



**ФЕДЕРАЛЬНАЯ СЛУЖБА  
ПО ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНОЙ СОБСТВЕННОСТИ**

**(12) ОПИСАНИЕ ПОЛЕЗНОЙ МОДЕЛИ К ПАТЕНТУ**

(52) СПК

*G12B 15/06 (2020.08); H05K 7/2029 (2020.08); H01L 23/36 (2020.08)*(21)(22) Заявка: **2020125527, 31.07.2020**(24) Дата начала отсчета срока действия патента:  
**31.07.2020**Дата регистрации:  
**21.12.2020**

Приоритет(ы):

(22) Дата подачи заявки: **31.07.2020**(45) Опубликовано: **21.12.2020** Бюл. № 36

Адрес для переписки:

**152021, Ярославская обл., Переславский р-н, с.  
Веськово, ул. Петра Первого, 4 "а", Абрамов  
Сергей Михайлович**

(72) Автор(ы):

**Амелькин Сергей Анатольевич (RU)**

(73) Патентообладатель(и):

**Федеральное государственное бюджетное  
учреждение науки Институт программных  
систем им. А.К. Айламазяна Российской  
академии наук (RU)**(56) Список документов, цитированных в отчете  
о поиске: **US 10512192 B2, 17.12.2019. US  
9773526 B2, 26.09.2017. US 8867209 B2,  
21.10.2014. RU 2580675 C2, 10.04.2016. RU 156137  
U1, 27.10.2015.**(54) **Устройство для иммерсионного двухфазного охлаждения изделий электронной техники**

(57) Реферат:

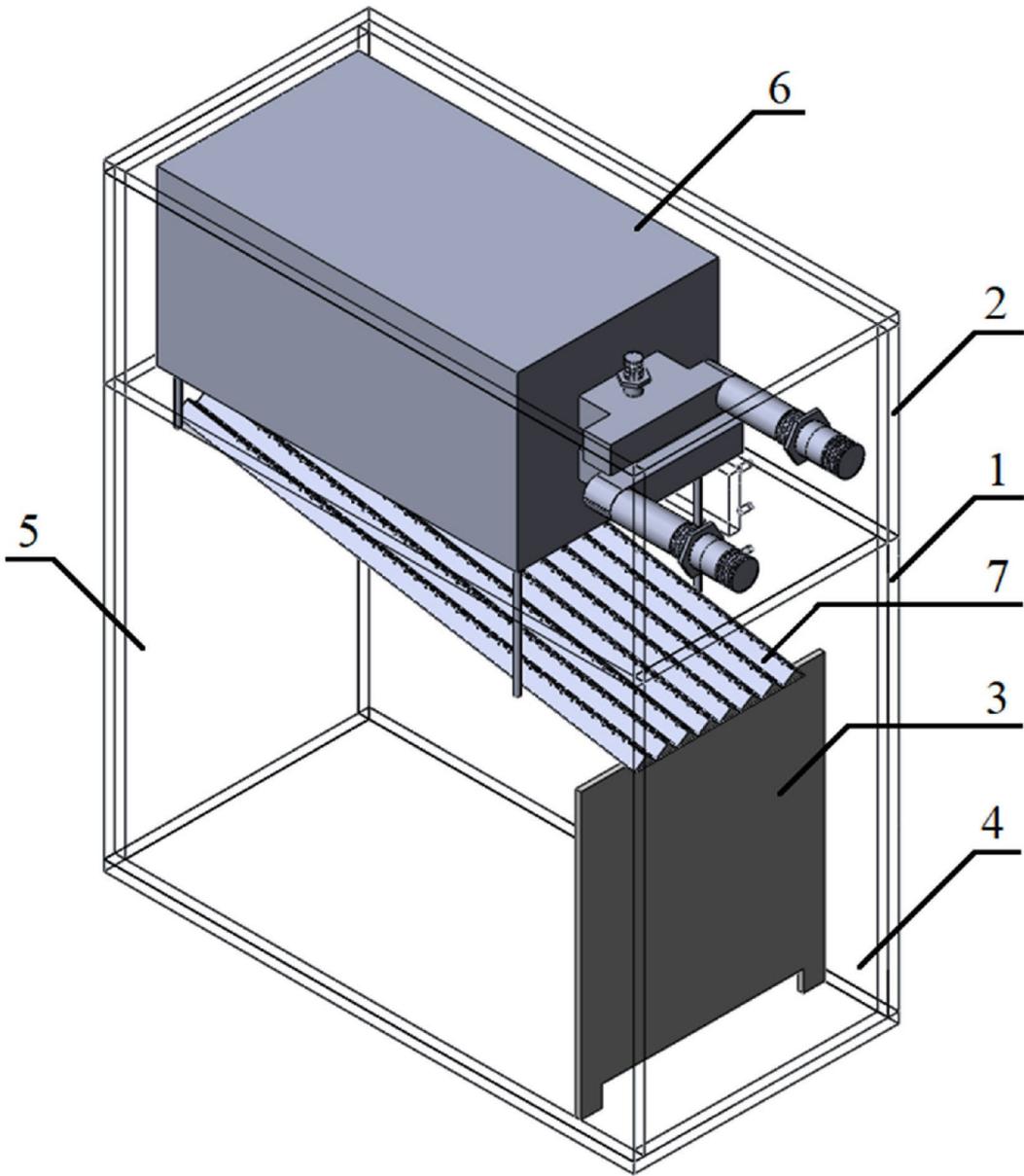
Полезная модель относится к области электротехники, а именно к устройствам для охлаждения электронных изделий на основе принципа перехода фаз посредством их полного погружения в хладагент, представляющий собой диэлектрическую жидкость или смесь диэлектрических жидкостей с разной температурой кипения. Технический результат заключается в улучшении охлаждения за счет обеспечения неотрицательного знака градиента температуры хладагента во всех точках вертикальных сечений резервуара. Устройство для иммерсионного двухфазного охлаждения изделий состоит из герметичного резервуара, частично заполненного хладагентом, снабженного крышкой. Внутри резервуара параллельно одной из торцевых стенок резервуара установлена перегородка с образованием первой и второй камер. Во второй

камере выполнены направляющие для установки изделий электронной техники. Верхняя кромка перегородки не доходит до крышки резервуара, но находится выше уровня хладагента. Нижняя кромка перегородки выполнена с выемкой, обеспечивающей поток охлажденного хладагента из первой камеры во вторую камеру. Внутри крышки резервуара над второй камерой установлен конденсатор, а под ним наклонно установлена направляющая, предназначенная для направления охлажденного хладагента в первую камеру. Направляющая выполнена волнообразной в направлении, перпендикулярном торцевым стенкам резервуара. Вдоль выступов направляющей выполнены отверстия, обеспечивающие прохождение пара к конденсатору. Желобы направляющей предназначены для направления охлажденного хладагента в первую камеру. 2 з.п. ф-лы, 1 ил.

RU 201540 U1

RU 201540 U1

RU 201540 U1



RU 201540 U1

Полезная модель относится к области электронной техники, а именно к устройствам для охлаждения электронных изделий на основе принципа перехода фаз посредством их полного погружения в хладагент, представляющий собой диэлектрическую жидкость или смесь диэлектрических жидкостей с разной температурой кипения.

5 Известны системы иммерсионного охлаждения на основе принципа смены фаз, не содержащие приспособлений для отведения охлажденного хладагента от конденсатора. Так, в известном научно-техническом решении вычислительные платы установлены в резервуаре, частично заполненном диэлектрической охлаждающей жидкостью так, что они полностью в нее погружены [US9313920 (B2), опубл. 12.04.2016, МПК B23P15/26, 10 F25B39/04, H05K7/20]. В верхней части резервуара выше уровня охлаждающей жидкости смонтирован наклонный дефлектор. Охлаждающая жидкость нагревается от электронных компонентов до температуры кипения. Поднимающийся пар охлаждается на дефлекторе и падает в виде капель на поверхность охлаждающей жидкости.

15 Подобная система охлаждения раскрыта также в патенте США [US9622379 (B1), опубл. 11.04.2017, МПК H05K7/20].

Недостаток данных научно-технических решений заключается в том, что часть пара конденсируется на дефлекторе и образует холодный слой на поверхности охлаждающей жидкости. При этом градиент температуры хладагента по вертикальному сечению резервуара имеет разные знаки в разных горизонтальных слоях охлаждающей жидкости.

20 Другим примером подобной схемы охлаждения является система охлаждения, состоящая из резервуаров, частично заполненных хладагентом и предназначенных для установки вычислительных плат [US8179677 (B2), опубл. 15.05.2012, МПК F25B41/00, F28D15/00]. В каждом из резервуаров в левой верхней части над поверхностью хладагента расположен конденсатор. В верхней правой части расположен пористый 25 материал для направления пара, образующегося в результате нагревания хладагента электронными компонентами на вычислительной плате, к конденсатору.

Недостаток данного научно-технического решения заключается в том, что над нагревающимися электронными компонентами в левой части резервуара образуется слой хладагента, охлажденного ниже температуры кипения, что приводит к появлению 30 отрицательного градиента температуры хладагента над этими электронными компонентами.

Известны системы охлаждения иммерсионного охлаждения на основе принципа смены фаз, содержащие приспособления для отведения конденсата. Например, в известном изобретении предложена схема охлаждения с контейнерами, 35 смонтированными на вычислительной плате и накрывающими отдельные электронные компоненты [US8194406 (B2), опубл. 05.06.2012, МПК H05K7/20]. Каждый контейнер частично заполнен хладагентом так, что электронный компонент полностью в него погружен. Сбоку от электронного компонента смонтированы наклонные перегородки, не достигающие до конденсатора, ограничивающие боковые камеры и центральную 40 камеру. Перегородки препятствуют попаданию охлажденного хладагента на поверхность электронного компонента. В нижней части перегородок выполнены отверстия, предназначенные для подачи охлажденного хладагента в центральную камеру. В верхней части контейнера под конденсатором расположен вентилятор, направляющий на него пар и обеспечивающий рециркуляцию хладагента.

45 Недостаток данного научно-технического решения заключается в том, что парообразная фаза хладагента, проходя через вентилятор, конденсируется на всей поверхности конденсатора, в том числе находящейся непосредственно над вентилятором. Капли конденсата поступают не только в боковые камеры контейнера, но и стекают

по вентилятору в центральную камеру. Таким образом, в центральной камере формируется слой хладагента с низкой температурой, что приводит к возникновению отрицательного градиента температуры хладагента в верхнем слое центральной камеры.

5 Сходное решение раскрыто в патенте США [US8867209 (B2), опубл. 21.10.2014, МПК F28F7/00, H05K13/00, H05K7/20]. Отличием от предыдущего решения является то, что вместо вентилятора используется горизонтальная перегородка с отверстиями для выхода пара, а также то, что контейнер заполнен хладагентом не частично, а полностью, в результате чего пространство для парообразной фазы хладагента отсутствует. Кроме того, наклонные перегородки выполнены с отверстиями по всей поверхности. Отверстия  
10 предназначены для подачи охлажденного хладагента.

Недостаток данного научно-технического решения заключается в том, что над горизонтальной перегородкой с отверстиями для выхода пара формируется слой хладагента с низкой температурой, в результате чего с конденсатором контактируют хладагент, находящийся не только в газообразной фазе, но и в жидкой. Таким образом  
15 по вертикальным сечениям резервуара образуются слои с разными знаками градиента температуры, что препятствует прохождению потока нагретого хладагента, в том числе в парообразной фазе, через отверстия горизонтальной перегородки.

Известна система охлаждения иммерсионного охлаждения на основе принципа смены фаз, состоящая из резервуара, частично заполненного хладагентом с низкой  
20 температурой кипения и предназначенного для вертикальной установки вычислительных плат [US9773526 (B2), опубл. 26.09.2017, МПК G06F1/20, G11B33/14, H05K7/20]. В верхней части резервуара смонтированы два наклонных конденсатора, а под каждым из них - две наклонные направляющие для отведения конденсата к боковым стенкам резервуара.

Недостаток данного научно-технического решения заключается в том, что конденсат,  
25 стекающий по наклонным направляющим, попадает на верхний слой хладагента вблизи боковых стенок резервуара и за счет турбулентности потока распределяется по верхнему слою, охлаждая его. В результате этого температура хладагента по вертикальным сечениям резервуара характеризуется отрицательным градиентом.

Наиболее близкой к предлагаемой полезной модели является система охлаждения с  
30 вертикальным конденсатором, содержащая камеры для отведения охлажденного хладагента от конденсатора [US10512192 (B2), опубл. 17.12.2019, МПК H05K7/20, F28F9/007, H01L21/67, H01L23/32, H01L23/34, H01L23/40, H01L23/42, H01L23/427, H01L23/44, H01L23/46, H01L23/473, F28D15/02]. В одном из вариантов исполнения изобретения вычислительные платы установлены в центральной части резервуара, частично  
35 заполненного диэлектрическим хладагентом так, что они оказываются полностью в него погружены. В боковых частях резервуара смонтированы конденсаторы. При этом вычислительные платы накрыты устройством для направления пара, представляющим собой прямоугольную крышку. Боковые стенки крышки продолжаются до дна резервуара и образуют две камеры под конденсаторами, в которые стекает охлажденный  
40 хладагент. Выпускное отверстие для выхода пара к конденсатору расположено в верхней части боковой стенки крышки, а перепускное отверстие для охлажденного хладагента выполнено в нижней части. Благодаря этому обеспечена подача охлажденного хладагента снизу резервуара.

Недостатком данного научно-технического решения является то, что хладагент,  
45 циркулирующий в конденсаторе, охлаждает верхнюю камеру над крышкой, в результате этого парообразный хладагент дополнительно конденсируется на внутренней поверхности верхней части крышки. Образовавшиеся капли хладагента формируют холодный слой на поверхности хладагента, что приводит к появлению отрицательного

градиента температуры в верхнем слоя хладагента по вертикальным сечениям резервуара.

Технической проблемой, решаемой с помощью предлагаемой полезной модели, является повышение энергетической эффективности охлаждения.

5 Технический результат заключается в обеспечении неотрицательного знака градиента температуры хладагента во всех точках вертикальных сечений резервуара.

Технический результат достигается тем, что устройство для иммерсионного двухфазного охлаждения изделий электронной техники включает герметичный резервуар, частично заполненный хладагентом, крышку, конденсатор, приспособления  
10 для направления охлажденного хладагента, которые согласно изобретению выполнены в виде перегородки и направляющей, причем перегородка установлена вплотную к боковым стенкам и днищу резервуара параллельно одной из торцевых стенок резервуара на расстоянии не менее 50 мм с образованием первой и второй камер, во второй камере выполнены направляющие для установки изделий электронной техники  
15 перпендикулярно перегородке, верхняя кромка перегородки не доходит до крышки резервуара, но находится выше уровня хладагента, нижняя кромка перегородки выполнена с выемкой, обеспечивающей поток охлажденного хладагента из первой камеры во вторую камеру, конденсатор установлен внутри крышки над второй камерой, а под конденсатором наклонно установлена направляющая, предназначенная для  
20 направления охлажденного хладагента в первую камеру, при этом направляющая перекрывает всю площадь под конденсатором, а также перекрывает перегородку сверху, но не доходит до торцевой стенки, причем направляющая выполнена волнообразной в направлении, перпендикулярном торцевым стенкам резервуара, с параллельными выступами и желобами, вдоль выступов направляющей выполнены  
25 отверстия с эффективным диаметром 4 - 10 мм и площадью 12 - 100 мм<sup>2</sup>, обеспечивающие прохождение пара к конденсатору, желобы направляющей предназначены для направления охлажденного хладагента в первую камеру, при этом направляющая, стенки резервуара и перегородка выполнены из материала с теплопроводностью не более 0,1 Вт/(м °С). При этом возможно, что отверстия перегородки имеют круглую  
30 форму. Также возможно, что отверстия перегородки имеют щелевидную форму.

На чертеже показана схема устройства для иммерсионного двухфазного охлаждения изделий электронной техники.

Устройство для иммерсионного двухфазного охлаждения изделий электронной техники представляет собой герметичный прямоугольный резервуар 1, снабженный  
35 крышкой 2 и частично заполненный хладагентом. Крышка выполнена с возможностью герметичного соединения с резервуаром.

На расстоянии не менее 50 мм от одной из торцевых стенок резервуара и параллельно ей вплотную к боковым стенкам и днищу резервуара установлена перегородка 3 с  
40 образованием первой камеры 4 и второй камеры 5. Верхняя кромка перегородки 3 не доходит до крышки резервуара, но находится выше уровня хладагента. Нижняя кромка перегородки 3 выполнена с выемкой, обеспечивающей поток охлажденного хладагента из первой камеры 4 во вторую камеру 5.

Первая камера 4 ограничена первой боковой стенкой резервуара, частями торцевых стенок резервуара, частью днища резервуара и перегородкой 3. Вторая камера 5  
45 ограничена перегородкой 3, второй боковой и частями двух торцевых стенок резервуара и частью днища резервуара.

Во второй камере 5 выполнены направляющие для установки изделий электронной техники перпендикулярно перегородке 3.

Внутри крышки 2 над второй камерой 5 установлен конденсатор 6.

Под конденсатором 6 наклонно смонтирована направляющая 7, предназначенная для направления охлажденного хладагента в первую камеру 4. Направляющая 7 перекрывает всю площадь под конденсатором, а также перекрывает перегородку сверху, но не доходит до торцевой стенки.

Направляющая 7 выполнена волнообразной в направлении, перпендикулярном торцевым стенкам резервуара, с параллельными выступами и желобами. Вдоль выступов направляющей 7 выполнены круглые или щелевидные отверстия с эффективным диаметром 4 - 10 мм и площадью 12 - 100 мм<sup>2</sup>, обеспечивающие прохождение пара к конденсатору. Желобы направляющей предназначены для направления охлажденного хладагента в первую камеру 4. Таким образом, перегородка 3 и направляющая 7 предотвращают попадание охлажденного хладагента во вторую камеру 5.

На одной из стенок резервуара выполнен кабельный ввод для герметичного прохода кабелей питания и ввода/вывода данных (на чертеже не показан).

Направляющая 7, стенки резервуара и перегородка 3 выполнены из материала с теплопроводностью не более 0,1 Вт/(м °С).

Конденсатор посредством трубопроводов соединен с внешним теплообменником (на чертеже не показан).

В качестве хладагента используется диэлектрическая жидкость с температурой кипения от +30 до +60 °С или неazeотропная смесь двух жидкостей с разной температурой кипения, где легкокипящий компонент имеет температуру кипения от +30 до +60 °С.

В качестве теплоносителя для охлаждения конденсатора используется вода или другие жидкости.

Устройство для иммерсионного двухфазного охлаждения изделий электронной техники работает следующим образом.

Во вторую камеру устанавливают изделия электронной техники. В процессе их работы выделяется тепло, хладагент вблизи них нагревается до температуры кипения. Образующийся пар поднимается вверх, достигает направляющей и проходит через отверстия в ее выступах к конденсатору. Соприкасаясь с поверхностью труб конденсатора, по которым циркулирует теплоноситель, пар конденсируется. Охлажденный хладагент отводится по наклонным желобам направляющей в первую камеру и через выемку перегородки возвращается во вторую камеру.

Теплоноситель конденсатора по трубопроводам циркулирует через внешний теплообменник, где охлаждается.

Обеспечение неотрицательного знака градиента температуры хладагента во всех точках вертикальных сечений резервуара достигается за счет того, что, во-первых, значения эффективного диаметра и площади отверстий позволяют обеспечить беспрепятственное прохождение восходящего потока пара через них и одновременно с этим препятствуют прохождению нисходящего потока капель охлажденного хладагента.

Во-вторых, наклонная установка направляющей препятствует накоплению сконденсированного хладагента в желобах направляющей, в результате чего охлажденный хладагент поступает в первую камеру. Это обеспечивает приращение напора хладагента в этой камере и увеличивает скорость его потока из первой камеры во вторую.

В-третьих, первая камера и направляющая образуют канал отвода конденсата и подачи его в нижнюю часть первой камеры.

В-четвертых, за счет низкой теплопроводности материала, из которого выполнены направляющая, стенки резервуара и перегородка, поток тепла через них не влияет на знак градиента температуры хладагента в каждой из камер. В том числе, нижняя поверхность направляющей не охлаждается ниже температуры проходящего через нее пара.

Таким образом обеспечивается положительный градиент температуры во второй камере и нулевой градиент температуры в первой камере, то есть в любом вертикальном сечении резервуара градиент температуры хладагента неотрицателен.

(57) Формула полезной модели

1. Устройство для иммерсионного двухфазного охлаждения изделий электронной техники, включающее герметичный резервуар, частично заполненный хладагентом, крышку, конденсатор, приспособления для направления охлажденного хладагента, отличающееся тем, что приспособления для направления охлажденного хладагента выполнены в виде перегородки и направляющей, причем перегородка установлена вплотную к боковым стенкам и днищу резервуара, параллельно одной из торцевых стенок резервуара на расстоянии не менее 50 мм с образованием первой и второй камер, во второй камере выполнены направляющие для установки изделий электронной техники, перпендикулярно перегородке, верхняя кромка перегородки не доходит до крышки резервуара, но находится выше уровня хладагента, нижняя кромка перегородки выполнена с выемкой, обеспечивающей поток охлажденного хладагента из первой камеры во вторую камеру, конденсатор установлен внутри крышки над второй камерой, а под конденсатором наклонно установлена направляющая, предназначенная для направления охлажденного хладагента в первую камеру, при этом направляющая перекрывает всю площадь под конденсатором, а также перекрывает перегородку сверху, но не доходит до торцевой стенки, причем направляющая выполнена волнообразной в направлении, перпендикулярном торцевым стенкам резервуара, с параллельными выступами и желобами, вдоль выступов направляющей выполнены отверстия с эффективным диаметром 4–10 мм и площадью 12–100 мм<sup>2</sup>, обеспечивающие прохождение пара к конденсатору, желобы направляющей предназначены для направления охлажденного хладагента в первую камеру, при этом направляющая, стенки резервуара и перегородка выполнены из материала с теплопроводностью не более 0,1 Вт/м °С.

2. Устройство для иммерсионного двухфазного охлаждения изделий электронной техники по п. 1, отличающееся тем, что отверстия направляющей имеют круглую форму.

3. Устройство для иммерсионного двухфазного охлаждения изделий электронной техники по п.1, отличающееся тем, что отверстия направляющей имеют щелевидную форму.

