了一种基于飞机液压系统及微型蒸发式制冷循环的分布式飞机热管理系统,其特征在于包括:

[0006] 液压油油箱、液压泵、节流阀、液压元件、、液压油-空气热交换器、至少一个冷凝器、燃油-液压油换热器、蒙皮换热器、燃油油箱、燃油油泵和电气系统,

[0007] 其中:

[0008] 所述液压元件包括主起落架系统液压元件、机轮刹车系统液压元件、副翼舵机液压元件、平尾舵机液压元件、垂尾舵机液压元件、舱门系统液压元件中的至少一个,

[0009] 所述蒙皮换热器包括第一飞机腹部表面蒙皮换热器、机翼表面蒙皮换热器、尾翼表面蒙皮换热器、第二飞机腹部表面蒙皮换热器中的至少一个,

[0010] 液压泵与液压油油箱连接,

[0011] 液压元件连接在液压泵下游,

[0012] 液压油-空气热交换器安装在液压元件的下游,

[0013] 冷凝器被安装在液压油-空气热交换器下游,

[0014] 燃油-液压油换热器安装在第三冷凝器与液压油油箱之间,

[0015] 至少一个局部蒸发液冷循环回路,

[0016] 液压元件通过双冷凝器的环路热管与第一飞机腹部表面蒙皮换热器、机翼表面蒙皮换热器、尾翼表面蒙皮换热器、第二飞机腹部表面蒙皮换热器中的至少一个连接,

[0017] 其中,

[0018] 环路热管蒸发器安装在液压元件上,

[0019] 储液器安装在环路热管蒸发器的液体入口前端,

- [0020] 环路热管蒸发器的蒸汽出口与第一蒸汽管的一端相连，
- [0021] 第一蒸汽管的另一端与第一飞机表面蒙皮内面板的冷凝器和第二蒸汽管相连，
- [0022] 第二蒸汽管与第二飞机表面蒙皮外面板的冷凝器相连，
- [0023] 第二飞机表面蒙皮外面板的冷凝器与第二液体回流管的一端相连，
- [0024] 第二液体回流管的另一端与第一飞机表面蒙皮内面板的冷凝器和第一液体回流管相连，
- [0025] 第一液体回流管出口端与储液器相连。

附图说明

- [0026] 图1是根据本发明的一个实施例的基于飞机液压系统及微型蒸发式制冷循环的分布式飞机热管理系统的示意图。
- [0027] 图2是根据本发明的一个实施例的局部蒸发式液冷循环系统的配置图。
- [0028] 图3是根据本发明的一个实施例的液压系统元件与飞机表面蒙皮换热器连接方式的配置图。

具体实施方式

[0029] 本发明的方案直接用双冷凝器环路热管将液压作动元件产生的热量转移到飞机机翼蒙皮加以耗散，在尽可能节能的情况下充分对液压油进行散热，有助于提升液压系统的性能，减小能量浪费。本发明利用液压循环下游低压液压油，经冲压空气降温后，作为热沉对机载设备冷却，可以防止燃油高温的形成、减少燃油压降、减少零部件数量和降低飞机性能代偿损失，控制飞机质量和成本；本发明装置采用三个以液压油为热沉的局部蒸发式液冷循环对局部机载设备冷却，充分利用的液压系统分布范围广，热量收集能力强的优势，使机载设备冷却系统布局更灵活方便。

[0030] 本发明涉及应用于飞机上的机载设备冷却系统和方法，具体是充分利用飞机表面蒙皮换热器和冲压空气降低液压循环下游液压油的温度，利用液压循环下游低温低压的液压油作为热沉，采用三个以液压油为热沉的局部蒸发式液冷循环对局部机载设备冷却。

[0031] 本发明的目的包括针对当前飞机存在的热沉不足、换热集中、布局复杂的问题，使用双冷凝器的环路热管(LHP)将液压作动元件如起落架等产生的热量直接转移到飞机蒙皮加以耗散，增加了有效的散热方式，避免液压油过度升温。并且利用液压循环下游低压液压油，经冲压空气降温后，采用三个局部蒸汽压缩制冷循环与局部液冷循环耦合对机载设备冷却，充分利用的液压系统分布范围广，热量收集能力强的优势，可以防止燃油高温的形成、减少燃油压降、减少零部件数量和降低飞机性能代偿损失，控制飞机质量和成本。

[0032] 根据本发明的一个方面，提供了一种基于飞机液压系统及微型蒸发式制冷循环的分布式飞机热管理系统，其特征在于：

[0033] 如图1示意，飞机液压系统工作状态下，液压油经液压泵(102)由液压油油箱(101)泵出，泵出口温度约50~60℃，经过作动元件(104、105、106、107、108、109、110)放热，产生的热量经两个环路热管传输至飞机蒙皮换热器(116、117、118、119)散热。经过液压作动元件(104、105、106、107、108、109、110)后，液压油油温基本保持不变，而后经过液压油-空气热交换器(111)被冲压空气冷却降温，出口温度可达到35℃甚至更低。经过降压降温后的液

压油,经过冷凝器A、B、C(112、113、114)升温,带走循环A、B、C的热量,而后经过燃油-液压油换热器(115)与燃油进行换热,之后返回液压油油箱(101)完成循环。

[0034] 根据本发明的一个进一步的方面,提供了一种以液压油为热沉的局部微型蒸发式制冷循环,其特征在于包括:

[0035] 多个机载设备换热器(306、307、308);蒸发器(303);压气机(304);多个冷凝器(112、113、114);节流阀(305);

[0036] 如图2所示,所述循环工质PAO经泵(302)泵出,在机载设备换热器(306、307、308)中进行换热,机载设备热量被所述工质吸收,并在蒸发器(303)中与蒸发制冷循环中冷却剂(液氨)进行换热,使所述制冷剂加热蒸发,后经压气机(304)压缩后成为过热蒸汽,至冷凝器A、B、C(112、113、114)与液压油进行换热。所述制冷剂蒸汽经冷凝器A、B、C(112、113、114)定温定压下凝结成饱和液体,并经节流阀(305)降压降温后,流至蒸发器(303)完成冷却剂工质循环。液压油经冷凝器A、B、C(112、113、114)升温,将局部蒸发式液冷循环A、B、C热量带走。经局部液冷循环和蒸发制冷循环,机载设备换热器热量被热沉液压油带走。

[0037] 根据本发明的一个进一步的方面,提供了一种液压元件与飞机表面蒙皮散热器连接方式,其特征在于包括:

[0038] 一个储液器(201);一个蒸发器(202);两个冷凝器(204、206);两个蒸汽管(203、205);两个液体回流管(207、208);

[0039] 如图3所示,所述连接方式中储液器(201)内吸满了工作介质(纯氨),当液压系统作动元件发热量加于蒸发器(202)时,工质蒸发,蒸汽从第一蒸汽管(203)、第二蒸汽管(205)流向蒙皮内面板上的第一冷凝器(204)和飞机表面蒙皮外面板上的第二冷凝器(206),并在那里放出热量冷凝成液体,所述放出的热量被蒙皮内外面板吸收,冷凝后液体工质,在蒸发器内毛细力的作用下经第二液体回流管(207)、第一液体回流管(208)回流到蒸发器(202),在那里继续吸热蒸发,如此循环,完成热的传输。

[0040] 本发明有益效果包括:

[0041] 1. 直接用环路热管将液压作动元件产生的热量转移到飞机机翼蒙皮加以耗散,增加了有效的散热方式,在尽可能节能的情况下充分对液压油进行散热,提升了液压系统的性能,减小了能量浪费。

[0042] 2. 使用液压循环下游的低压的液压油,经冲压空气降温后,作为热沉对机载设备冷却,相较于燃油,高温航空液压油不仅防锈效果好,而且具有良好的高温稳定性和低温流动性,防止了燃油高温的形成、减少了燃油压降、减少了零部件数量和降低飞机性能代偿损失,保证了飞机质量,并控制了成本;

[0043] 3. 采用三个以液压油为热沉的局部蒸发式液冷循环对局部机载设备冷却,充分利用的液压系统分布范围广,热量收集能力强的优势,使机载设备冷却系统布局更灵活方便。

[0044] 以下结合附图对本发明的一种基于飞机液压系统及微型蒸发式制冷循环的分布式飞机热管理系统的技术方案进行详细说明。

[0045] 如图1所示,本发明液压泵(102)与液压油油箱(101)连接,主起落架系统(104)、机轮刹车系统(105)、副翼舵机(106)、平尾舵机(107)、垂尾舵机(108)、舱门系统(109)及其他液压元件(110)并联在液压泵(102)下游,且在液压元件前安装一个设有节流阀(103)的回路至油箱,液压油-空气热交换器(111)安装在液压系统作动元件汇总处下游,冷凝器A

(112)、冷凝器B(113)、冷凝器C(114)串联安装在液压油-空气热交换器(111)下游,燃油-液压油换热器(115)安装在冷凝器C(114)与液压油油箱(101)之间。

[0046] 参见图2所示,本发明冷凝器A、B、C(112、113、114)进气端与压气机(304)相连,出口端与节流阀(305)相连,节流阀(305)下游与蒸发器(303)入口相连,蒸发器(303)出口与压气机(304)相连,形成一个蒸汽压缩循环。在局部液冷循环中,蒸发器(303)出口端与泵(302)相连,机载设备换热器(306、307、308)安装在泵(302)下游,并于蒸发器(303)入口端相连。

[0047] 参见图1、图3所示,本发明液压系统元件与飞机表面蒙皮换热器连接方式包括环路热管(LHP),以主起落架系统、机轮刹车系统与飞机腹部表面蒙皮换热器1的连接方式为例。环路热管(LHP)蒸发器(202)安装在主起落架系统(104)和机轮刹车系统(105)上,储液器(201)安装在蒸发器(202)的液体入口前端,蒸发器(202)的蒸汽出口与第一蒸汽管(203)的一端相连,第一蒸汽管(203)的另一端与飞机表面蒙皮内面板中的第一冷凝器(204)和第二蒸汽管(205)相连,第二蒸汽管(205)与飞机表面蒙皮外面板中的第二冷凝器(206)相连,飞机表面蒙皮外面板中的第二冷凝器(206)与第二液体回流管(207)的一端相连,第二液体回流管(207)的另一端与飞机表面蒙皮内面板中的第一冷凝器(204)和第一液体回流管(208)的入口端相连,第一液体回流管(208)的出口端与储液器(201)相连。

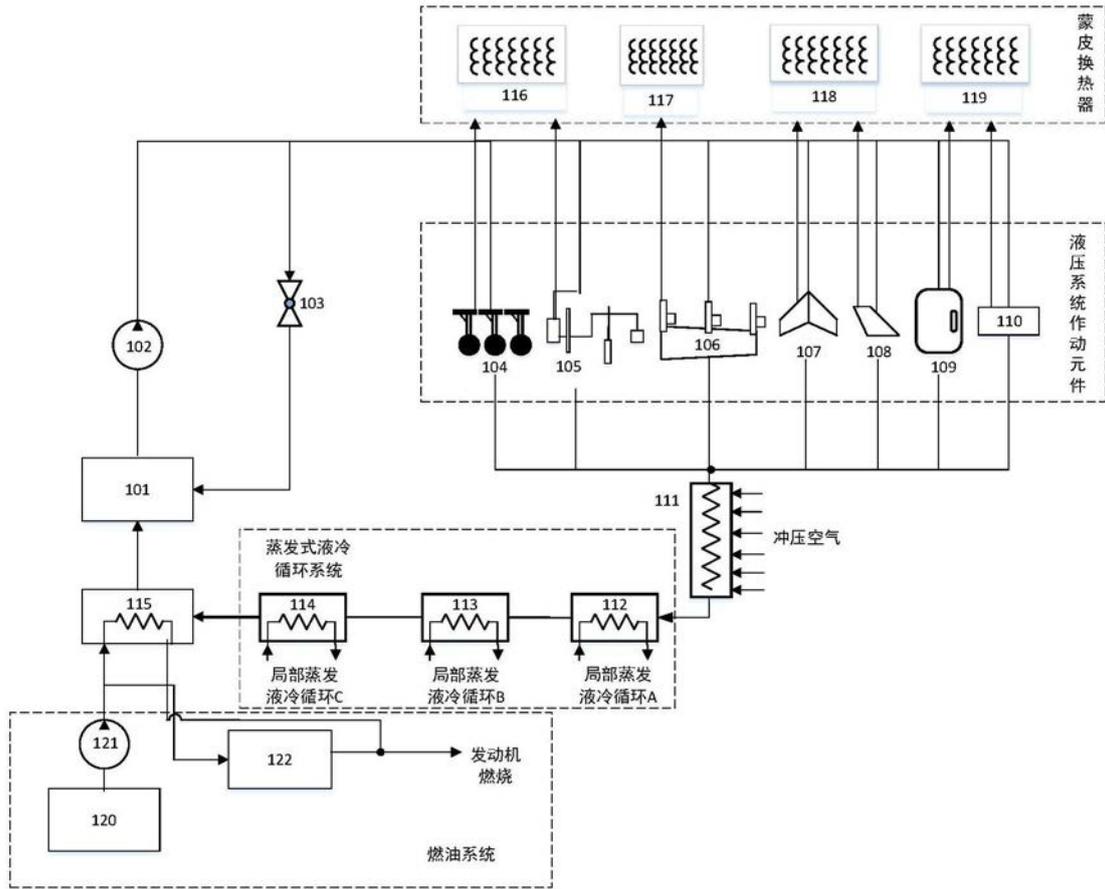


图1

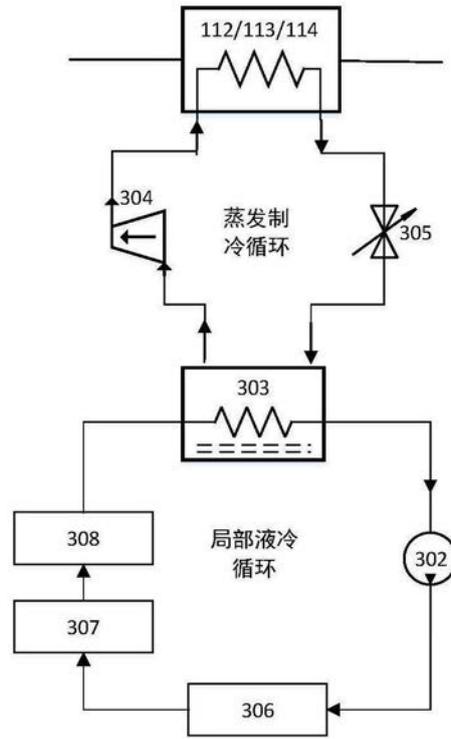


图2

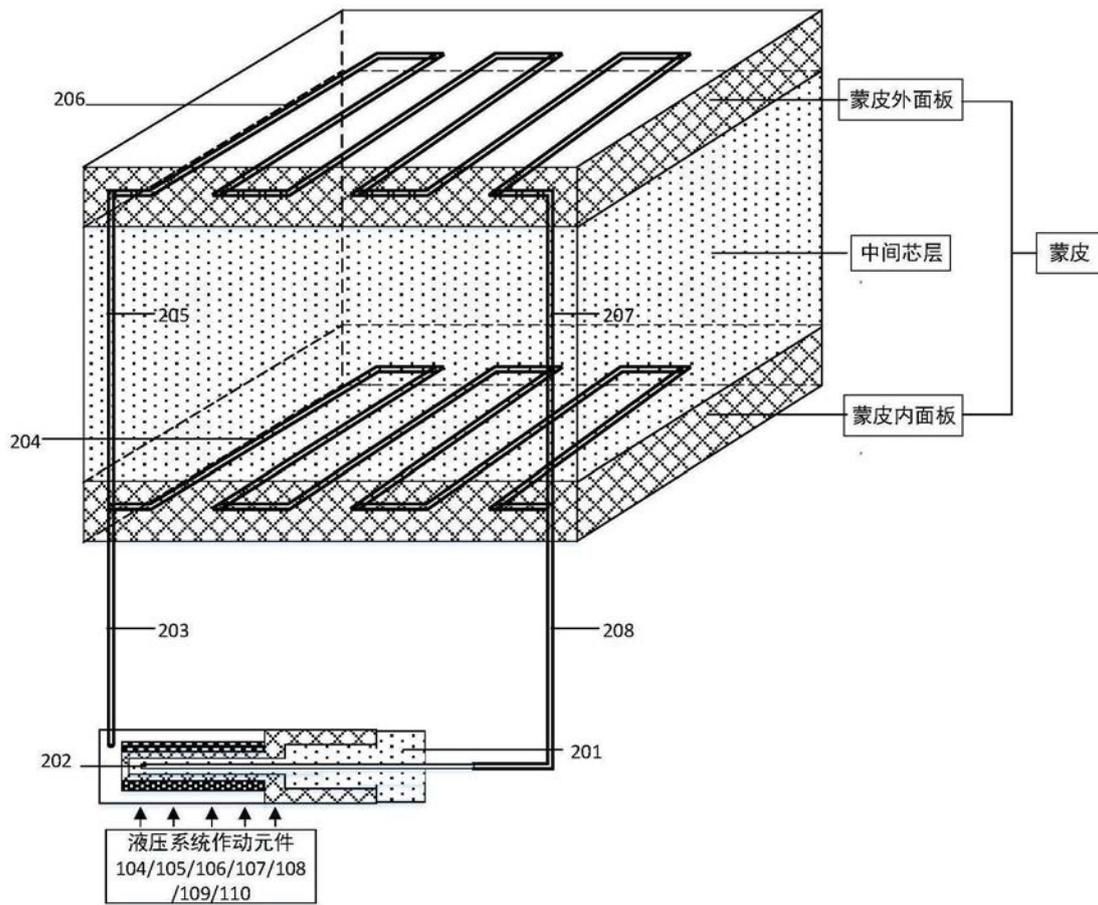


图3