



(12) 发明专利

(10) 授权公告号 CN 103687446 B

(45) 授权公告日 2016. 02. 03

(21) 申请号 201310651716. 3

(22) 申请日 2013. 12. 05

(73) 专利权人 浙江大学

地址 310027 浙江省杭州市西湖区浙大路  
38 号

(72) 发明人 韩晓红 任彬 王学会 马仁飞  
杨璋璋 乔晓刚 陈光明

(74) 专利代理机构 杭州天勤知识产权代理有限  
公司 33224

代理人 胡红娟

(51) Int. Cl.

H05K 7/20(2006. 01)

(56) 对比文件

CN 2893501 Y, 2007. 04. 25,

CN 101640992 A, 2010. 02. 03,

CN 201854536 U, 2011. 06. 01,

CN 103153027 A, 2013. 06. 12,

CN 102478927 A, 2012. 05. 30,

DE 19510001 A1, 1996. 09. 26,

CN 102566711 A, 2012. 07. 11,

JP 特开平 9298379 A, 1997. 11. 18,

CN 202799422 U, 2013. 03. 13,

审查员 侯仁俊

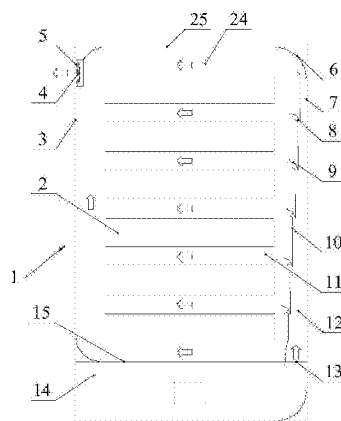
权利要求书1页 说明书6页 附图2页

(54) 发明名称

机架式服务器机柜的高效散热空调系统

(57) 摘要

本发明公开一种机架式服务器机柜的高效散热空调系统,包括制冷模块、带有进气口的柜体,制冷模块通过进气口向柜体输送冷空气,柜体内设有隔板,该隔板的一侧为风道,另一侧为用于放置服务器的容纳空间,风道的横截面沿空气流向梯度减小,在隔板上沿空气流向排布有若干进风口,各进风口处均设有弧形导流板。通过隔板来实现风道的横截面沿空气流向梯度减小,使得进入各过风间隙的冷空气的速度相等、风量相等,实现均匀散热;通过在壳体上设置隔音材料层、在柜体拐角处设置弧形过渡板以及在进风口处设置弧形导流板来降低噪音,使得系统工作时噪音较小。



1. 一种机架式服务器机柜的高效散热空调系统,包括制冷模块和带有进气口的柜体,所述制冷模块通过进气口向柜体输送冷空气,其特征在于,所述柜体内设有隔板,该隔板的一侧为风道,另一侧为用于放置服务器的容纳空间,风道的横截面沿空气流向梯度减小,在所述隔板上沿空气流向排布有若干进风口,各进风口处均设有弧形导流板;

所述制冷模块中的蒸发器、压缩机和冷凝器安装在同一壳体内,该壳体的内壁设有隔音材料层;

所述柜体内壁的内拐角处设有弧形过渡板。

2. 根据权利要求 1 所述的机架式服务器机柜的高效散热空调系统,其特征在于,所述容纳空间内排布有多台服务器,相邻两台服务器之间为过风间隙,每个进风口朝向对应的一个过风间隙。

3. 根据权利要求 2 所述的机架式服务器机柜的高效散热空调系统,其特征在于,所述弧形导流板的一端与隔板相切固定,另一端伸向对应的过风间隙。

4. 根据权利要求 3 所述的机架式服务器机柜的高效散热空调系统,其特征在于,还包括由所述弧形导流板和柜体内壁构成的出风段,出风段的入口面向风道内的空气流向,出风段的出口朝向对应的过风间隙。

5. 根据权利要求 1 所述的机架式服务器机柜的高效散热空调系统,其特征在于,所述柜体包括相互平行的顶板和底板以及与顶板和底板相连接的前、后、左、右侧板,所述隔板临近前侧板,所述风道位于前侧板与隔板之间。

6. 根据权利要求 5 所述的机架式服务器机柜的高效散热空调系统,其特征在于,所述进气口设在底板或顶板上,所述后侧板远离进气口的一端设有排气口。

7. 根据权利要求 6 所述的机架式服务器机柜的高效散热空调系统,其特征在于,所述排气口上设有排风扇。

## 机架式服务器机柜的高效散热空调系统

### 技术领域

[0001] 本发明涉及一种空调系统领域,特别涉及一种机架式服务器机柜的高效散热空调系统。

### 背景技术

[0002] 随着半导体芯片技术的高速发展,电脑处理器芯片的运算速度成倍地增长而体积却大幅缩小,但随之而来的是服务器高发热量的散热问题。信息化的时代,知识信息以爆炸式的增长速度进入到社会的各个行业。越来越多的办公、学习、公共场合已离不开信息的处理。能将多个服务器组装在一个机柜里的机架式服务器,方便使用,因而被大量有信息处理需要但非大规模集中信息处理的场合广泛使用。如在很多企业、学校图书馆都配备有服务器机柜。虽然很多刀片服务器在设计中采用了低功耗的处理器,但热密度依然很高。这使得 4kW,6kW,8kW,10kW,甚至是 12kW 机柜相继出现。这些高密度服务器机柜面临的散热问题,严重制约了服务器机柜的发展。如何提高机柜的散热能力?

[0003] 对于大型数据机房、服务器主机等大规模数据中心,采用水冷散热能有效提高机柜散热量。IBM 公司在大型主机上采用了水冷技术,通过测试表明水冷机柜使机柜内服务器散热减少一半,水冷可省下 10%-30% 的电力消耗,并且冷却效果比目前传统冷却方法好。但水冷方式需要附带相应的冷水换热盘管、冷水机组,规模比较庞大,不适合小型化。所以在小型标准服务器机柜里很少用到水冷式散热。

[0004] 现有的独立标准机柜大部分采用空气冷却散热。标准机架式服务器机柜自带制冷系统来冷却服务器,通过机柜内气流的循环将机器散热带走。机柜设有进气口、出风口,机柜内的气体通过出风口进入到制冷循环进行降温,降温后的冷空气通过进气口送到机柜内部。如此循环实现机柜热量向外部的传递。

[0005] 但是机柜空调提供的制冷量受空间、噪音等的限制。机柜本身体积较小,为空调所提供的空间有限。要在这有限的空间里尽量合理的布置大规格的空调部件,就会导致一系列问题。压缩机处于狭小的空间,其热量无法及时散到外界,压缩机温度会偏高。增大冷凝器、蒸发器换热量,以及能从机柜内部带走更多的热量,需增大风机的风量,而大风量风机噪音势必会很大。风量大,导致风道中空气的流速加大,噪音加大,严重影响服务器机柜的使用,这就对空调系统的设计提出了很大的挑战。

[0006] 现有的关于优化机柜内部散热方面的专利大部分采用优化机柜内部气流组织,以有限的制冷量,来实现最好的散热效果,使得冷空气在机柜内均匀分布,而不至于出现局部温度过高的现象。申请公布号为 CN102566711A 的专利文献公开了一种服务器机柜,该专利的前、后侧板与服务器的前、后两侧之间分别形成一进气通道及一排气通道,进气通道及排气通道分别与进气口及排气口相连通,该服务器机柜的进气口及排气口用于与一空调装置的出风口及入风口分别相连通,使由空调装置吹出的冷气流从该进气口进入进气通道并经由所述通风孔流经各服务器后由排气通道及排气口流至该空调装置内以形成气流循环。但是一般的服务器机柜都比较高,其冷却气流的流向是下送上出或上进下出,而由于服务器

机柜的前侧板上的散热孔大小相同,这就会造成设于靠近空调装置的服务器机柜上部或下部的服务器处的冷却气流过剩,而对设于远离空调装置的服务器机柜下部或上部的服务器处的冷却气流则不足,不利于冷却气流的合理分配及热量的有效散发。

[0007] 申请公布号为 CN102478926A 的专利文献公开了一种服务器机柜,该专利对孔板上的孔的直径进行了设计,靠近空调风口部分的孔小,远离空调风口的孔直径逐步增大,以实现进入机柜各个部位的空气的量更加均匀。申请公布号为 CN102480897A 的专利文献公开了一种服务器机柜,它在机柜的前侧设置一包括转轴及卷于转轴上的拉帘,拉帘上设有若干通孔,通过该拉帘向底部展开的距离来调节进入机柜的风量,避免靠近空调风口部分的风量过大。申请公布号为 CN102478927A 的专利文献公开了一种服务器机柜,它将孔板设置成可绕中间轴旋转,孔板与机柜壁面所组成的风道截面就可以由近到远逐步变大,同样实现气流的均匀分布。以上三个专利文献是在申请公布号为 CN102566711A 的专利文献的基础上,从更详细的角度来优化服务器内部的气流分布,对机柜送风的孔板上孔的直径、板的角度、进行设置,使得送到机柜各层的冷空气的量相等。但是他们没有相应的消音措施,服务器机柜噪音较大,且为了使得进入机柜各层的冷空气的量相等,散热更均匀,还有进一步的改进空间。

## 发明内容

[0008] 针对上述问题,本发明提供了一种机架式服务器机柜的高效散热空调系统。该系统能够使柜式服务器的噪音更小,能够使得进入机柜各层的冷空气的风量相等、风速相等,且冷空气有较大的风速,散热效果好。

[0009] 本发明采取的技术方案如下:

[0010] 一种机架式服务器机柜的高效散热空调系统,包括制冷模块、带有进气口的柜体,所述制冷模块通过进气口向柜体输送冷空气,所述柜体内设有隔板,该隔板的一侧为风道,另一侧为用于放置服务器的容纳空间,风道的横截面沿空气流向梯度减小,在所述隔板上沿空气流向排布有若干进风口,各进风口处均设有弧形导流板。

[0011] 通过弧形导流板,能使得气流更平稳,空气流动阻力更小。

[0012] 作为优选,所述制冷模块中的蒸发器、压缩机、冷凝器安装在同一壳体内,该壳体的内壁设有隔音材料层。制冷模块包括蒸发器、压缩机、冷凝器以及节流阀,他们均安装在壳体内,通过在壳体内设置隔音材料层,能够有效减少噪音。

[0013] 作为优选,所述蒸发器包括导管,所述导管弧形过渡连接至进气口。

[0014] 作为优选,所述隔音材料层的表面具有锥形凸起。这能获得更好的隔音效果。

[0015] 作为优选,所述隔音材料层为隔音毡或纤维板。

[0016] 所述容纳空间内排布有多台服务器,相邻两台服务器之间为过风间隙,每个进风口朝向对应的一个过风间隙。

[0017] 作为优选,所述弧形导流板的一端与隔板相切固定,另一端伸向对应的过风间隙。

[0018] 作为优选,还包括由所述弧形导流板和柜体内壁构成的出风段,出风段的入口面向风道内的空气流向,出风段的出口朝向对应的过风间隙。通过进风口上设有的出风段将冷空气传送至各服务器上,实现冷空气的分流。

[0019] 作为优选,所述柜体包括相互平行的顶板和底板、与顶板和底板相连接的前、后、

左、右侧板,所述隔板临近前侧板,所述风道位于前侧板与隔板之间。

[0020] 作为优选,所述进气口设在底板或顶板上,所述后侧板远离进气口的一端设有排气口。

[0021] 更为优选,所述进气口开设在底板上,位于前侧板和与隔板之间。

[0022] 作为优选,所述排气口上设有排风扇。通过排风扇能快速的将空气排出至柜体外侧。

[0023] 作为优选,所述柜体内壁的拐角处设有弧形过渡板。弧形过渡板能使空气流通更加顺畅,且能减小噪音。作为优选,所述制冷模块中的蒸发器、压缩机、冷凝器安装在同一壳体内,该壳体的内部设有隔音材料层。通过隔音材料层能够减少噪音。

[0024] 本发明的有益效果是:

[0025] 1. 机柜送风口为狭长型风口,并设置弧形导流板以减小空气流动阻力,风口特殊设计,能保持冷空气以较大的风速平稳进入到机柜。

[0026] 2. 风口的导流设计使得冷空气通过服务器时的速度较大,冷空气能被送到离风口更远的地方,散热效果更好。

[0027] 3. 通过隔板与机柜壁面的距离调节来实现风道的横截面沿空气流向梯度减小,保证了风道里风速稳定,使得进入各层过风间隙的冷空气的速度、风量相等,实现整个机柜的均匀散热。

[0028] 4. 通过在壳体上设置隔音材料层、在机柜拐角处设置弧形导流过渡、以及在风口的特殊设计,降低了空气流动产生的噪音,改善了机柜内的气流组织。

## 附图说明

[0029] 图 1 是本发明机架式服务器机柜的高效散热空调系统的截面示意图;

[0030] 图 2 是进气通道中空气流动示意图;

[0031] 图 3 是制冷模块俯视图;

[0032] 图 4 是制冷系统内消音材料设置俯视图;

[0033] 图 5 是空气处理过程图。

[0034] 图中各附图标记为:

[0035] 1. 柜体,2. 服务器,3. 后侧板,4. 排风扇,5. 排气口,6. 弧形过渡板,7. 前侧板,8. 进风口,9. 弧形导流板,10. 隔板,11. 过风间隙,12. 风道,13. 进气口,14. 制冷模块,15. 底板,16. 冷凝器出风口,17. 冷凝器,18. 冷凝器进风口,19. 蒸发器出风口,20. 蒸发器,21. 蒸发器进风口,22. 压缩机,23. 隔音材料层,24. 容纳空间,25. 顶板。

## 具体实施方式

[0036] 如图 1 所示,一种机架式服务器机柜的高效散热空调系统,包括柜体 1 以及向柜体 1 输送冷空气的制冷模块 14,柜体 1 包括相互平行的顶板 25 和底板 15、与顶板和底板相连接的前侧板 7、后侧板 3、左侧板、右侧板,柜体内设有隔板 10,隔板 10 由多块分段板构成,各分段板临近并与前侧板 7 平行,且各分段板与前侧板 7 的距离由下至上依次减小。底板 15 上设有与制冷模块 14 相连通的进气口 13,进气口 13 开设在底板上,位于前侧板 7 和与隔板 10 之间。隔板的一侧为风道 12,另一侧为用于放置服务器的容纳空间 24,风道 12 位

于前侧板与隔板之间,风道的横截面沿空气流向呈梯度减小,空气流向是指空气从进气口进来后在风道内的流向,本实施例中空气流向即是沿前侧板由下至上的方向。

[0037] 容纳空间 24 内排布有多台服务器 2,相邻两台服务器之间为过风间隙 11,隔板上沿空气流向排布有若干进风口 8,每个进风口处设有两块弧形导流板 9,弧形导流板的一端与隔板相切固定,另一端伸向对应的过风间隙,弧形导流板能使得气流更平稳,空气流动阻力更小。两块弧形导流板 9 和柜体内壁构成了出风段,出风段的入口面向风道内的空气流向,出风段的出口朝向对应的过风间隙。通过进风口上设有的出风段将冷空气传送至各服务器上,实现气流的分流,且弧形导流板能够使冷空气平缓的分流至过风间隙中,且能够减少噪音。

[0038] 顶板与前、后侧板交界处,底板与前、后侧板交界处均设有弧形板弧形过渡板 6。弧形过渡板能使空气流通更加顺畅,且能减小噪音。后侧板远离进气口的一端设有排气口 5,该排气口上设有排风扇 4,通过排风扇能快速的将气流排出至柜体外侧。

[0039] 如图 3 所示,制冷模块 14 包括一个壳体,壳体内设有蒸发器 20、压缩机 22、冷凝器 17、节流模块(图中未画出),壳体内还开设有冷凝器出风口 16、冷凝器进风口 18、蒸发器出风口 19、蒸发器进风口 21,蒸发器包括导管,导管为弧形,将蒸发器出风口与进气口相接通。壳体的内壁六个面都贴有隔音材料层 23,见图 4,隔音材料层 23 为隔音毡或纤维板,且表面具有锥形凸起。

[0040] 系统的噪音主要有两个来源,一个是制冷模块的噪音,另一个是风道中空气流动的噪声,特别是在各转角、进风口处噪声较大。对于空气流动产生的噪音,本发明通过由弧形导流板 9 围成的出风段、柜体内壁拐角处设有的弧形过渡板、截面积逐渐减小的风道的设计,避免了风道内风量变化所带来的风速变化,从噪声源头上减小了噪声;对于制冷模块的噪音,通过隔音材料有效减小了噪音。

[0041] 实际工作时,通过制冷模块来提供冷空气。制冷模块选用 R134a 作为制冷剂,制冷剂在压缩机中被压缩,高温高压的制冷剂在冷凝器中冷凝降温成为低温高压的制冷剂。制冷剂经节流模块节流,温度降到所设计的制冷温度后,进入到蒸发器中蒸发吸热,冷却进入蒸发器的空气,最后进入压缩机,完成整个循环过程。

[0042] 从蒸发器出来的冷空气通过进气口进入风道中,因为风道的横截面沿空气流向均匀减小,截面减小部分的空气通过出风段进入过风间隙,因为横截面梯度减小,能够实现个过风间隙中的空气流量以及速度均相等,实现冷空气在柜体内的均匀分布,见图 2,冷空气进入过风间隙后对服务器进行冷却,最后流入排气口,通过排风扇直接排到机柜外部。

[0043] 下面通过实施例和对比例的比较来进一步说明本发明的效果。在保证单位时间经过各过风间隙的风量一致的情况下,对比实施例和对比例在各进风口处的风速。

[0044] 考虑到结露会对服务器造成较大的影响,将蒸发器中的制冷剂设计蒸发温度  $3^{\circ}\text{C}$ ,设计换热温差为  $8^{\circ}\text{C}$ ,蒸发器出风口温度为  $11^{\circ}\text{C}$ ,这能保证冷空气送到服务器机柜内不结露。

[0045] 制冷模块能为机柜内部提供的制冷量为  $3.5\text{Kw}$ 。

[0046] 柜体内部空气循环处理过程可以看成将柜体内的空气从 N 状态点处理成 O 状态点,其中, N 为柜体内出气口处的空气状态, O 为进气口处的空气状态,见图 5。各状态点的参数如表 1 所示。

[0047] 表 1

[0048]

状态点	温度℃	相对湿度%	焓值 KJ/Kg
N	38	20	59.59
O	11	100	31.9

[0049] 单位质量空气所需的制冷量为：

[0050]  $qqH_N - H_0 = 27.69 \text{ KJ/Kg}$

[0051] 其中, q 表示为单位质量空气所需的制冷量,  $H_N$  为 N 状态点的焓值,  $H_0$  为 O 状态点的焓值。

[0052] 达到 3.5Kw 的制冷量所需的总风量为：

$$[0053] \quad m = \frac{Q}{q} = \frac{Q}{H_N - H_0} = \frac{3.5}{27.69} = 0.1264 \text{ Kg/s} = 0.103 \text{ m}^3/\text{s}$$

[0054] 其中 Q 为制冷模块能为机柜内部提供的制冷量, m 为达到 3.5Kw 制冷量所需的总风量。

[0055] 风道的横截面为矩形, 靠近进气口的那端的宽度为 500mm, 厚度为 50mm, 其中风道的厚度为分段板至外侧板的距离, 且风道厚度由下到上呈梯度减小。风道的初始风速  $v_0$  为：

$$[0056] \quad v_0 = \frac{m}{0.5 \times 0.05} = 4.12 \text{ m/s}$$

[0057] 因为风道的厚度沿梯度减小, 从而导致部分流动的空气不能进入风道的后续部分, 而是通过由弧形导流板 9 和柜体内壁构成的出风段进入过风间隙, 为服务器进行冷却降温。过风间隙个数为 6, 为保证空气流入每个过风间隙的风量一致(总风量 m 的 1/6, 即  $0.0172 \text{ m}^3/\text{s}$ ), 从下往上在进风口处, 风道横截面厚度依次为 50mm, 41.7mm, 33.4mm, 25.1mm, 16.8mm, 8.5mm。

[0058] 如表 2 所示, 在初始风速、各过风间隙风量一致的情况下, 实施例与对比例的各参数对比。

[0059] 表 2

[0060]

参数	第 1 进风口	第 2 进风口	第 3 进风口	第 4 进风口	第 5 进风口	第 6 进风口
实施例进风口处风道横截面的厚度 (mm)	50	41.7	33.4	25.1	16.8	8.5
实施例进风口横截面尺寸 (mm <sup>2</sup> )	8.3×500	8.3×500	8.3×500	8.3×500	8.3×500	8.3×500
实施例进风口处的风速 (m/s)	4.12	4.12	4.12	4.12	4.12	4.12
对比例进风口处风道横截面的宽度 (mm)	50	50	50	50	50	50
对比例进风口横截面尺寸 (mm <sup>2</sup> )	8.3×500	10×500	12.4×500	16.6×500	25×500	49.6×500
对比例进风口处的风速(m/s)	4.12	3.43	2.75	2.06	1.37	0.69

[0061] 通过表 2 可以发现,在初始速度和各过风间隙流量一致的情况下,对比例各进风口处的风速会逐步减小。而本发明中,进风口处的风速能一直保持最初的速度,而且进入到过风间隙的风速也能保持各层相同,气流速度越大,进到服务器间隙内能送到更远的地方,气流更均匀,而且能更好的带走服务器的散热。



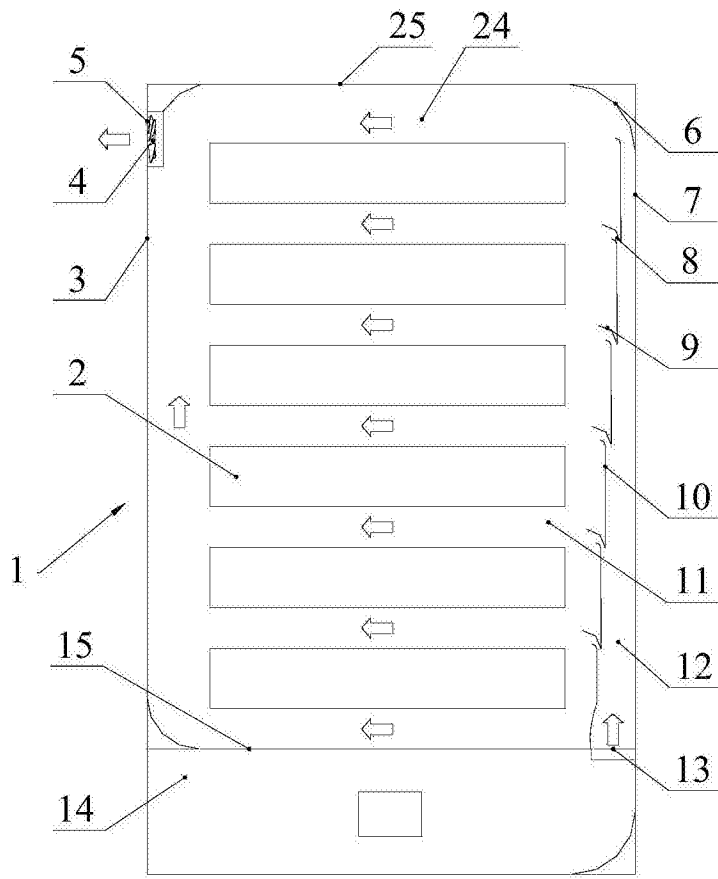


图 1

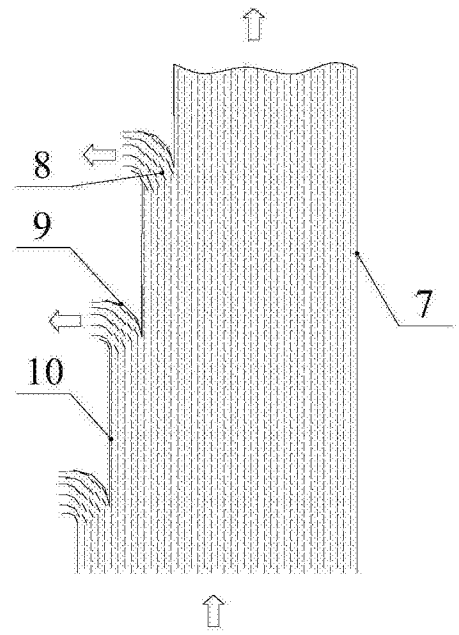


图 2

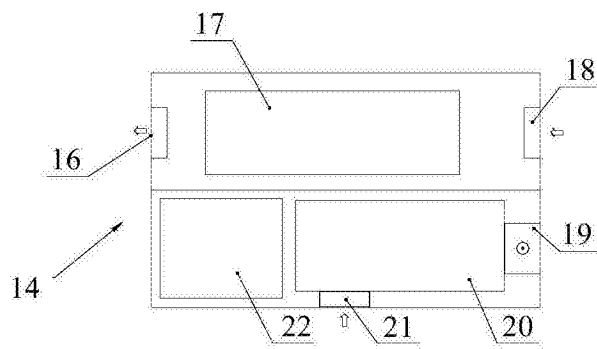


图 3

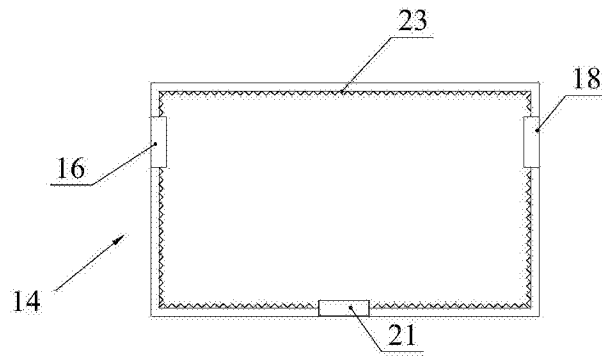


图 4

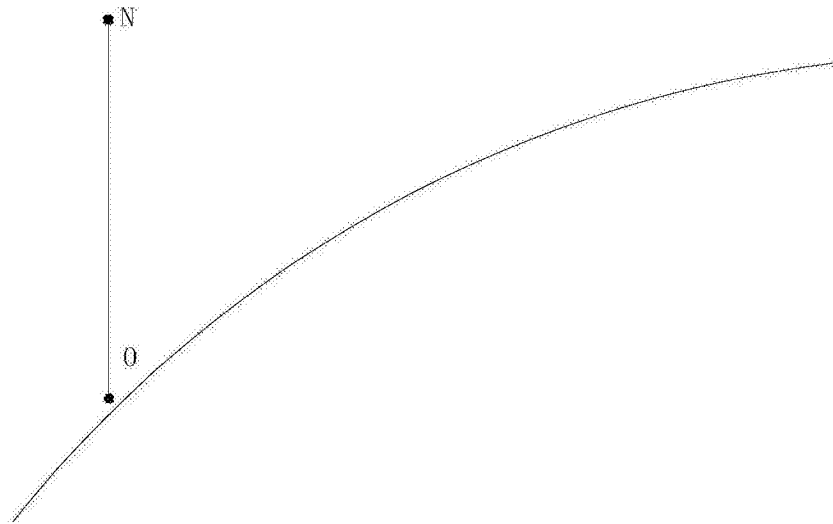


图 5