



(12) 发明专利申请

(10) 申请公布号 CN 112654778 A

(43) 申请公布日 2021.04.13

(21) 申请号 201980057922.7

(22) 申请日 2019.09.02

(30) 优先权数据

P-201800199 2018.09.04 SI

(85) PCT国际申请进入国家阶段日

2021.03.04

(86) PCT国际申请的申请数据

PCT/SI2019/050018 2019.09.02

(87) PCT国际申请的公布数据

WO2020/050780 EN 2020.03.12

(71) 申请人 戈兰尼亚家用电器有限公司

地址 斯洛文尼亚维伦耶帕蒂赞斯卡塞斯塔
12号

(72) 发明人 安德烈·基塔诺夫斯基

尔本·托姆克 卡莉亚·克利纳尔

约什科·瓦伦蒂尼奇

法郎·马吉迪奇

伊兹多尔·萨博廷 朱尔·门辛格

(74) 专利代理机构 无锡市汇诚永信专利代理事
务所(普通合伙) 32260

代理人 董京杜 张静汝

(51) Int. Cl.

F02G 1/04 (2006.01)

F25B 9/14 (2006.01)

F28F 13/10 (2006.01)

F28F 13/16 (2006.01)

F28D 17/02 (2006.01)

权利要求书2页 说明书12页 附图23页

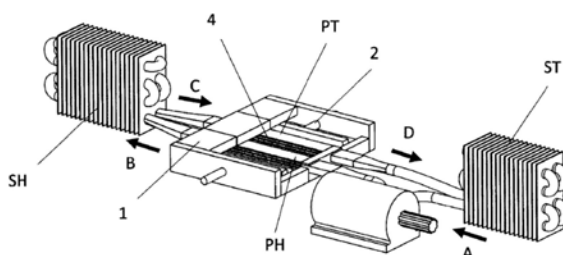
(54) 发明名称

热再生器的嵌入式结构中的传热方法及其设计

(57) 摘要

本发明的主题是一种热再生器的嵌入式结构中的传热方法及其设计。其涉及相关的热再生器,该热再生器根据所描述的方法的原理运行,并且能够降低由于流体流经该热再生器而引起的压降,从而提高功率密度。在根据本发明所述的热再生器的运行概念中,为了一级(第一)流体(P)的流动振荡,应用了机电元件。在壳体(1)中的用于一级(第一)流体(P)的振荡的元件(2)之间设置有一级热热交换器(PT)和一级冷热交换器(PH)。在箭头(A)的方向上,二级(第二)流体(S)的单向流从热沉流入一级冷热交换器(PH)。在箭头(B)的方向上,二级(第二)流体(S)的单向流从一级冷热交换器(PH)流出并流向热源。同时,在箭头(C)的方向上,二级(第二)流体(S)的单向流流入一级热热交换器(PT),并且随着一级热热交换器(PT)中的二级(第二)流体S的单向流流向热沉,在箭头(D)的方向上流出。在两个一级

热交换器(PT)和(PH)之间设置有多孔再生材料,该多孔再生材料是具有液压分离的段的再生器4的一部分。



1. 一种热再生器的嵌入式结构中的传热方法,其特征在于,基于
 - 大量由多孔再生材料构成的段,其中,所述段被液压分离,并且通过所述特别液压分离的段的温度梯度小于沿着热再生器(4)的嵌入式结构建立的温度梯度;
 - 一级(第一)流体(P)的流动,其通过由多孔再生材料构成的每个所述液压分离的段振荡,所述振荡的方向大致垂直于沿着所述热再生器(4)的嵌入式结构建立的所述温度梯度的方向,而所述一级(第一)流体(P)传递或吸收来自第一和第二热交换器的热量;
 - 第一热交换器,其与由多孔再生材料构成的所述液压分离的段的第一侧液压连接;
 - 第二热交换器,其与由多孔再生材料构成的所述液压分离的段的第二侧液压连接;
 - 代表与热源的连接的热交换器;
 - 代表与热沉的连接的热交换器;
 - 二级(第二)流体(S),其流经所述代表与热源的连接的热交换器,流经所述第一热交换器,流经所述代表与热沉的连接的热交换器,并且流经所述第二热交换器;
 - 能够实现所述一级(第一)流体(P)和所述二级(第二)流体(S)流动的机制、设备或物理现象。
2. 一种基于权利要求1所述的方法运行的热再生器,其特征在于,包括:
 - 所述再生器的多孔结构,由液压分离的段构成,其中,所述液压分离的段阻止所述一级流体的纵向流动,所述一级流体是所述再生器中的工作流体;
 - 一级热热交换器(PT),其能够在所述再生器的多孔结构的热侧实现从所述一级(第一)流体(P)的振荡流到所述二级(第二)流体(S)的单向流的热传递;
 - 一级冷热交换器(PH),其能够在所述再生器的多孔结构的冷侧实现从所述二级(第二)流体(S)的单向流到所述一级(第一)流体(P)的振荡流的热传递;
 - 二级冷热交换器(SH),其位于热源侧并用于将热量传递到所述二级(第二)流体(S)中;
 - 二级热热交换器(ST),其位于热沉侧并用于从所述二级(第二)流体(S)中吸收热量;
 - 二级(第二)流体(S),其通过所述热交换器(PT)和(PH)连接所述热源和所述热沉;
 - 所述二级(第二)流体(S)通过所述一级热热交换器(PT)的流动,其逆向于所述二级(第二)流体(S)在所述一级冷热交换器(PH)中的流动;
 - 用于泵送所述二级(第二)流体(S)的系统;
 - 用于振荡所述一级(第一)流体(P)的系统。
3. 一种基于权利要求1和权利要求2所述的方法运行的热再生器,其特征在于,所述再生器(4)的液压分离的段中的多孔再生材料是热量(磁热、压热、弹热、电热、多热)材料。
4. 一种基于权利要求1和权利要求2所述的方法运行的热再生器,其特征在于,所述再生器(4)的液压分离的段中的多孔再生材料是与选自以下一组的至少一种其他材料组合的热量(磁热、压热、弹热、电热、多热)材料:金属、陶瓷、玻璃、碳或碳材料的复合物、聚合物或聚合物材料的复合物、超材料和液晶。
5. 一种基于权利要求1和权利要求2所述的方法运行的热再生器,其特征在于,所述再生器(4)的液压分离的段中的多孔再生材料不是热量材料,而是选自一组以下干燥剂材料,例如:活性氧化铝、气凝胶、二苯基甲酮、膨润土、氯化钙、氧化钙、硫酸钙、氯化钴、硫酸铜、氯化锂、溴化锂、硫酸镁、高氯酸镁、分子筛、碳酸钾、氢氧化钾、硅胶、钠、氯酸钠、氯化钠、氢

氧化钠、硫酸钠和蔗糖。

6. 一种基于权利要求1和权利要求2所述的方法运行的热再生器,其特征在于,所述再生器(4)的液压分离的段中的多孔再生材料不是热量材料,而是选自一组以下材料,例如:金属、陶瓷、玻璃、碳或碳材料的复合物、聚合物或聚合物材料的复合物、水泥、混凝土、岩石,或超材料,或此处提及的至少两种材料的组合。

7. 一种基于权利要求1、权利要求2和权利要求3、4和5所述的方法运行的热再生器,其特征在于,所述再生器(4)的液压分离的段中的多孔再生材料代表根据权利要求3、4和5所述的至少两种材料的组合。

8. 一种基于权利要求1和权利要求2所述的方法运行的热再生器,其特征在于,所述液压分离的段的数量低于10,000,优选地在1000和10,000之间,更优选地在100和1000之间,甚至更优选地在10和100之间。

9. 一种基于权利要求1和权利要求2所述的方法运行的热再生器,其特征在于,所述一级(第一)流体(P)选自:液体、液态金属、气体或制冷剂。

10. 一种基于权利要求1和权利要求2所述的方法运行的热再生器,其特征在于,所述二级(第二)流体(S)选自:液体、液态金属、气体或制冷剂。

11. 一种基于权利要求1和权利要求2所述的方法运行的热再生器,其特征在于,能够实现所述一级流体流动的机制、设备或物理现象基于机械致动、毛细管作用、电动力学、电流体动力学、磁流体动力学、电湿润或磁湿润或热管原理。

12. 一种基于权利要求1和权利要求2所述的方法运行的热再生器,其特征在于,能够实现所述二级流体流动的机制、设备或物理现象基于机械致动、毛细管作用、电动力学、电流体动力学、磁流体动力学、电湿润或磁湿润、热管原理或蒸汽浓缩工艺。

13. 一种基于权利要求1和权利要求2所述的方法运行的热再生器,其特征在于,所述一级热交换器(PT)、一级冷热交换器(PH)、二级热热交换器(ST)和二级冷热交换器(SH)由选自以下一组的材料组成:金属、聚合物、碳或碳材料,例如碳、石墨、石墨烯、复合材料、陶瓷材料、水泥、混凝土或岩石或岩石材料或其组合。

14. 一种基于权利要求1和权利要求3和4所述的方法运行的热再生器,其特征在于,包括液压分离的段中的热量材料的设备选自:热量制冷机、热量热泵或热量发电机。

15. 一种基于权利要求1和权利要求5所述的方法运行的热再生器,其特征在于,包括液压分离的段中的干燥剂材料的设备选自:吸附式制冷机、吸附式热泵或吸附式干燥设备、吸收式制冷机、吸收式热泵或吸收式干燥设备。

16. 一种基于权利要求1和权利要求2、3和4以及5和6所述的方法运行的热再生器,其特征在于,在液压分离的段中施加材料的设备选自:机械斯特林制冷机、机械斯特林热泵、机械斯特林发电机、热声制冷机、热声热泵、热声发电机、脉冲管制冷机,吉福德-麦克马洪(GM)循环制冷机、熔炉或锅炉、催化转化器或化学反应器。

17. 一种基于权利要求1和权利要求2和7所述的方法运行的热再生器,其特征在于,在液压分离的段中施加材料的设备选自权利要求15、16和17中所列的一组设备。

热再生器的嵌入式结构中的传热方法及其设计

[0001] 本发明涉及一种热再生器的嵌入式结构中的传热方法及其设计,即,涉及相关的热再生器的设计,该热再生器基于所描述的方法运行,并且能够降低由于流体流经该再生器引起的压降,同时能够提高使用热再生器的设备的功率密度。本发明引入了一种无源和有源热再生器的新运行方法,并且能够明显降低粘性(压力)损失并且能够明显降低流体泵送(粘性,压力)损失。这是由于在本发明的该特定方法中的流体不沿着再生器(在再生器中建立的温度梯度的方向上)振荡,而是大致垂直于再生器中的温度梯度的方向振荡。

[0002] 热再生器是一种特殊形式的热交换器,用于进行间歇热存储和在工作(热传递)流体和再生器材料(基质)之间进行热传递。一般来说,我们区分两种热再生器:静态热再生器(图1)和移动热再生器。静态再生器具有多孔结构,工作流体通过该多孔结构振荡。该流体将热量传递到多孔结构或从多孔结构吸收所存储的热量。静态再生器的首次应用可以追溯到1816年Robert Stirling。因此,它是一项已知的技术。

[0003] 在诸如斯特林或热声设备的技术中,工作流体(气体)通过再生器的多孔基质振荡(高达 $\geq 60\text{Hz}$)。在该情况下,再生器的一侧具有热沉(或热热交换器),通过该热沉将热量传递到系统之外。再生器的另一侧具有热源(或冷热交换器),通过该热源将热量传递到系统。在这里提到脉冲管技术是有意义的。例如,可以在以下专利中看到脉冲管:US2016281638(A1)、CN105841421(A)、CN105508077(A)、W02016146580(A1)、JP2013167220(A)、US2012151912(A1)、US2011314805(A1)、W02010139316(A2)、JP2013117321(A)、US6560970(B1)、US2011100023(A1)、US2003196441(A1)、US2017045274(A1)、US2014238047(A1)、US2013291565(A1)。

[0004] 可以在以下技术文献中找到几种不同的热再生器设计:R.K.Shah,D.E.Metzger(编);再生式和回热式热交换器,美国机械工程师协会ASME,1981年,第86页;M.B.Ibrahim,R.C.Tew Jr.,斯特林转换器再生器,第一版,CRC出版社,2011年,第487页;D.Beck,D.G.Wilson,燃气轮机再生器,第一版,1996年,施普林格,第250页;F.W.Schmidt,J.A.Willmott,再生式和回热式热交换器,热和流体工程系列,ASME,1981年,第352页;B.S.Baclic,G.D.Dragutinovic,逆流再生器的运行,计算力学,传热学发展,第4卷,1998年,第208页。

[0005] 热再生器的所有当前已知方案和设计都需要在热源和热沉之间建立温度差(通常是很大的差)。如果不满足此条件,则设备将无法运行。这需要对热再生器的多孔基质进行特定设计和构造,使得传热表面足够大以作用在再生器基质和工作流体之间,并使得热再生器的长度适当。

[0006] 在所有已知示例中,工作流体的流动均采用沿着热再生器的长度振荡的形式(图1)。将热量传递到再生器或从再生器吸收热量的每单位时间(频率)内的热力学循环次数越多,工作流体的速率应该就越高。频率的增加会增加设备的功率密度,即再生器材料单位质量的比功率。由于再生器基质代表多孔结构,因此专家熟知工作流体通过多孔结构的快速振荡会导致更高的压力损失,该压力损失是由粘性力导致的(这对于液体形式的工作流体尤其有问题)。因此,压力损失也代表内部热量产生以及相对于该设备的能效的明显降低。

[0007] 热再生器也用于热量技术,该热量技术可进一步分为磁热、电热、弹热、压热和多热技术。对于所有这些提到的热量技术,使用一种特殊的再生器,其特性是在施加的外力(即压力、应力)或场(即电场、磁场)变化的影响下,能使其温度降低或增加。我们将这些再生器称为有源热量再生器。1982年(US 4.332.135),J.A.Barclay和W.A.Steyert首次引入有源(磁热)再生器的概念。

[0008] 此外,在热量再生器中,工作流体在温度梯度的方向上,即沿着再生器,通过多孔基质振荡。在这个特定领域的长期研究得出的结论是,为了有效地传递热量(在液体作为工作流体的情况下),多孔结构的孔隙率应该在20%和40%之间(A.Kitanovski,J. Tušek, J. Tugreek,U. Tome,U. Plaznik,M. Ožbolt,A. Poredoš,磁热能转换:从理论到应用,施普林格国际出版社,2015年,第456页)。

[0009] 为了在热量再生器中有效地传递热量,通常将液体用作传热流体(即,水、具有防冻剂的水、油、液态金属、二次制冷剂、制冷剂等)。为了尽可能获得最高的功率密度,有源热量再生器中的工作流体应通过所述再生器尽可能快地振荡。再生器必须具有非常高的传热表面,因此意味着再生器的孔隙率低。由于液体具有比气体更高的粘度和密度,所以液体通过小孔隙率的有源热量再生器的振荡会存在与粘性损失有关的困难。这导致不希望的热量产生(由于能量耗散),非常大的压降以及流体振荡所需的泵送功率的相应增加。泵送功率和能量耗散都限制了有源热量再生器的能效。为了保持热量再生器的较高能效,运行频率应限制在5Hz(即,每单位时间内的热力学循环次数)以下。

[0010] 这就是为什么大多数热量再生器都在低频下运行的原因。这也可以从图2中看出。常规类型的磁热再生器不能在高频(单位时间内的热力学循环次数)下实现高效运行。根据磁热材料单位质量的比功率的曲线,其将在较高的运行频率下开始下降,在图2的理论示例中,频率在8Hz和10Hz之间。这是由于已经提到的流体摩擦和由于能量耗散而产生的热量导致的。如果再生器的孔隙率增加,粘性损失会减小;然而,传热表面也会减小。与冷却功率相比,在冷却循环的性能系数(COP)(冷却系统的冷却功率与总输入功率之比)减小时,可以观察到更明显的损耗影响。不考虑泵送功率,COP可以明显提高。因此,这种明显的能效降低的原因是泵送损失,该泵送损失是由于工作流体沿着有源再生器的多孔结构振荡而引起的粘性损失的结果。频率越高,损失越大。

[0011] 包括专利和专利申请(即,A.Kitanovski,J. Tušek,U. Tome,U. Plaznik,M. Ožbolt,A. Poredoš,磁热能转换:从理论到应用,施普林格国际出版社,2015,第456页;DE 3833251 C1,EP 2615393 A2,SI24240 A,US5743095,US6022486,US2004/0093877 A1,US2010/0107654 A1,US2012/0079834 A1,US2012/0222427 A1,US2013/0247588 A1,US2016/0069596 A1,US2017/0130999 A1,W02017/162768A1)的技术文献概述指出,所有热量再生器的设计和构造都应使流体沿着再生器振荡。因此,在整个再生器(也可以由不同的材料构成)处于稳态运行的方向上,会建立一个温度梯度。

[0012] 尽管工作流体沿着再生器的基质振荡会导致热量产生和大的粘性损失,但是世界上任何地方都尚未发表提出可应用的流体通过再生器运动的另一种方法的专利、专利申请和技术文献。

[0013] 基于本发明的在热再生器的嵌入式结构中采用单向流体流动进行传热的方法为

无源和有源再生器带来了一个新的运行原理,并且与任何现有方法相比能够明显降低由于流体泵送造成的粘性(压力)损失。本发明的主要特征在于,工作流体不沿着再生器基质(再生器总成中建立的温度梯度的方向)振荡,而是垂直于再生器的纵向轴线(垂直于再生器总成中的温度梯度的方向)振荡。

[0014] 在本发明的方法中,应用两种(一级和二级)流体。这两种流体用于在再生器的嵌入式结构中传递热量,该再生器由多个液压分离的再生器基质段和四个热交换器,即一级冷热交换器PH、一级热热交换器PT、二级冷热交换器SH和二级热热交换器ST组成。一级(第一)流体P沿着再生器的多孔结构的宽度振荡,并将热量从一级冷热交换器PH传递到一级热热交换器PT中。在这种操作中,与任何当前已知方案(在图1中示意性示出)相比,在一个热力学循环中等体积的流体在更短的路径上起作用。二级流体循环(单向流)并流经所有四个热交换器:PH、PT、SH、ST。

[0015] 基于所提出方法运行的热再生器的嵌入式结构由以下部分组成:

- 液压分离的段,其包含多孔再生器基质,并且阻止一级(第一)流体P的纵向流动,所述一级(第一)流体P是所述再生器基质中的工作流体;

- 一级热热交换器PT,其在冷却设备或热泵的情况下能够在所述再生器的嵌入式结构的热侧实现从所述一级(第一)流体P的振荡流到二级(第二)流体S的单向流的热传递;

- 一级冷热交换器PH,其在冷却设备或热泵的情况下能够在所述再生器的嵌入式结构的冷侧实现从所述二级(第二)流体S的单向流到所述一级(第一)流体P的振荡流的热传递;

- 二级冷热交换器SH,其位于热源侧并在冷却设备或热泵的情况下用于将热量传递到所述二级(第二)流体S中;

- 二级热热交换器ST,其位于热沉侧并在冷却设备或热泵的情况下用于从所述二级(第二)流体S中传递热量;

- 二级(第二)流体S,其通过所述热交换器PT和PH连接所述热源和所述热沉;

- 所述二级(第二)流体S通过所述一级热热交换器PT的流动,其逆向于所述二级(第二)流体S在所述一级冷热交换器PH中的流动;

- 用于泵送所述二级(第二)流体S的系统;

- 用于振荡所述一级(第一)流体P的系统。

[0016] 基于设计示例和相应的附图更详细地描述本发明,这些附图如下所述:

[0017] 图1示出了具有流体流动振荡的静态热再生器的示例(现有技术);

[0018] 图2示出了以频率(每单位时间内的热力学循环次数)为单位的能量设备运行的曲线;

[0019] 图3示出了根据本发明的传热方法所述的热再生器运行原理;

[0020] 图4A示出了本发明的基本运行示例,其中一级(第一)流体P的振荡流基于机电元件的运行;

[0021] 图4B示出了本发明的运行实施例,其中一级(第一)流体P的振荡流基于机电元件的运行;

[0022] 图5示出了通过压电元件和液压位移放大器泵送一级(第一)流体P的实施例;

[0023] 图6示出了通过压电元件和机械位移放大器泵送一级(第一)流体P的实施例;

- [0024] 图7示出了在没有位移放大器的情况下通过压电致动器泵送一级(第一)流体P的实施例;
- [0025] 图8示出了通过电动机泵送一级(第一)流体P的实施例;
- [0026] 图9示出了通过电磁体泵送一级(第一)流体P的实施例;
- [0027] 图10示意性示出了一次电路中具有一个泵和4/2定向阀的系统;
- [0028] 图11示意性示出了双泵概念;
- [0029] 图12示意性示出了具有四个2/2开/关定向阀的概念;
- [0030] 图13A示意性示出了通过连续地运行泵和打开/关闭2/2定向阀产生压力波从而沿热再生器振荡流体流动;打开的2/2定向阀的示例;泵运行方向上的流体流动脉冲;
- [0031] 图13B示意性示出了通过连续地运行泵和打开/关闭2/2定向阀产生压力波从而沿热再生器振荡流体流动;关闭的2/2定向阀的示例;泵运行相反方向上的流体流动脉冲;
- [0032] 图14A示出了本发明的基本概念,其中一级(第一)流体P的振荡基于流体的电流体动力学或电动力学的原理;
- [0033] 图14B示出了本发明的运行实施例,其中一级(第一)流体P的振荡基于流体的电流体动力学或电动力学的原理;
- [0034] 图15A描绘了与热交换器PT和PH接触的热再生器总成的液压分离的段,其中热再生器由有序结构(例如,平行板、锯齿形板、波导通风板、表面经处理的板)构建;
- [0035] 图15B描绘了与热交换器PT和PH接触的热再生器总成的液压分离的段,其中热再生器由多孔基质(例如,填充床、泡沫、线束)构建;
- [0036] 图16A示出了由平行的磁热材料板构建的热量再生器的段的示例,其中电极位于板顶部,液滴在板之间分离;
- [0037] 图16B示出了由平行的磁热材料板构建的热量再生器的段的示例,其中电极位于板顶部,液滴在板的表面彼此相邻;
- [0038] 图17A示出了由平行的具有延伸表面的磁热材料板构建的热量再生器的段的示例,其中电极位于板顶部,液滴在板之间分离;
- [0039] 图17B示出了由平行的具有延伸表面的磁热材料板构建的热量再生器的段的示例,其中电极位于板顶部,液滴在板的表面彼此相邻;
- [0040] 图17C示出了由平行的具有延伸表面的带电的磁热材料板构建的热量再生器的段的示例,其中示出了具有延伸表面的板的特写图片;
- [0041] 图18A示出了热量再生器的施加有电极的底侧,其中通过该底侧,一级(第一)流体P通过电位变化(基于电湿润原理)通过金字塔状通道而移动;
- [0042] 图18B示出了热量再生器的横截面,其中金字塔状通道彼此相邻设置;
- [0043] 图19A示出了热量再生器的施加有电极的底侧,其中通过该底侧,一级(第一)流体P通过电位变化(基于电湿润原理)通过圆形通道而移动;
- [0044] 图19B示出了热量再生器的横截面,其中圆形通道彼此相邻设置;
- [0045] 图20A示出了热量再生器的底侧和顶侧,其表面覆盖有不同形状的通道;
- [0046] 图20B示出了热量再生器的底侧,其表面覆盖有曲折通道;
- [0047] 图20C示出了热量再生器的顶侧,其表面覆盖有迷宫通道;
- [0048] 图20D示出了热量再生器的底侧,其表面覆盖有锯齿形通道;

- [0049] 图20E示出了热量再生器的顶侧,其表面覆盖有迷宫通道;
- [0050] 图20F示出了热量再生器的底侧,其表面覆盖有迷宫通道;
- [0051] 图20G示出了热量再生器的顶侧,其表面覆盖有迷宫通道;
- [0052] 图20H示出了热量再生器的底侧,其表面覆盖有十字通道;
- [0053] 图21示意性示出了基于电渗原理的流体振荡机制,其中一级(第一)流体P在热交换器PH中流动;再生器经受正场或力变化;详图A示出了热交换器内的一级(第一)流体P的电流体动力学条件;
- [0054] 图22示意性示出了基于电渗原理的流体振荡机制,其中一级(第一)流体P在热交换器PH中流动;再生器经受负场或力变化;详图A示出了热交换器内的一级(第一)流体P的电流体动力学条件;
- [0055] 图23示出了热交换器PT和热交换器PH结构的示例,其中热再生器位于PT和PH之间;
- [0056] 图24示出了热交换器PT或热交换器PH结构的示例;
- [0057] 图25A示出了热交换器PT或热交换器PH的整体结构示例;
- [0058] 图25B示出了热交换器PT或热交换器PH的整体结构的横截面的示例;
- [0059] 图26示出了热交换器PT或热交换器PH结构的示例;
- [0060] 图27示出了具有垂直通道的热交换器PT或热交换器PH结构的示例,其中垂直通道用于一级(第一)流体P的电动流体动力泵送;
- [0061] 图28示出了具有锯齿形通道的热交换器PT或热交换器PH结构的示例,其中锯齿形通道用于一级(第一)流体P的电动流体动力泵送;
- [0062] 图29示出了具有三角形通道的热交换器PT或热交换器PH结构的示例,其中三角形通道用于一级(第一)流体P的电动流体动力泵送。
- [0063] 下文将更详细地描述本发明提出的热再生器的嵌入式结构中的传热方法和不同的设计示例。
- [0064] 为了通过本发明更简单地说明所提出的传热方法的运行原理,图3示出了热再生器的嵌入式结构的运行。用于一级(第一)流体P的流体流动振荡的热再生方法垂直于再生器的整体嵌入式结构中的温度梯度的方向并采用二级(第二)流体S的单向流体流动执行,该二级(第二)流体S通过二级热热交换器ST和二级冷热交换器SH连接热源和热沉。
- [0065] 本发明的方法可以采用热量冷却设备的运行示例来解释。该设备的运行可采用四个基本热力学过程来描述:
- 热量再生器的磁化、极化、压缩或拉伸载荷变形。热量再生器的基质的温度升高;
 - 在将恒定外场或恒定外力施加到热量再生器的情况下的热传递。一级(第一)流体P在其振荡阶段沿朝向一级热热交换器PT的方向流经热量再生器。一级(第一)流体P从热量再生器的液压分离的段吸收热量,并将热量传递到一级热热交换器PT。一级热交换器PT将热量传递给二级(第二)流体S;
 - 热量再生器的去磁、去极化、压缩或拉伸应力释放。热量再生器的基质的温度降低;
 - 在没有将场或力施加到热量再生器的情况下的热传递。一级(第一)流体P在其振荡阶段沿朝向一级冷热交换器PH的方向流经热量再生器。一级(第一)流体P将热量传递到

热量再生器的液压分离的段,并吸收一级冷热换热器PH中的热量。一级冷热换热器PH从二级(第二)流体S吸收热量。

[0066] 热力学过程也可以是不同的,这取决于热力学循环的类型。

[0067] 图4A和4B示出了通过本发明提供的热再生器的运行概念,其中使用机电元件来建立图3中的一级(第一)流体P的流动振荡。

[0068] 一级热热换热器PT和一级冷热换热器PH位于壳体1中的用于一级(第一)流体P的流体流动振荡的元件2之间。二级(第二)流体S的单向流沿箭头A的方向从热沉ST到冷热换热器PH。二级(第二)流体S的单向流沿箭头B的方向从一级冷热换热器PH流向热源SH。二级(第二)流体S的单向流沿箭头C的方向从热源SH到一级热热换热器PT。二级(第二)流体S的单向流沿箭头D的方向从一级热热换热器PT流向热沉ST。在两个一级热热换热器PT和PH之间,设置有多孔再生材料(基质),该多孔再生材料(基质)是具有液压分离的段的再生器4(如图3所示)的一部分。

[0069] 一级热热换热器PT、一级冷热换热器PH、二级热热换热器ST和二级冷热换热器SH由以下一组中的材料组成:金属、聚合物、碳和碳材料(碳、石墨、石墨烯),例如复合材料、陶瓷材料、水泥、混凝土或岩石材料以及其组合。

[0070] 一级(第一)流体P和二级(第二)流体S选自:液体、液态金属、气体或制冷剂。

[0071] 能够实现一级(第一)流体P的流体流动的机制、设备或物理现象可以基于机械运动、毛细管作用、电动力学、电流体动力学、磁流体动力学、电湿润或磁湿润或热管原理。能够实现二级(第二)流体S的流体流动的机制、设备或物理现象基于机械运动、毛细管作用、电动力学、电流体动力学、磁流体动力学、电湿润或磁湿润、热管原理或蒸汽浓缩工艺。

[0072] 再生器4的液压分离的段中的多孔再生材料可以是与选自以下一组的任一其他材料组合的热量(磁热、电热、弹热、压热、多热)材料:金属、陶瓷、玻璃、复合物、碳或碳材料、聚合物或聚合物材料的复合物、超材料和液晶。

[0073] 当设备由呈液压分离的段或部分中的多孔再生基质形式的热量材料或热量材料和其他材料的组合构成时,可在此基础上产生的设备属于:热量制冷器或冷却器、热量热泵或热量发电机。

[0074] 再生器4的液压分离的段中的多孔再生材料也可以选自以下干燥剂材料,例如:活性氧化铝、气凝胶、二苯基甲酮、膨润土、氯化钙、氧化钙、硫酸钙、氯化钴、硫酸铜、氯化锂、溴化锂、硫酸镁、高氯酸镁、分子筛、碳酸钾、氢氧化钾、硅胶、钠、氯酸钠、氯化钠、氢氧化钠、硫酸钠和蔗糖。

[0075] 当设备由例如液压分离的段中的多孔再生材料基质等干燥剂材料构成时,则可在在此基础上产生的设备属于:吸附式制冷机或冷冻机、吸附式热泵或吸附式干燥设备、吸收式制冷机或冷冻机、吸收式热泵或吸收式干燥机,或催化转化器,或化学反应器。

[0076] 再生器4的液压分离的段中的多孔再生材料可以选自非热量的包括以下材料的一组材料:金属、陶瓷、玻璃、复合物、碳和碳材料、聚合物或聚合物材料的复合物,或超材料,或矿石,或水泥、混凝土、岩石,或此处提及的至少两种材料的组合。当设备包括呈液压分离的段中的多孔再生器形式的此类材料时,则可在在此基础上产生的设备属于:机械斯特林制冷机或冷却机、机械斯特林热泵、机械斯特林发电机、热声制冷机或冷却机、热声热泵、热声发电机、脉冲管制冷机,吉福德-麦克马洪(GM)制冷机、熔炉或锅炉、催化转化器或化学反应

器。

[0077] 液压分离的段的数量低于10,000,优选地在1000和10,000之间,更优选地在100和1000之间,甚至更优选地在10和100之间。

[0078] 图5-12示出了用于一级(第一)流体P的流体流动振荡的机电元件的不同设计示例。

[0079] 图5示出了图3中的一级(第一)流体P的流体流动振荡机制的第一设计概念。该概念涉及压电元件5和液压位移放大器6。液压位移放大器6在不同接触面的原理下运行。其采用不可压缩的液体来实现,该液体将大表面的小位移转化为更小表面的大位移。带有漏斗的概念使得压电元件5的位移很小,带有膜片的活塞7进一步得到加强。这使得可以通过再生器的结构达到所需的流体流动。两个热交换器PT和PH放置在壳体中的压电元件5和液压位移放大器6之间,其中壳体一侧有活塞7和膜片,另一侧有活塞7'和膜片以及弹簧8。

[0080] 图6示出了图3中的一级(第一)流体P的流体流动振荡机制的第二设计概念。该概念基于图5所示的类似方案;但不同之处在于位移放大机制不同。两个热交换器PT和PH的位置与图5所示的概念相似。但是,在这种设计中,放大是由机械位移放大器执行的。实际上,基于杠杆9的机械位移放大器被广泛应用。当复合压电元件10充入电流时,其将伸长。当断开电流时,该压电元件收缩。这样,压电元件10的振荡运动为一级(第一)流体P的运动提供了基础。

[0081] 图7示出了图3中的一级(第一)流体P的流体流动振荡的第三设计概念。两个热交换器PT和PH的位置与图5中描述的情况相似。但是,在图7所示的情况下,该概念基于压电元件11,压电元件11在没有位移放大器的情况下直接连接到带有膜片的活塞12。为了实现期望的膜片位移,需要串联布置大量的压电元件11。

[0082] 图8示出了图3中的一级(第一)流体P的流体流动振荡的第四设计机制。两个热交换器PT和PH的位置与图5中描述的设计概念相似。然而,高频脉冲的设计概念包括无刷直流电动机13和转子14,其中机械连接离心地附接到转子14。这将电动机13的旋转运动转换为膜片的线性运动。因此,膜片使通过再生器的结构的流体振荡。选择直流无刷电动机13的原因在于,与有刷电动机相比,这些电动机提供无声操作、更可靠、具有更高的能效以及较大的力矩和质量之比。其中一个重要的特征还在于,它们不需要用于冷却的气流,因此可以封闭在壳体中,从而防止与灰尘和水的任何接触。

[0083] 图9示出了图3中的一级(第一)流体P的流体流动振荡的第五设计概念。两个热交换器PT和PH的位置与图5中描述的情况相似。但是,在此情况下,一级(第一)流体P的流体流动振荡能够通过位于一侧的电磁体15来实现,电磁体15能够通过建立期望频率的振荡来接通和断开,而在另一侧设置有带有膜片的活塞7'和弹簧8。当电流流经电磁体15时,吸引带膜片的活塞7。在活塞7和膜片朝向电磁体15运动期间,弹簧17同时被压缩。在电磁体15断开后,弹簧17使活塞7和膜片返回到起始位置。弹簧17的力必须明显小于电磁体的力,以便不干扰其操作。但是,该力应当足够大,使得在电磁体15断开期间,带有膜片的活塞7快速返回到起始位置。

[0084] 图10示出了图3中的一级(第一)流体P的流体流动振荡的第六设计概念。这一概念需要一个具有恒定流体排量的泵18和4/2定向阀19。一次电路中的具有恒定流体排量的泵18推动流体经过阀19,阀19周期性地通过再生器的结构改变一次电路中的流动方向。因此,

在产生热量的循环中,流体沿一个方向被推动,并且当再生器的结构被冷却时,流体沿另一个方向被推动。二次电路中的第二泵20通过冷热交换器PH和热热交换器PT沿一个方向不断推动流体经过再生器的各个分离层。

[0085] 图11示出了图3中的一级(第一)流体P的流体流动振荡的第七设计概念。该概念由两个泵21和22组成,该两个泵21和22各位于再生器结构的一侧,并提供彼此相对的反向流体流动。该机制的运行基于电子控制,该电子控制以适当的频率周期性地打开和关闭泵21和22。通过这种方式,可以实现再生器结构中流体流动方向的改变。二级流体流动可以与图10所示的情况相同。

[0086] 图12示出了图3中的一级(第一)流体P的流体流动振荡的第八设计概念。该概念包括四个开/关2/2定向阀23、24、25和26、泵27和安全阀28。对阀23、24、25和26进行电子控制,以便周期性地改变通过再生器的流动方向。在图12中,所有2/2定向阀23、24、25和26显示在其零位,这意味着对于该位置电磁体上不需要有电流。选择所有四个2/2定向阀23、24、25和26的零位,以便它们提供通过再生器的一级(第一)流体P的第一流动方向。泵27推动一级(第一)流体P通过再生器中的打开的阀23。一级(第一)流体P从再生器通过打开的阀26返回到泵的吸入部分。阀24和25对于一级(第一)流体P的第一流动方向是关闭的。为了改变一级(第一)流体P的流动方向,控制电子装置打开2/2定向阀23、24、25和26的所有四个电磁体。在这种情况下,阀25打开,并且一次电路中一级(第一)流体P从泵27(在图12中从上侧)流到再生器的另一侧。在这第二种情况下一级(第一)流体P从底侧从再生器流出。一级(第一)流体P通过打开的阀24返回到泵27的吸入部分。二级(第二)流体S的流体流动可以与图10中相同。

[0087] 图13示出了图3中的一级(第一)流体P的流体流动振荡的第九设计概念,其不需要额外的机电组件。一级(第一)流体P的流体流动振荡基于压力波,该压力波是由于突然打开和关闭2/2定向阀28中的间隙导致的。泵29以单向流连续运行,而随着脉冲打开和关闭2/2定向阀28,产生了压力波,该压力波在该系统中行进。因此,在该系统中,一级(第一)流体P的流体流动方向可以是振荡的。图13A示出了打开2/2定向阀28的状态。泵29沿朝向热沉的x方向推动流体,同时推动流体通过再生器的多孔结构。因此,泵29的压力侧的压力高于阀28的入口前面的压力,这从图p-x显而易见。

[0088] 图13B示出了在泵29仍然运行的同时短时间关闭2/2定向阀28时的压力条件。由于突然关闭一级(第一)流体P的流体流动,2/2定向阀28附近和前面的压力突然升高。阀28附近和前面的压力此时高于泵29的压力侧的压力,如图p-x所示。由于阀28侧的压力较高,流体的流动改变其方向,并沿朝向泵29的相反方向流经再生器。通过周期性打开和关闭阀28,可以通过再生器建立一级(第一)流体P的振荡流体流动。

[0089] 图14A和14B示出了本发明的概念运行情况,其中应用了图3中的一级(第一)流体P的流体流动振荡,其中应用了流体的电流体动力学或电动力学的概念。设备的中部设置有具有液压分离的段的再生器,该液压分离的段用于一级(第一)流体P的流体流动。再生器的左侧和右侧设置有两个热交换器PT和PH。它们用于一级(第一)流体P和二级(第二)流体S之间的热传递。两个热交换器PH和PT和再生器为一级(第一)流体P提供通道,并且具有用于一级(第一)流体P的电流体动力推进的电极。在这种情况下,一级(第一)流体P呈多个液滴的形式在再生器和热交换器之间进行振荡运动。该运动通过改变不同电极上的电位来实现。

用于振荡一级(第一)流体P的系统未在图14中示出。

[0090] 二级(第二)流体S循环(单向流)并流经所有四个热交换器,因此流经一级冷热交换器PH、一级热热交换器PT、二级冷热交换器SH和二级热热交换器ST。用于泵送二级(第二)流体S的系统如图14B所示。

[0091] 图15示出了图3中的一级(第一)流体P的流体流动振荡的第十设计概念,其基于电湿润原理。在图15的情况下,详图示出了热再生器总成的液压分离的部分中的一个,该部分与热交换器PT和热交换器PH接触。

[0092] 图15A示出了再生器的示例,该再生器由板32(例如,平行板、锯齿形板和表面经特殊处理的板)的有序结构组成。在这种情况下,在有序结构的表面30,30'设置有电极31。在图15B中,示出了再生器的示例,该再生器由多孔基质34(例如,填充床、泡沫、线束)组成。在这种情况下,彼此间隔一定距离的电极插入到热再生器中。在图15A和图15B中的两种情况下,热交换器PT和热交换器PH的设计使得能够构造用于一级(第一)流体P的流体流动振荡的通道。电极31位于两个热交换器PT和PH中的通道的表面。

[0093] 图14A和14B中的电湿润原理以两种不同的方式运行。在这两种情况下,为了便于说明,均假定再生器基质的材料是热量(磁热、电热、弹热、压热或多热)材料。

[0094] 第一个原理在一个热力学循环操作的四个过程中运行。在第一个过程中,一级(第一)流体P呈液滴35的形式,并且液滴被分成两部分:一部分液滴35位于热热交换器PT中,另一部分液滴35位于冷热交换器PH中。由热量材料构成的再生器4暴露于外力或场的正变化(热量材料的温度增加)。在第二个过程中,再生器4上的外场或力仍然存在。由于电极31上的电位变化,位于热热交换器PT中的呈液滴35形式的一级(第一)流体P移动到再生器4的结构中。由于热传递,呈液滴35形式的一级(第一)流体P从再生器4的热量材料吸收热量。然后,在力或场不变的情况下,呈液滴35形式的一级(第一)流体P移回热交换器PT,从中一级(第一)流体P将热量传递给二级(第二)流体S。第三个过程代表对热量材料施加了外场或力到没有对热量材料施加场或力的状态的变化(热量材料的温度降低)。在该操作的第四个过程中,由于电极31上的电位变化,位于冷热交换器PH中的呈液滴35形式的一级(第一)流体P移动到再生器4的结构中。由于热传递,呈液滴35形式的一级(第一)流体P将热量传递给再生器4中的热量材料。然后,在力或场不变的情况下,一级(第一)流体P移回冷热交换器PH,从中一级(第一)流体P从二级(第二)流体S吸收热量。该移动也是由于电极31上的电位变化而发生的。

[0095] 第二种情况也在热力学循环的四个过程中运行,不同之处在于呈液滴35形式的一级(第一)流体P没有被分成两部分。液滴35结合成一个部分并且位于热热交换器PT和再生器4中或者位于冷热交换器PH和再生器中。在第一个过程中,再生器4的热量材料暴露于场或力的正变化(热量材料的温度增加)。由于来自热量材料的热传递,此刻位于再生器4中的呈液滴35形式的一级(第一)流体P吸收热量。一些液滴35此刻处于冷热交换器PH中。在第二个过程中,再生器4仍然处于不变的外场或力不变的作用下。由于电极31上的电位变化,呈液滴35形式的一级(第一)流体P朝向热热交换器PT移动。吸收再生器4中的热量的液滴35将热热交换器PT中的热量传递给二级(第二)流体S。位于冷热交换器PH中的液滴35进入再生器4。在第三个过程中,再生器4暴露于外场或力的负变化。因此,在第四个过程结束时,不再存在外场或力(热量材料的温度降低)。位于再生器4中的呈液滴35形式的一级(第一)流体P

将热量传递给热量材料。第四个过程在场或力不变(无场或无力)的情况下运行。由于电极31上的电位变化,呈液滴35形式的一级(第一)流体P朝向冷热换热器PH移动。位于再生器4中的液滴35朝向冷热换热器PH移动,其中它们从二级(第二)流体S吸收热量。位于热热换热器PH中的液滴35进入再生器4。

[0096] 图16至22示出了基于电湿润的用于一级(第一)流体P的运动的不同设计的电极和热量材料的组合的不同概念。

[0097] 图16A和16B示出了再生器的段的示例,其中再生器由电极31位于其上的平行板30组成。

[0098] 图16A示出了平行板30的示例,其中液滴35在板30之间分离。图16B示出了平行板30的示例,其中液滴35不与板30分离,而是相对于板30的平面彼此相邻设置。

[0099] 图17A至17C示出了再生器的段的示例,其中再生器由平行的具有延伸表面的热量材料板组成,电极31位于该板上。延伸表面用于在液滴35和再生器4的板30之间进行更好的热传递。

[0100] 图17A示出了平行板30的情况,其中液滴在板30之间分离。

[0101] 图17B示出了平行板30的情况,其中液滴35不与平行板30分离,而是相对于板30的平面彼此相邻设置。

[0102] 图17C示出了图17A中的板30的细节,其中更明确地示出了用于传热的表面。

[0103] 图18A和18B示出了再生器4的段的第一示例,其中再生器由具有用于一级(第一)流体P(呈液滴形式)的圆形通道的热量材料构成。

[0104] 图18A示出了再生器4的附接有电极的底侧。随着电位变化,一级(第一)流体P(电湿润原理)通过再生器4的圆形通道(图18B)移动。

[0105] 图18B示出了再生器4的横截面,其中可以看到圆形通道彼此相邻设置。这种特殊通道的优点主要是增大了用于再生器4和一级(第一)流体P的热传递的表面。

[0106] 图19A示出了再生器4的段的另一示例,其中再生器由具有用于一级(第一)流体P(呈液滴形式)的圆形通道的热量材料构成。

[0107] 图19B示出了再生器4的附接有电极的底侧。随着电位变化,一级(第一)流体P(电湿润原理)通过再生器4的圆形通道移动。圆形通道彼此相邻,主要用于增大用于再生器4和一级(第一)流体P之间的热传递的表面。

[0108] 图20A至20H示出了由热量材料构成的热量再生器的段的不同可能情况,其中表面具有不同形式的通道。

[0109] 图20B示出了再生器4中的曲折通道。图20D示出了锯齿形通道。图20F示出了迷宫通道。图20H示出了十字通道。在图20E和20G中,电极31显示在再生器4的底侧,并且根据电湿润原理用于一级(第一)流体P的液滴移动。这种弯曲通道主要用于确保一级(第一)流体P通过再生器4的路径的延伸。与直通道相比,这种方法使得再生器4和一级(第一)流体P之间的传热表面大得多。

[0110] 图21和22是基于电渗透的一级(第一)流体P的流体流动振荡机制的示意图。从两个示意图中可以明显看出,热交换器PT和PH的设计使得一级(第一)流体P的流动通道暴露于变化的电场(极性的变化)。

[0111] 图21示出了当再生器的多孔结构暴露于外场或力的正变化时的状态。

[0112] 图22示出了当再生器的多孔结构暴露于场或力的负变化时的状态。当再生器暴露于场或力的正变化时,从图21的详图中可以看出,热交换器处于电场中,该电场左侧(阴极)为正,右侧(阳极)为负。通道壁带负电荷,因此,来自电解一级(第一)流体P的正离子(阳离子)流向通道壁。在该壁上形成一层正阳离子饱和的层。由于正阳离子的高密度,该一级(第一)流体P的层朝向通道右侧的负阳极移动。由于粘性力,该层还拖曳位于通道中的一级(第一)流体P的其他层。这样,形成了一级(第一)流体P的流动,并且一级(第一)流体P从热交换器PT通过再生器4(从中一级(第一)流体P吸收热量)流入热交换器PH。在热交换器PH中,一级(第一)流体P将热量传递给二级(第二)流体S。

[0113] 图22所示的过程与上述过程相反。再生器4暴露于场或力的负变化(热量材料的温度降低)。在热交换器PT和PH中,极性改变,电解一级(第一)流体P从热交换器PH流经再生器4(其中一级(第一)流体P由于热传递而冷却),然后进入热交换器PT,从中一级(第一)流体P从二级(第二)流体S吸收热量。

[0114] 图23示出了热交换器PT和热交换器PH的结构的情况,其中热再生器4位于热交换器PT和热交换器PH之间。

[0115] 图24示出了热交换器PT或热交换器PH的结构的第一示例,其中应用了用于通道中的热传递的有序结构。

[0116] 图25A和25B示出了热交换器PT或热交换器PH的结构第二示例,其中对于一级(第一)流体P的流体流动,应用了圆形管或其他截面。

[0117] 图26示出了热交换器PT或热交换器PH的结构第三示例,其中对于热传递,应用了锯齿形通道或其他有序结构。

[0118] 在所有情况下,用于热交换器PT中的流体流动的通道的表面和/或用于热交换器PH中的流体流动的通道的表面可以延伸。

[0119] 图27示出了热交换器PT或热交换器PH的结构第四示例,其中对于呈液滴形式的一级(第一)流体P的移动,应用了电湿润原理。一级(第一)流体P一侧的通道由位于这些通道壁上的电极组成。随着电位变化,液滴可以从/向热交换器PT或热交换器PH移动。在二级(第二)流体S的一侧,示出了正交通道,二级(第二)流体S通过该正交通道连续流动。

[0120] 图28示出了热交换器PT或热交换器PH的结构第五种情况,其中一级(第一)流体P呈液滴形式运动,其中应用了电湿润原理。一级(第一)流体P一侧的通道由位于这些通道壁上的电极组成。随着电位变化,液滴从/向热交换器PT或热交换器PH移动。在二级(第二)流体S的一侧,示出了锯齿形通道,二级(第二)流体S通过该锯齿形通道连续流动。

[0121] 图29示出了热交换器PT或热交换器PH的结构第六种情况,其中一级(第一)流体P呈液滴形式运动,其中应用了电湿润原理。一级(第一)流体P一侧的通道由位于其壁上的电极组成。随着电位变化,液滴向/从热交换器PT或热交换器PH移动。在二级(第二)流体S的一侧,示出了三角形通道,二级(第二)流体S通过该三角形通道连续流动。

[0122] 基于本发明的方法运行的热再生器4的嵌入式结构中的传热方法和相关热再生器的设计在再生器中应用液压分离的段。这阻止了流体沿着再生器4流动(沿着再生器4流动是现有技术)。因此,通过再生器4的液压分离的段的流体流动垂直于温度梯度的方向进行,该温度梯度在稳态下沿着再生器4建立。通过液压分离的段的流体流动的应用不满足在更大温度跨度下运行的条件。这是由于流体流动方向上的特定段可以比再生器4的整个长度

短。因此,为了使用一级(第一)流体P通过再生器4的流体流动,再生器的每一侧应附接到两个附加的热交换器。虽然一级(第一)流体P通过再生器4振荡并且将热量传递到两个热交换器PT和PH/从两个热交换器PT和PH吸收热量,但还是需要二级(第二)流体S,该二级(第二)流体S在热源和热沉之间连续流动。如果仅观察热交换器PH或PT,则二级(第二)流体S通过一个热交换器PH的方向逆向于二级(第二)流体S通过热交换器PT的流体流动。如此,尽管一级(第一)流体P的振荡流垂直于整个再生器的长度建立,仍可以实现温度分布和温度跨度,类似于流体沿再生器的整个长度的振荡流,因此没有分离的液压段的情况。然而,在所提出的方法中,将建立明显较低的压降,因为在任何现有技术方案下都是如此。

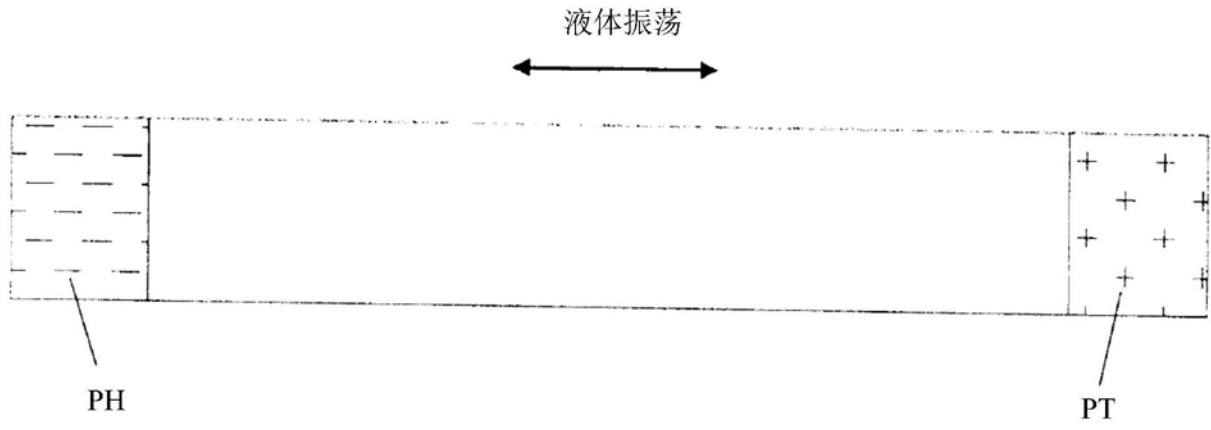


图1

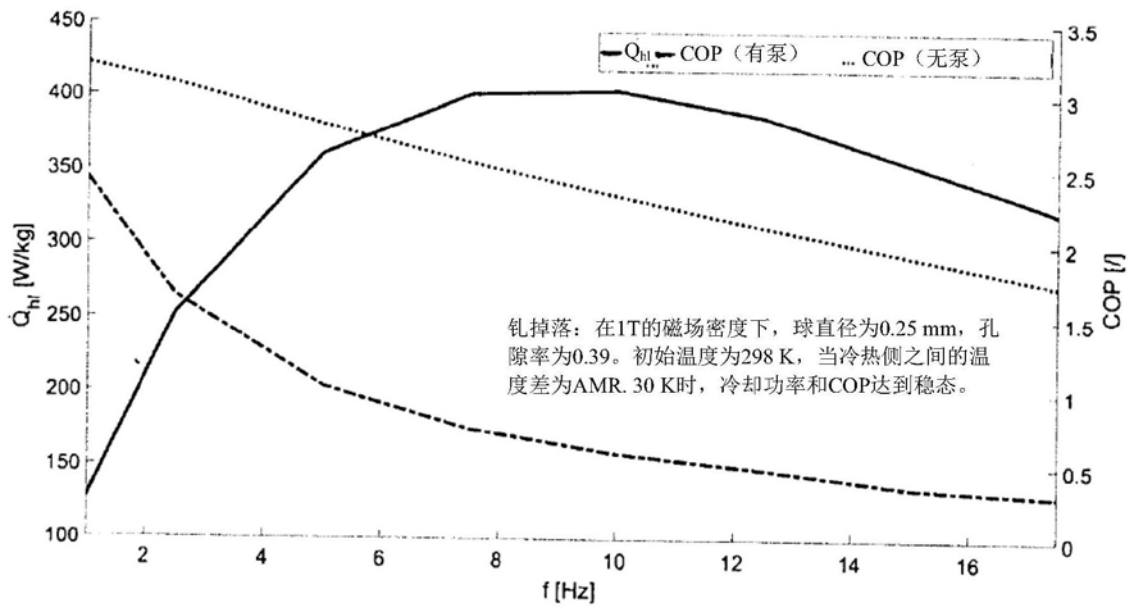


图2

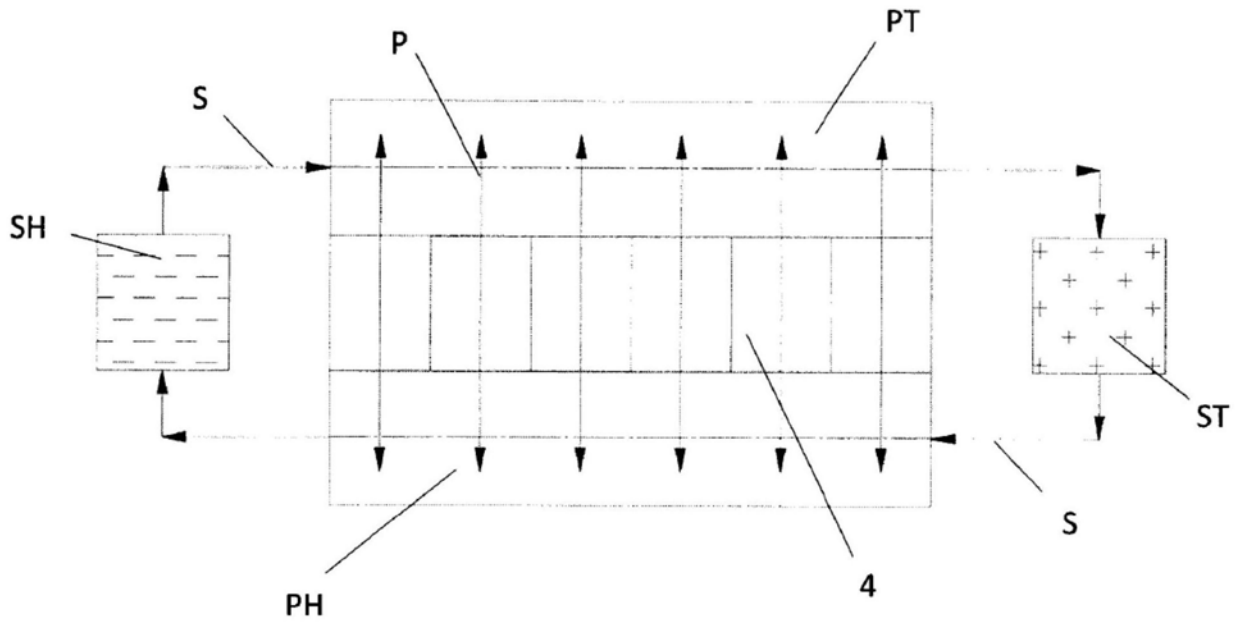


图3

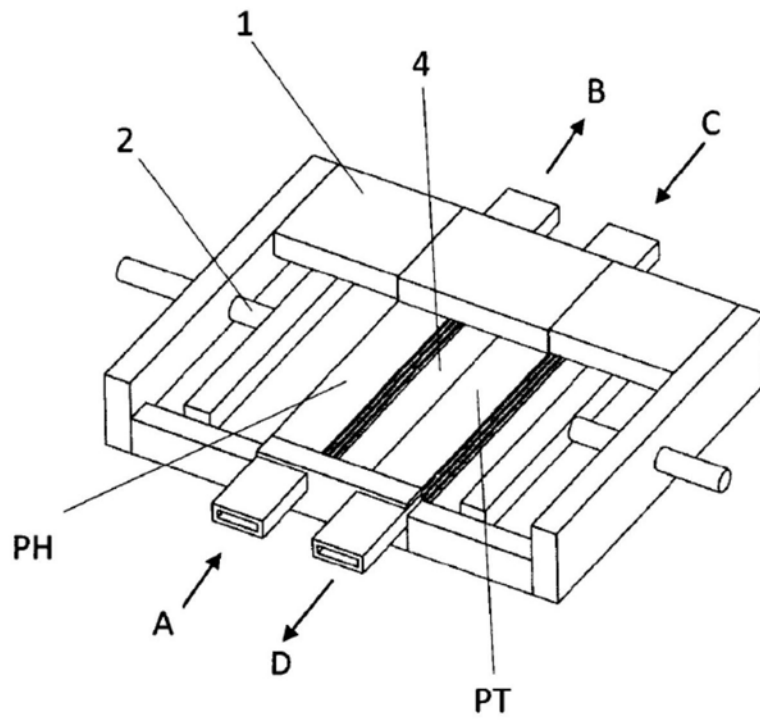


图4A

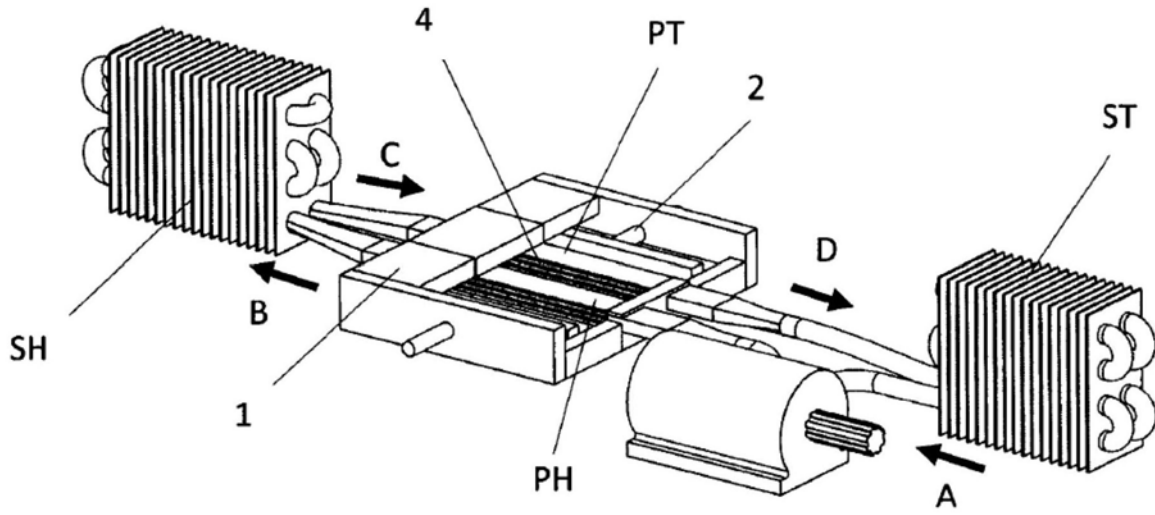


图4B

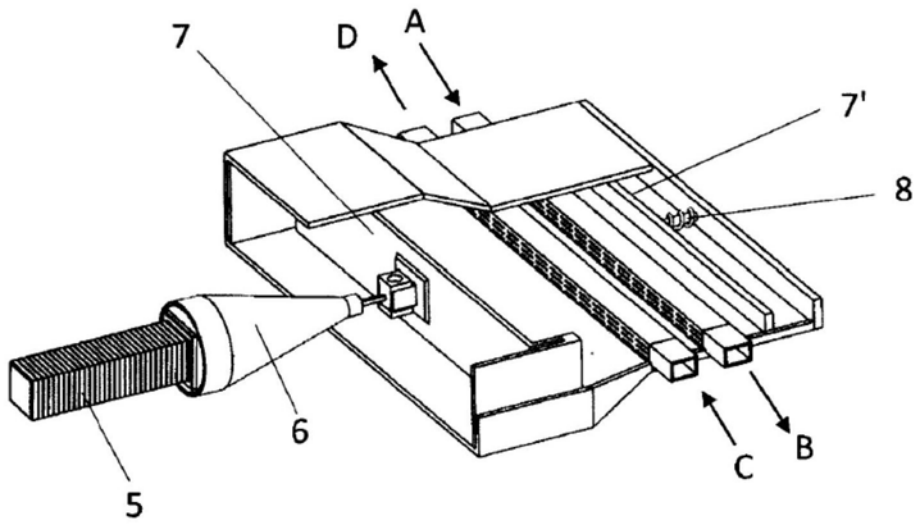


图5

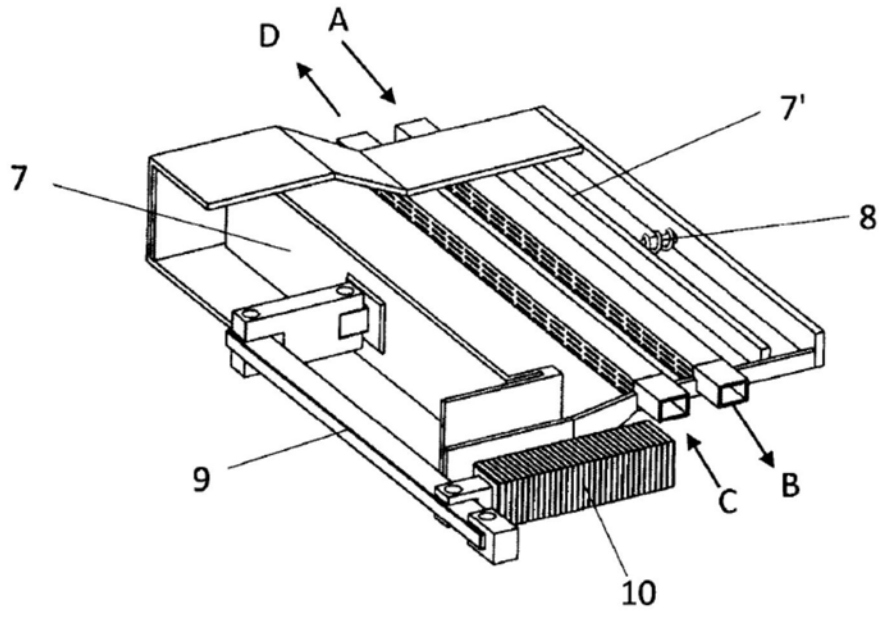


图6

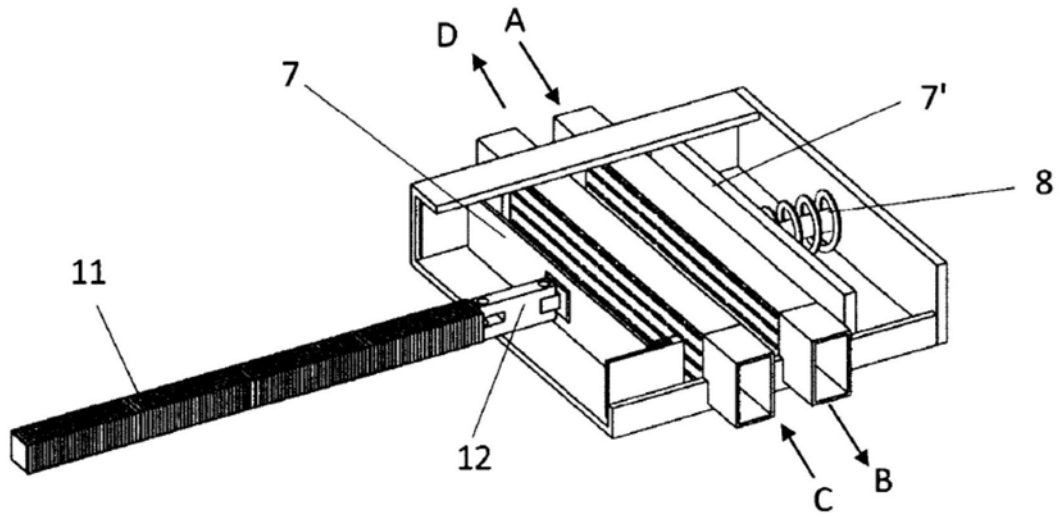


图7

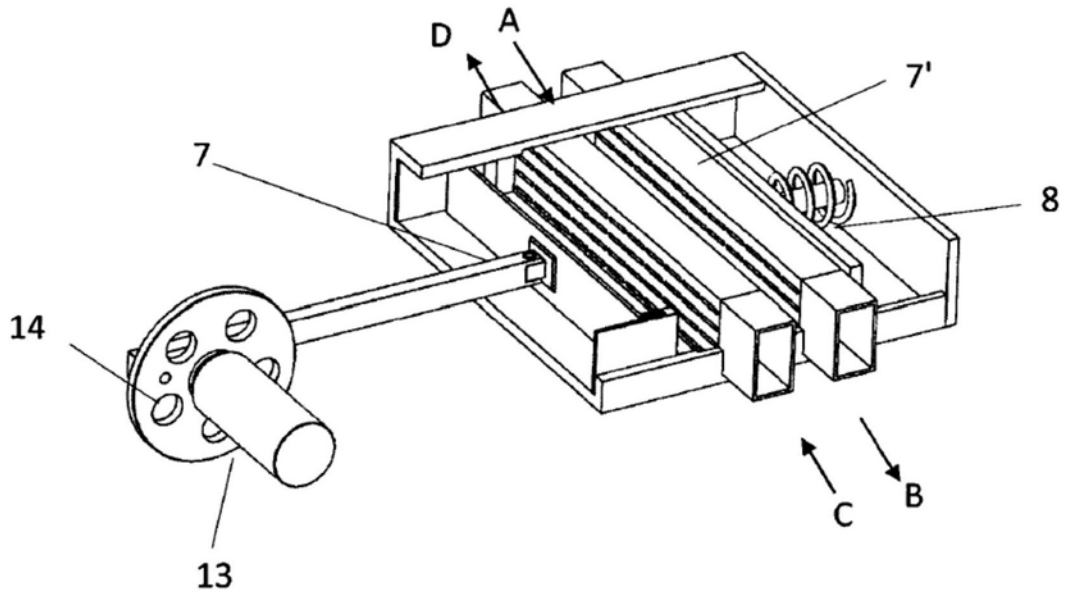


图8

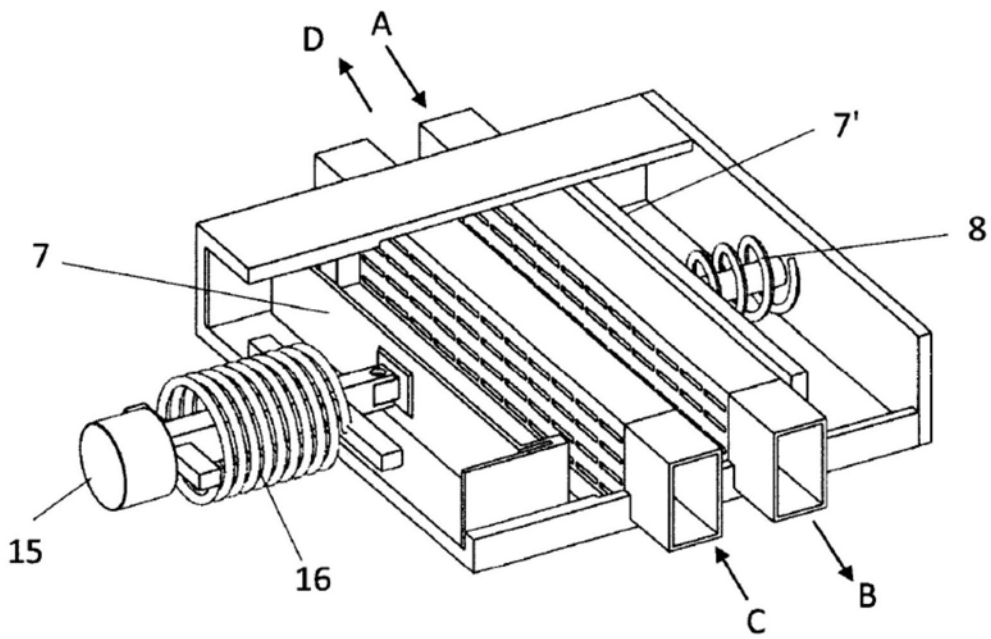


图9

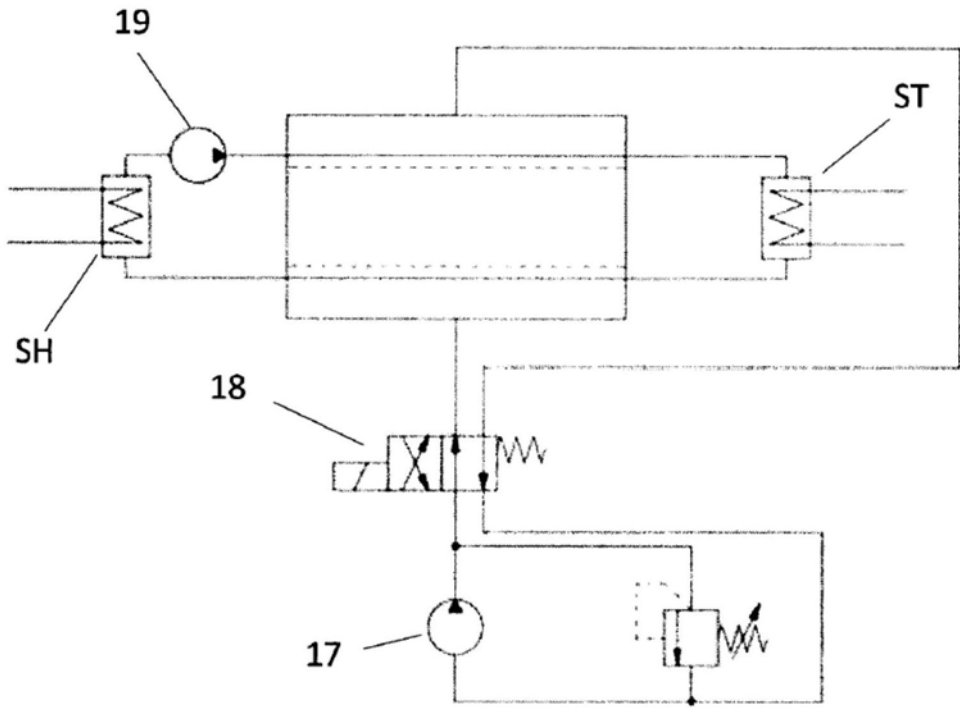


图10

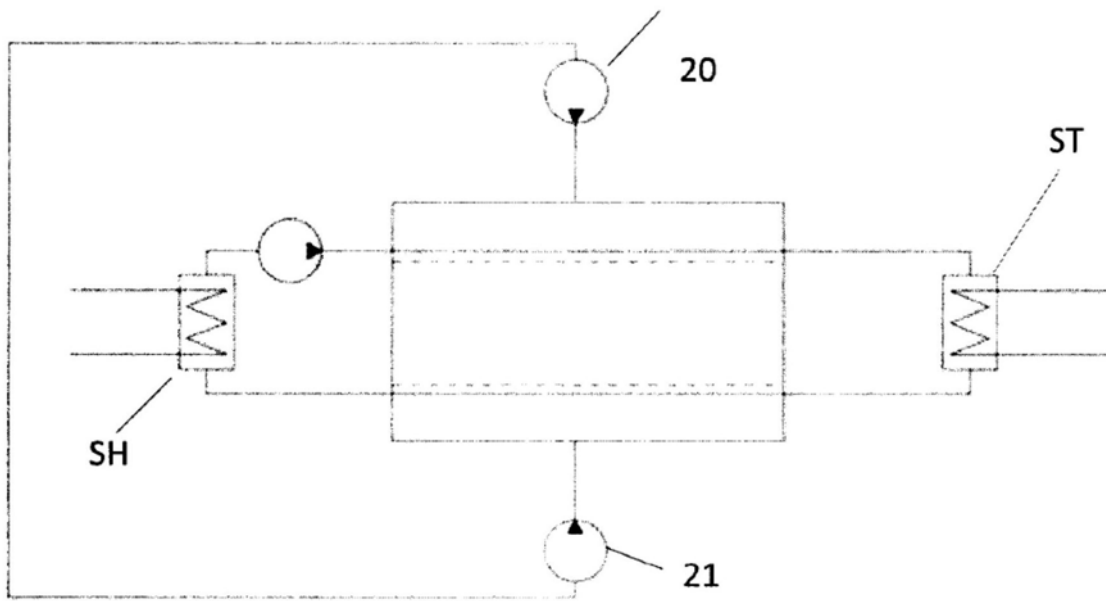


图11

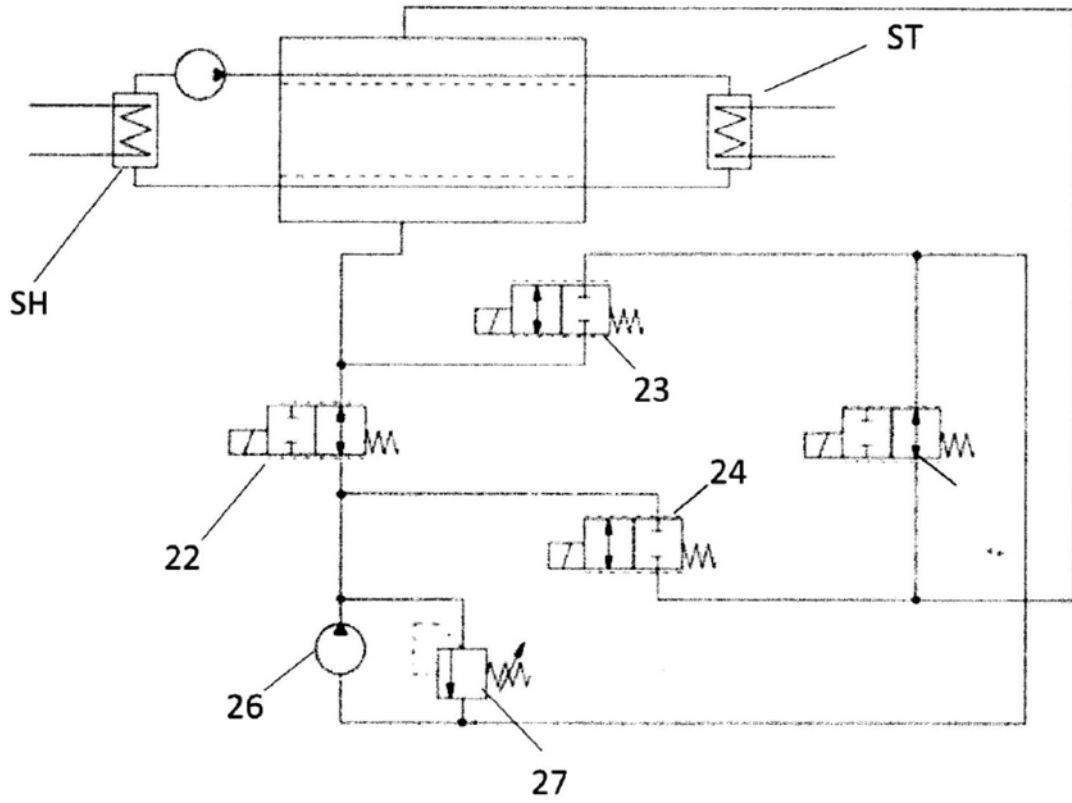


图12

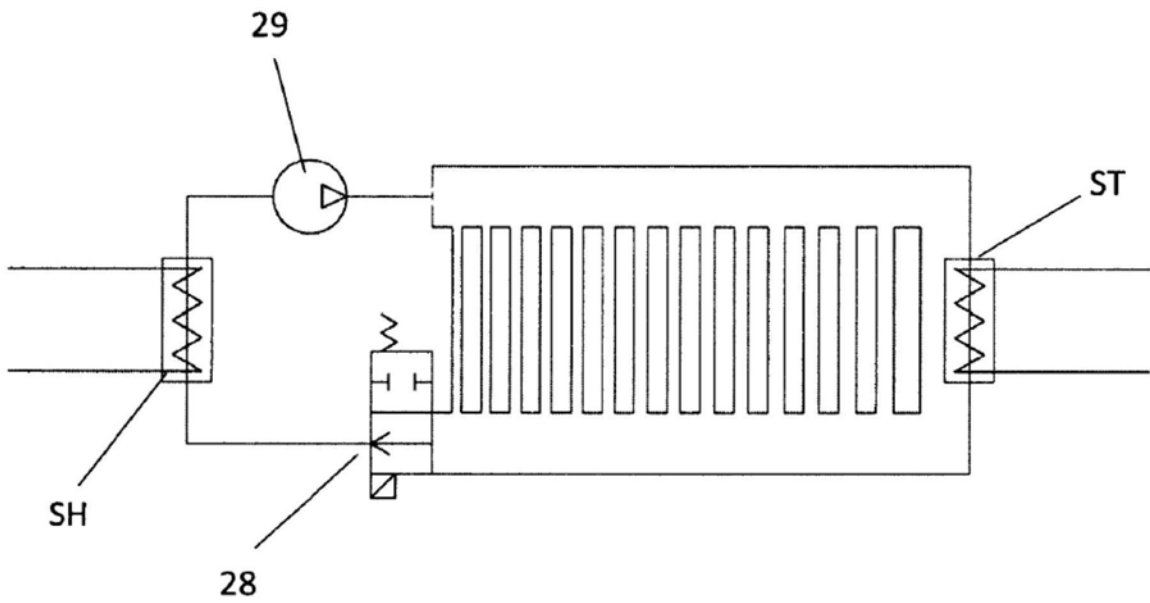


图13A

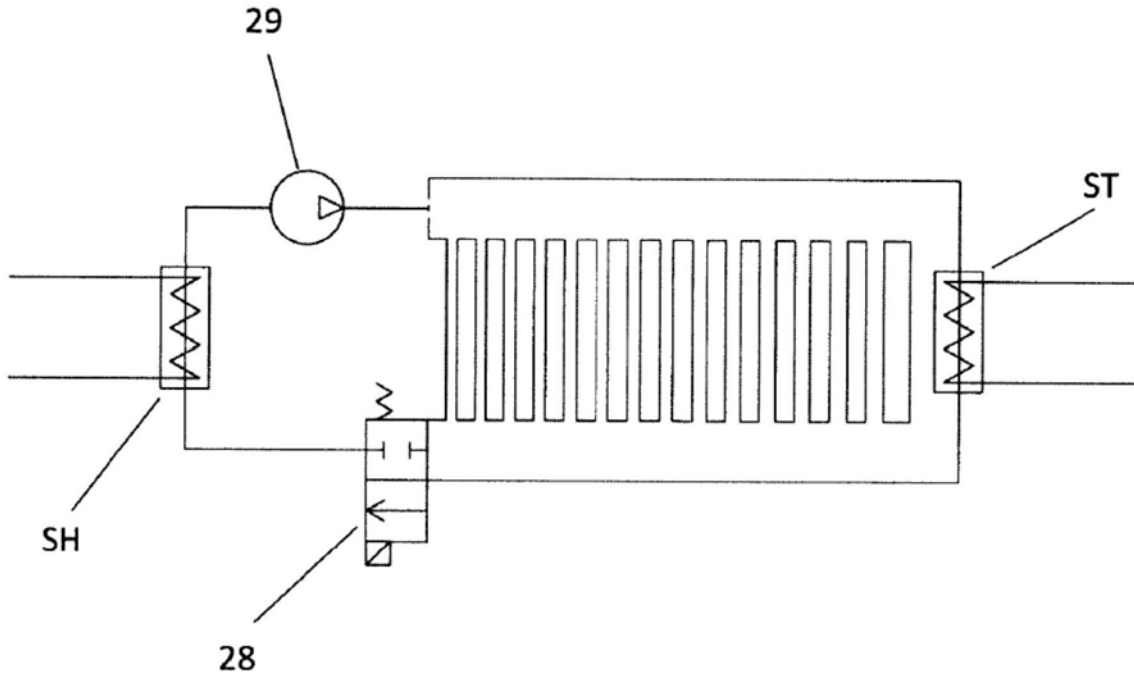


图13B

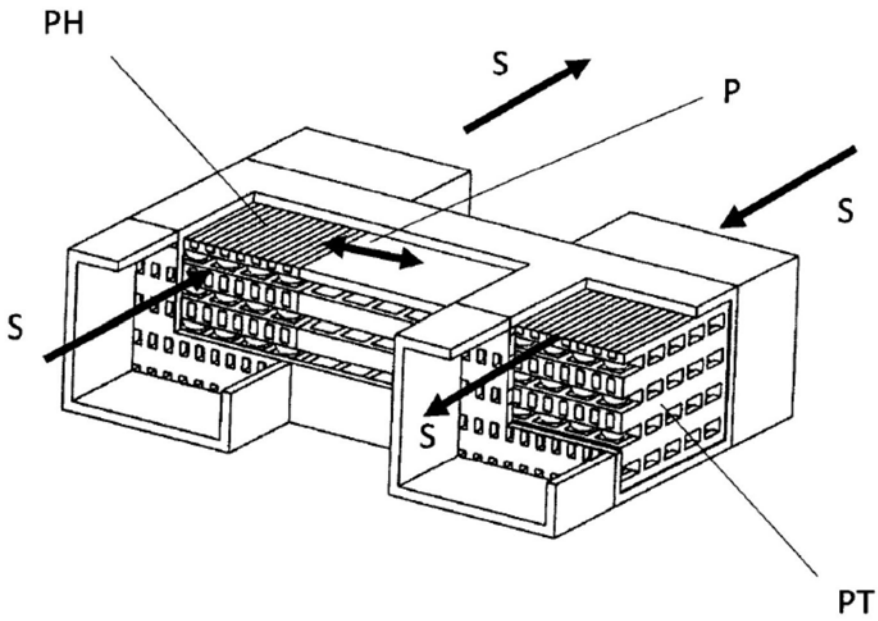


图14A

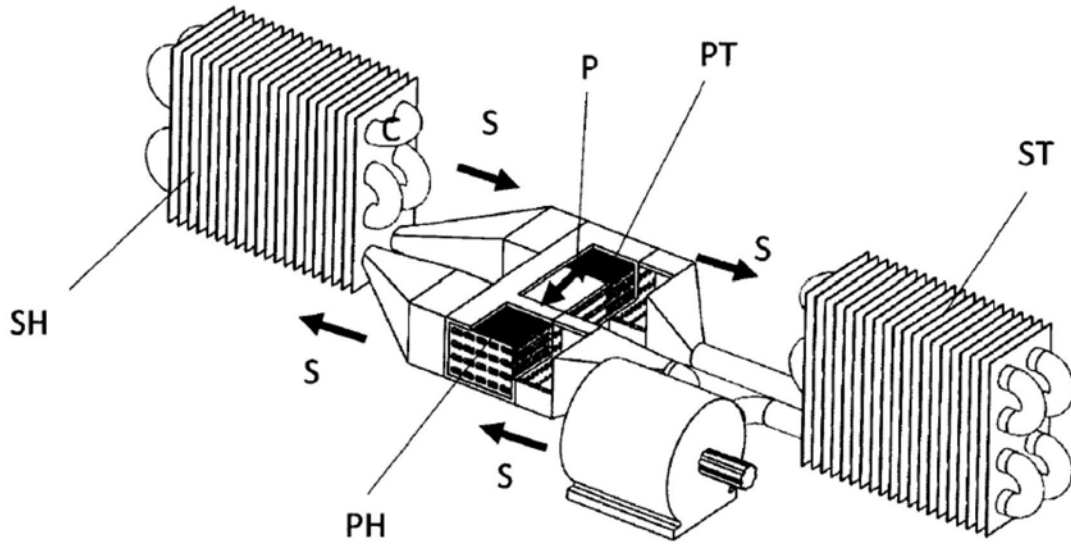


图14B

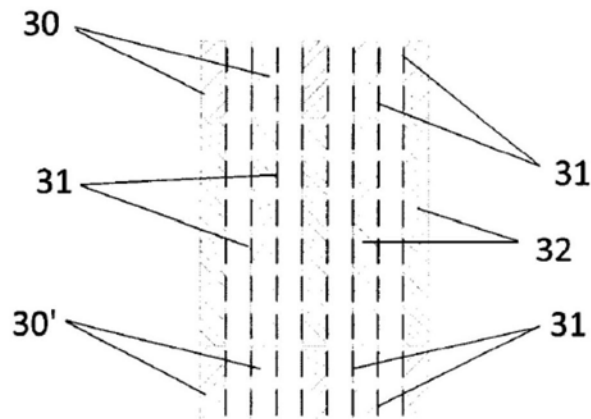


图15A

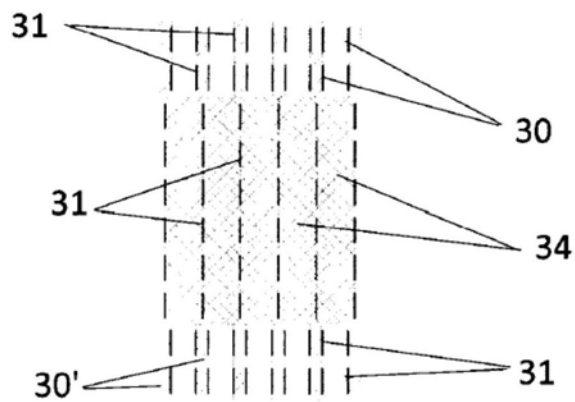


图15B

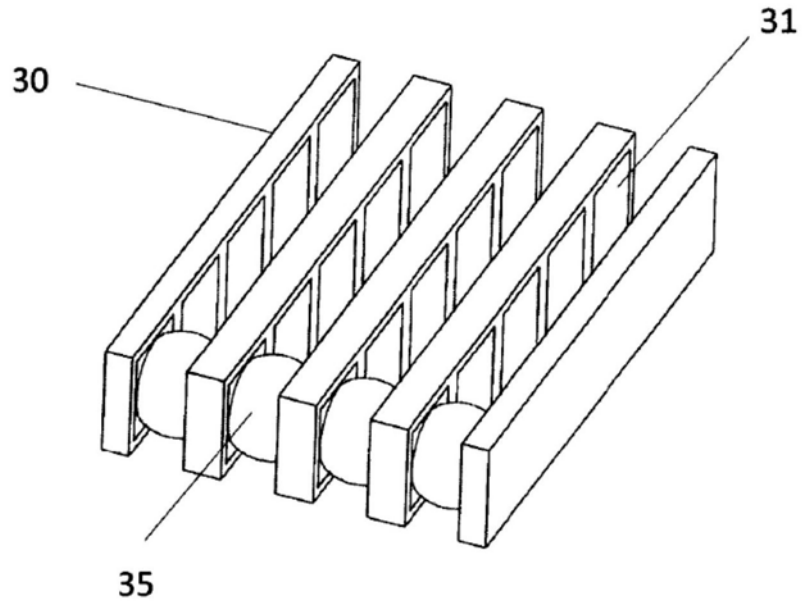


图16A

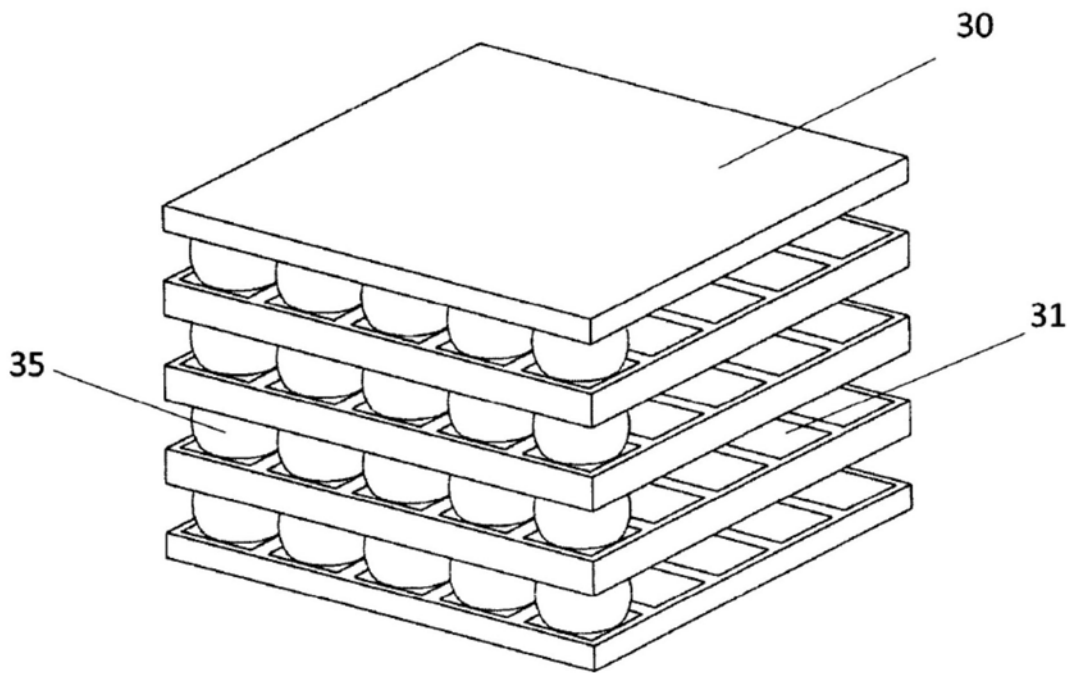


图16B

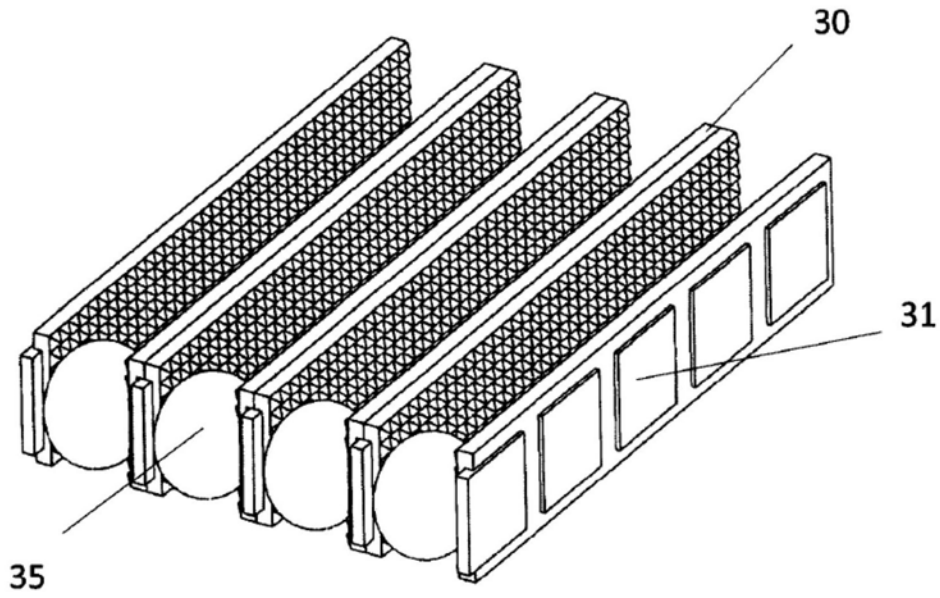


图17A

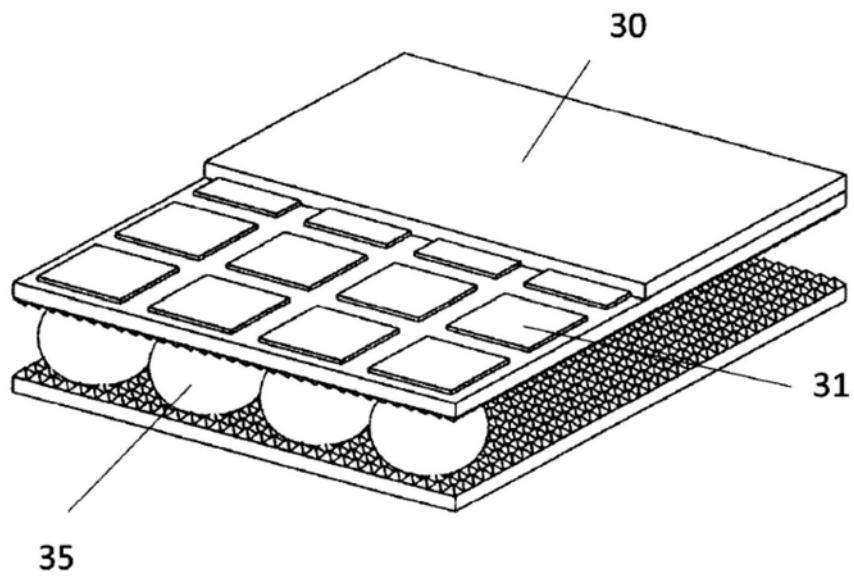


图17B

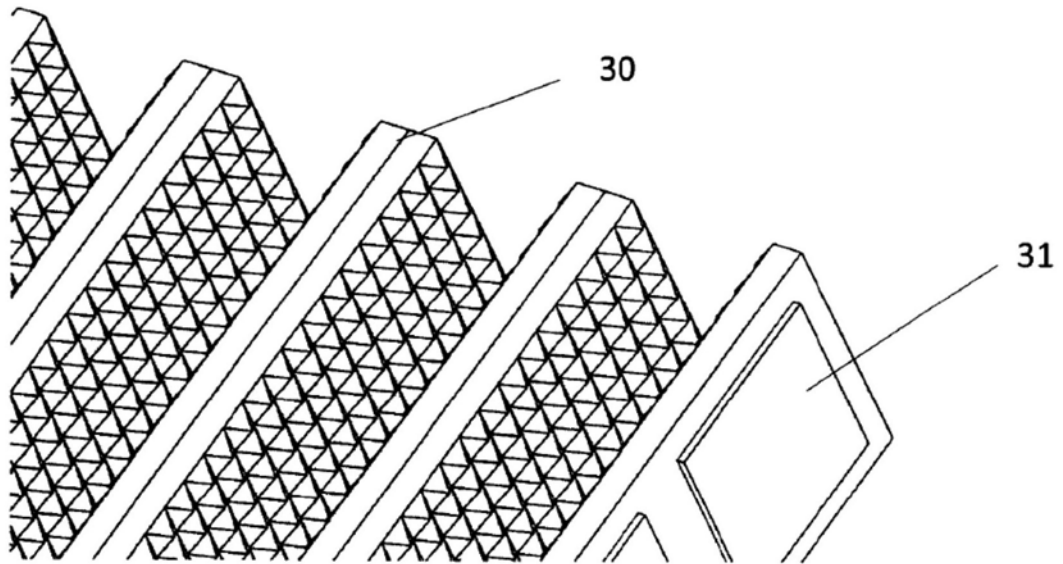


图17C

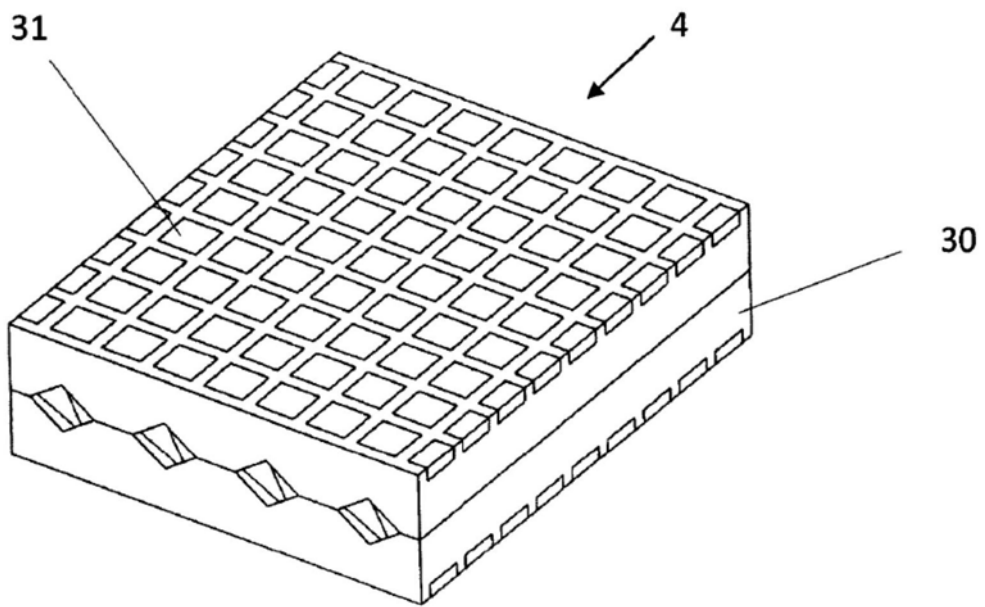


图18A

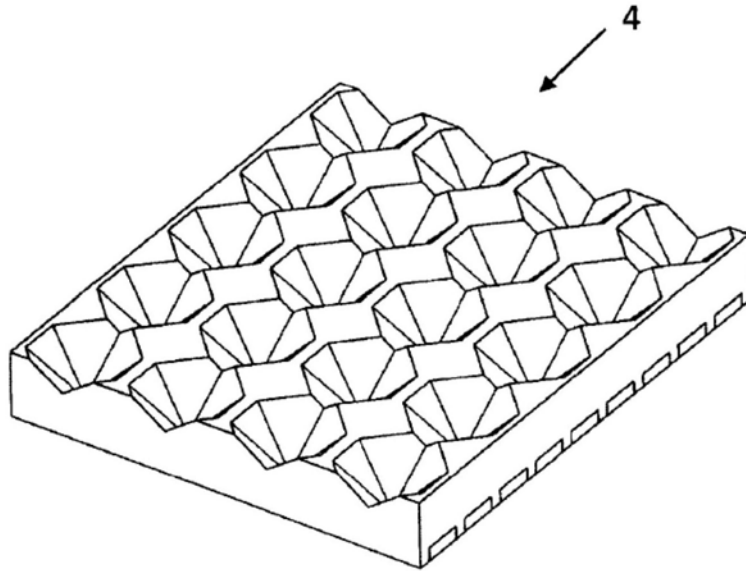


图18B

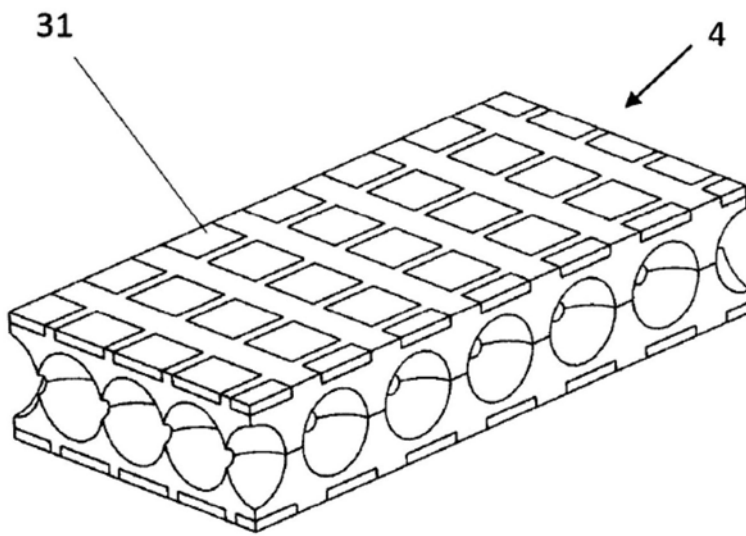


图19A

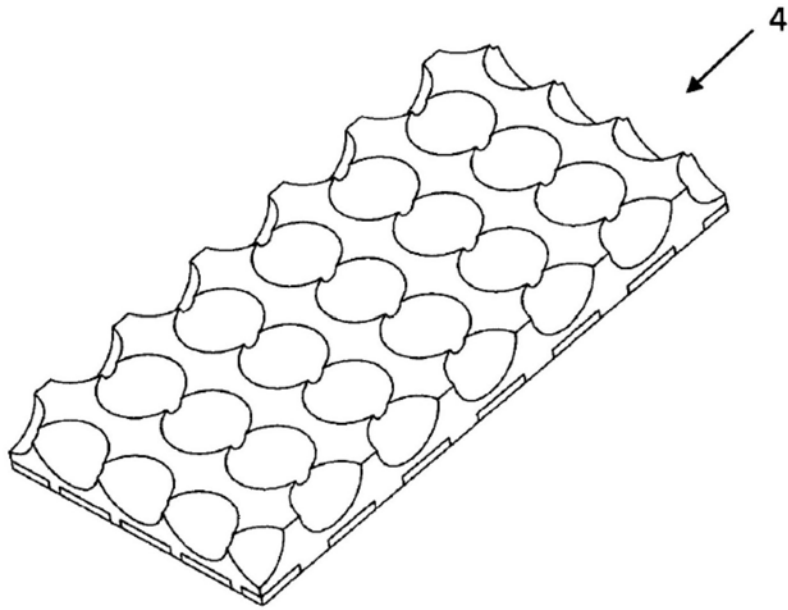


图19B

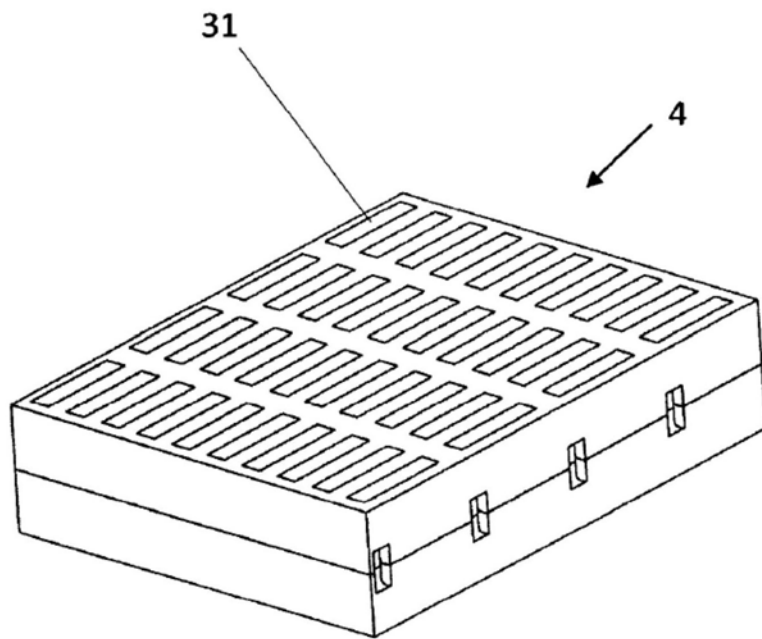


图20A

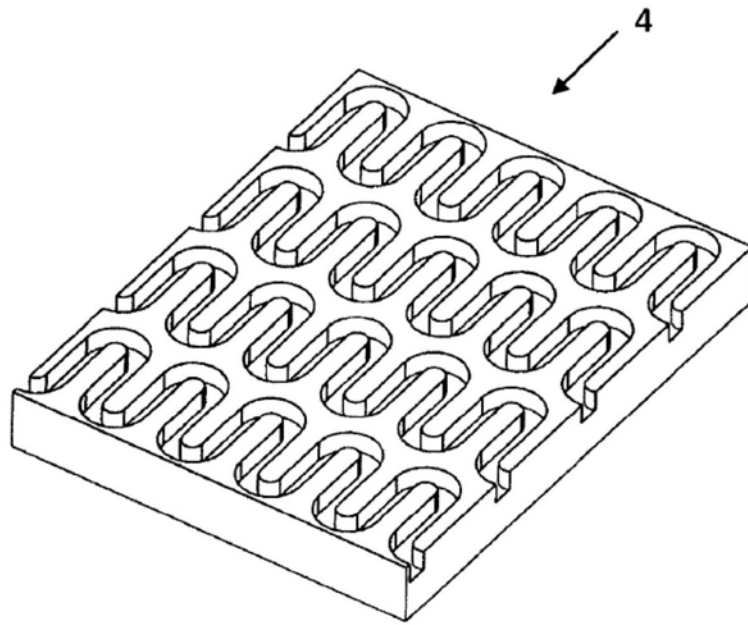


图20B

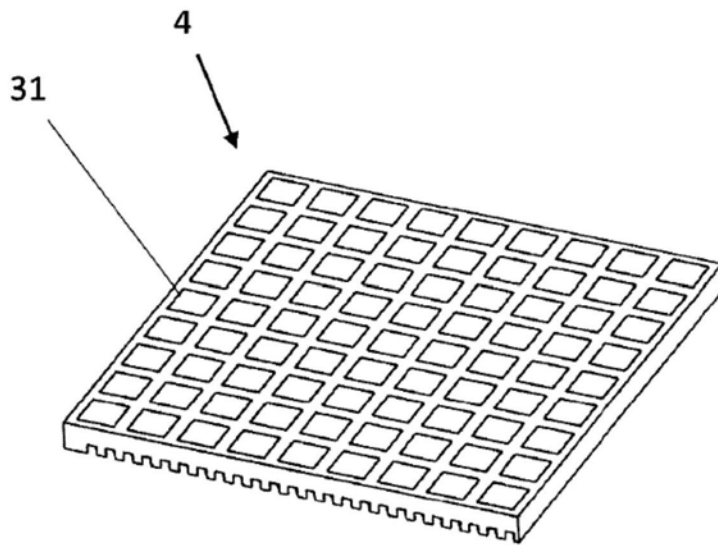


图20C

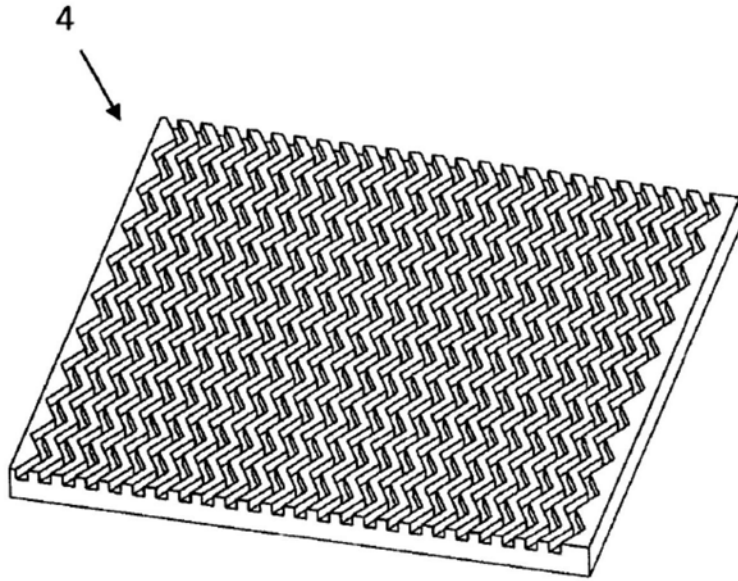


图20D

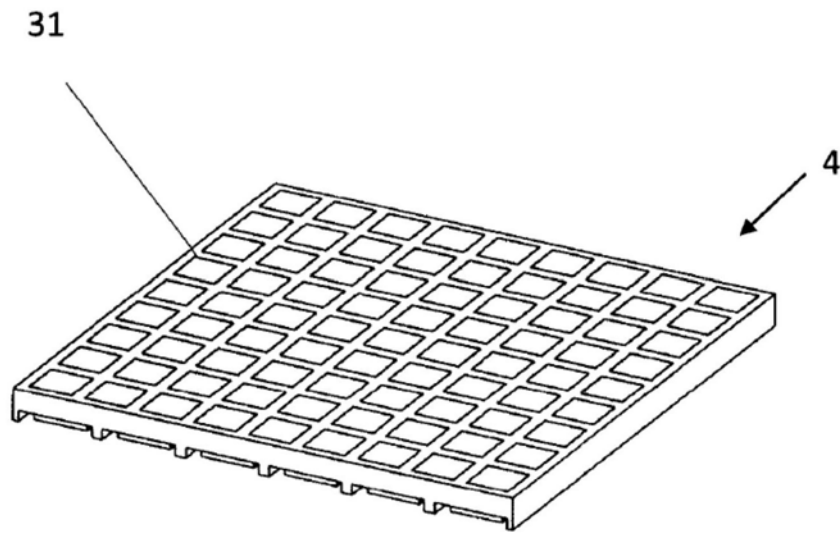


图20E

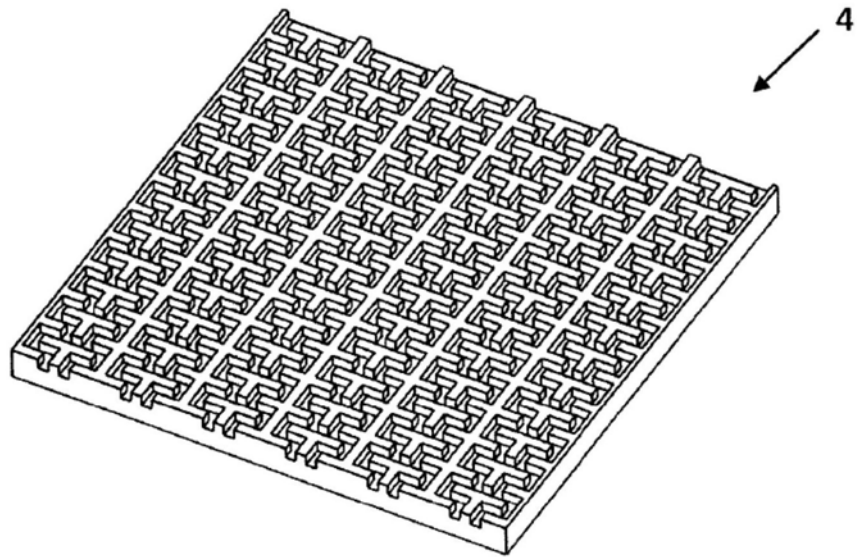


图20F

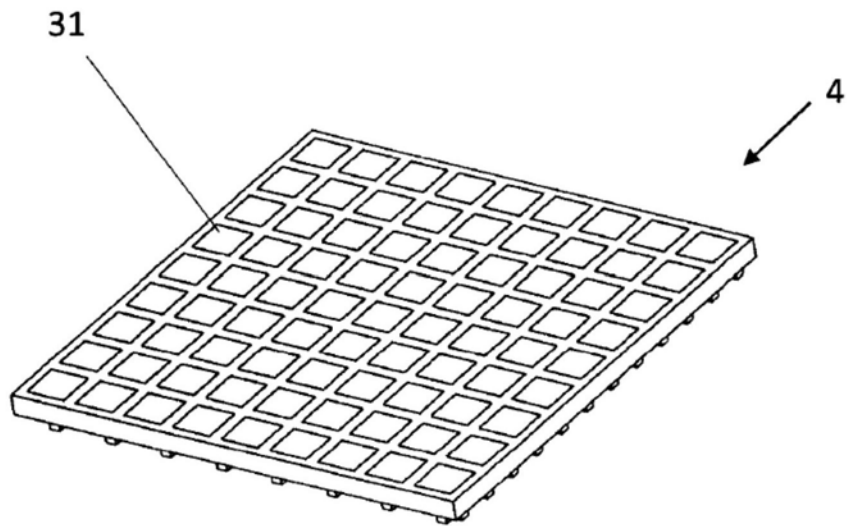


图20G

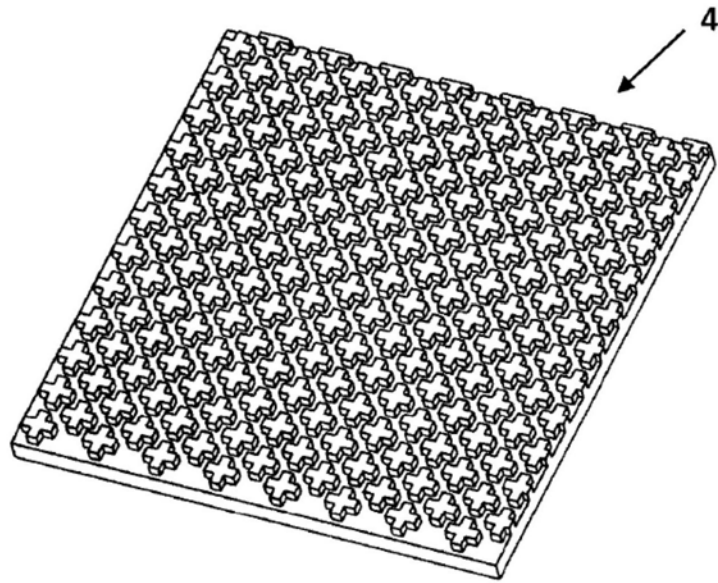
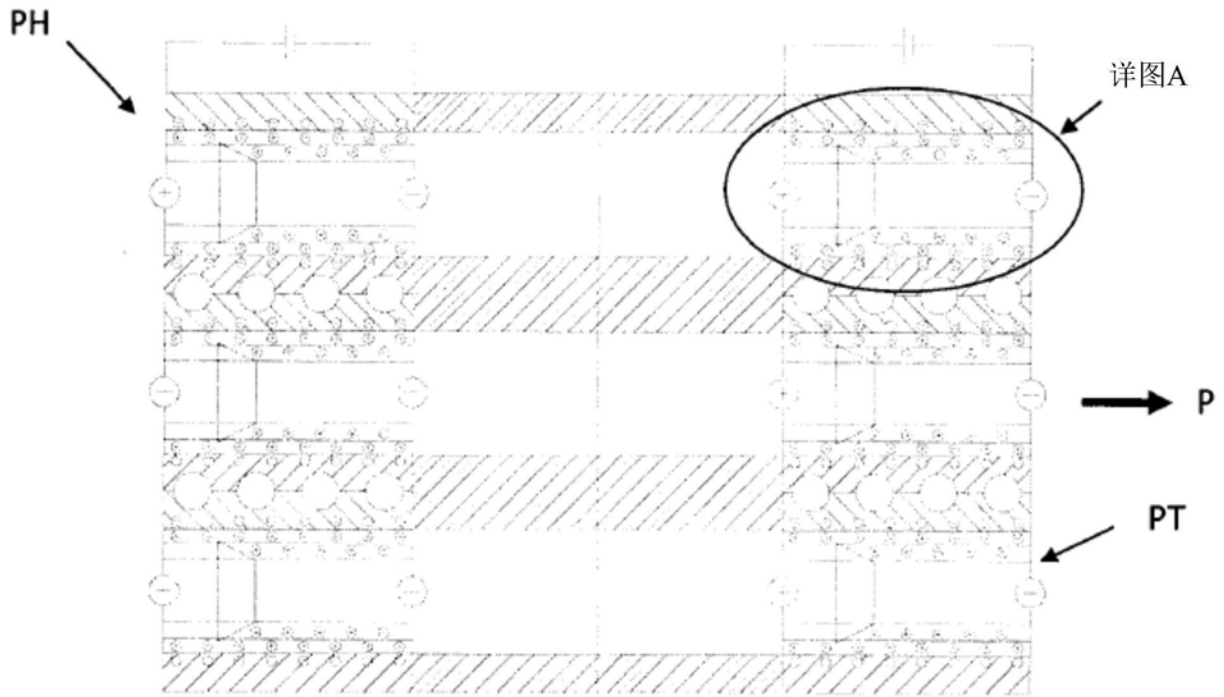


图20H



详图A

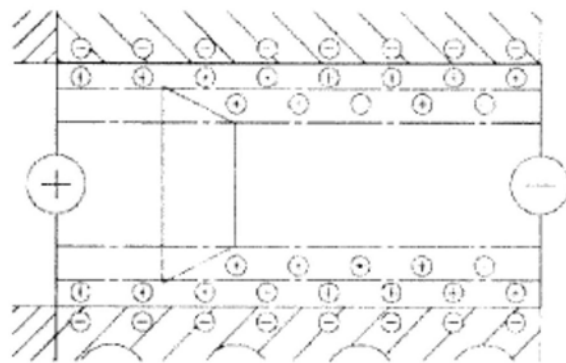
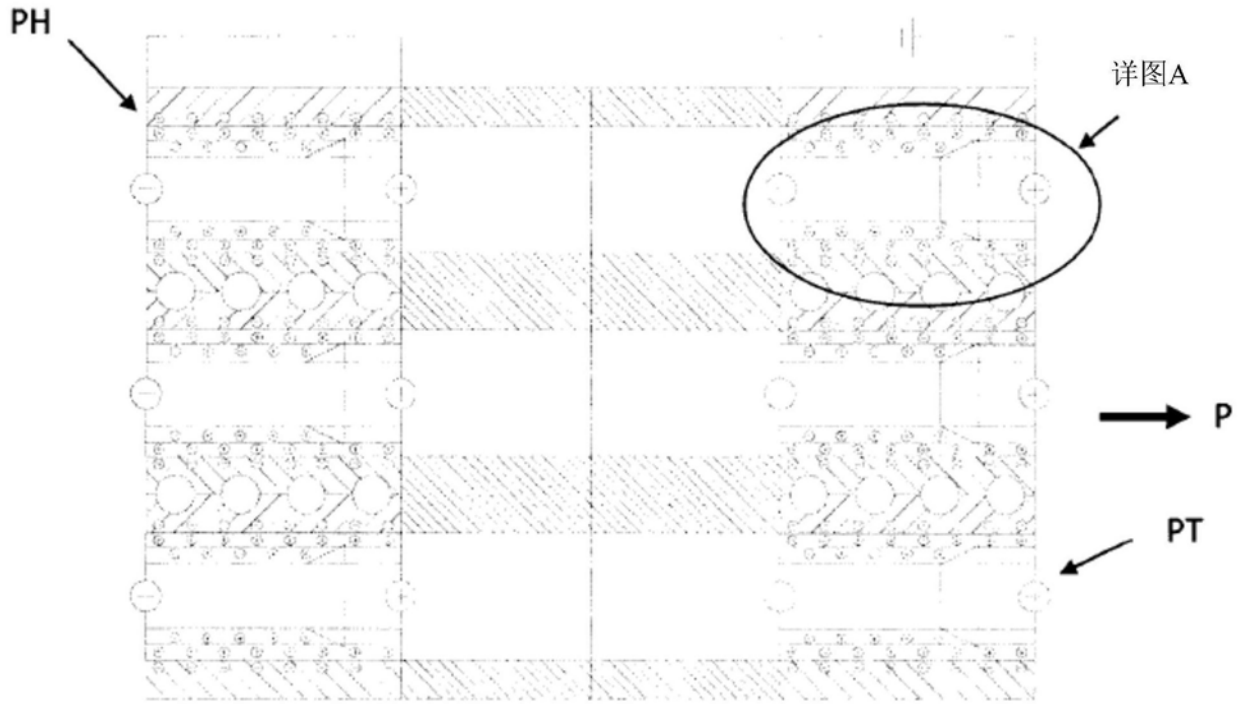


图21



详图A

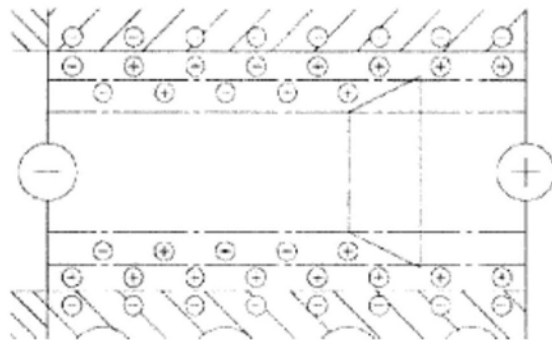


图22

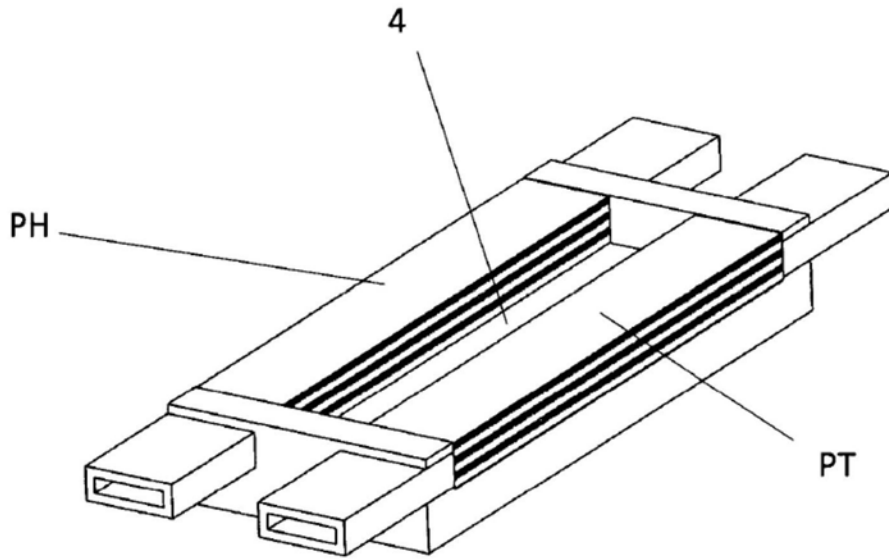


图23

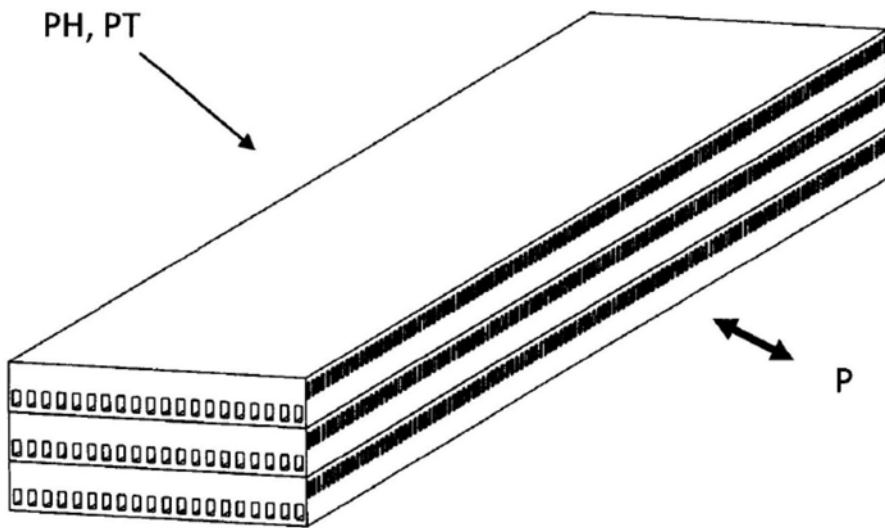


图24

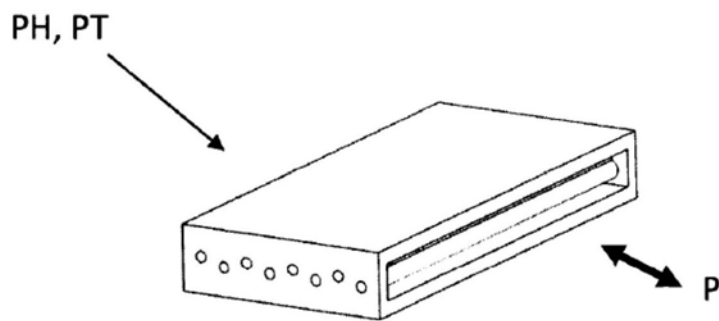


图25A

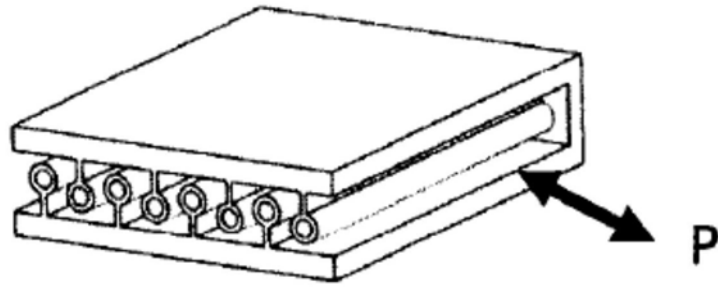


图25B

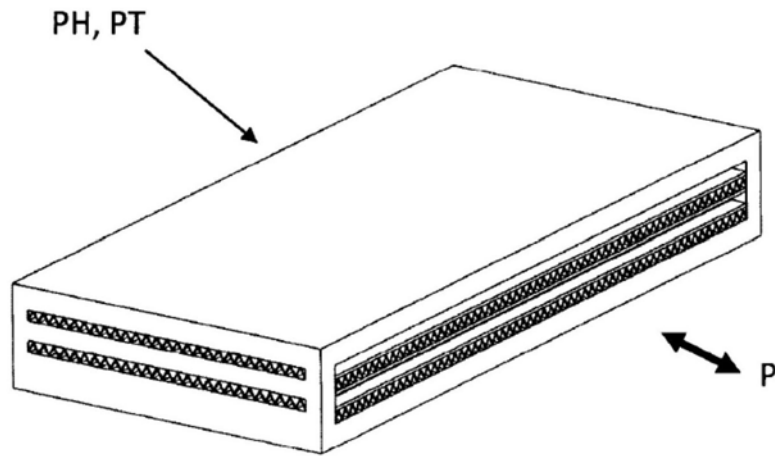


图26

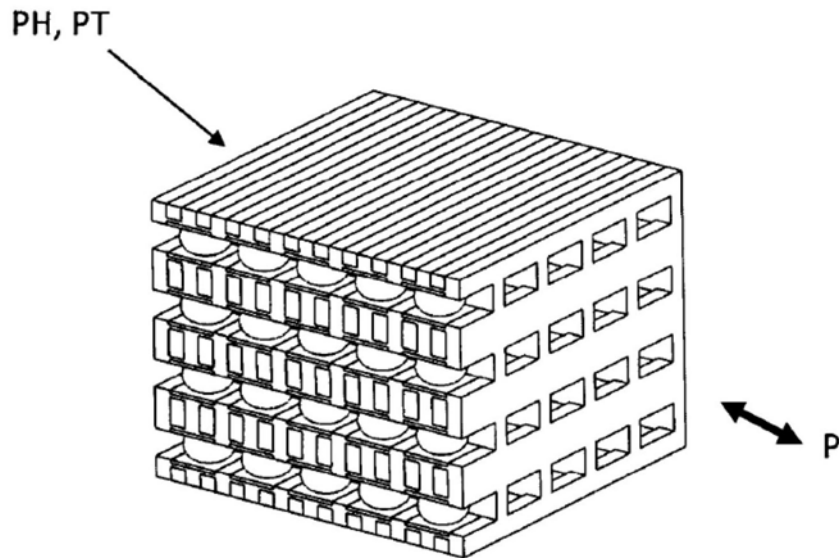


图27

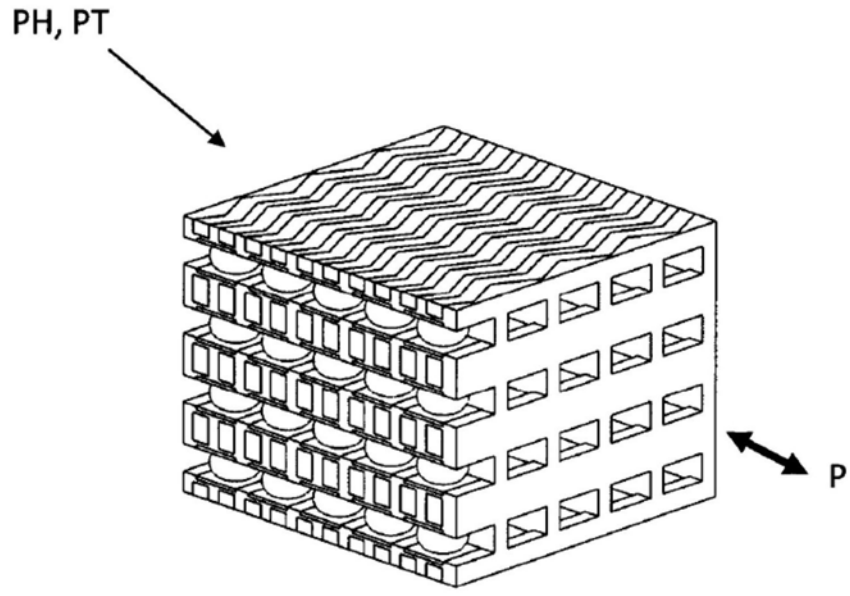


图28

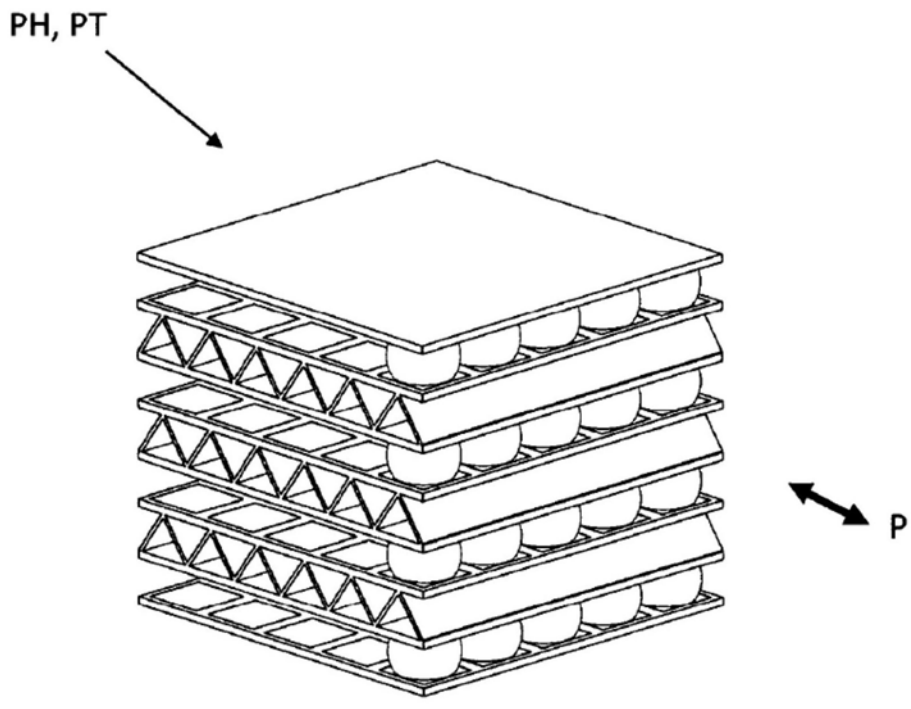


图29