



(12) 发明专利申请

(10) 申请公布号 CN 103987235 A

(43) 申请公布日 2014. 08. 13

(21) 申请号 201410147024. X

(22) 申请日 2014. 04. 14

(71) 申请人 中国电子科技集团公司第十一研究所

地址 100015 北京市朝阳区酒仙桥路 4 号

(72) 发明人 刘刚 吕坤鹏 赵鸿 徐鏊婧
王文涛 刘洋 唐晓军

(74) 专利代理机构 工业和信息化部电子专利中心 11010

代理人 张蕾

(51) Int. Cl.

H05K 7/20(2006. 01)

F25B 19/00(2006. 01)

F25B 49/00(2006. 01)

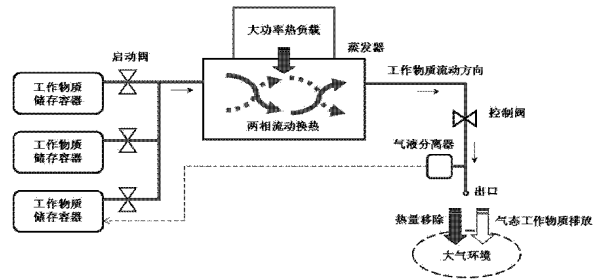
权利要求书1页 说明书5页 附图3页

(54) 发明名称

一种散热方法和系统

(57) 摘要

本发明公开了一种散热方法和系统。该系统包括：储存容器，用于预先储存液态的工作物质；控制元件，用于当热负载工作发热时，控制所述储存容器向蒸发器释放所述工作物质；所述蒸发器，用于利用所述工作物质的气化，吸收所述热负载产生的热量，并释放所述热量。本发明有效地解决了现有技术无法应对散热系统体积、重量和能耗过大，无法满足实际应用需要的问题。本发明通过瞬时或短时释放工作物质来平衡热负载产生的相对较大的瞬时或短时热量，与常规制冷装置相比较，可利用相对较小的体积、重量以及电能消耗来平衡相对较大的瞬时 / 短时热负载。



1. 一种散热系统,其特征在于,包括:
储存容器,用于预先储存液态的工作物质;
控制元件,用于当热负载工作发热时,控制所述储存容器向蒸发器释放所述工作物质;
所述蒸发器,用于利用所述工作物质的气化,吸收所述热负载产生的热量,并释放所述热量。
2. 如权利要求 1 所述的系统,其特征在于,所述系统还包括气液分离器,具体用于:
接收所述蒸发器排放的工作物质;
分离气化的工作物质和未气化的工作物质;
排放所述气化的工作物质,并将所述未气化的工作物质储存至所述储存容器中,以将所述未气化的工作物质再次用于吸收所述热负载产生的热量。
3. 如权利要求 1 所述的系统,其特征在于,所述控制元件包括:
启动阀,用于开启或关闭所述储存容器;
控制阀,用于调节所述蒸发器内外的压差。
4. 如权利要求 1 所述的系统,其特征在于,所述系统还包括:
在所述蒸发器和所述热负载之间安装冷却器;其中,
所述冷却器用于在所述热负载工作发热时,通过循环载冷剂,将所述热负载产生的热量传递至所述蒸发器。
5. 如权利要求 1-4 任一所述的系统,其特征在于,所述系统还包括:
在所述蒸发器中安装传感器;其中,
所述传感器用于测量所述蒸发器中的温度,以判断所述热负载是否工作发热。
6. 一种散热方法,其特征在于,包括:
预先储存液态的工作物质;
当热负载工作发热时,控制所述工作物质向蒸发器释放;
所述蒸发器利用所述工作物质的气化,吸收所述热负载产生的热量,并释放所述热量。
7. 如权利要求 6 所述的方法,其特征在于,所述方法还包括:
针对所述蒸发器排放的工作物质,分离气化的工作物质和未气化的工作物质;
排放所述气化的工作物质,并储存所述未气化的工作物质,以将所述未气化的工作物质再次用于吸收所述热负载产生的热量。
8. 如权利要求 6 所述方法,其特征在于,所述方法还包括:
在所述蒸发器和所述热负载之间安装冷却器;其中,
在所述热负载工作发热时,所述冷却器通过循环载冷剂,将所述热负载产生的热量传递至所述蒸发器。

一种散热方法和系统

技术领域

[0001] 本发明涉及冷却及控温领域，特别是涉及一种散热方法和系统。

背景技术

[0002] 在激光等行业中，由于散热而引起的问题极为突出，始终制约着高功率激光技术的发展。激光器等大功率电子设备产生的热量远超出了常规电子设备，热管理技术成为实现激光器等大功率电子设备正常工作所需要突破的最关键问题之一。

[0003] 常规电子设备的瞬时产热量相较于其平均产热量而言变化相对连续、稳定，平均产热量和瞬时产热量多处于瓦级到千瓦级之间。大功率激光器瞬时产热量相较于其平均产热量而言变化较为剧烈，典型的平均产热量处于十千瓦级到百千瓦级之间，瞬时产热量可达到兆瓦级及以上，然而，在大功率激光器工作间歇期间产热量几乎为零。但是，现有的热管理系统，只适用于稳定的或者不发生剧烈变化的常规电子设备。当产热量剧烈变化时，热管理系统的制冷量也需要随之剧烈变化，并且制冷量必须要大于产热量的峰值，当大功率激光器工作间歇时，即便产热量为零，热管理系统也不能停止工作，以便应对大功率激光器的下一次产生的热量。这样必然造成热管理系统的体积、重量和能耗过大，而且快速、频繁的变化制冷量容易使热管理系统出现故障。

[0004] 现有的热管理系统，一般的热量传递路径如图 1 所示。以最常见的蒸汽压缩式制冷装置为例进行说明，电子设备（热负载）产生的热量传递至冷却器，冷却器将热量依次传递至蒸发器、冷凝器，最后传递至大气环境。在器件级传热部分，电子设备中产生的热量经热连接层直接传递至冷却器，在系统级传热部分，一般采用载冷剂、制冷剂 and 大气环境中的空气等三种流体作为传热媒介，逐步将热量从冷却器中移出，送至环境中。系统级传热过程中又必须有驱动这几种流体循环流动的机械，电动泵运输载冷剂，压缩机运输制冷剂，风机使得空气循环，这三种机械消耗大量的电能。一般来说，热量传递越接近末端，则热流密度越小，同时所需要的传热器件的体积和重量越大，而且，大功率电子设备产生的热量变化剧烈，会瞬时产生大量热量，传热器件的体积和重量过大，造成热管理系统成本耗费严重。

[0005] 总之，针对激光器等大功率电子设备，现有技术虽然不难移除产生的大量热量，但是其体积、重量和能耗过大，无法满足实际应用需要。

发明内容

[0006] 基于上述问题，本发明提供了一种散热方法和系统，用以解决现有技术无法应对热管理系统（散热系统）体积、重量和能耗过大，无法满足实际应用需要的问题。

[0007] 为解决上述技术问题，本发明是通过以下技术方案来实现的。

[0008] 本发明提供了一种散热系统，包括：储存容器，用于预先储存液态的工作物质；控制元件，用于当热负载工作发热时，控制所述储存容器向蒸发器释放所述工作物质；所述蒸发器，用于利用所述工作物质的气化，吸收所述热负载产生的热量，并释放所述热量。

[0009] 其中，所述系统还包括气液分离器，具体用于：接收所述蒸发器排放的工作物质；

分离气化的工作物质和未气化的工作物质；排放所述气化的工作物质，并将所述未气化的工作物质储存至所述储存容器中，以将所述未气化的工作物质再次用于吸收所述热负载产生的热量。

[0010] 其中，所述控制元件包括：启动阀，用于开启或关闭所述储存容器；控制阀，用于调节所述蒸发器内外的压差。

[0011] 其中，所述系统还包括：在所述蒸发器和所述热负载之间安装冷却器；其中，所述冷却器用于在所述热负载工作发热时，通过循环载冷剂，将所述热负载产生的热量传递至所述蒸发器。

[0012] 其中，所述系统还包括：在所述蒸发器中安装传感器；其中，所述传感器用于测量所述蒸发器中的温度，以判断所述热负载是否工作发热。

[0013] 本发明还提供了一种散热方法，包括：预先储存液态的工作物质；当热负载工作发热时，控制所述工作物质向蒸发器释放；所述蒸发器利用所述工作物质的气化，吸收所述热负载产生的热量，并释放所述热量。

[0014] 其中，所述方法还包括：针对所述蒸发器排放的工作物质，分离气化的工作物质和未气化的工作物质；排放所述气化的工作物质，并储存所述未气化的工作物质，以将所述未气化的工作物质再次用于吸收所述热负载产生的热量。

[0015] 其中，所述方法还包括：在所述蒸发器和所述热负载之间安装冷却器；其中，在所述热负载工作发热时，所述冷却器通过循环载冷剂，将所述热负载产生的热量传递至所述蒸发器。

[0016] 本发明有益效果如下：

[0017] 本发明通过瞬时或短时释放工作物质来平衡热负载产生的相对较大的瞬时或短时热量，与常规制冷装置相比较，可利用相对较小的体积、重量以及电能消耗来平衡相对较大的瞬时/短时热负载。

附图说明

[0018] 图 1 是现有技术的热管理系统热量传递路径的示意图；

[0019] 图 2 是根据本发明一实施例的散热系统的结构示意图；

[0020] 图 3 是根据本发明一实施例的散热方法的流程图；

[0021] 图 4 是根据本发明一实施例的散热系统热量传递路径的示意图；

[0022] 图 5 是根据本发明另一实施例的散热系统热量传递路径的示意图。

具体实施方式

[0023] 为了解决现有技术无法应对热管理系统体积、重量和能耗过大，且无法满足实际应用需要的问题，本发明提供了一种散热方法和系统，以下结合附图以及实施例，对本发明进行进一步详细说明。应当理解，此处所描述的具体实施例仅仅用以解释本发明，并不限定本发明。

[0024] 如图 2 所示，图 2 是根据本发明一实施例的散热系统的结构示意图。

[0025] 该系统包括大功率热负载、一个或多个储存容器、蒸发器、一个或多个控制元件、控制中心(图中未示出)、气液分离器。各个器件之间通过连接管路相连接。其中，根据不同

的用途,控制元件分为启动阀和控制阀两种。

[0026] 系统中各个器件的连接方式为:每个储存容器通过连接管路与蒸发器一端连接,并在每个储存容器与蒸发器之间的连接管路上设置启动阀。蒸发器连接热负载,保证热负载传热良好。蒸发器通过连接管路与气液分离器相连接,并在蒸发器与气液分离器之间的连接管路上设置控制阀。气液分离器连接直通大气环境的出口。控制中心通过有线或无线的方式控制启动阀和控制阀。

[0027] 热负载是指在工作时可以产生热量的热源。进一步地,该热源是大功率、间歇工作式热源,热源在工作时,会瞬时或短时产生大量热量,停止工作时,产生的热量基本为零。

[0028] 每个储存容器用于预先储存液态的工作物质。工作物质为消耗性工作物质,用于通过气液相变的方式吸收热量。气液相变包括:蒸发与凝结。其中:凝结是指物质由气态转变为液态的过程,蒸发(气化)是指物质由液态转变为气态的过程。本发明优选地,利用工作物质气化过程中需要吸收热量这一特性,来吸收热负载产生的热量,进而实现排放热量的目的。在吸收热量前,工作物质的状态为液态,在常温加压的情况下,被储存在储存容器中。该工作物质可以在常温环境或者其它环境温度下长期储存。例如:采用 CH_2FCF_3 (四氟乙烷)作为工作物质,将 CH_2FCF_3 常温加压储存在储存容器内部,如,在常温 30 摄氏度、压力为 2MPa (20bar) 时,将 CH_2FCF_3 充入储存容器中,此时 CH_2FCF_3 为液态(不饱和液体)。针对该液态的工作物质而言,当温度升高和/或压力减小时,工作物质的状态会由液态转变为气态,并且在气液相变的同时,工作物质会吸收大量的热量。进一步地,工作物质在气液相变过程中可以实现两相(液态和气态)流动换热。两相流动换热是有相变的对流换热,在换热过程中,两相流动换热的表面传热系数要比单相流体的对流换热高出几倍甚至几十倍,对温度响应快。

[0029] 蒸发器是为工作物质吸收热量所提供的空间,利用工作物质的气化,吸收热负载产生的热量,并释放热量。蒸发器本身具有散热能力,可以在蒸发器内设置微通道阵列、微射流冲击阵列、金属泡沫等强化传热结构。

[0030] 控制元件,用于当热负载工作发热时,控制储存容器向蒸发器释放工作物质。其中,启动阀用于开启或关闭储存容器。控制阀用于控制蒸发器内的压力大小,也即是调节蒸发器内外的压差。通过启动阀和控制阀的配合可以将储存容器内的工作物质释放到蒸发器内,并且通过调节蒸发器内的压力控制工作物质的输出流量。例如:开启启动阀以开启储存容器,调节控制阀,使蒸发器内的压力小于存储容器且大于外部大气环境,在压力的驱动下,储存容器内的工作物质流入蒸发器内。进一步地,通过调节蒸发器内的压力,使工作物质按照预定的输出流量流入蒸发器内。

[0031] 控制中心(未示出)用于控制各个启动阀的开启和关闭,以及通过调节控制阀来调整蒸发器内的压力。

[0032] 气液分离器用于分离气态的工作物质和液态的工作物质。气液分离器,具体用于:接收蒸发器排放的工作物质;分离气化的工作物质和未气化的工作物质;排放气化的工作物质,并将未气化的工作物质储存至储存容器中,以将未气化的工作物质再次用于吸收热负载产生的热量。换言之,使未气化的液态工作物质重新被储存到储存容器中,以便重新利用。

[0033] 连接管路用来传输工作物质并连接系统中的各个器件。在连接管路外部设置绝热

层,避免漏热损失,造成工作物质的不必要消耗。

[0034] 以下根据本发明提供的一种散热方法对系统中的各个器件的功能进行详细说明。图 3 是根据本发明一实施例的散热方法的流程图。

[0035] 步骤 S310,预先储存液态的工作物质。该工作物质例如是 CH_2FCF_3 。

[0036] 步骤 S320,当热负载工作发热时,控制工作物质向蒸发器释放。

[0037] 具体而言,当热负载产生的热量为零时,控制中心关闭启动阀和控制阀。当热负载产生热量时,控制中心开启一个或多个启动阀,进而开启一个或多个储存容器。控制中心开启控制阀,通过调节控制阀来控制储存容器中液态工作物质的输出流量,工作物质通过连接管路进入蒸发器,换言之,通过调节蒸发器内外的压差,使工作物质进入蒸发器内。

[0038] 例如:在常温 30 摄氏度、压力 2MPa (20bar)时,将 CH_2FCF_3 充入储存容器中进行储存。当热负载工作时,控制中心开启一个或多个启动阀,并开启控制阀。通过调节控制阀来控制蒸发器内外的压差,例如,控制蒸发器内部的压力处于 0.4MPa ($2\text{MPa} > 0.4\text{MPa} >$ 大气压力), CH_2FCF_3 在储存容器内外压力差的驱动下,会通过连接管路流动至蒸发器,并且,通过控制蒸发器内外压差,控制工作物质的输出质量流量,譬如,流量为 1kg/s。

[0039] 在一个实施例中,可以在蒸发器中安装传感器,该传感器用于测量蒸发器中的温度变化,并将该温度变化传送到控制中心。由于蒸发器中的温度变化是由于热负载产生的热量造成的,所以控制中心根据温度变化来判断热负载是否在工作,并依此来控制启动阀和控制阀的开启和关闭。

[0040] 步骤 S330,蒸发器利用工作物质的气化,吸收热负载产生的热量,并释放所述热量。

[0041] 如图 4 所示,图 4 是根据本发明一实施例的散热系统热量传递路径的示意图。热负载开始发热,储存容器中的工作物质被释放到蒸发器内。该工作物质为消耗性工作物质,工作物质的状态为液态,在吸收热负载产生的大量热量后,工作物质在蒸发器内气化蒸发,状态变为气态。在蒸发器内,同时存在同一介质(工作物质)的两种不同物态,在两相(气态和液态)流动过程中,气化的工作物质和未气化的工作物质通过连接管路到达气液分离器(图 4 中未示出)。针对蒸发器排放的气化的工作物质和未气化的工作物质,气液分离器分离气化的工作物质和未气化的工作物质,将未气化的工作物质回收至存储容器中,将吸收热量后的气化的工作物质经过出口排出,气化的工作物质被排入周围大气环境,从而使热负载产生的热量被排放到大气环境中,通过该方式可以保证热负载的工作温度处于工作所需要的合理水平。

[0042] 例如:在蒸发器内存在热负载产生大量的热量,并且工作物质 CH_2FCF_3 所处的环境压力由储存容器中的 2MPa 变化为蒸发器中的 0.4MPa。于是 CH_2FCF_3 由液态转变为气态。进一步地,在 0.4MPa 的压力下, CH_2FCF_3 的蒸发温度为 8.9 摄氏度,所以,在具有大量热量的环境中, CH_2FCF_3 会吸收大量热量,例如,对应于上述 1kg/s 的质量流量,约吸收 190kW 热量。气化后的 CH_2FCF_3 继续通过连接管路向出口方向流动,同时,少量未气化的 CH_2FCF_3 也向出口方向流动,即,两相流动。气化的 CH_2FCF_3 和未气化的 CH_2FCF_3 在气液分离器中被分离,未气化的 CH_2FCF_3 返还至存储容器,气化的 CH_2FCF_3 被排入大气环境。进一步地,如果热负载工作 30s,则消耗的工作物质为 30kg ($1\text{kg/s} \times 30\text{s} = 30\text{kg}$)。针对该例涉及的工作情况而言,每次工作 30 秒,工作期制冷量达到约 190kW,消耗工作物质 30kg,该热管理系统所需的储存容

器、蒸发器、启动阀、控制阀、气液分离器的总体积、重量和能耗都较小。而利用现有技术的热管理系统达到 190kW 制冷量需要的体积、重量和能耗都远远大于该实施例。

[0043] 在另一个实施例中,为了保证系统的可靠性,可以在系统中增加冷却器。冷却器位于热负载和蒸发器之间,在热负载工作发热时,通过循环载冷剂,间接的将热负载产生的热量传递至蒸发器,再被工作物质气化吸收。如图 5 所示,图 5 是根据本发明另一实施例的散热系统热量传递路径的示意图。载冷剂一般对环境友好程度高,热容量较大,不发生相变,性质稳定,用于冷量产生部分(蒸发器)和热负载之间的间接冷量传递,便于控制热负载的温度稳定,便于对冷量进行分配和控制,便于使核心冷量产生部分集成在较小的空间内以及较远的距离之外。

[0044] 综上所述,本发明散热系统的体积、重量以及能耗相对较小。由于系统不使用压缩机等耗电设备,系统耗电量大大降低。该系统通过向蒸发器瞬时或短时释放工作物质来平衡热负载产生的相对较大的瞬时或短时热量。该系统适用于超大功率、间歇、短时工作的大功率电子设备,如:大功率激光器。本发明由于不使用压缩机等机械设备,工作时噪音小,操作环境较舒适,并且故障率得到降低。

[0045] 尽管为示例目的,已经公开了本发明的优选实施例,本领域的技术人员将意识到各种改进、增加和取代也是可能的,因此,本发明的范围应当不限于上述实施例。

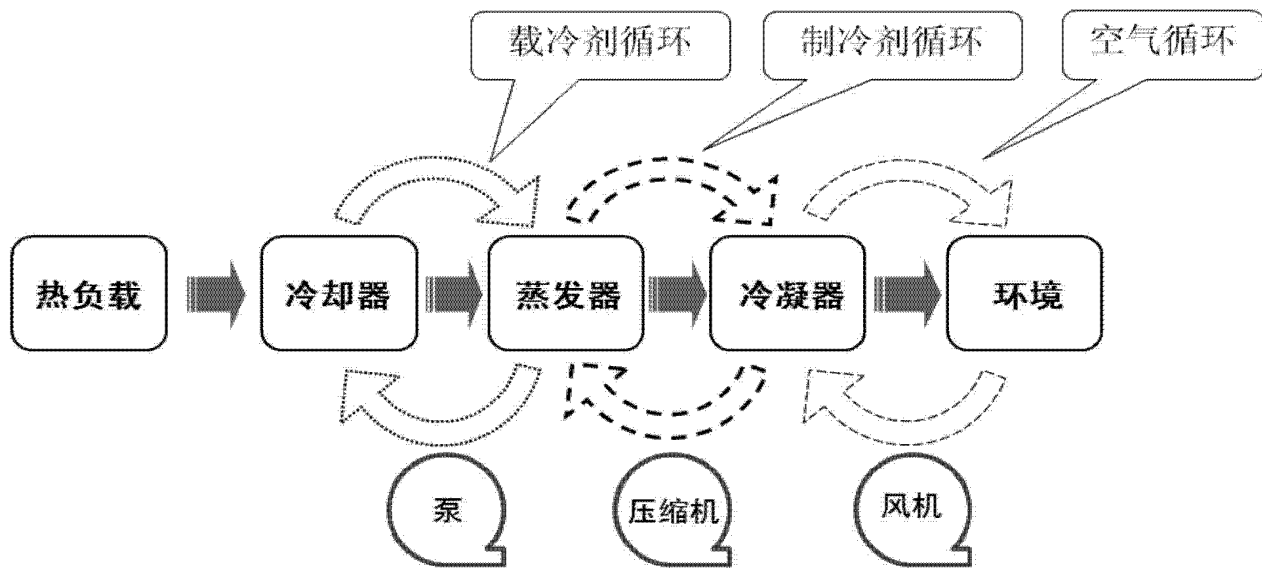


图 1

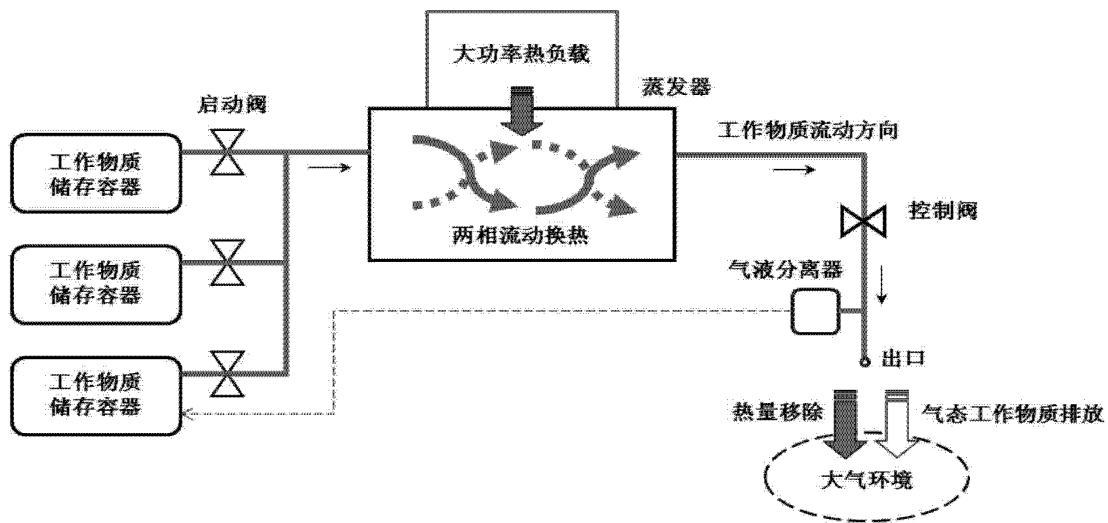


图 2

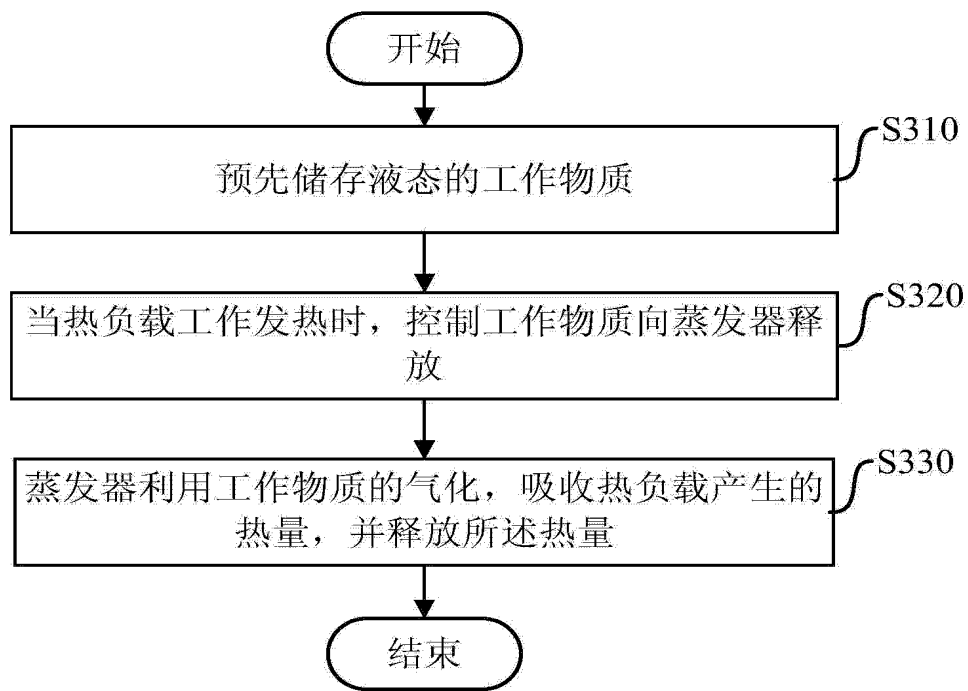


图 3

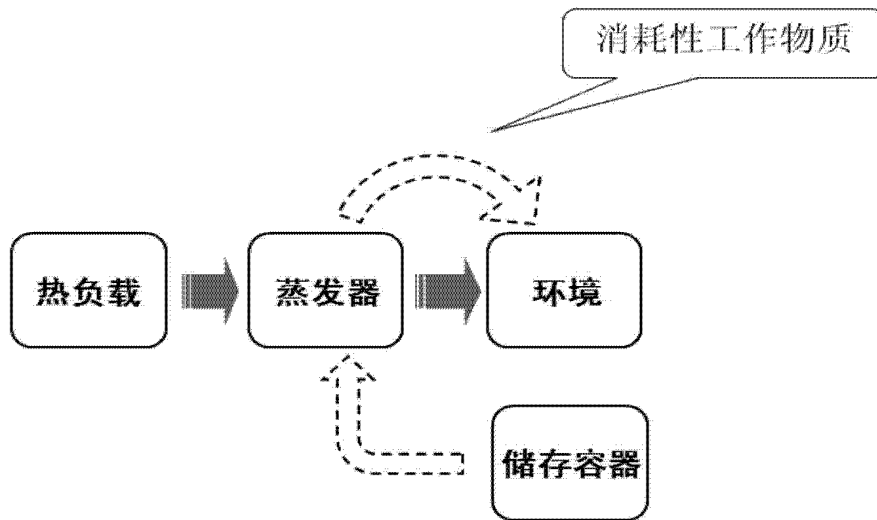


图 4

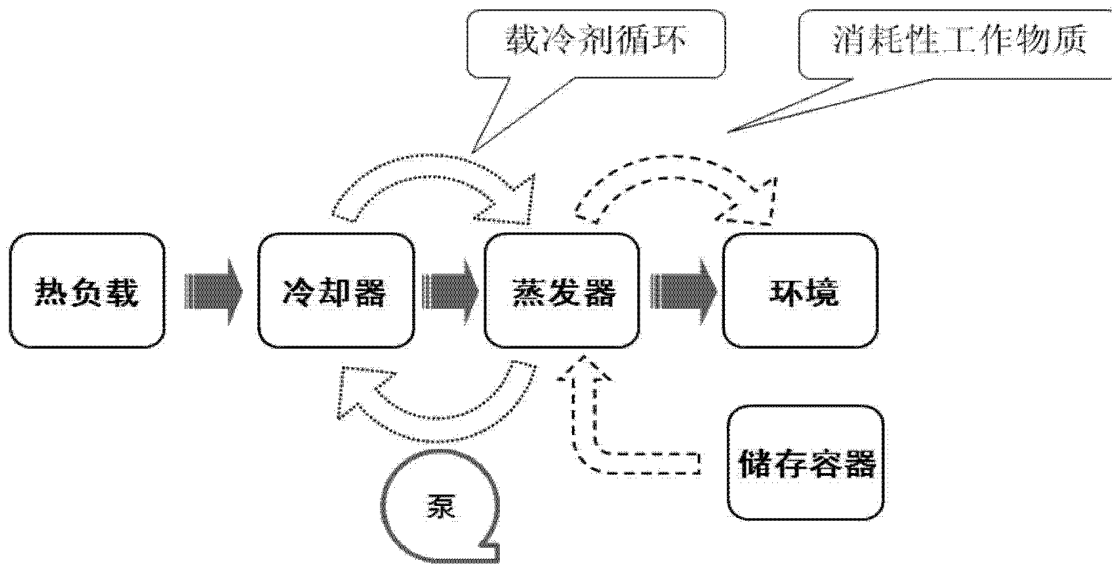


图 5