



# (12)发明专利申请

(10)申请公布号 CN 108291782 A

(43)申请公布日 2018.07.17

(21)申请号 201780003949.9

(74)专利代理机构 中科专利商标代理有限责任公司 11021

(22)申请日 2017.08.29

代理人 李国华

(30)优先权数据

2016-167445 2016.08.30 JP

2016-252209 2016.12.27 JP

(51)Int.Cl.

F28D 15/02(2006.01)

H01L 23/473(2006.01)

H05K 7/20(2006.01)

(85)PCT国际申请进入国家阶段日

2018.05.10

(86)PCT国际申请的申请数据

PCT/JP2017/030826 2017.08.29

(87)PCT国际申请的公布数据

W02018/043442 JA 2018.03.08

(71)申请人 松下知识产权经营株式会社

地址 日本国大阪府

(72)发明人 佐藤郁 铃木彩加

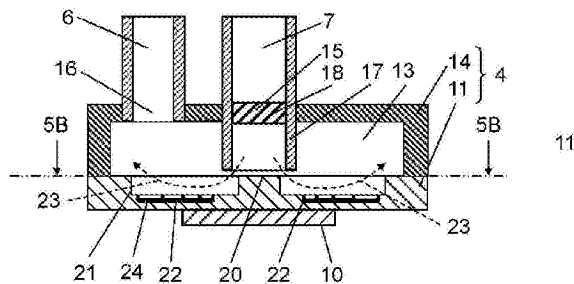
权利要求书1页 说明书9页 附图8页

(54)发明名称

冷却装置以及使用了该冷却装置的电子设备

(57)摘要

一种冷却装置,具备:受热部(4),将来自发热体的热传递到冷媒;散热部,经由散热路径(6)与受热部(4)连接;以及返回路径(7),连接散热部和受热部(4),按受热部(4)、散热路径(6)、散热部、返回路径(7)的顺序,冷媒伴随着气液二相变化进行循环,进行发热体的冷却,受热部(4)具备:受热板(11),与发热体接触而吸收热;以及受热罩(14),覆盖受热板(11)的表面并形成受热空间(13)。而且,在返回路径(7)与受热部(4)之间设置有在返回路径(7)的压力大于受热空间(13)内的压力的情况下进行开启动作的止回阀(18),在设置于受热板(11)的表面的凹部(24)形成了亲水性的表面处理膜(22)。



1. 一种冷却装置,具备:
  - 受热部,其将来自发热体的热传递到冷媒;
  - 散热部,其经由散热路径与所述受热部连接;以及
  - 返回路径,其连接所述散热部和所述受热部,按所述受热部、所述散热路径、所述散热部、所述返回路径的顺序,冷媒伴随着气液二相变化进行循环,进行所述发热体的冷却,
  - 所述受热部具备:
    - 受热板,其与发热体接触而吸收热;以及
    - 受热罩,其覆盖所述受热板的表面并形成受热空间,在所述返回路径与所述受热部之间设置有止回阀,所述止回阀在所述返回路径的压力大于所述受热空间内的压力的情况下进行开启动作,
  - 在设置于所述受热板的表面的凹部形成了亲水性的表面处理膜。
2. 根据权利要求1所述的冷却装置,其中,
  - 所述受热板在所述受热空间中在所述受热板的中央附近具备冷媒流入部,并且具备以所述冷媒流入部为中心呈放射状设置的放射状槽,
  - 所述凹部设置在所述放射状槽的底面。
3. 根据权利要求1所述的冷却装置,其中,
  - 所述凹部的形状为圆形或多边形。
4. 根据权利要求1所述的冷却装置,其中,
  - 所述凹部构成以给定的间隔配置为一列的凹部列,所述凹部列并列地配置有多个。
5. 根据权利要求1所述的冷却装置,其中,
  - 所述凹部的内壁面为圆锥形或炮弹形。
6. 一种电子设备,其具备权利要求1所述的冷却装置。

## 冷却装置以及使用了该冷却装置的电子设备

### 技术领域

[0001] 本发明涉及冷却装置以及使用了该冷却装置的电子设备。

### 背景技术

[0002] 例如,在服务器中,随着其处理能力的提高(高速处理化),CPU等电子元件将伴随着极大的发热。因此,为了确保系统整体的动作稳定性,用于对该电子元件进行冷却的冷却装置是必不可少的。

[0003] 例如,用于对服务器等电子设备进行冷却的冷却装置至今为止为如下的结构。

[0004] 即,具备:受热部;经由散热路径与该受热部的排出口连接的散热部;以及连接该散热部和受热部的流入口的返回路径。而且,受热部具备:与发热体接触而吸收热的受热板;以及覆盖该受热板的表面并且形成使流入到表面的冷媒蒸发的受热空间的受热罩。此外,在受热空间中,受热板在中央附近具备冷媒流入部,并具备朝向该冷媒流入部的外周设置了放射状的槽部的汽化部,导入管成为在相对于受热板大致垂直的方向上配置的结构(例如,参照专利文献1)。

[0005] 在先技术文献

[0006] 专利文献

[0007] 专利文献1:日本特开2009-88127号公报

[0008] 非专利文献

[0009] 非专利文献1:梅本翔平他著「超親水沸騰面上冷媒を用いる自然循環式相変化型電子機器冷却」、第53回伝熱シンポジウム講演論文集(2016-5)、C134(梅本翔平等著“使用超亲水沸腾面和冷媒的自然循环式相变化型电子设备冷却”,第53届传热研讨会讲座论文集(2016-5)、C134)

### 发明内容

[0010] 在上述专利文献1中的冷却装置中,在与受热部接触并发热的电子元件的发热量小的情况下,存在冷却性能降低的情况。

[0011] 即,在上述现有例的冷却装置中,从导入管流入到冷媒流入部的冷媒的一部分通过受热板受热而进行沸腾汽化。此时,沸腾汽化的冷媒由于急剧的体积膨胀而与未沸腾的液相的冷媒一起在受热板上作为高速的混相流(气相和液相)而进行扩散。此时,未沸腾的液相的冷媒也以薄的膜状在受热板整体的表面扩展。而且,通过来自发热体的持续的加热,未沸腾的液相的冷媒一瞬间被加热而汽化,由此,成为从受热板整体高效地夺取汽化热而进行冷却的结构。

[0012] 但是,以往的冷却装置虽然在受热部从电子元件受到的热量大的情况下示出非常良好的性能,但是在热量小的情况下,如上所述,在受热部内的导入管前端附近的受热板上产生的冷媒的初期沸腾的蒸发量也变少,冷却性能降低。其起因在于,因为冷媒的蒸发量变少,所以冷媒得不到充分的体积膨胀的速度。换言之,因为冷媒的体积膨胀的速度慢,所以

形成在受热板上的液相的冷媒的膜厚也不能变薄,其结果是,导致冷却性能的降低。该冷媒的蒸发量的降低的原因在于,由于电子元件的低发热量,来自冷媒的气泡的产生量显著地降低。因此,虽然在电子元件的发热量大的情况下相对于其它方式(空冷、水冷等)的冷却装置的优势大,但是在电子元件的发热量小的情况下,受热部的温度上升相对地变低,相对于其它方式的冷却方法的优势大幅减弱。

[0013] 因此,作为即使在电子元件的发热量小的情况下也能够从冷媒产生大量的气泡的一个方法,提出了通过非专利文献1记载的激光加工法对受热板表面形成亲水性的表面处理膜。有如下报告,即,通过在受热板表面形成亲水性的表面处理膜,从而即使在电子元件的发热量小的情况下,也可促进来自冷媒的气泡产生,其结果是,冷媒的蒸发量增加,因此能够进行高效的冷却。

[0014] 但是,形成在该受热板表面的亲水性的表面处理膜是非常薄的膜。除此以外,存在在冷媒、装置内混入微小的异物的情况。因此,表面处理膜由于与在冷媒的沸腾时在膜表面产生的高速的冷媒流一起流动的微小的异物而受到物理损伤的可能性高。因而,为了兼顾冷却装置的冷却性能的提高和长期动作稳定性,确保膜的长期耐久性成为课题。

[0015] 因此,本发明的目的在于,防止受热板的表面处理膜的损伤,提高冷却装置的冷却性能,确保动作稳定性。

[0016] 而且,为了达成该目的,本发明的冷却装置具备:受热部,其将来自发热体的热传递到冷媒;散热部,其经由散热路径与受热部连接;以及返回路径,其连接散热部和受热部,按受热部、散热路径、散热部、返回路径的顺序,冷媒伴随着气液二相变化进行循环,进行发热体的冷却,受热部具备:受热板,其与发热体接触而吸收热;以及受热罩,其覆盖受热板的表面,形成受热空间。而且,在返回路径与受热部之间设置止回阀,止回阀在返回路径的压力大于受热空间内的压力的情况下进行开启动作,在设置于受热板的表面的凹部形成亲水性的表面处理膜,由此,达成所期望的目的。

[0017] 根据本发明,能够防止受热板的表面处理膜的损伤,能够提高低发热量时的冷却装置的冷却性能,能够确保动作稳定性。

[0018] 即,在本发明中,通过在设置于受热板的表面的凹部形成亲水性的表面处理膜,从而可促进来自滴下到受热板上的工作流体中的气泡产生,其结果是,工作流体的蒸发量增加。因此,本发明涉及的冷却装置即使在低发热量时也可高效地进行工作流体的沸腾,因此可得到高的冷却效果。此外,以高速流动的作为工作流体的混相流难以直接碰到凹部内的表面处理膜,能够防止受到由混入到工作流体的异物的碰撞造成的损伤。其结果是,能够提高低发热量时的冷却性能,能够确保动作稳定性。

## 附图说明

[0019] 图1是具备了本发明的实施方式1的冷却装置的电子设备的立体图。

[0020] 图2是同一冷却装置的整体结构图。

[0021] 图3是同一冷却装置的散热部的立体图。

[0022] 图4是同一冷却装置的受热部的立体图。

[0023] 图5A是同一冷却装置的受热部的垂直剖视图。

[0024] 图5B是图5A的5B-5B线剖视图。

- [0025] 图5C是图5B的5C-5C线剖视图。
- [0026] 图6A是同一冷却装置的放射状槽的底部的俯视图。
- [0027] 图6B是图6A的6B-6B线剖视图。
- [0028] 图6C是形成在同一冷却装置的放射状槽的底部的表面处理膜的损伤发展了的情况下的俯视图。
- [0029] 图6D是图6C的6D-6D线剖视图。
- [0030] 图7A示出同一冷却装置的放射状槽的底部的其它凹部的形状,是示出两个圆形列的凹部的形状的图。
- [0031] 图7B是示出微小圆的凹部的形状的图。
- [0032] 图7C是示出微小三角的凹部的形状的图。
- [0033] 图7D是示出微小方形的凹部的形状的图。
- [0034] 图8A是本发明的实施方式2涉及的冷却装置的受热部的垂直剖视图。
- [0035] 图8B是图8A的8B-8B剖视图。
- [0036] 图9A是同一冷却装置的放射状槽的底面的部分放大图。
- [0037] 图9B是图9A的9B-9B线剖视图。
- [0038] 图9C是用于说明同一冷却装置的凹部的变形例的图。

### 具体实施方式

[0039] 以下,参照附图对本发明的实施方式进行说明。但是,以下所示的实施方式是为了将本发明的技术思想具体化而例示的,并不将本发明确定为以下的实施方式。此外,绝非将权利要求书所示的构件确定为实施方式的构件。特别是,关于在实施方式记载的构成构件的尺寸、材质、形状、其相对的配置等,只要没有特别特定的记载,其主旨就不是将本发明的范围仅限于该尺寸、材质、形状、其相对的配置等,只不过是单纯的说明例。另外,关于各附图所示的构件的大小、位置关系等,存在为了使说明清楚而进行了夸张的情况。进而,在以下的说明中,同一名称、符号表示相同或等同的构件,适当地省略详细说明。进而,关于构成本发明的各要素,可以采用由同一构件构成多个要素从而用一个构件兼作多个要素的方式,相反,也能够由多个构件来分担实现一个构件的功能。此外,在一部分的实施方式中说明的内容,也有能够利用于其它实施方式等的內容。

[0040] (实施方式1)

[0041] 图1是具备本发明的实施方式1涉及的冷却装置的电子设备的立体图。在图1中,示出了将冷却装置3配置在PC1(Personal Computer,个人计算机)等电子设备的壳体内的情况下的实施例。如图1所示,PC1具备电源单元30、主板31等PC部件,并且具备本发明的冷却装置3。

[0042] 使用图1,再稍微详细地对本发明的冷却装置3的动作进行说明。在配置在PC1的设备内的电路板2,搭载有作为发热体的电子元件10。此外,在PC1内为了对动作时的电子元件10进行冷却而设置有冷却装置3。冷却装置3具备:将来自发热体的热传递到冷媒的受热部4;经由散热路径6与受热部4连接的散热部5;以及连接受热部4和散热部5的返回路径7。如图1所示,受热部4为箱型,与搭载在CPU基板等电路板2的电子元件10接触。此外,散热部5成为被风扇8冷却的结构。而且,按受热部4、散热路径6、散热部5、返回路径7、受热部4的

顺序构成作为冷媒的工作流体12(例如,水)伴随着气液二相变化而循环的循环路径。

[0043] 即,在该循环路径中,工作流体12以气体(蒸气)、液体的状态沿一个方向在受热部4、散热路径6、散热部5、返回路径7、受热部4循环。

[0044] 接着,对冷却装置3的结构进行说明。

[0045] 图2是实施方式1涉及的冷却装置的整体结构图。冷却装置3具备受热部4、散热部5、散热路径6、以及返回路径7。

[0046] 受热部4将作为发热体的电子元件10的热传递到作为冷媒的工作流体12。如图2所示,受热部4具备受热板11和受热板罩14。受热板11与电子元件10接触而吸收热。受热板罩14覆盖该受热板11的表面,并形成使流入的工作流体12蒸发的受热空间13。进而,在受热板罩14设置有:使液化的工作流体12流入到受热空间13的流入口15;以及将工作流体12从受热空间13以气体排出的排出口16。在本实施方式中,通过使受热板11为导热率高的铜制的受热板11,从而实现了冷却性能的提高,但是也可以使用铜以外的导热率高的材质。

[0047] 散热部5通过从风扇8向散热部5的表面吹送外部气体从而使从受热部4排出的工作流体12的热散热。图3是实施方式1涉及的冷却装置的散热部的立体图。如图3所示,散热部5通过隔开给定的间隔层叠将铝薄薄地形成成为条状的散热片而构成。此外,在散热部5连接有散热路径6和返回路径7。而且,通过从风扇8向该散热部5的表面吹送外部气体,从而使在散热部5内流动的工作流体12散热。

[0048] 散热路径6与受热部4和散热部5连接。在受热部4吸收了电子元件10的热的工作流体12经由散热路径6流到散热部5。

[0049] 返回路径7与受热部4和散热部5连接。在散热部5进行了散热的工作流体12经由返回路径7流到受热部4。

[0050] 接着,对受热部4进行详细说明。在图2中,示意性地示出了受热部4,具体地,成为如图4、图5A、图5B以及图5C所示的构造。图4是实施方式1涉及的冷却装置的受热部的立体图。图5A是实施方式1涉及的冷却装置的受热部的垂直剖视图。图5B是图5A的5B-5B线剖视图。图5C是图5B的5C-5C线剖视图。即,如图4所示,在受热板罩14的上表面设置有流入口15和排出口16。在流入口15连接有返回路径7,此外,在排出口16连接有散热路径6。

[0051] 进而,如图5A所示,在返回路径7的受热部4侧设置有向受热部4内供给工作流体12的导入管17。导入管17以向受热部4的受热空间13内突出的状态与返回路径7的受热部4侧连接。此外,止回阀18设置在受热部4的流入口15与导入管17的连接部。止回阀18在返回路径7的压力大于受热空间13的压力的情况下进行开启动作。在本实施方式中,通过冷凝并滞留在止回阀18的上部的工作流体12的水头压力与受热空间13内的压力平衡而进行开启动作。

[0052] 此外,如图5A、图5B以及图5C所示,在受热空间13中,在受热板11的表面的中央附近设置有冷媒流入部20。此外,以冷媒流入部20为中心呈放射状设置有放射状槽21。而且,例如通过激光加工在受热板11的表面,即,放射状槽21的底面形成有凹部24。在本实施方式中,凹部24为圆形。圆形的凹部24的直径随着接近受热板11的外缘而变大。此外,在放射状槽21内相邻的凹部24彼此不连通。而且,在受热板11形成有亲水性的表面处理膜22,细节将后述。

[0053] 接着,对基于这样的结构的冷却装置3的作用进行说明。

[0054] 在上述结构中,若电子元件10开始动作,则PC1开始启动。此时,由于在电子元件10流过太电流,从而大部分电力成为热损耗,电子元件10大量发热。

[0055] 另一方面,从电子元件10向受热板11传递的热对供给到受热空间13的受热板11上的液相的工作流体12进行加热。被加热的工作流体12产生气泡并瞬间汽化。工作流体12在汽化时从受热板11夺取汽化潜热,由此对受热板11即电子元件10进行冷却。从受热板11夺取汽化潜热而成为气相的工作流体12从排出口16流向散热路径6,并在散热部5中冷凝,由此将热释放到外部气体。在此,如果来自工作流体12的气泡产生量充分,则可以说工作流体12能够充分夺取受热板11的热作为汽化潜热,即,能够适当地对电子元件10进行冷却。

[0056] 通过散热部5的作用释放了热的工作流体12通过冷凝而液化并流向返回路径7,并滞留在流入口15的止回阀18上。液化的工作流体12在返回路径7内渐渐地增加,若通过由其水头造成的压力按下止回阀18,则会从导入管17再次供给到受热空间13内的受热板11上。

[0057] 这样,通过工作流体12伴随着气液二相变化而在冷却装置3内进行循环,从而进行电子元件10的冷却。

[0058] 在此,使用图5A、图5B以及图5C对受热空间13内的冷却机制进行进一步说明。

[0059] 如图5A所示,在受热空间13内,来自返回路径7的工作流体12成为液滴而经由导入管17滴下到受热板11上。滴下的工作流体12的一部分汽化而体积膨胀,由此从导入管17的端部开口(导入管17的前端部分)与受热板11的间隙向受热板11的外周部高速扩散。此时,工作流体12成为包括气相和液相的混相流23。此外,未汽化的工作流体12滴下到设置于受热板11的中央附近的冷媒流入部20,然后受到汽化的工作流体12的体积膨胀的影响而在朝向冷媒流入部20的外周形成为放射状的放射状槽21的内壁面扩展为薄的膜。扩展为薄的膜的工作流体12受到高热的受热板11的热而在一瞬间汽化,并从受热板11夺取热而对电子元件10进行冷却。通过上述机制,冷却装置3发挥高的除热性能。

[0060] 另外,为了使滴下的工作流体12容易沿着放射状槽21扩散,冷媒流入部20优选设置在受热板11的中央附近,但是只要是受热板11的内侧,即使不准确地在中央,只要是中央附近,作用效果就没有变化。

[0061] 只不过,在这样的冷却装置中也存在不合适的动作区域。其是来自电子元件10的发热量低的情况。在此,所谓发热量低的情况,例如是电子元件10的发热量为 $10\text{W}/\text{CM}^2$ 以下的情况。在电子元件10的发热量特别低的情况下,来自工作流体12的气泡产生量会极端地降低,因此混相流23成为相对低速,热传递系数的大幅的降低不可避免。即,在电子元件10的发热量低的情况下,滴下到受热空间13的工作流体12的初期的蒸发量变少,因此气相的工作流体12的体积膨胀速度变慢。另外,在此,所谓的初期的蒸发量,是指液相的工作流体12滴下到受热空间13时蒸发的量。工作流体12在受热空间13内成为气相和液相的混相流23,液相的工作流体12伴随着气相的工作流体12的体积膨胀而在放射状槽21的内壁面扩展。如果电子元件10的发热量充分,则气相的工作流体12的体积膨胀速度快,液相的工作流体12在放射状槽21的内壁面迅速地扩展而变薄。因此,从液相的工作流体12产生充分的气泡,液相的工作流体12迅速汽化。然而,在电子元件10的发热量低的情况下,气相的工作流体12的体积膨胀速度变慢,因此液相的工作流体12不会扩展而变薄。其结果是,不从液相的工作流体12产生充分的气泡,汽化的速度也变慢。液相的工作流体12的汽化的速度变慢意味着,电子元件10与受热板11间的热传递系数的降低。因此,在本实施方式中,通过前述的

激光加工,在受热板11形成有亲水性的表面处理膜22。具体地,如图5A、图5B以及图5C所示,表面处理膜22形成在设置于呈放射状配置的放射状槽21的底面的凹部24。换言之,表面处理膜22形成在设置于受热板11的表面的凹部24。

[0062] 通过在设置于作为工作流体12的沸腾面的放射状槽21的底面的凹部24形成该表面处理膜22,从而即使在低发热量时,液相的工作流体12也能够放射状槽21上扩展而变薄,可促进气泡产生,从而即使在低发热量时也能够确保大量的气泡产生量。由此,即使在电子元件10的发热量低的情况下,也能够得到充分的气相的工作流体12。因此,冷却装置3能够产生高速的混相流23,能够维持高的冷却性能。此外,在本实施方式中,不是将表面处理膜22形成在作为平面的受热板11的底面,而是形成在设置于受热板11的底面的凹部24。由此,能够在构造上防止由于某种物理上的接触而使形成在凹部24的表面处理膜22受到损伤。细节将在以下进行说明。

[0063] 接着,对在凹部24形成表面处理膜22的效果进行说明。

[0064] 通常,在装置内、封入到装置内的工作流体12中,大多会包含某些微小的异物(污染物)。此外,表面处理膜22是非常薄的膜。而且,在受热空间13内,工作流体12作为混相流23而以高速流动。

[0065] 在此,考虑表面处理膜22形成在没有放射状槽21、凹部24的受热板11的情况。在该情况下,表面处理膜22在受热板11上露出。因此,在包含异物的混相流23在表面处理膜22的附近流动的情况下,混相流23能够简单地与表面处理膜22接触。因而,存在表面处理膜22由于包含异物的混相流23而受到损伤并剥离的危险性。

[0066] 另一方面,考虑将表面处理膜22形成在设置于受热板11的放射状槽21的底面的凹部24的情况。在该情况下,表面处理膜22不在受热板11上露出。因此,在包含异物的混相流23在表面处理膜22的附近流动的情况下,混相流23不能简单地与表面处理膜22接触。因此,表面处理膜22由于包含异物的混相流23而受到损伤并剥离的危险性降低。此外,如图5C所示,在放射状槽21内相邻的凹部24彼此被受热板11隔开,并不连通。因此,受热板11能够在构造上防止表面处理膜22受到损伤。

[0067] 根据该构造,冷却装置3能够防止形成在受热板11的表面处理膜22受到损伤,因此即使在电子元件10的发热量小的情况下也能够适当地进行电子设备的冷却,除此以外,能够经长期确保动作稳定性。

[0068] 虽然在上述中对仅在凹部24形成了表面处理膜22的情况进行了说明,但是并不限定于此。例如,表面处理膜22也可以形成在包括凹部24的放射状槽21的底面整体。对此,使用图6A、图6B、图6C以及图6D进行追加说明。

[0069] 图6A是实施方式1涉及的冷却装置的放射状槽的底部的俯视图。图6B是图6A的6B-6B线剖视图。图6C是形成实施方式1涉及的冷却装置的放射状槽的底部的表面处理膜的损伤发展的情况下的俯视图。图6D是图6C的6D-6D线剖视图。通常,在表面处理膜22的形成初期,如图6A、图6B所示,表面处理膜22存在于包括凹部24的放射状槽21的底面的整个面。但是,在工作流体12混入了微小的异物的状态下,在包含异物的高速的混相流23在底面的表面处理膜22上流动的情况下,如图6C、图6D所示,仅混相流23直接碰到的表面附近的表面处理膜22受到损伤而剥离。另一方面,形成在混相流23难以直接碰到的凹部24的表面处理膜22不受损伤而能够残留的可能性提高。像这样,通过在设置于放射状槽21的底面的凹部24



形成表面处理膜22,从而能够防止表面处理膜22的损伤,即使在低发热量时也能够经长时间确保高的冷却性能。

[0070] 另外,在本实施方式中,凹部24的形状为圆形。此外,虽然设为了圆形的凹部24的直径随着接近受热板11的外缘而增大的结构,但是不限于于此。图7A~图7D是示出实施方式1涉及的冷却装置中的凹部的形状的变形例的图。图7A是示出两个圆系列的凹部的形状的图。图7B是示出微小圆的凹部的形状的图。图7C是示出微小三角的凹部的形状的图。图7D是示出微小方形的凹部的形状的图。即,凹部24的形状也可以是多边形。关于表面处理膜22的损伤防止,在这些情况下能够得到同样的效果。

[0071] (实施方式2)

[0072] 接着,对实施方式2涉及的冷却装置3进行说明。对于与实施方式1相同的构成要件,标注相同的符号,并省略其详细的说明。

[0073] 图8A是实施方式2涉及的冷却装置的受热部的垂直剖视图。图8B是图8A的8B-8B线剖视图。构成图8A、图8B所示的实施方式2涉及的冷却装置3的各构成要素除了凹部224a以外大致相同,因此省略说明。

[0074] 图9A是实施方式2涉及的冷却装置的放射状槽的底面的部分放大图。图9B是图9A的9B-9B线剖视图。如图9A所示,在设置于受热板11的放射状槽21的底面隔开给定的距离设置有凹部224a。在本实施方式中,凹部224a例如通过激光33在上下方向以 $\Delta Y$ 的间隔且在左右方向上以 $\Delta X$ 的间隔形成。即,凹部224a设为并列地配置了多个凹部列的结构,该凹部列包括隔开给定的间隔配置为一列的多个凹部224a。像这样,通过在放射状槽21的底面形成该多个凹部224a,从而气泡的产生起点增加,因此可促进气泡的产生。因而,即使在低发热量时,也能够确保大量的气泡产生量。因此,能够产生高速的混相流23,能够维持高的冷却性能。

[0075] 此外,在本实施方式中,在受热板11的放射状槽21的底面,并列地配置有多个隔开均匀的给定的间隔配置成一列的多个凹部224a的列。根据该结构,在受热板11的表面,能够促进均匀的气泡的产生,具备能够降低受热板11的表面中的工作流体12的温度的偏差这样的效果。

[0076] 图9B是图9A的9B-9B线剖视图。如图9B所示,在凹部224a形成了亲水性的表面处理膜22。关于表面处理膜22的效果,已在实施方式1中进行了叙述,因此省略说明。此外,表面处理膜22与实施方式1同样地,形成在包括凹部224a的放射状槽21的底面整体。根据该结构,形成在凹部224a的表面处理膜22被受热板11隔开,因此能够在构造上防止表面处理膜22因某种物理接触而受到损伤。

[0077] 图9B所示的凹部224a为圆锥形,能够使用激光33来形成。例如,通过照射大约5毫秒~10毫秒的激光33,从而能够形成入口直径d为大约 $80\mu\text{m}$ ~ $100\mu\text{m}$ 、深度 $L_0$ 为大约 $130\mu\text{m}$ ~ $150\mu\text{m}$ 的凹部224a。另外,在本实施方式中,也示出使用了铜制的受热板11的情况下的例子。

[0078] 如图9B所示,圆锥形的凹部224a的剖面形状形成为顶点成锐角的圆锥形状。因为圆锥形的凹部224a是顶点成锐角的圆锥形状,所以圆锥的顶点附近的体积小。因此,在流入到凹部224a的工作流体12中,圆锥的顶点附近的体积小的工作流体12从发热体受热,因此即使是低的温度,也能够促进工作流体12的气泡产生。

[0079] 虽然在本实施方式中,对凹部224a为圆锥形的情况进行了说明,但是不限于于此。

使用图9C对凹部224a为圆锥形以外的情况进行说明。

[0080] 图9C是用于说明实施方式2涉及的冷却装置的凹部的变形例的图。如图9C所示,凹部224b为炮弹形。能够通过缩短激光33的照射时间来形成。作为例子,通过照射大约3毫秒~5毫秒的激光33,从而能够形成入口直径d为大约80 $\mu\text{m}$ ~100 $\mu\text{m}$ 、深度L<sub>1</sub>为大约100 $\mu\text{m}$ ~130 $\mu\text{m}$ 的炮弹形的凹部224b。在本实施方式中,可形成加工深度L<sub>1</sub>比焦点深度浅的炮弹形的凹部224b。而且,图6C的炮弹形的凹部224b的结构与图9B的圆锥形的凹部224a的结构相比,凹部的最深部的形状稍微不同。但是,与图9B所示的圆锥形的凹部224a的情况同样地,炮弹形的凹部224b的前端附近的体积小,因此,即使从发热体受到的热为低温度,也能够促进工作流体12的气泡产生。此外,通过在维持相同的气泡产生效果的同时使凹部的深度变浅,从而能够缩短激光加工的时间。

[0081] 此外,在该情况下,表面处理膜22也形成在包括凹部224b的放射状槽21的底面整体。因此,能够在防止表面处理膜22的物理损伤的同时维持气泡产生效果,即使在低发热量时,也能够经长时间确保高的冷却性能。

[0082] 产业上的可利用性

[0083] 本发明涉及的冷却装置能够在从低发热量至高发热量的宽范围的动作区域中稳定地实现高的冷却效果。

[0084] 因此,对发热量从低输出到高输出较大地变化的CPU、功率半导体等电子元件的冷却是有用的。

[0085] 符号说明

[0086]	1	PC
[0087]	2	电路基板
[0088]	3	冷却装置
[0089]	4	受热部
[0090]	5	散热部
[0091]	6	散热路径
[0092]	7	返回路径
[0093]	8	风扇
[0094]	10	电子元件
[0095]	11	受热板
[0096]	12	工作流体
[0097]	13	受热空间
[0098]	14	受热板罩
[0099]	15	流入口
[0100]	16	排出口
[0101]	17	导入管
[0102]	18	止回阀
[0103]	20	冷媒流入部
[0104]	21	放射状槽
[0105]	22	表面处理膜

---

[0106]	23	混相流
[0107]	24、224a、224b	凹部
[0108]	30	电源单元
[0109]	31	母板。

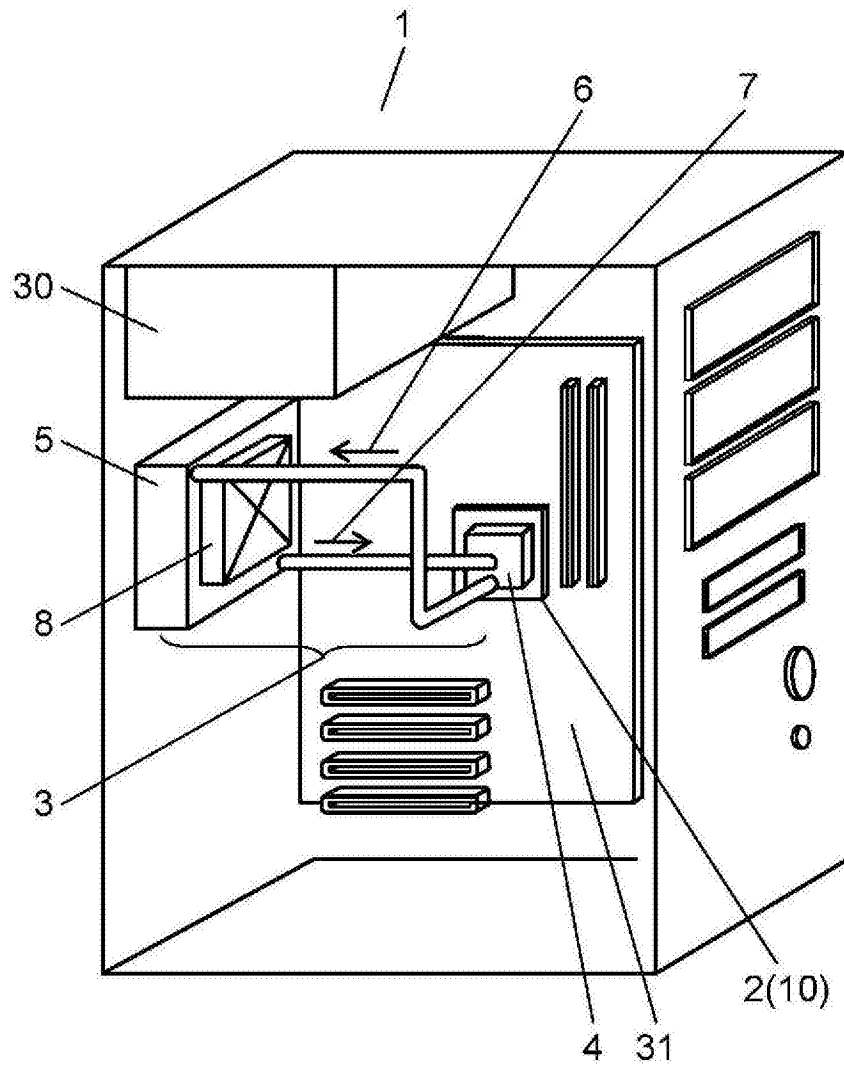


图1

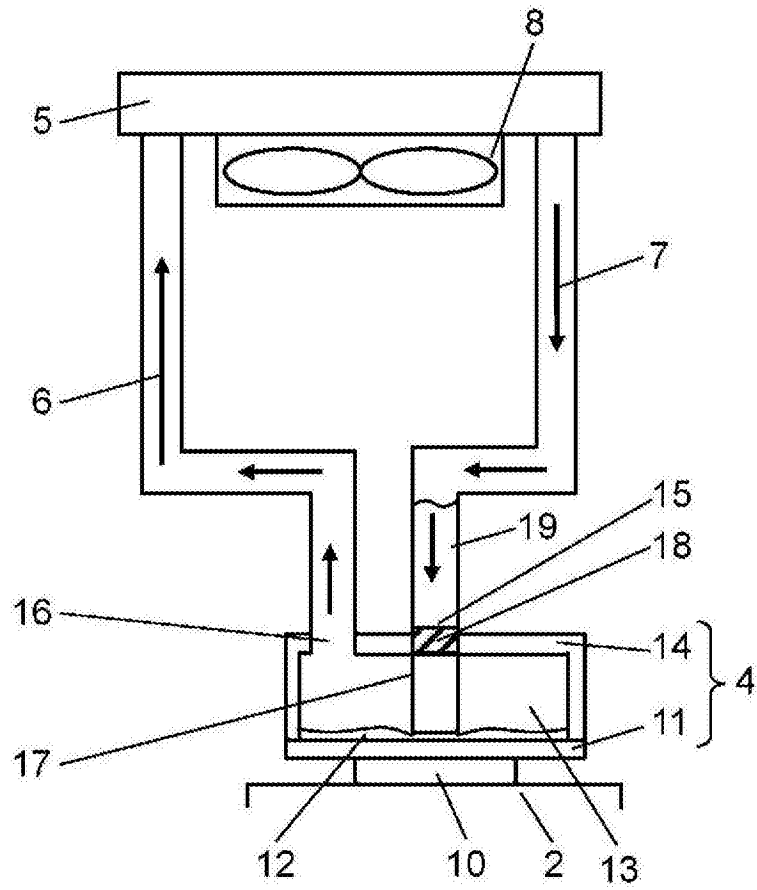


图2

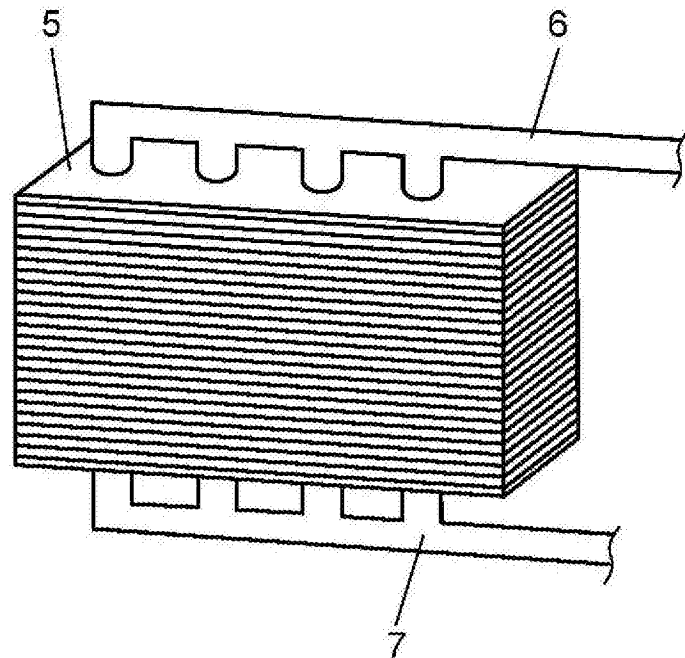


图3

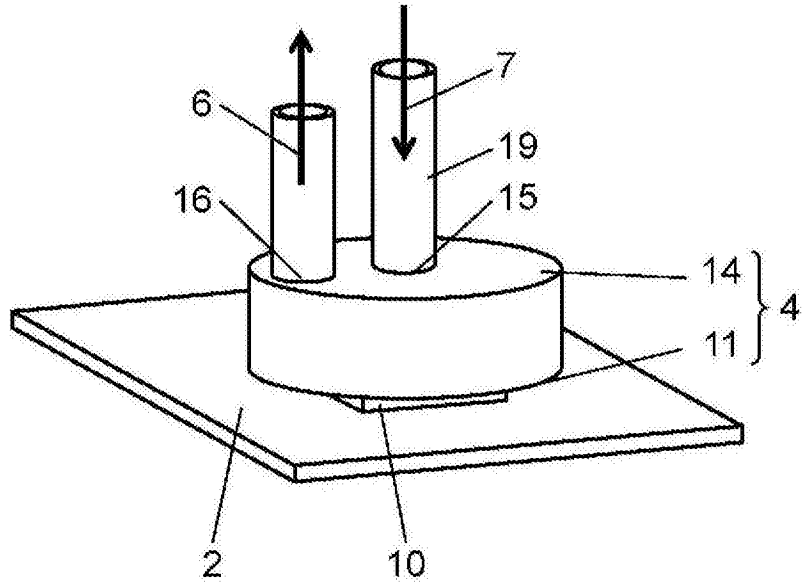


图4

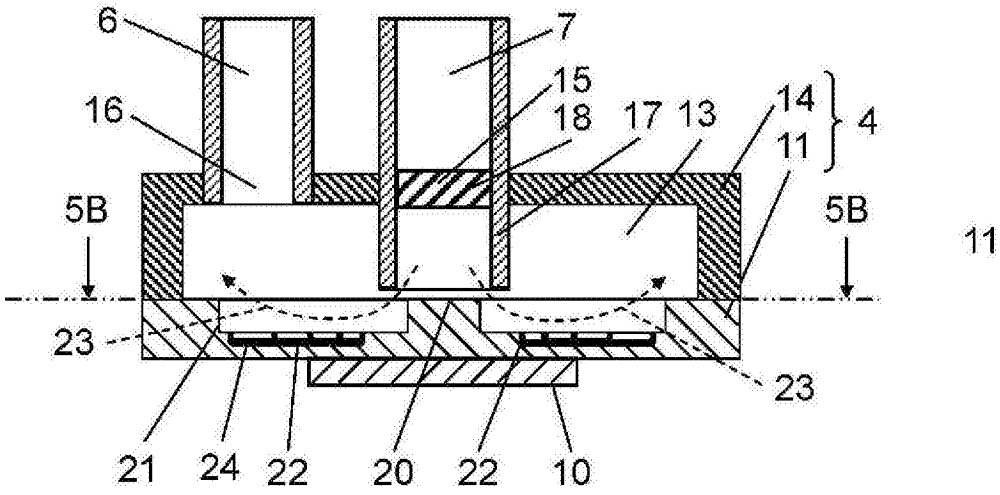


图5A

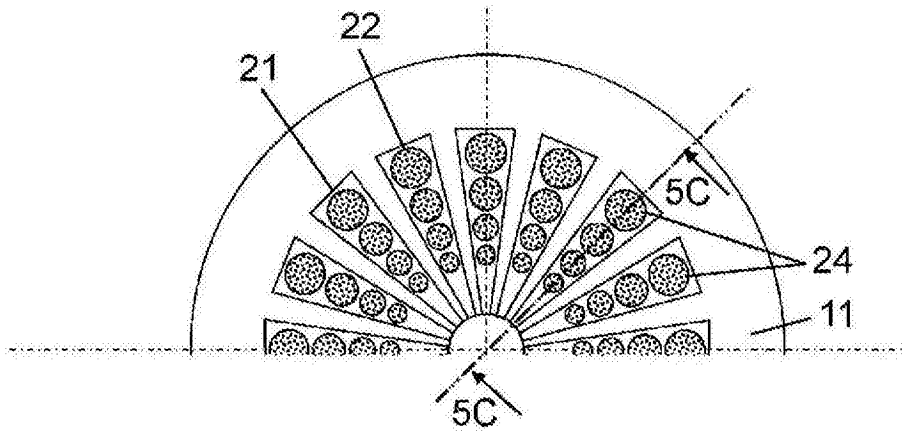


图5B

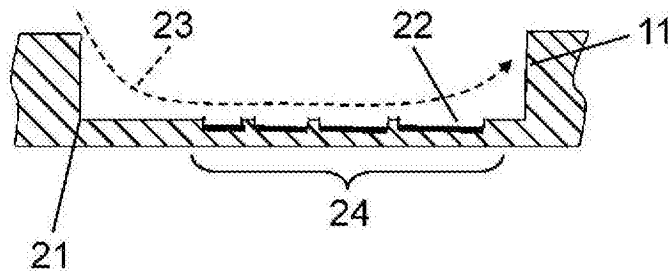


图5C

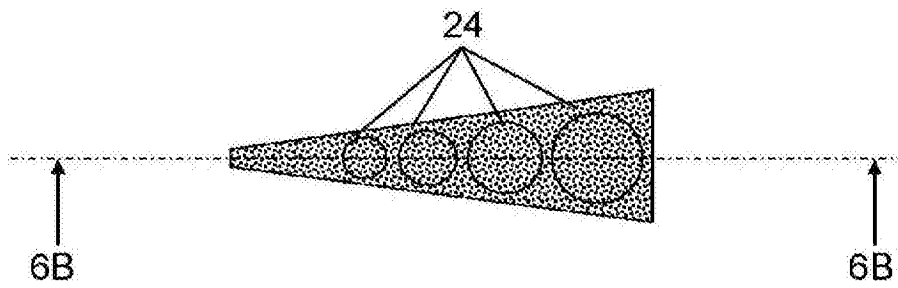


图6A

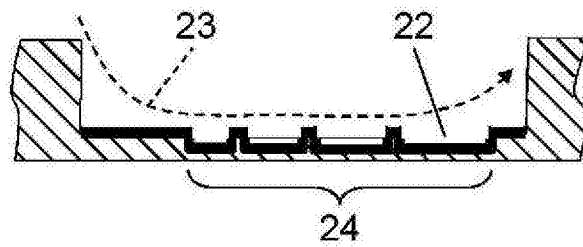


图6B

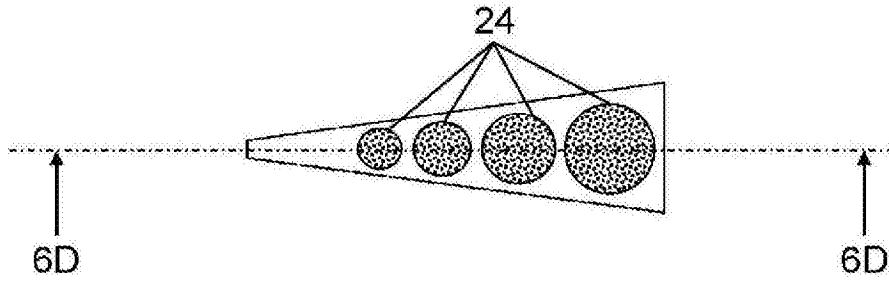


图6C

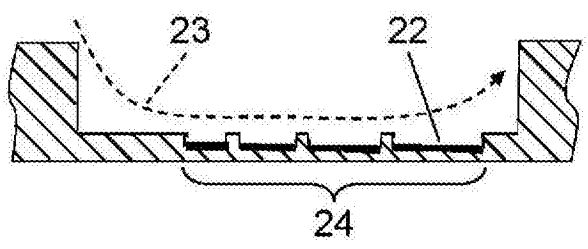


图6D

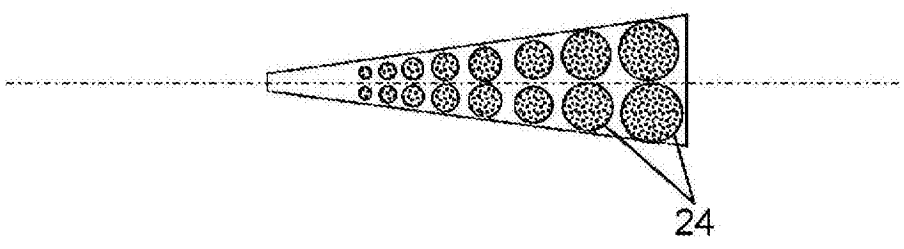


图7A

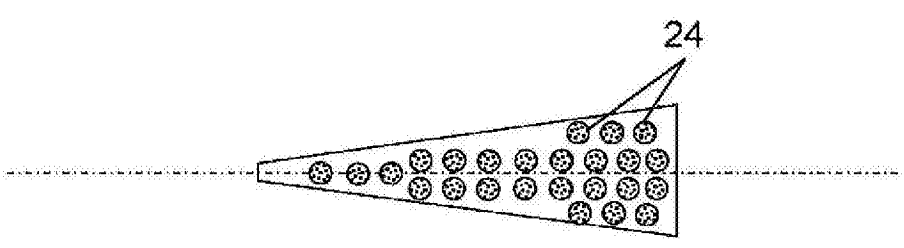


图7B



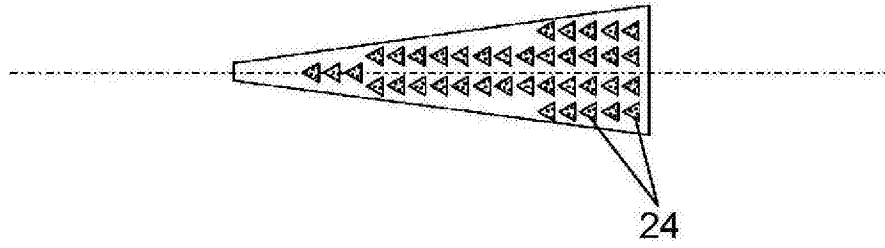


图7C

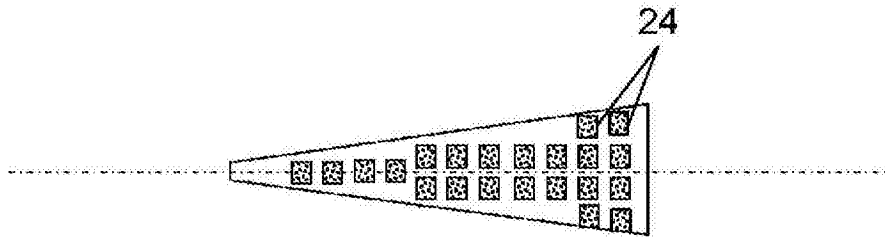


图7D

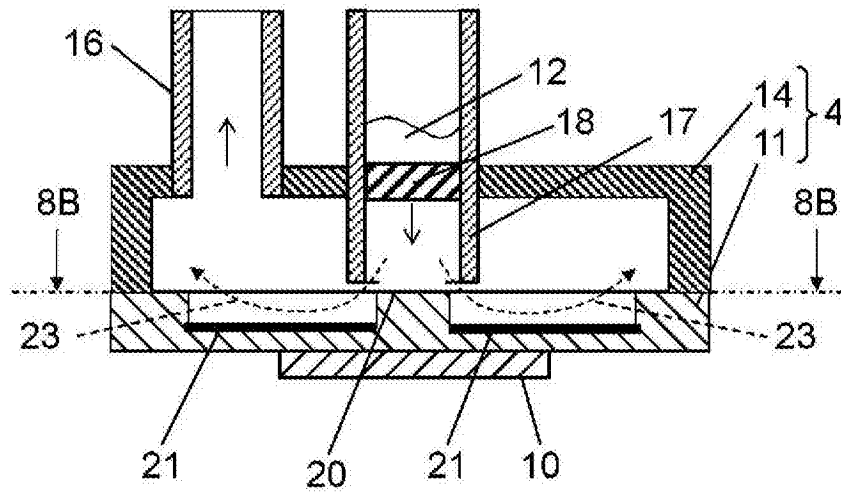


图8A

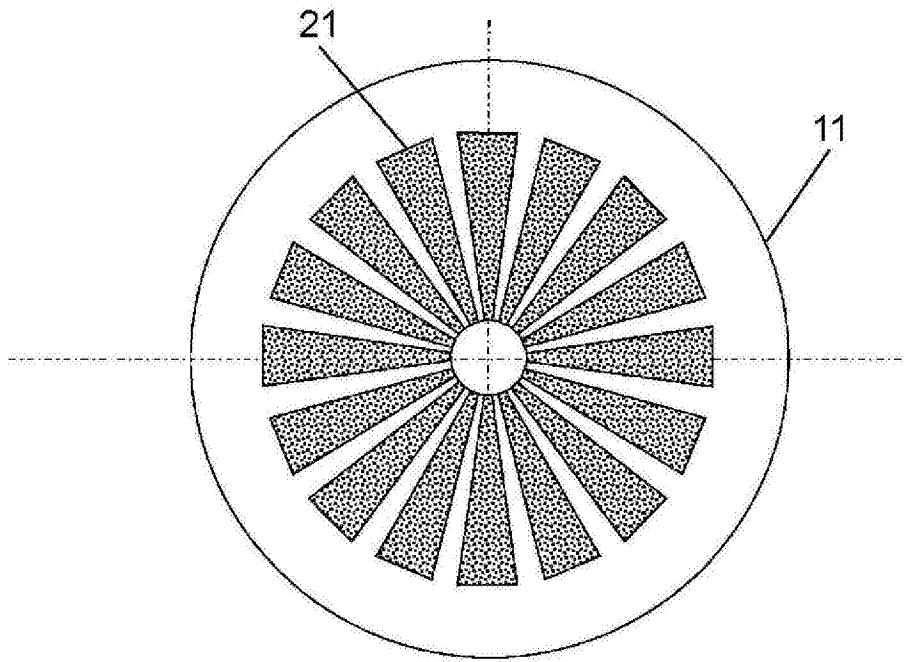


图8B

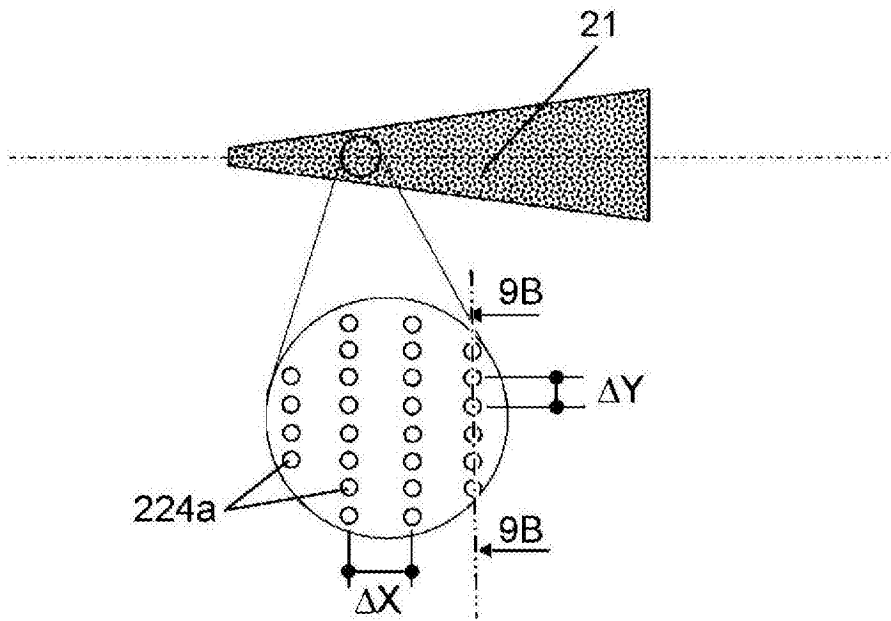


图9A

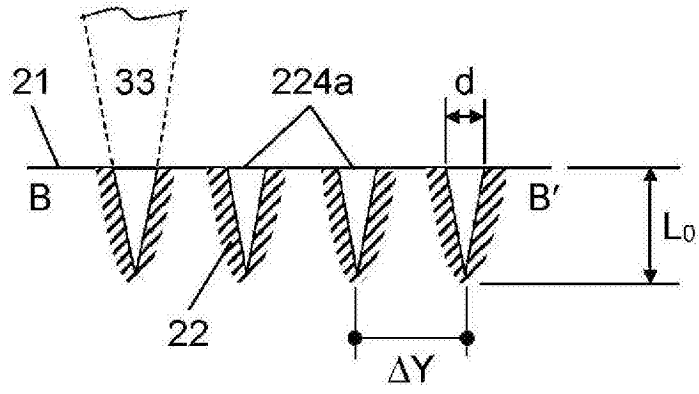


图9B

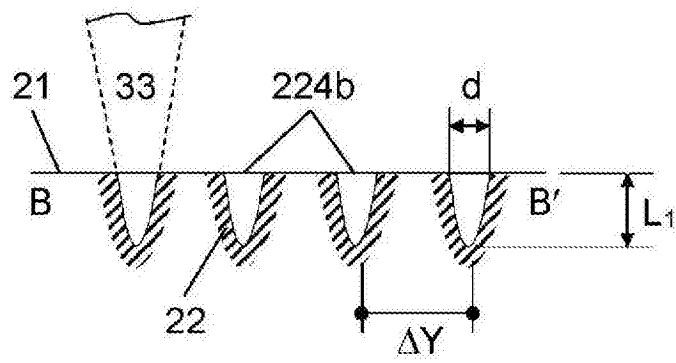


图9C