

(12) 按照专利合作条约所公布的国际申请

(19) 世界知识产权组织
国际局

(43) 国际公布日
2020 年 6 月 4 日 (04.06.2020)



(10) 国际公布号
WO 2020/107592 A1

(51) 国际专利分类号:
F25B 21/00 (2006.01)

(21) 国际申请号: PCT/CN2018/123209

(22) 国际申请日: 2018 年 12 月 24 日 (24.12.2018)

(25) 申请语言: 中文

(26) 公布语言: 中文

(30) 优先权:
201811439742.9 2018 年 11 月 29 日 (29.11.2018) CN

(71) 申请人: 中国科学院深圳先进技术研究院 (SHENZHEN INSTITUTES OF ADVANCED TECHNOLOGY, CHINESE ACADEMY OF SCIENCES) [CN/CN]; 中国广东省深圳市南山区深圳大学城学苑大道 1068 号, Guangdong 518055 (CN)。

(72) 发明人: 于淑会 (YU, Shuhui); 中国广东省深圳市南山区深圳大学城学苑大道 1068 号, Guangdong 518055 (CN)。 阮盼盼 (RUAN, Panpan); 中国广东省深圳市南山区深圳大学城学苑大道 1068 号, Guangdong 518055 (CN)。 于均益 (YU, Junyi); 中国广东省深圳市南山区深圳大学城学苑大

道 1068 号, Guangdong 518055 (CN)。 孙蓉 (SUN, Rong); 中国广东省深圳市南山区深圳大学城学苑大道 1068 号, Guangdong 518055 (CN)。

(74) 代理人: 深圳市铭粤知识产权代理有限公司 (MING & YUE INTELLECTUAL PROPERTY LAW FIRM); 中国广东省深圳市南山区南山街道前海路泛海城市广场 2 栋 604 室, Guangdong 518066 (CN)。

(81) 指定国 (除另有指明, 要求每一种可提供的国家保护): AE, AG, AL, AM, AO, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BH, BN, BR, BW, BY, BZ, CA, CH, CL, CN, CO, CR, CU, CZ, DE, DJ, DK, DM, DO, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, GT, HN, HR, HU, ID, IL, IN, IR, IS, JO, JP, KE, KG, KH, KN, KP, KR, KW, KZ, LA, LC, LK, LR, LS, LU, LY, MA, MD, ME, MG, MK, MN, MW, MX, MY, MZ, NA, NG, NI, NO, NZ, OM, PA, PE, PG, PH, PL, PT, QA, RO, RS, RU, RW, SA, SC, SD, SE, SG, SK, SL, SM, ST, SV, SY, TH, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA, UG, US, UZ, VC, VN, ZA, ZM, ZW。

(84) 指定国 (除另有指明, 要求每一种可提供的地区保护): ARIPO (BW, GH, GM, KE, LR, LS, MW, MZ, NA, RW, SD, SL, ST, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), 欧亚 (AM, AZ, BY, KG, KZ, RU, TJ, TM), 欧洲 (AL, AT, BE, BG,

(54) Title: ELECTROCALORIC REFRIGERATION DEVICE AND METHOD

(54) 发明名称: 电卡制冷装置及制冷方法

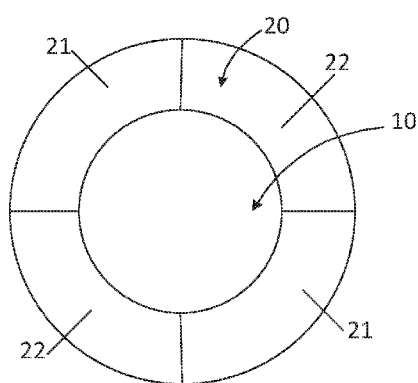


图 1

(57) Abstract: An electrocaloric refrigeration device, comprising a disc-shaped electrocaloric material layer (11), two electrodes (12) respectively connecting a lower surface of an upper electrode of the electrocaloric material layer (11), and a conductive ring (20) provided on the periphery of the electrocaloric material layer (11) and rotating with respect to the electrocaloric material layer (11); wherein the conductive ring (20) is formed by connecting conductive portions (21) and thermal-insulation portions (22) end to end in a circumferential direction; power-on and power-off of the electrocaloric material layer (11) can be periodically controlled by the two electrodes (12); during a temperature raising process of the electrocaloric material layer (11), at least one thermal-insulation portion (22) blocks a refrigeration inlet to insulate heat; and during a cooling process of the electrocaloric material layer (11), at least one conductive portion (21) blocks the refrigeration inlet to transfer heat. Further disclosed is a refrigeration method. The electrocaloric refrigeration device is simple in structure and easy to be implemented; by controlling the conductive ring (20) to rotate with respect to the internal electrocaloric material layer (11), and correspondingly periodically changing the power-on or power-off state of the electrocaloric material layer (11), the device can continuously perform cooling, and can improve the refrigeration effect to the maximum extent and efficiency.

CH, CY, CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR, GB, GR, HR, HU,
IE, IS, IT, LT, LU, LV, MC, MK, MT, NL, NO, PL, PT,
RO, RS, SE, SI, SK, SM, TR), OAPI (BF, BJ, CF, CG, CI,
CM, GA, GN, GQ, GW, KM, ML, MR, NE, SN, TD, TG)。

本国际公布:

— 包括国际检索报告(条约第21条(3))。

(57) 摘要: 一种电卡制冷装置, 包括圆片形的电卡材料层(11)、分别连接电卡材料层(11)上电极下表面的两个电极(12)、设于电卡材料层(11)外围并相对于电卡材料层(11)转动的导热环(20), 导热环(20)由导热部分(21)和绝热部分(22)在周向上首尾衔接而成, 通过两个电极(12)可控制电卡材料层(11)周期性地通电和断电; 在电卡材料层(11)升温过程中, 至少一个绝热部分(22)阻挡制冷入口以隔绝热量, 在电卡材料层(11)降温过程中, 至少一个导热部分(21)阻挡制冷入口以传递热量。还公开了一种制冷方法。该电卡制冷装置结构简单、易于实现, 通过控制导热环(20)相对于内部的电卡材料层(11)转动, 并相应地周期性地改变电卡材料层(11)的通、断电状态即可使得装置持续降温, 使得装置能够最大限度、最大效率地提高制冷效果。

电卡制冷装置及制冷方法

技术领域

本发明涉及机电工程技术领域，尤其涉及一种电卡制冷装置及制冷方法。

背景技术

制冷技术在人们日常生活中发挥着至关重要的作用，其应用广泛，从空调的使用、食品的保鲜，到各种电子器件的保护。传统的蒸汽压缩式制冷会排放有机气体，对环境造成破坏，且已发展到了极限；新型热电制冷效率太低，不适宜于大规模和大制冷量使用；磁卡制冷中磁场的产生需要磁铁，阻碍了制冷器件的小型化，在设计上很不灵活。因此开发一种成本低、能量转换效率高、环保的制冷设备很有必要。

电卡制冷设备是基于电卡效应，即通过施加电场，材料温度发生改变。对具有正电卡效应的材料，施加电场时，材料温度升高，而在移去电场时，电卡材料温度降低，以此来达到制冷或制热目的；而对于具有负电卡效应的材料，情况恰好相反。

电卡效应研究始于上世纪 30 年代，但所得温度变化值不大。直到 2006 年，Mischenko 等人（《Science》，2006, 311(5765):1270-1271）研究发现， $\text{PbZr}_{0.95}\text{Ti}_{0.05}\text{O}_3$ 薄膜在 48MV/m 电场作用下能产生 12℃ 的温度变化，使得电卡材料用于制冷的目的再次得到广泛关注。近年来，科学家们也研究了各种无铅电卡材料以及聚合物和聚合物复合电卡材料，均得到了较大温度变化。其中，一些弛豫型铁电材料有较大的工作温度区间，还可以通过改变某些元素的含量，调整其工作温度。这些为电卡材料应用于各种工作环境提供了极大可能性。现于今，在大多数需要制冷的环境中，还是通过蒸汽压缩式制冷，而根据研究表明，基于电卡效应的电卡制冷能量转换效率更高，且不排放有机气体，对环境不会造成破坏，还具有质量轻、成本低、无噪音，在设计上灵活多样等众多优点。

研究者在电卡制冷材料的开发和性能方面已做了大量工作，但对于制冷器件的设计仍然鲜有报道，导致电卡制冷设备仅仅停留在理论设计阶段，无法很

好地实现商用化。

发明内容

鉴于现有技术存在的不足，本发明提供了一种可以实现商用化的电卡制冷装置及制冷方法，电卡制冷装置的结构简单、易于实现，制冷效果好。

为了实现上述的目的，本发明采用了如下的技术方案：

一种电卡制冷装置，包括圆片形的电卡材料层、分别连接所述电卡材料层上下表面的两个电极、设于所述电卡材料层外围并相对于所述电卡材料层转动的导热环，所述导热环由导热部分和绝热部分在周向上首尾衔接而成，通过两个所述电极可控制所述电卡材料层周期性地通电和断电；在所述电卡材料层升温过程中，至少一个所述绝热部分阻挡制冷入口以隔绝热量，在所述电卡材料层降温过程中，至少一个所述导热部分阻挡制冷入口以传递热量。

作为其中一种实施方式，所述导热环与所述电卡材料层接触设置。

作为其中一种实施方式，所述导热部分为铜、铝、石墨烯、BN（氮化硼）、石墨、碳纤维和 C/C（炭/炭）复合材料中的至少一种。

作为其中一种实施方式，所述导热环包括至少两个所述导热部分与至少两个所述绝热部分，所述制冷入口的数量与所述导热部分的数量、所述绝热部分的数量均一致。

作为其中一种实施方式，每个所述电卡材料层与一个所述导热环组成一个制冷单元，电卡制冷装置包括复数层上下层叠设置的所述制冷单元。

作为其中一种实施方式，至少一层制冷单元的所述导热部分与相邻层的制冷单元的所述导热部分的正投影重合。

作为其中一种实施方式，至少一层制冷单元的所述导热部分与相邻层的制冷单元的所述绝热部分的正投影重合。

作为其中一种实施方式，电卡制冷装置还包括用于隔热的绝热片，所述绝热部分与相邻层的导热部分正投影重合的两个导热环之间夹设有一层所述绝热片。

作为其中一种实施方式，所述绝热部分的厚度大于所述电卡材料层与两个所述电极的厚度之和，所述导热部分的厚度不大于所述绝热部分，且不小于所

述电卡材料层与两个所述电极的厚度之和。

本发明的另一目的在于提供一种采用任意一种上述的电卡制冷装置的制冷方法，包括：

通过两个电极对电卡材料层周期性地施加电压和撤去电压，并控制所述导热环相对于所述电卡材料层转动；

对于具有正电卡效应的材料：在电卡材料层通电过程中温度升高，至少一个绝热部分阻挡制冷入口以隔绝热量；在电卡材料层断电过程中温度降低，至少一个导热部分转动至阻挡制冷入口以传递热量，而对于具有负电卡效应的材料，情况恰好相反。

本发明的电卡制冷装置结构简单、易于实现，通过控制导热环相对于内部的电卡材料层转动，并相应地周期性地改变电卡材料层的通、断电状态即可使得装置持续降温，使得装置能够最大限度、最大效率地提高制冷效果。

附图说明

图 1 为本发明实施例 1 的一种电卡制冷装置的结构示意图；

图 2 为本发明实施例 1 的一种电卡制冷装置的剖面结构示意图；

图 3 为本发明实施例 1 的一种电卡制冷装置的第一使用状态示意图；

图 4 为本发明实施例 1 的一种电卡制冷装置的第二使用状态示意图；

图 5 为本发明实施例 2 的一种电卡制冷装置的剖面结构示意图；

图 6 为本发明实施例 3 的一种电卡制冷装置的剖面结构示意图；

图 7 为本发明实施例 4 的一种电卡制冷装置的剖面结构示意图；

图 8 为本发明实施例 5 的一种电卡制冷装置的剖面结构示意图；

图 9 为本发明实施例 6 的一种电卡制冷装置的剖面结构示意图。

具体实施方式

为了使本发明的目的、技术方案及优点更加清楚明白，以下结合附图及实施例，以具有正电卡效应的电卡材料为例，对本发明进一步详细说明。应当理解，本发明的电卡材料也可以是具有负电卡效应的材料，此处所描述的具体实施例仅仅用以解释本发明，并不用于限定本发明。

实施例 1

参阅图 1 和图 2，本发明实施例的电卡制冷装置包括圆片形的电卡材料层 11、分别连接电卡材料层 11 上下表面的两个电极 12、设于电卡材料层 11 外围并相对于电卡材料层 11 转动的导热环 20，导热环 20 由导热部分 21 和绝热部分 22 在周向上首尾衔接而成，通过两个电极 12 可控制电卡材料层 11 周期性地通电和断电。电卡材料层 11 和电极下表面的两个电极 12 组成一个电卡单元 10，作为制冷对象的制冷空间具有至少一个制冷入口，在电卡材料层 11 通电过程中，至少一个绝热部分 22 阻挡制冷入口以隔绝热量，在电卡材料层 11 断电过程中，至少一个导热部分 21 阻挡制冷入口以传递热量。

导热部分 21 和绝热部分 22 均为弧块，最好是扇环形弧块。电卡材料层 11 与导热环 20 接触，至少与导热环 20 的导热部分 21 接触，以更好地传递热量。

在有的实施方式中，导热部分 21 和绝热部分 22 之间也可以设置有助于隔热的绝热材料，以防止热量从导热部分 21 传到绝热部分 22。

导热环 20 中，导热部分 21 和绝热部分 22 在环向上交替设置，导热环 20 与电卡材料层 11 同心设置，制冷入口设置为与导热环的至少一个部位连通。在导热环 20 相对于电卡材料层 11 转动的过程中，导热环 20 的导热部分 21 和绝热部分 22 交替地经过制冷入口，热量可以经过导热部分 21 散发至制冷入口，从而对制冷空间进行制冷，在电卡材料层 11 通电过程中，电卡材料层 11 温度升高，在电卡材料层 11 断电过程中，电卡材料层 11 温度降低。因此，当电卡材料层 11 通电过程中，绝热部分 22 阻挡制冷入口以隔绝热量，电卡材料层 11 的热量无法散发到制冷空间中，当电卡材料层 11 断电过程中，导热部分 21 转动至阻挡制冷入口以传递热量，电卡材料层 11 的热量可以散发到制冷空间中，实现制冷空间的持续降温。

导热环 20 中，导热部分 21 和绝热部分 22 的高度一致。绝热部分 22 的厚度等于电卡材料层 11 与两个电极 12 的厚度之和，初始状态下，每个制冷入口与一个导热部分 21 或绝热部分 22 正对。

为方便理解，本实施例的导热环 20 以四个部分为例进行说明，如图 3 和图 4 所示，导热环 20 由两个导热部分 21 和两个绝热部分 22 组成，导热部分 21 和绝热部分 22 首尾连接、交替地设置在导热环 20 的环向上，制冷空间具有两个制冷入口，与导热部分 21 的数量一致。

初始状态下,电卡材料层 11 的两个电极 12 并不通电,两个绝热部分 22 分别与两个制冷入口对应。当通过两个电极 12 对电卡材料层 11 通电的过程中,电卡材料的温度升高,但由于绝热部分 22 阻挡在制冷入口处,导热部分 21 与制冷入口错开而与外部环境正对,因此,电卡材料层 11 的热量无法通过制冷入口进入制冷空间,只能通过位于制冷入口外的导热部分 21 散发到外部环境中;导热环 20 相对于电卡材料层 11 转动,当绝热部分 22 转动至与制冷入口错开,而导热部分 21 转动至与制冷入口对应时,绝热部分 22 阻挡在外部环境处,电卡材料层 11 断电而温度降低,电卡材料层 11 的热量通过制冷入口进入制冷空间而使制冷空间温度降低……如此循环,当电卡材料层 11 通电而温度升高时热量被散发至环境空间中,当电卡材料层 11 断电而温度降低时热量始终被散发至制冷空间,制冷空间的温度始终只会降低而不会增高,因此,可以很好地保证制冷效率。

作为其中一种实施方式,导热部分 21 为导热性良好的材料,例如金、银、铜、铝、锌、钛、锡、铅、镍、钢、硅、铁、二氧化硅、SiC、GaAs、GaP、Kavor、石墨烯、BN、石墨、碳纤维和 C/C 复合材料、导热橡胶等中的至少一种。

绝热部分 22 为玻璃纤维、石棉、岩棉、矿渣棉、硅酸盐、硅藻土、膨胀蛭石、膨胀珍珠岩、发泡粘土、轻质混凝土、微孔硅酸钙、泡沫玻璃、陶瓷纤维、吸热玻璃、热反射玻璃、中空玻璃,气凝胶毡、真空板、泡沫塑料等中的至少一种,最好是泡沫塑料、玻璃纤维、石棉、岩棉、硅酸盐气凝胶毡、真空板等中的至少一种。

电卡材料层 11 为单晶、铁电陶瓷、铁电薄膜、铁电聚合物、铁电聚合物复合材料等中的至少一种。例如钛酸钡、钛铌酸钡、钛铬酸钡、钛酸锶钡、锆钛酸钡、锆钛酸铅、 $(\text{Pb},\text{La})(\text{Zr},\text{Sn},\text{Ti})\text{O}_3$ 、 $(\text{Pb},\text{La})(\text{Zr},\text{Ti})\text{O}_3$ 、 $x\text{PbMg}_{1/3}\text{Nb}_{2/3}\text{O}_3-(1-x)\text{PbTiO}_3$ 、 $\text{Pb}(\text{Zr},\text{Ti})\text{O}_3\text{-CoFe}_2\text{O}_4$ 、 $[(\text{K}_{0.5}\text{Na}_{0.5})\text{NbO}_3]_{(1-x)}\text{-}[\text{LiSbO}_3]_x$ 、 $(\text{Ba},\text{Ce})(\text{Ti},\text{Mn})\text{O}_3$ 、 $(\text{Ba},\text{Ca})(\text{Ti},\text{Zr})\text{O}_3$ 、 $[(\text{Na},\text{Bi})\text{TiO}_3]_{(1-x)}\text{-}[(\text{K},\text{Bi})\text{TiO}_3]_{(1-x)}$ 、 $\text{Pb}(\text{Zr},\text{Ti})\text{O}_3$ 、 $\text{Hf}_{0.5}\text{Zr}_{0.5}\text{O}_2$ 、 $(\text{Ba},\text{Ca})(\text{Te},\text{Ti})\text{O}_3$ 、 $\text{P}(\text{VDF-TrFE})$ 、 $\text{P}(\text{VDF-TrFE-CFE})$ 、钛酸钡/ $\text{P}(\text{VDF-TrFE})$ 、钛铌酸钡/ $\text{P}(\text{VDF-TrFE})$ 、钛铬酸钡/ $\text{P}(\text{VDF-TrFE})$ 、钛酸锶钡/ $\text{P}(\text{VDF-TrFE})$ 、锆钛酸钡/ $\text{P}(\text{VDF-TrFE})$ 、锆钛酸铅/ $\text{P}(\text{VDF-TrFE})$ 、 $(\text{Pb},\text{La})(\text{Zr},\text{Sn},\text{Ti})\text{O}_3/\text{P}(\text{VDF-TrFE})$ 、 $(\text{Pb},\text{La})(\text{Zr},\text{Ti})\text{O}_3/\text{P}(\text{VDF-TrFE})$ 、 $x\text{PbMg}_{1/3}\text{Nb}_{2/3}\text{O}_3-(1-x)\text{PbTiO}_3/\text{P}(\text{VDF-TrFE})$ 、 $\text{Pb}(\text{Zr},\text{Ti})\text{O}_3\text{-CoFe}_2\text{O}_4/\text{P}(\text{VDF-TrFE})$ 、 $(\text{Pb},\text{La})(\text{Zr},\text{Ti})\text{O}_3/\text{P}(\text{VDF-TrFE})$ 、 $[(\text{K}_{0.5}\text{Na}_{0.5})\text{NbO}_3]_{(1-x)}\text{-}[\text{LiSbO}_3]_x/\text{P}(\text{VDF-TrFE})$ 、 $(\text{Ba},\text{Ce})(\text{Ti},\text{Mn})\text{O}_3/\text{P}(\text{VDF-TrFE})$ 、

(Ba,Ca)(Ti,Zr)O₃/P(VDF-TrFE)、[(Na,Bi)TiO₃]_(1-x)-[(K,Bi)TiO₃]_(1-x)/P(VDF-TrFE)、Pb(Zr,Ti)O₃/P(VDF-TrFE)、Hf_{0.5}Zr_{0.5}O₂/P(VDF-TrFE)、(Ba,Ca)(Te,Ti)O₃/P(VDF-TrFE)、钛酸钡/P(VDF-TrFE-CFE)、钛铌酸钡/P(VDF-TrFE-CFE)、钛铬酸钡/P(VDF-TrFE-CFE)、钛酸锶钡/P(VDF-TrFE-CFE)、锆钛酸钡/P(VDF-TrFE-CFE)、锆钛酸铅/P(VDF-TrFE-CFE)、(Pb,La)(Zr,Sn,Ti)O₃/P(VDF-TrFE-CFE)、(Pb,La)(Zr,Ti)O₃/P(VDF-TrFE-CFE)、xPbMg_{1/3}Nb_{2/3}O₃-(1-x)PbTiO₃/P(VDF-TrFE-CFE)、Pb(Zr,Ti)O₃-CoFe₂O₄/P(VDF-TrFE-CFE)、(Pb,La)(Zr,Ti)O₃/P(VDF-TrFE-CFE)、[(K_{0.5}Na_{0.5})NbO₃]_(1-x)-[LiSbO₃]_x/P(VDF-TrFE-CFE)、(Ba,Ce)(Ti,Mn)O₃/P(VDF-TrFE-CFE)、(Ba,Ca)(Ti,Zr)O₃/P(VDF-TrFE-CFE)、[(Na,Bi)TiO₃]_(1-x)-[(K,Bi)TiO₃]_(1-x)/P(VDF-TrFE-CFE)、Pb(Zr,Ti)O₃/P(VDF-TrFE-CFE)、Hf_{0.5}Zr_{0.5}O₂、(Ba,Ca)(Te,Ti)O₃/P(VDF-TrFE-CFE)等。

电极 12 为金属合金电极、涂层电极、多孔气体扩散电极等中的至少一种。

进一步地，电卡材料层 11 的直径最好是 1 μm-1m，厚度为 1nm-1m。电极 12 的直径最好是 1 μm-1m，厚度为 1nm-10cm。导热部分 21、绝热部分 22 的直径最好是 1 μm-1m，厚度为 1nm-1m。电极 12 最好是金属合金电极、涂层电极、多孔气体扩散电极等中的至少一种。

需要说明的是，本实施例并不限定导热环 20 中导热部分 21 和绝热部分 22 的数量，导热部分 21 和绝热部分 22 的数量可以为一个，也可以更多。

相应地，采用上述的电卡制冷装置实现制冷的方法包括：

通过两个电极 12 对电卡材料层 11 周期性地施加电压和撤去电压，并控制导热环 20 相对于电卡材料层 11 转动；

在电卡材料层 11 通电过程中，至少一个绝热部分 22 阻挡制冷入口以隔绝热量；

在电卡材料层 11 断电过程中，至少一个导热部分 21 转动至阻挡制冷入口以传递热量。

由于电卡材料层 11 产生的高温始终被散发至环境空间中，电卡材料层 11 产生的低温始终被散发到制冷空间中，因此，在导热环 20 转动的过程中，制冷空间内可以很好地实现持续降温。

实施例 2

如图 5 所示, 本实施例的电卡制冷装置以实施例 1 中的电卡材料层 11 与导热环 20 为基础, 每个电卡材料层 11 与一个导热环 20 组成一个制冷单元, 电卡制冷装置包括复数层上下层叠设置的制冷单元, 各层制冷单元的导热环 20 层叠在一起, 二者之间无缝隙。

制冷入口的数量与导热部分 21 的数量、绝热部分 22 的数量均一致。至少一层制冷单元的导热部分 21 与相邻层的制冷单元的导热部分 21(在堆叠方向上, 如图 5 所示的纵向) 的正投影重合。即至少一层导热环 20 的导热部分 21、绝热部分 22 分别与下层的导热部分 21、绝热部分 22 正对, 两层导热部分 21 相互重叠。

当电卡制冷装置中具有纵向上重叠的导热部分 21 与导热部分 21、绝热部分 22 与绝热部分 22 时, 同时对所有的制冷单元的电卡材料层 11 有规律的通断电, 使得所有的制冷入口都同时降温, 同时, 控制导热环 20 的转速, 使得通过每一层的制冷入口都可以同时搜集热量, 导热部分 21、绝热部分 22 均正对的两层制冷单元的电卡材料层 11 的通断电状态、导热环 20 的转速均可以一致, 可以大幅提升制冷效率。另外, 上层的导热环 20 与下层的导热环 20 之间也可以夹设有用于防止热量在纵向上散发的绝热片。

实施例 3

如图 6 所示, 本实施例的电卡制冷装置也以实施例 1 中的电卡材料层 11 与导热环 20 为基础, 至少一层制冷单元的导热部分 21 与相邻层的制冷单元的绝热部分 22 的正投影重合, 即至少一层导热环 20 的导热部分 21、绝热部分 22 分别与下层的绝热部分 22、导热部分 21 正对, 二者的导热部分 21 呈错开状态。

在此基础上, 本实施例的电卡制冷装置还包括用于隔热的绝热片 30, 绝热部分 22 与相邻层的导热部分 21 正投影重合的两个导热环 20 之间夹设有一层绝热片 30, 可以防止纵向上相对的导热环 20 与绝热片 30 之间传递热量造成热损失。而其他层制冷装置的绝热部分 22、导热部分 21 可以互相保持重合。绝热片 30 至少完全覆盖导热环 20, 例如可以与导热部分 21 的形状和大小一致或比导热环 20 的面积大。

电卡制冷装置中, 导热部分 21 相互错开的两层制冷单元的电卡材料层 11 的通断电状态相反, 导热环 20 的转速一致, 使得这两层的升温/降温过程一致,

也可以起到提升制冷效率的作用。

实施例 4

如图 7 所示，与实施例 1 不同的是，本实施例的绝热部分 22 的厚度大于电卡材料层 11 与两个电极 12 的厚度之和，导热部分 21 的厚度不大于绝热部分 22，且大于或等于电卡材料层 11 与两个电极 12 的厚度之和。制冷入口的大小与绝热部分 22 的大小一致，当导热部分 21 转动至与制冷入口正对时，导热部分 21 无法完全遮挡制冷入口，热量除了可以从导热部分 21 传递至制冷入口外，还可以通过导热部分 21 与制冷入口之间的缝隙进入，导热部分 21 的一部分底面也可以作为散热面，增大了散热面积。

实施例 5

如图 8 所示，本实施例在实施例 4 的基础上，将实施例 4 中的每个电卡材料层 11 与一个导热环 20 视为一个制冷单元，电卡制冷装置包括复数层上下层叠设置的制冷单元，各层制冷单元的导热环 20 层叠在一起，各层制冷单元的电卡材料层 11 之间形成间隙。

制冷入口的数量与导热部分 21 的数量、绝热部分 22 的数量均一致。至少一层制冷单元的导热部分 21 与相邻层的制冷单元的导热部分 21（在堆叠方向上，如图 8 所示的纵向）的正投影重合。即至少一层导热环 20 的导热部分 21、绝热部分 22 分别与下层的导热部分 21、绝热部分 22 正对，两层导热部分 21 相互重叠。其中，导热部分 21 正投影重合的两层制冷单元的绝热部分 22 相互贴合，而导热部分 21 之间形成可供热量通过的缝隙。

当电卡制冷装置中具有纵向上重叠的导热部分 21 与导热部分 21、绝热部分 22 与绝热部分 22 时，同时对所有的制冷单元的电卡材料层 11 有规律的通断电，使得所有的制冷入口都同时降温，同时，控制导热环 20 的转速，使得通过每一层的制冷入口都可以同时搜集热量，导热部分 21、绝热部分 22 均正对的两层制冷单元的电卡材料层 11 的通断电状态、导热环 20 的转速均可以一致，可以大幅提升制冷效率。另外，上层的导热环 20 与下层的导热环 20 之间也可以夹设有用于防止热量在纵向上散发的绝热片。

由于本实施例的电卡制冷装置的每两层相邻的制冷单元的电卡材料层 11 之间、导热环 20 之间均形成有可供热量通过的缝隙，因此，进一步地在一定程度上提高了热量散发效率。

实施例 6

如图 9 所示，本实施例的电卡制冷装置也以实施例 4 中的电卡材料层 11 与导热环 20 为基础，至少一层制冷单元的导热部分 21 与相邻层的制冷单元的绝热部分 22 的正投影重合，即至少一层导热环 20 的导热部分 21、绝热部分 22 分别与下层的绝热部分 22、导热部分 21 正对，二者的导热部分 21 呈错开状态。

电卡制冷装置中，导热部分 21 相互错开的两层制冷单元的电卡材料层 11 的通断电状态相反，导热环 20 的转速一致，使得这两层的升温/降温过程一致，也可以起到提升制冷效率的作用。这两层制冷单元的导热环 20 之间形成可供热量通过的缝隙，且这两层制冷单元的两个导热环 20 之间夹设有一层绝热片 30，可以防止纵向上相对的导热环 20 与绝热片 30 之间传递热量造成热损失。而其他层制冷装置的绝热部分 22、导热部分 21 可以互相保持重合。

综上所述，本发明的电卡制冷装置结构简单、易于实现，通过控制导热环相对于内部的电卡材料层转动，并相应地周期性地改变电卡材料层的通、断电状态即可使得装置持续降温，使得装置能够最大限度、最大效率地提高制冷效果。

以上所述仅是本申请的具体实施方式，应当指出，对于本技术领域的普通技术人员来说，在不脱离本申请原理的前提下，还可以做出若干改进和润饰，这些改进和润饰也应视为本申请的保护范围。

权利要求书

1、一种电卡制冷装置，其中，包括圆片形的电卡材料层、分别连接所述电卡材料层上下表面的两个电极、设于所述电卡材料层外围并相对于所述电卡材料层转动的导热环，所述导热环由导热部分和绝热部分在周向上首尾衔接而成，所述导热部分和所述绝热部分之间设置有用以隔热的绝热材料，通过两个所述电极可控制所述电卡材料层周期性地通电和断电；在所述电卡材料层升温过程中，至少一个所述绝热部分阻挡制冷入口以隔绝热量，在所述电卡材料层降温过程中，至少一个所述导热部分阻挡制冷入口以传递热量。

2、根据权利要求1所述的电卡制冷装置，其中，所述导热环包括至少两个所述导热部分与至少两个所述绝热部分，所述制冷入口的数量与所述导热部分的数量、所述绝热部分的数量均一致。

3、根据权利要求2所述的电卡制冷装置，其中，每个所述电卡材料层与一个所述导热环组成一个制冷单元，电卡制冷装置包括复数层上下层叠设置的所述制冷单元。

4、根据权利要求3所述的电卡制冷装置，其中，至少一层制冷单元的所述导热部分与相邻层的制冷单元的所述导热部分的正投影重合。

5、根据权利要求3所述的电卡制冷装置，其中，至少一层制冷单元的所述导热部分与相邻层的制冷单元的所述绝热部分的正投影重合。

6、根据权利要求3所述的电卡制冷装置，其中，还包括用于隔热的绝热片，所述绝热部分与相邻层的导热部分正投影重合的两个导热环之间夹设有一层所述绝热片。

7、根据权利要求3所述的电卡制冷装置，其中，所述绝热部分的厚度大于所述电卡材料层与两个所述电极的厚度之和，所述导热部分的厚度不大于所述绝热部分，且不小于所述电卡材料层与两个所述电极的厚度之和。

8、根据权利要求2所述的电卡制冷装置，其中，所述导热环与所述电卡材料层接触设置，所述导热部分为铜、铝、石墨烯、BN、石墨、碳纤维和C/C复合材料中的至少一种。

9、一种电卡制冷装置，其中，包括圆片形的电卡材料层、分别连接所述电卡材料层上下表面的两个电极、设于所述电卡材料层外围并相对于所述电卡材

料层转动的导热环，所述导热环由导热部分和绝热部分在周向上首尾衔接而成，通过两个所述电极可控制所述电卡材料层周期性地通电和断电；在所述电卡材料层升温过程中，至少一个所述绝热部分阻挡制冷入口以隔绝热量，在所述电卡材料层降温过程中，至少一个所述导热部分阻挡制冷入口以传递热量。

10、根据权利要求 9 所述的电卡制冷装置，其中，所述导热环与所述电卡材料层接触设置。

11、根据权利要求 9 所述的电卡制冷装置，其中，所述导热环包括至少两个所述导热部分与至少两个所述绝热部分，所述制冷入口的数量与所述导热部分的数量、所述绝热部分的数量均一致。

12、根据权利要求 11 所述的电卡制冷装置，其中，每个所述电卡材料层与一个所述导热环组成一个制冷单元，电卡制冷装置包括复数层上下层叠设置的所述制冷单元。

13、根据权利要求 12 所述的电卡制冷装置，其中，至少一层制冷单元的所述导热部分与相邻层的制冷单元的所述导热部分的正投影重合。

14、根据权利要求 12 所述的电卡制冷装置，其中，还包括用于隔热的绝热片，至少一层制冷单元的所述导热部分与相邻层的制冷单元的所述绝热部分的正投影重合；所述绝热部分与相邻层的导热部分正投影重合的两个导热环之间夹设有一层所述绝热片。

15、根据权利要求 12 所述的电卡制冷装置，其中，所述绝热部分的厚度大于所述电卡材料层与两个所述电极的厚度之和，所述导热部分的厚度不大于所述绝热部分，且不小于所述电卡材料层与两个所述电极的厚度之和。

16、一种采用电卡制冷装置的制冷方法，其中，电卡制冷装置包括圆片形的电卡材料层、分别连接所述电卡材料层上下表面的两个电极、设于所述电卡材料层外围并相对于所述电卡材料层转动的导热环，所述导热环由导热部分和绝热部分在周向上首尾衔接而成，通过两个所述电极可控制所述电卡材料层周期性地通电和断电；在所述电卡材料层升温过程中，至少一个所述绝热部分阻挡制冷入口以隔绝热量，在所述电卡材料层降温过程中，至少一个所述导热部分阻挡制冷入口以传递热量；

所述制冷方法包括：

通过两个电极对电卡材料层周期性地施加电压和撤去电压，并控制所述导

热环相对于所述电卡材料层转动；

在电卡材料层升温过程中，至少一个绝热部分阻挡制冷入口以隔绝热量；

在电卡材料层降温过程中，至少一个导热部分转动至阻挡制冷入口以传递热量。

17、根据权利要求 16 所述的制冷方法，其中，所述导热环与所述电卡材料层接触设置；所述导热环包括至少两个所述导热部分与至少两个所述绝热部分，所述制冷入口的数量与所述导热部分的数量、所述绝热部分的数量均一致。

18、根据权利要求 17 所述的制冷方法，其中，每个所述电卡材料层与一个所述导热环组成一个制冷单元，电卡制冷装置包括复数层上下层叠设置的所述制冷单元；至少一层制冷单元的所述导热部分与相邻层的制冷单元的所述导热部分的正投影重合。

19、根据权利要求 18 所述的制冷方法，其中，所述电卡制冷装置还包括用于隔热的绝热片，至少一层制冷单元的所述导热部分与相邻层的制冷单元的所述绝热部分的正投影重合；所述绝热部分与相邻层的导热部分正投影重合的两个导热环之间夹设有一层所述绝热片。

20、根据权利要求 18 所述的制冷方法，其中，所述绝热部分的厚度大于所述电卡材料层与两个所述电极的厚度之和，所述导热部分的厚度不大于所述绝热部分，且不小于所述电卡材料层与两个所述电极的厚度之和。

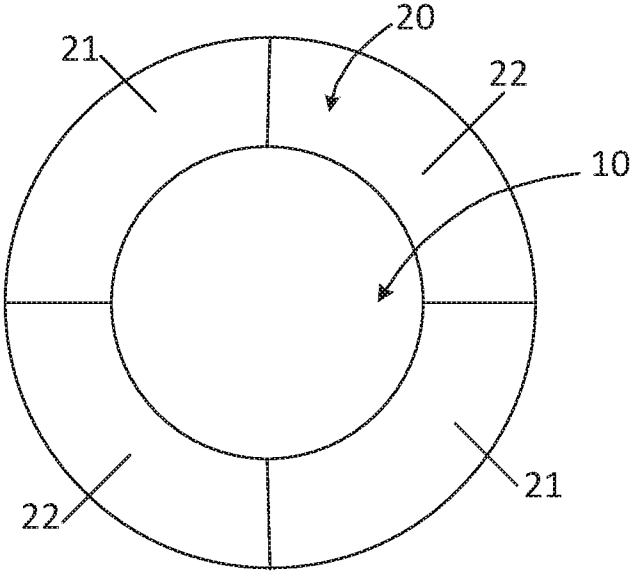


图 1

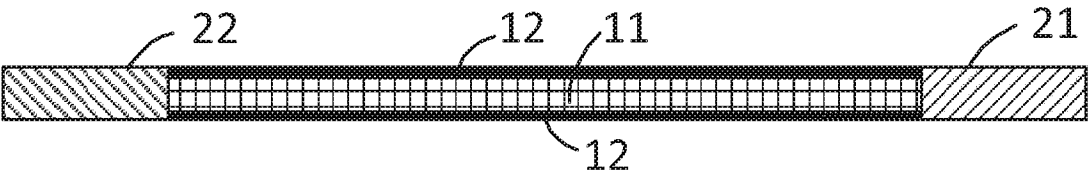


图 2

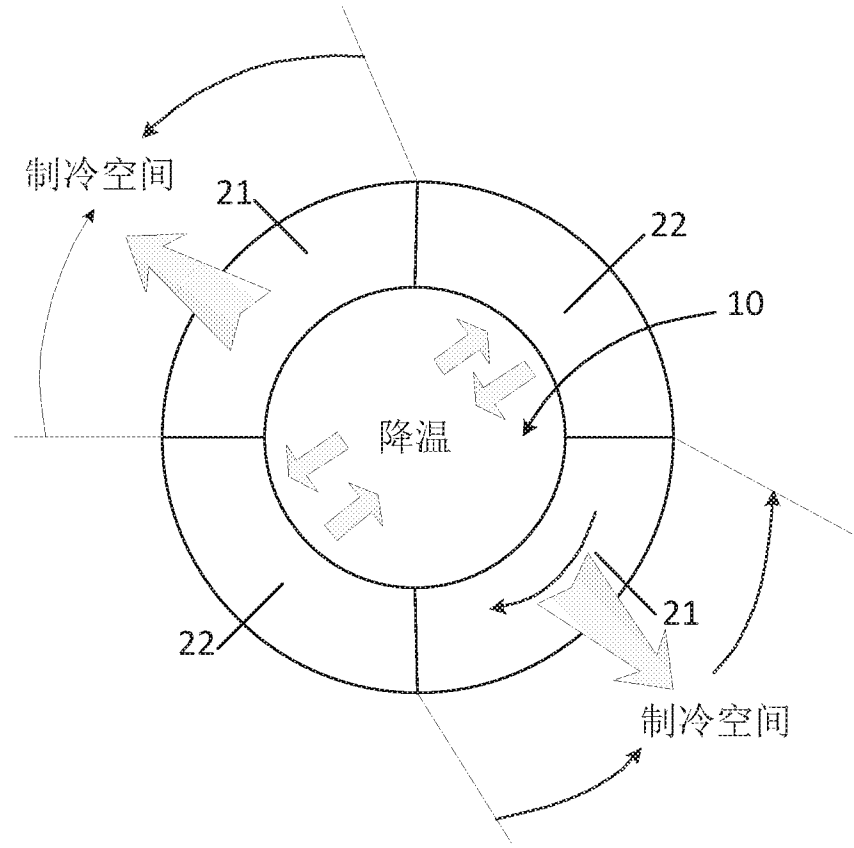


图 3

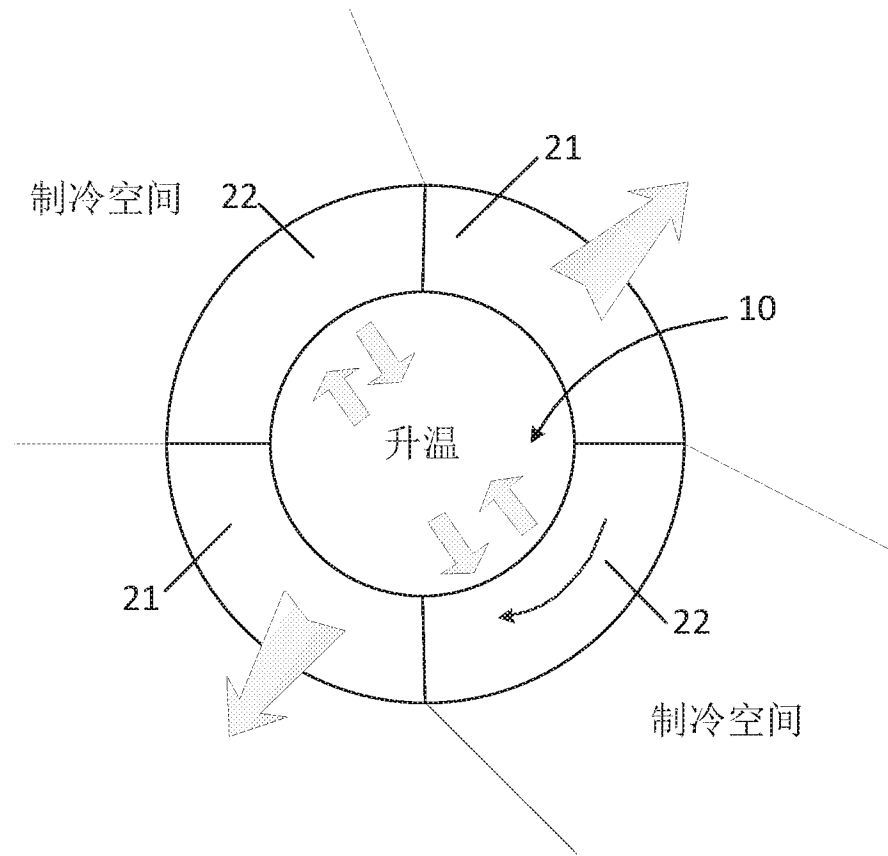


图 4

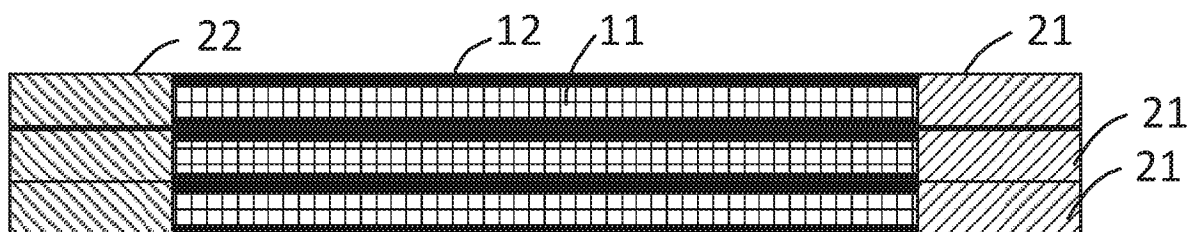


图 5

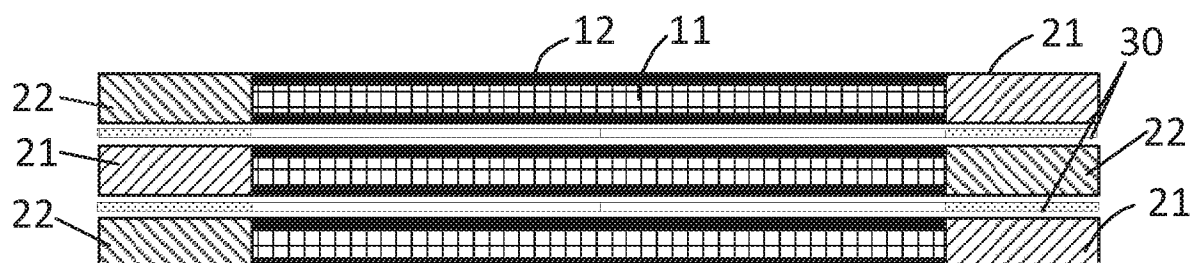


图 6

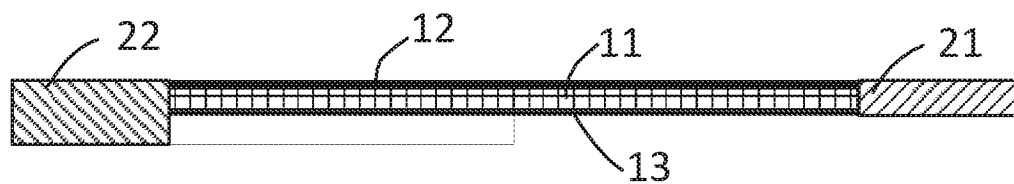


图 7

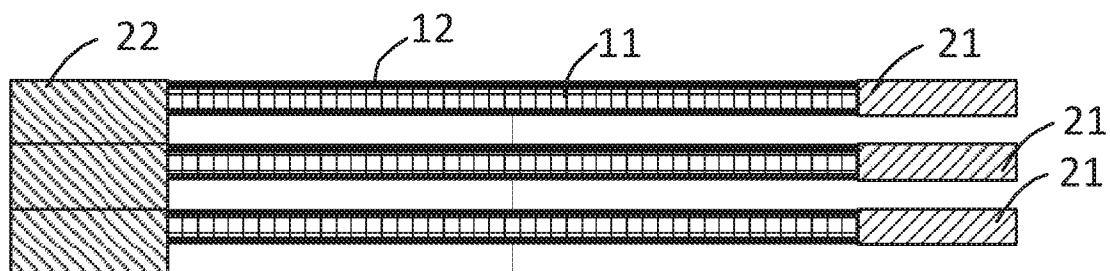


图 8

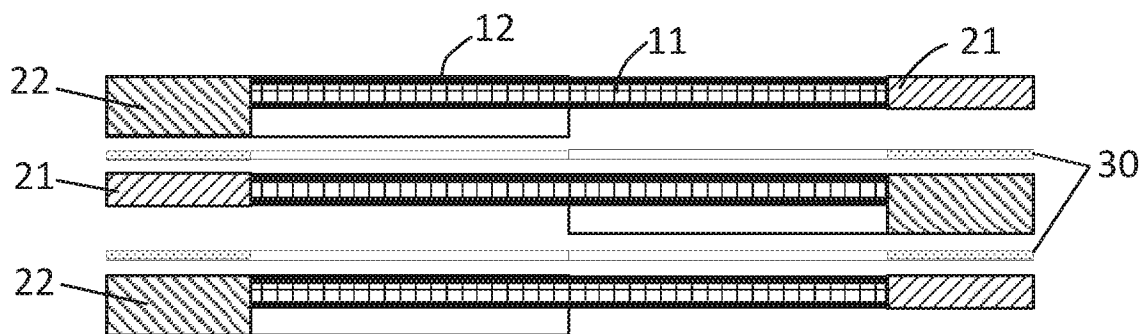


图 9

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/CN2018/123209

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

F25B 21/00(2006.01)i

According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC

B. FIELDS SEARCHED

Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)

F25B

Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched

Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practicable, search terms used)

CNABS, DWPI, SIPOABS, CNTXT, 中国期刊网全文数据库, CHINA JOURNAL FULL-TEXT DATABASE, Patents: 中国科学院深圳先进技术研究院, 于淑会, 阮盼盼, 于均益, 孙蓉, 电卡, 制冷, 绝热, 隔热, 导热, 导热环, 电极, 周期, 通电, 断电, electric card, Heat insulat+, refrigerat+, cold, thermal switch

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
A	CN 106123392 A (SHANGHAI UNIVERSITY OF ENGINEERING SCIENCE) 16 November 2016 (2016-11-16) description, paragraphs [0018]-[0022]	1-20
A	CN 106091470 A (SHANGHAI UNIVERSITY OF ENGINEERING SCIENCE) 09 November 2016 (2016-11-09) entire document	1-20
A	CN 106679228 A (SOUTH UNIVERSITY OF SCIENCE AND TECHNOLOGY OF CHINA) 17 May 2017 (2017-05-17) entire document	1-20
A	CN 108413645 A (ZHEJIANG UNIVERSITY) 17 August 2018 (2018-08-17) entire document	1-20
A	CN 106440483 A (NASCEN (SHANGHAI) SMART TECHNOLOGY CO., LTD.) 22 February 2017 (2017-02-22) entire document	1-20
A	WO 2015159059 A2 (STELIX LTD. et al.) 22 October 2015 (2015-10-22) entire document	1-20



Further documents are listed in the continuation of Box C.



See patent family annex.

* Special categories of cited documents:

“A” document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance

“E” earlier application or patent but published on or after the international filing date

“L” document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified)

“O” document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means

“P” document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed

“T” later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention

“X” document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone

“Y” document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art

“&” document member of the same patent family

Date of the actual completion of the international search

09 August 2019

Date of mailing of the international search report

30 August 2019

Name and mailing address of the ISA/CN

State Intellectual Property Office of the P. R. China
No. 6, Xitucheng Road, Jimenqiao Haidian District, Beijing
100088
China

Facsimile No. (86-10)62019451

Authorized officer

Telephone No.

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/CN2018/123209

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
A	US 2015033762 A1 (NASCENT DEVICES LLC. et al.) 05 February 2015 (2015-02-05) entire document	1-20

INTERNATIONAL SEARCH REPORT
Information on patent family members

International application No.

PCT/CN2018/123209

Patent document cited in search report			Publication date (day/month/year)	Patent family member(s)			Publication date (day/month/year)
CN	106123392	A	16 November 2016	None			
CN	106091470	A	09 November 2016	None			
CN	106679228	A	17 May 2017	None			
CN	108413645	A	17 August 2018	CN	108413645	B	16 July 2019
CN	106440483	A	22 February 2017	None			
WO	2015159059	A2	22 October 2015	CN	106461291	A	22 February 2017
				GB	201406620	D0	28 May 2014
				US	9696065	B2	04 July 2017
				GB	2527025	B	31 May 2017
				GB	2527025	A	16 December 2015
				EP	3132210	A2	22 February 2017
				US	2015292782	A1	15 October 2015
				WO	2015159059	A3	17 December 2015
US	2015033762	A1	05 February 2015	CN	104296416	A	21 January 2015
				CN	104296416	B	27 July 2016

国际检索报告

国际申请号

PCT/CN2018/123209

A. 主题的分类 F25B 21/00 (2006.01) i 按照国际专利分类 (IPC) 或者同时按照国家分类和 IPC 两种分类																										
B. 检索领域 检索的最低限度文献 (标明分类系统和分类号) F25B 包含在检索领域中的除最低限度文献以外的检索文献 在国际检索时查阅的电子数据库 (数据库的名称, 和使用的检索词 (如使用)) CNABS, DWPI, SIPOABS, CNTXT, 中国期刊网全文数据库, Patentics: 中国科学院深圳先进技术研究院, 于淑会, 阮盼盼, 于均益, 孙蓉, 电卡, 制冷, 绝热, 隔热, 导热, 导热环, 电极, 周期, 通电, 断电, electric card, Heat insulat+, refrigerat+, cold, thermal switch																										
C. 相关文件 <table border="1"> <thead> <tr> <th>类 型*</th> <th>引用文件, 必要时, 指明相关段落</th> <th>相关的权利要求</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>A</td> <td>CN 106123392 A (上海工程技术大学) 2016年 11月 16日 (2016 - 11 - 16) 说明书第[0018]-[0022]段</td> <td>1-20</td> </tr> <tr> <td>A</td> <td>CN 106091470 A (上海工程技术大学) 2016年 11月 9日 (2016 - 11 - 09) 全文</td> <td>1-20</td> </tr> <tr> <td>A</td> <td>CN 106679228 A (南方科技大学) 2017年 5月 17日 (2017 - 05 - 17) 全文</td> <td>1-20</td> </tr> <tr> <td>A</td> <td>CN 108413645 A (浙江大学) 2018年 8月 17日 (2018 - 08 - 17) 全文</td> <td>1-20</td> </tr> <tr> <td>A</td> <td>CN 106440483 A (奈申上海智能科技有限公司) 2017年 2月 22日 (2017 - 02 - 22) 全文</td> <td>1-20</td> </tr> <tr> <td>A</td> <td>WO 2015159059 A2 (STELIX LTD. ET AL.) 2015年 10月 22日 (2015 - 10 - 22) 全文</td> <td>1-20</td> </tr> <tr> <td>A</td> <td>US 2015033762 A1 (NASCENT DEVICES LLC. ET AL.) 2015年 2月 5日 (2015 - 02 - 05) 全文</td> <td>1-20</td> </tr> </tbody> </table>			类 型*	引用文件, 必要时, 指明相关段落	相关的权利要求	A	CN 106123392 A (上海工程技术大学) 2016年 11月 16日 (2016 - 11 - 16) 说明书第[0018]-[0022]段	1-20	A	CN 106091470 A (上海工程技术大学) 2016年 11月 9日 (2016 - 11 - 09) 全文	1-20	A	CN 106679228 A (南方科技大学) 2017年 5月 17日 (2017 - 05 - 17) 全文	1-20	A	CN 108413645 A (浙江大学) 2018年 8月 17日 (2018 - 08 - 17) 全文	1-20	A	CN 106440483 A (奈申上海智能科技有限公司) 2017年 2月 22日 (2017 - 02 - 22) 全文	1-20	A	WO 2015159059 A2 (STELIX LTD. ET AL.) 2015年 10月 22日 (2015 - 10 - 22) 全文	1-20	A	US 2015033762 A1 (NASCENT DEVICES LLC. ET AL.) 2015年 2月 5日 (2015 - 02 - 05) 全文	1-20
类 型*	引用文件, 必要时, 指明相关段落	相关的权利要求																								
A	CN 106123392 A (上海工程技术大学) 2016年 11月 16日 (2016 - 11 - 16) 说明书第[0018]-[0022]段	1-20																								
A	CN 106091470 A (上海工程技术大学) 2016年 11月 9日 (2016 - 11 - 09) 全文	1-20																								
A	CN 106679228 A (南方科技大学) 2017年 5月 17日 (2017 - 05 - 17) 全文	1-20																								
A	CN 108413645 A (浙江大学) 2018年 8月 17日 (2018 - 08 - 17) 全文	1-20																								
A	CN 106440483 A (奈申上海智能科技有限公司) 2017年 2月 22日 (2017 - 02 - 22) 全文	1-20																								
A	WO 2015159059 A2 (STELIX LTD. ET AL.) 2015年 10月 22日 (2015 - 10 - 22) 全文	1-20																								
A	US 2015033762 A1 (NASCENT DEVICES LLC. ET AL.) 2015年 2月 5日 (2015 - 02 - 05) 全文	1-20																								
☐ 其余文件在C栏的续页中列出。 ☒ 见同族专利附件。																										
* 引用文件的具体类型: “A” 认为不特别相关的表示了现有技术一般状态的文件 “E” 在国际申请日的当天或之后公布的在先申请或专利 “L” 可能对优先权要求构成怀疑的文件, 或为确定另一篇引用文件的公布日而引用的或者因其他特殊理由而引用的文件 (如具体说明的) “O” 涉及口头公开、使用、展览或其他方式公开的文件 “P” 公布日先于国际申请日但迟于所要求的优先权日的文件 “T” 在申请日或优先权日之后公布, 与申请不相抵触, 但为了理解发明之理论或原理的在后文件 “X” 特别相关的文件, 单独考虑该文件, 认定要求保护的发明不是新颖的或不具有创造性 “Y” 特别相关的文件, 当该文件与另一篇或者多篇该类文件结合并且这种结合对于本领域技术人员为显而易见时, 要求保护的发明不具有创造性 “&” 同族专利的文件																										
国际检索实际完成的日期 2019年 8月 9日		国际检索报告邮寄日期 2019年 8月 30日																								
ISA/CN的名称和邮寄地址 中国国家知识产权局 (ISA/CN) 中国北京市海淀区蓟门桥西土城路6号 100088 传真号 (86-10)62019451		授权官员 李素燕 电话号码 86-(010)-53962742																								

国际检索报告
关于同族专利的信息

国际申请号

PCT/CN2018/123209

检索报告引用的专利文件			公布日 (年/月/日)	同族专利			公布日 (年/月/日)
CN	106123392	A	2016年 11月 16日	无			
CN	106091470	A	2016年 11月 9日	无			
CN	106679228	A	2017年 5月 17日	无			
CN	108413645	A	2018年 8月 17日	CN	108413645	B	2019年 7月 16日
CN	106440483	A	2017年 2月 22日	无			
WO	2015159059	A2	2015年 10月 22日	CN	106461291	A	2017年 2月 22日
				GB	201406620	D0	2014年 5月 28日
				US	9696065	B2	2017年 7月 4日
				GB	2527025	B	2017年 5月 31日
				GB	2527025	A	2015年 12月 16日
				EP	3132210	A2	2017年 2月 22日
				US	2015292782	A1	2015年 10月 15日
				WO	2015159059	A3	2015年 12月 17日
US	2015033762	A1	2015年 2月 5日	CN	104296416	A	2015年 1月 21日
				CN	104296416	B	2016年 7月 27日

表 PCT/ISA/210 (同族专利附件) (2015年1月)