
(57) 摘要:

一种浸没式冷却系统及其冷却方法，包括电子设备（101）、不导电工质（103）和一个或多个气囊（105）；电子设备（101）浸没于不导电工质（103）中，不导电工质（103）用于对电子设备（101）散热，随着温度升高不导电工质（103）的体积膨胀；气囊（105）的壁面具有弹性，其被膨胀的不导电工质（103）挤压时体积缩小，以缓冲由于不导电工质（103）膨胀而导致的系统内的压力上升。该系统和方法中的气囊（105）比传统的排气阀更加灵活，并且因此能提高系统的冷却性能。

一种浸没式冷却系统和方法

技术领域

本发明涉及信息和通信领域，具体涉及一种浸没式冷却系统和方法。

5

背景技术

随着信息和通信产业的高速发展，设备的集成度和热密度越来越高。面对芯片功耗的日益上升和设备集成度的日益增长，传统的以空气为介质为电子产品进行散热的技术越来越不能满足需求，业界开始寻求更高密度的散热解决方案，浸没式冷却开始进入人们的视野。

浸没式冷却是将发热源浸没于不导电液体中进行散热，从而把温度控制在合理的范围之内。相对传统的风冷技术，浸没式散热可解决的热密度可以高很多。同时，采用浸没式散热的系统方案相对简单，部件通常也比较少，可靠性较高。但由于在浸没于不导电工质中热源产生的热量被不导电工质吸收后，不导电工质的温度将升高，体积将膨胀。因此采用浸没式散热方案式，必须考虑工质的体积膨胀问题，以防止由此造成的对壳体的破坏进而其引起的安全性问题。

为了控制浸没式冷却系统由于不导电工质体积膨胀所造成的压力升高问题，业界已有的浸没式冷却方案多采用安装排气阀门的方式。现有的技术方案中设置了专门的排气阀门以防止压力升高甚至造成安全问题。不导电工质盛于由固体材料制成的壳体中，采用这种排气阀方案时，通常的做法是在充注液体工质时预留一定的空间，也就是说不导电工质只占壳体所围成的空间的一部分，剩余的空间内仍然盛有气体。当不导电工质温度升高体积膨胀时就开始挤压气体，当气体压力升高到一定程度时，安装于壳体壁面上的排气卸压阀开始工作，将部分气体排到外界，以降低壳体内部

25

的压力。

业界已有的排气卸压阀通常体积较大，通常须安装于系统中较高的位置，因此其安装方式也受到一定的限制。另外，那些未能浸没于不导电工质中而暴露在气体中的电子设备部分，其散热能力会受到严重影响。尤其对于用于横插筐的单板级浸没系统，空气层的存在严重恶化了不导电工质与冷源外壳之间的换热，导致整个系统的散热性能恶化。

发明内容

本发明实施例提供了一种浸没式冷却的系统和方法。

10 本发明实施例提供了一种浸没式冷却系统，系统包括：电子设备、不导电工质和一个或多个气囊；所述电子设备浸没于不导电工质中；所述不导电工质用于对电子设备散热，随着温度升高所述不导电工质的体积膨胀；所述气囊壁面有弹性，所述气囊用于在受到不导电工质体积膨胀带来的挤压时缩小体积，以缓冲不导电工质的体积膨胀导致的系统内压力上升。

15 本发明实施例提供了一种浸没式冷却的方法，所述方法包括：在封闭容器中使用不导电工质对电子设备散热，所述电子设备浸没在不导电工质中，在所述不导电工质中放置一个或多个可伸缩气囊；在受到不导电工质体积膨胀带来的挤压时，气囊体积缩小以缓冲不导电工质的体积膨胀导致的系统内压力上升。

20 本发明实施例提供的浸没式冷却的系统和方法，使用气囊代替排气阀安装更加灵活；并进一步的提高了冷却性能。

附图说明

25 为了更清楚地说明本发明实施例或现有技术中的技术方案，下面将对实施例或现有技术描述中所需要使用的附图作一简单地介绍，显而易见，

下面描述中的附图是本发明的一些实施例，对于本领域普通技术人员来讲，在不付出创造性劳动的前提下，还可以根据这些附图获得其他的附图。

图1为本发明浸没式冷却系统的一个实施例的结构图；

图2为本发明实施例中只有部分壁面可以移动的气囊示意图；

5 图3为本发明浸没式冷却方法的一个实施例的流程图。

具体实施方式

为使本发明实施例的目的、技术方案和优点更加清楚，下面将结合本发明实施例中的附图，对本发明实施例中的技术方案进行清楚、完整地描述，显然，所描述的实施例是本发明一部分实施例，而不是全部的实施例。
10 基于本发明中的实施例，本领域普通技术人员在没有做出创造性劳动的前提下所获得的所有其他实施例，都属于本发明保护的范围。

本发明实施例提供了一种浸没式冷却系统。请参考图1，图1提供了本发明浸没式冷却系统一个实施例的结构图。系统包括：电子设备101、不
15 导电工质103和一个或多个气囊105；所述电子设备浸没于不导电工质中；所述不导电工质用于对电子设备散热，随着温度升高所述不导电工质的体积膨胀；所述气囊壁面有弹性，所述气囊用于在受到不导电工质体积膨胀带来的挤压时缩小体积，以缓冲不导电工质的体积膨胀导致的系统内压力上升。

20 热源电子设备101浸没于不导电工质中，103不导电工质充满于壳体内部。大小不一、形状各异的气囊被置于不导电工质内。

气囊105将气体包裹于其内部。气囊通常是由橡胶材料制成，壁面具有一定的压缩或者扩张能力。本发明的一个具体实施案例便是将气囊应用于浸没式散热系统中，以达到控制压力的目的。气囊可以采用目前在市政管
25 道和液压系统中常用的气囊。

气囊的本质是能够将气体包裹住，并且部分或者全部壁面能够根据内外压差的变化而变化，从而使得当不导电工质膨胀时，气囊内的气体可以被压缩；反过来，当不导电工质体积缩小时，气囊内的气体可以在内部压力的作用下被扩张。请参考附图2，图2给出了一个只有一个可移动壁面201的气囊示意图，当气体体积膨胀时，可移动壁面向外移动，从而使气体体积增加；当气体体积需要缩小时，可移动壁面向内移动，从而使气体体积减小。图2中（a）是气囊的初始状态，图2中（b）是气体膨胀后的气囊状态；图2中（c）是气体压缩后的气囊状态。

如果将气囊内的气体看作工程热力学上的理想气体的话，气囊内气体的压力将遵循工程热力学上的理想气体状态方程，如公式（1）所示：

$$pV = nRT \quad (1)$$

其中p是气体的压强，V是气体的体积，T是气体的绝对温度，n是理想气体物质的量，R是气体常数。

在系统工作时，不导电工质吸收热源所产生的热量后温度升高体积膨胀，并挤压气囊。气囊受到来自不导电工质的挤压后，由于气体的可压缩性，气囊体积缩小，同时内部压力升高。在达到平衡状态时，气囊所减小的体积将等于不导电工质膨胀所增加的体积。而当热源的功耗下降产生的热量减少导致不导电工质的温度降低时，或者由于其他环境因素的原因不导电工质的温度降低体积缩小时，气囊的体积则会增大，同时气囊内部的压力也将减小。当达到平衡时，气囊所增加的体积将等于不导电工质所减少的体积。

所述在受到不导电工质体积膨胀带来的挤压时所述气囊的体积缩小包括：所述气囊体积根据理想气体状态方程缩小，所述气囊缩小的体积根据如下公式（2）计算：

$$V_2 - V_1 = nR \left(\frac{T_2}{P_2} - \frac{T_1}{P_1} \right) \quad (2) ;$$

其中， V_1 是气囊体积缩小前的气囊体积， V_2 是气囊体积缩小后的气囊体积； T_1 是气囊体积缩小前的气囊内气体绝对温度， T_2 是气囊体积缩小后的气囊内气体绝对温度； P_1 是气囊体积缩小前的气囊内气体压强， P_2 是气囊体积缩小后的气囊内气体压强； n 是气囊内气体的物质的量； R 是气体常数。

在本发明的实施例中，浸没式系统中不导电工质的工作温度范围被控制在一定的规格之内，也就是说所述气囊的温度变化是在一定的范围之内。若将气囊压缩或者扩张后的体积 V_2 与气囊的初始体积 V_1 控制在一定的范围之内，气囊的压力也控制在一定的允许范围之内。由于浸没式系统中气囊内的压力和不导电工质的压力存在一定的平衡关系，故通过气囊的设计可以使浸没式系统的压力得到控制。

所述一个或多个气囊的气囊数量根据不导电工质的体积膨胀值和各个气囊的体积缩小值确定，具体包括根据公式(3)计算：

$$\sum_i \nabla v_i \geq \nabla V; \quad (3)$$

其中， ∇V 是不导电工质的体积膨胀值， ∇v_i 表示第*i*个气囊的体积缩小值，所述气囊的气囊数量*i*要保证所有气囊的体积缩小值之和大于或等于不导电工质的体积膨胀值。

只要保证气囊的总体积与不导电工质的膨胀体积的合理比值，浸没式系统的压力就可以得到控制。在本发明的实施例中，气囊的形状和数量可以根据壳体进行任意的灵活设置。

虽然本实施例中采用的是传统工业体系中的气囊，实际上，气囊的具体形式可以根据浸没式散热方案的具体情况进行多种变形和设计。

所述气囊固定于和所述电子设备101通过不导电工质隔离的位置。此设计可以通过合理设置气囊的位置避免现有方案中存在的电子设备暴露在气

体中，空气隔离在不导电工质和外壳之间的热交换等缺陷，进一步提高整个系统的散热性能。

在本发明实施例中，所述不导电工质是不导电液体或不导电气体。

本发明实施例提供了一种浸没式冷却的方法。请参考图 3，图 3 提供了
5 本发明一个实施例的流程图。所述方法包括：

S301 使用不导电工质对电子设备散热；

S303 在受到不导电工质体积膨胀带来的挤压时，气囊体积缩小以缓冲不
导电工质的体积膨胀导致的系统内压力上升；

所述系统包括电子设备、不导电工质和一个或多个气囊。

10 在受到不导电工质体积膨胀带来的挤压时，气囊体积缩小包括，所述气
囊缩小的体积根据公式（4）计算：

$$V_2 - V_1 = nR \left(\frac{T_2}{P_2} - \frac{T_1}{P_1} \right); \quad (4)$$

其中， V_1 是气囊体积缩小前的气囊体积， V_2 是气囊体积缩小后的气囊
体积； T_1 是气囊体积缩小前的气囊内气体绝对温度， T_2 是气囊体积缩小后
15 的气囊内气体绝对温度； P_1 是气囊体积缩小前的气囊内气体压强， P_2 是气囊
体积缩小后的气囊内气体压强； n 是气囊内气体的物质的量； R 是气体常数。

所述一个或多个气囊的气囊数量根据不导电工质的体积膨胀值和各个
气囊的体积缩小值确定。

20 所述一个或多个气囊的气囊数量根据不导电工质的体积膨胀值和各个
气囊的体积缩小值确定具体包括根据公式（5）确定：

$$\sum_i \nabla V_i \geq \nabla V \quad (5)$$

其中， ∇V 是不导电工质的体积膨胀值， ∇V_i 表示第 i 个气囊的体积缩小
值，其中 i 是大于等于 1 且小于等于 N 的自然数，所述气囊的气囊数量 i
要保证所有气囊的体积缩小值之和大于或等于不导电工质的体积膨胀值。

本领域技术人员可以理解附图只是一个优选实施例的示意图，附图中的模块或流程并不一定是实施本发明所必须的。

最后应说明的是：以上实施例仅用以说明本发明的技术方案，而非对其限制；尽管参照前述实施例对本发明进行了详细的说明，本领域的普通技术人员应当理解：其依然可以对前述各实施例所记载的技术方案进行修改，或者对其中部分技术特征进行等同替换；而这些修改或者替换，并不使相应技术方案的本质脱离本发明各实施例技术方案的精神和范围。

10

15

20

权利要求

1. 一种浸没式冷却系统，其特征在于，系统包括：电子设备、不导电工质和一个或多个气囊；所述电子设备浸没于不导电工质中；所述不导电工质用于对电子设备散热，随着温度升高所述不导电工质的体积膨胀；所述气囊壁面有弹性，所述气囊用于在受到不导电工质体积膨胀带来的挤压时缩小体积，以缓冲不导电工质的体积膨胀导致的系统内压力上升。
2. 根据权利要求 1 所述的系统，其特征在于，所述气囊缩小的体积根据如下公式计算：

$$V_2 - V_1 = nR \left(\frac{T_2}{P_2} - \frac{T_1}{P_1} \right);$$

- 其中， V_1 是气囊体积缩小前的气囊体积， V_2 是气囊体积缩小后的气囊体积； T_1 是气囊体积缩小前的气囊内气体绝对温度， T_2 是气囊体积缩小后的气囊内气体绝对温度； P_1 是气囊体积缩小前的气囊内气体压强， P_2 是气囊体积缩小后的气囊内气体压强； n 是气囊内气体的物质的量； R 是气体常数。
3. 根据权利要求 1 或 2 所述的系统，其特征在于，所述一个或多个气囊的气囊数量根据不导电工质的体积膨胀值和各个气囊的体积缩小值确定。
4. 根据权利要求 3 所述的系统，其特征在于，所述一个或多个气囊的气囊数量根据如下公式确定：

$$\sum_{i=1}^N \nabla V_i \geq \nabla V$$

- 其中， ∇V 是不导电工质的体积膨胀值， ∇V_i 表示第 i 个气囊的体积缩小值，其中 i 是大于等于 1 且小于等于 N 的自然数， N 是所述气囊的气囊数量， N 要保证所有气囊的体积缩小值之和大于或等于不导电工质的体积膨胀值。

5. 根据权利要求 1 或 2 所述的系统，其特征在于，所述气囊固定于和所述电子设备通过不导电工质隔离开的位置。
6. 根据权利要求 1 所述的系统，其特征在于，所述不导电工质是不导电液

体或不导电气体。

7. 一种浸没式冷却的方法，其特征在于，所述方法包括：

在封闭容器中使用不导电工质对电子设备散热，所述电子设备浸没在所述不导电工质中，在所述不导电工质中放置一个或多个气囊；

5 在受到不导电工质因对电子设备散热导致体积膨胀带来的挤压时，气囊体积缩小以缓冲不导电工质的体积膨胀导致的系统内压力上升。

8. 根据权利要求 7 所述的方法，其特征在于，所述气囊缩小的体积根据以下公式确定：

$$V_2 - V_1 = nR \left(\frac{T_2}{P_2} - \frac{T_1}{P_1} \right);$$

10 其中， V_1 是气囊体积缩小前的气囊体积， V_2 是气囊体积缩小后的气囊体积； T_1 是气囊体积缩小前的气囊内气体绝对温度， T_2 是气囊体积缩小后的气囊内气体绝对温度； P_1 是气囊体积缩小前的气囊内气体压强， P_2 是气囊体积缩小后的气囊内气体压强； n 是气囊内气体的物质的量； R 是气体常数。

9. 根据权利要求 7 或 8 所述的方法，其特征在于，所述在所述不导电工质
15 中放置一个或多个气囊包括：根据不导电工质的体积膨胀值和各个气囊的体积缩小值确定所述一个或多个气囊的气囊数量。

10. 根据权利要求 9 所述的方法，其特征在于，所述根据不导电工质的体积膨胀值和各个气囊的体积缩小值确定一个或多个气囊的气囊数量具体包括，根据如下公式确定：

20
$$\sum_1 \nabla v_i \geq \nabla V$$

其中， ∇V 是不导电工质的体积膨胀值， ∇v_i 表示第 i 个气囊的体积缩小值，其中 i 是大于等于 1 且小于等于 N 的自然数， N 是所述气囊的气囊数量， N 要保证所有气囊的体积缩小值之和大于或等于不导电工质的体积膨胀值。

25 11. 根据权利要求 7 所述的方法，其特征在于，所述不导电工质是不导电液

体或不导电气体。

5

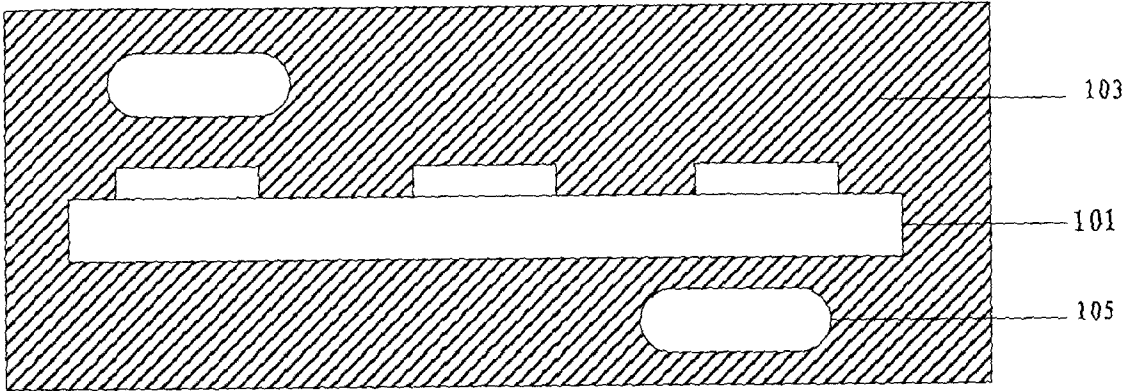


图 1

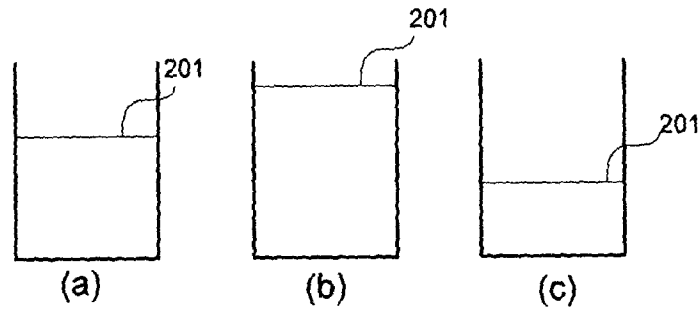


图 2

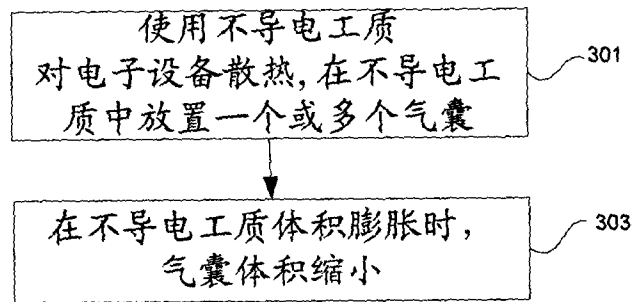


图 3

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/CN2011/080121

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

See the extra sheet

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)

IPC: H05K 7/20, H05K 7/00, G06F 1/20, G06F 1/16, G06F 1/00

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)

CPRS, CNKI, WPI, EPODOC: air bag, air chamber, exhaust, exhaust pressure, reduce pressure, electron, electrical equipment, computer, heat dissipation, IMMERS+, SUBMERS+, SUBMERG+, LIQUID, COOL+, AIR, GAS, POCKET?, BAG?, CELL?, SAC?, EXPAND+, EXPANS+, DISCHARG+, PRESSURE

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
A	CN 101588707 A (HUAWEI TECHNOLOGIES CO., LTD.), 25 November 2009 (25.11.2009), description, page 4, line 7 to page 7, line 2, and figure 2	1-11
A	CN 1251494 A (XUE, Yong), 26 April 2000 (26.04.2000), the whole document	1-11
A	WO 2010058274 A1 (MILANO POLITECNICO et al.), 27 May 2010 (27.05.2010), the whole document	1-11
A	US 2007034360 A1 (HALL, J.P.), 15 February 2007 (15.02.2007), the whole document	1-11
A	US 4053942 A (IBM), 11 October 1977 (11.10.1977), the whole document	1-11

Further documents are listed in the continuation of Box C.

See patent family annex.

<p>* Special categories of cited documents:</p> <p>“A” document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance</p> <p>“E” earlier application or patent but published on or after the international filing date</p> <p>“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)</p> <p>“O” document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means</p> <p>“P” document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed</p>	<p>“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</p> <p>“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</p> <p>“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</p> <p>“&” document member of the same patent family</p>
---	---

Date of the actual completion of the international search
03 May 2012 (03.05.2012)

Date of mailing of the international search report
28 June 2012 (28.06.2012)

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
YANG, Pei
Telephone No.: (86-10) 62084199

INTERNATIONAL SEARCH REPORT
Information on patent family members

International application No.

PCT/CN2011/080121

Patent Documents referred in the Report	Publication Date	Patent Family	Publication Date
CN 101588707 A	25.11.2009	None	
CN 1251494 A	26.04.2000	None	
WO 2010058274 A1	27.05.2010	ITTO 20080858 A1	21.05.2010
US 2007034360 A1	15.02.2007	WO 2006133429 A2	14.12.2006
US 4053942 A	11.10.1977	DE 2724346 A1	05.01.1978
		FR 2356447 A1	27.01.1978
		DE 2724346 C2	01.06.1983
		JP 53002083 A	10.01.1978
		JP 61007745 B	08.03.1986
		JP 1341732 C	14.10.1986
		FR 2356447 B1	03.11.1978

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/CN2011/080121

CONTINUATION: CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

H05K 7/20 (2006.01) i

G06F 1/20 (2006.01) i

国际检索报告
关于同族专利的信息

国际申请号
PCT/CN2011/080121

检索报告中引用的 专利文件	公布日期	同族专利	公布日期
CN101588707A	25.11.2009	无	
CN1251494A	26.04.2000	无	
WO2010058274A1	27.05.2010	ITTO20080858A1	21.05.2010
US2007034360A1	15.02.2007	WO2006133429A2	14.12.2006
US4053942A	11.10.1977	DE2724346A1	05.01.1978
		FR2356447A1	27.01.1978
		DE2724346C2	01.06.1983
		JP53002083A	10.01.1978
		JP61007745B	08.03.1986
		JP1341732C	14.10.1986
		FR2356447B1	03.11.1978

续：主题的分类

H05K 7/20 (2006.01) i

G06F 1/20 (2006.01) i