



ФЕДЕРАЛЬНАЯ СЛУЖБА
ПО ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНОЙ СОБСТВЕННОСТИ

(12) ОПИСАНИЕ ИЗОБРЕТЕНИЯ К ПАТЕНТУ

(52) СПК
H05K 7/20 (2021.02)

(21)(22) Заявка: 2018142335, 02.05.2017

(24) Дата начала отсчета срока действия патента:
02.05.2017

Дата регистрации:
15.04.2021

Приоритет(ы):

(30) Конвенционный приоритет:
03.05.2016 GB 1607662.2

(43) Дата публикации заявки: 04.06.2020 Бюл. № 16

(45) Опубликовано: 15.04.2021 Бюл. № 11

(85) Дата начала рассмотрения заявки РСТ на
национальной фазе: 03.12.2018

(86) Заявка РСТ:
IB 2017/000711 (02.05.2017)

(87) Публикация заявки РСТ:
WO 2017/191508 (09.11.2017)

Адрес для переписки:
101000, Москва, ул. Мясницкая, 13, стр. 5, ООО
"Союзпатент"

(72) Автор(ы):

ЛАУ Кар-Вин (CN)

(73) Патентообладатель(и):

БИТФЬЮРИ ГРУП ЛИМИТЕД (KY),
ВАВИЛОВС Валерийс (GE)

(56) Список документов, цитированных в отчете
о поиске: US 2015062806 A1, 05.03. 2015.
CINDY M BARNES et al Practical
Considerations Relating to Immersion Cooling
of Rower Electronics in Traction Systems, IEEE
Trans. On Power ELECTRONICS, v.25,no.9,
01.09.2010, гл.III. Anon : "3M(TM) Two-Phase
Immersion Cooling- High Level Best Practices
for System Fabrication", 0106.2015, Части 4 и 5,
Извлечено из (см. прод.)

(54) ОХЛАЖДЕНИЕ ПОГРУЖЕНИЕМ

(57) Реферат:

Изобретение относится к охлаждению погружением и может быть использовано для охлаждения электронного оборудования с помощью погружения. Способ погружного охлаждения системы, содержащей электронное оборудование, включает погружение электронного оборудования в герметичный резервуар, находящийся под давлением, содержащий теплопередающую текучую среду и включающий в себя пространство, заполняемое паром, соединённое по текучей среде с конденсатором, установленным снаружи указанного герметичного находящегося под

давлением резервуара. Электронное оборудование для генерирования тепла эксплуатируют, так чтобы испарялось некоторое количество теплопередающей текучей среды и пар теплопередающей текучей среды попадал в конденсатор через вертикальный трубчатый стояк. Пар теплопередающей текучей среды конденсируют в конденсаторе, с тем чтобы создавать конденсат. Конденсат возвращают в резервуар и увеличивают потребление мощности, с тем чтобы увеличивать тепло, генерируемое электронным оборудованием, и создавать повышенное давление пара теплопередающей

текучей среды, чтобы приводить устройство в равновесное состояние. Технический результат - стабилизация рабочего давления, что

способствует приведению системы в равновесное состояние. 3 н. и 11 з.п. ф-лы, 4 ил.

(56) (продолжение):

Интернет URL: <https://multimedia.3m.com/mws/media/10102660/3m-two-phase-immersion-cooling-best-practices-technical-paper.pdf>. US 2015109730A1, 23.04. 2015. US 2008115528 A1, 22.05.2008. RU 156137 U1, 27.10.2015.

RAMASWAMY C ET AL, "COMBINED EFFECTS OF SUB-COOLING AND OPERATING PRESSURE ON THE PERFORMANCE OF A TWO-CHAMBER THERMOSYPHON", IEEE TRANSACTIONS ON COMPONENTS AND PACKAGING TECHNOLOGIES, 01.03.2000 vol. 23, no. 1. SIMONS R E ET AL, "A SURVEY OF VAPOR PHASE COOLING SYSTEMS", ELECTRICAL DESIGN NEWS 01.01.1969 vol. 14, no. 1, pages 53 - 56, 7,11,12,14, figures 3,6,7, Section Test Method..

R U 2 7 4 6 5 7 6 C 2 9 7 6

R U 2 7 4 6 5 7 6 C 2



FEDERAL SERVICE
FOR INTELLECTUAL PROPERTY

(12) **ABSTRACT OF INVENTION**

(52) CPC
H05K 7/20 (2021.02)

(21)(22) Application: **2018142335, 02.05.2017**

(24) Effective date for property rights:
02.05.2017

Registration date:
15.04.2021

Priority:

(30) Convention priority:
03.05.2016 GB 1607662.2

(43) Application published: **04.06.2020 Bull. № 16**

(45) Date of publication: **15.04.2021 Bull. № 11**

(85) Commencement of national phase: **03.12.2018**

(86) PCT application:
IB 2017/000711 (02.05.2017)

(87) PCT publication:
WO 2017/191508 (09.11.2017)

Mail address:
**101000, Moskva, ul. Myasnitskaya, 13, str. 5, OOO
"Soyuzpatent"**

(72) Inventor(s):

LAU Kar-Vin (CN)

(73) Proprietor(s):

**BITFYURI GRUP LIMITED (KY),
VAVILOVS Valerijs (GE)**

(54) **IMMERSION COOLING**

(57) Abstract:

FIELD: electronics.

SUBSTANCE: invention relates to immersion cooling and can be used for cooling electronic equipment by immersion. Method of immersion cooling of a system containing electronic equipment includes immersing electronic equipment in a pressurized sealed reservoir containing a heat transferring fluid and including a space filled with steam, said space fluidly connected to a condenser mounted outside of said sealed pressurized reservoir. The electronic heat generating equipment is operated so that a certain amount of the

heat transfer fluid is vaporized and the heat transfer fluid steam is entering the condenser through the vertical riser pipe. The heat transfer fluid steam is condensed in the condenser to create a condensate. The condensate is returned to the reservoir and power consumption is increased to increase the heat generated by the electronic equipment and to create greater heat transfer fluid steam pressure to equilibrate the apparatus.

EFFECT: stabilization of working pressure which contributes to equilibrating the system.

14 cl, 4 dwg

Перекрёстная ссылка на родственные заявки

Настоящая заявка испрашивает преимущества заявки на изобретение U.K. No. GB1607662.2, поданной 3 мая 2016г., которая включена в настоящее описание во всей своей полноте путём ссылки.

5 Область техники, к которой относится изобретение

Настоящее изобретение относится к охлаждению погружением, и более конкретно - к охлаждению электронного оборудования с помощью погружения.

Уровень техники

Охлаждение погружением является технологией, используемой для охлаждения
10 электронного оборудования для обработки данных, в частности оборудования для высокоскоростной обработки данных и для обработки большого объема данных, где традиционное воздушное охлаждение считается неудовлетворительным. Охлаждение погружением включает в себя погружение оборудования (например, электронных модулей для обработки данных) в резервуар, содержащий жидкость. Конвекция и
15 испарение жидкости могут обеспечивать очень высокие скорости охлаждения, чтобы сохранять модули в пределах нормального диапазона рабочих температур. Вода не является идеальной жидкостью для использования в этих вариантах применения, потому что (а) она является электропроводящей, что означает необходимость использования какой-либо изоляции между водой и электроникой, тем самым снижая эффективность
20 охлаждения и (b), поскольку вода испаряется при слишком высокой температуре. Вместо этого были разработаны более эффективные, непроводящие ток охлаждающие жидкости, которые испаряются при более низких температурах. Примером этого может служить жидкость NOVECTM 649, изготавливаемая фирмой 3MTM из Сент-Пол, штат Миннесота (США). Однако даже при использовании этих жидкостей могут возникнуть проблемы,
25 если в жидкость попадает влага. Даже небольшое количество воды может вызвать замыкание электрических соединений в электронном оборудовании. Другая проблема заключается в том, что, поскольку специальные охлаждающие жидкости являются дорогостоящими, важно сохранить весь материал или как можно больше материала в сосуде, и свести к минимуму потери в результате испарения.

30 Ниже приводятся различные модификации и улучшения погружного охлаждения.

Сущность изобретения

В одном аспекте настоящее изобретение обеспечивает способ погружного охлаждения электронного оборудования. Электронное оборудование погружается в
35 герметизированный резервуар, находящийся под давлением, содержащий текучую среду для переноса тепла в жидкой форме. Резервуар содержит паросодержащее пространство над поверхностью жидкости, а паросодержащее пространство соединено с конденсатором. Электронное оборудование приводится в действие для генерирования тепла, чтобы испарить часть текучей среды для переноса тепла в жидкой форме и вызвать попадание паров текучей среды в конденсатор. Пары текучей среды для
40 переноса тепла конденсируются в конденсаторе, в результате чего газообразная текучая среда для переноса тепла возвращается в жидкое состояние. Конденсат текучей среды для переноса тепла возвращается в резервуар. Потребление энергии электронным оборудованием увеличивается для увеличения генерируемого тепла и повышения избыточного давления паров жидкой текучей среды для переноса тепла, поскольку
45 газообразная форма текучей среды для переноса тепла использует больше объема, чем его жидкая форма. Повышенное давление увеличивает эффективность конденсатора и изменение объёмной газообразной текучей среды для переноса тепла на более компактную жидкую фазу, что приводит систему в состояние равновесия.

Способ может дополнительно содержать снижение потребления энергии электронным оборудованием для уменьшения генерируемого тепла и вызывать снижение давления паров текучей среды для переноса тепла, при этом более низкое давление снижает температуру кипения жидкой фазы текучей среды для переноса тепла, чтобы снова
5 привести систему в равновесие. Сниженная потребляемая мощность может вызвать развитие определённой степени вакуума внутри резервуара. Потребление энергии электронным оборудованием может быть уменьшено по существу до нуля, в результате чего давление паров текучей среды для переноса тепла в резервуаре снижается до значения около 0,4 бар (абсолютное).

10 Способ может дополнительно включать в себя фильтрацию конденсата для удаления влаги и/или металлических частиц перед возвратом конденсата в резервуар.

Текучая среда для переноса тепла предпочтительно является диэлектрической жидкостью.

В некоторых вариантах осуществления изобретения этот способ может включать в
15 себя признаки, которые чаще всего ассоциируются с другими способами, использующими резервуар без давления. Например, способ может дополнительно включать в себя конденсацию некоторого количества паров текучей среды для переноса тепла с помощью конденсаторных трубок в резервуаре.

В качестве другого примера этот способ может дополнительно включать в себя
20 удаление влаги из воздуха в паросодержащем пространстве резервуара с помощью осушителя.

В другом аспекте настоящее изобретение обеспечивает устройство для охлаждения посредством погружения электронного оборудования. Герметизированный резервуар под давлением удерживает текучую среду для переноса тепла в жидкостной форме, в
25 которую можно погружать электронное оборудование. Герметизированный резервуар под давлением включает в себя паросодержащее пространство над поверхностью жидкости. Конденсатор, имеющий впускное отверстие, соединенное с паросодержащим пространством, получает пары текучей среды для переноса тепла, и имеет уплотняемое выпускное отверстие для пара и выпускное отверстие для конденсата.

30 Сконденсированная текучая среда для переноса тепла может возвращаться из выпускного отверстия для конденсата в резервуар через возвратную линию для конденсата.

Устройство может дополнительно содержать фильтр в линии возврата конденсата для удаления влаги и/или металлических частиц.

35 В некоторых вариантах осуществления изобретения устройство может включать в себя признаки, которые чаще всего ассоциируются с системой резервуаров без давления. Например, устройство может дополнительно содержать средства внутри резервуара для конденсации паров жидкого текучей среды для переноса тепла. Средства для конденсации могут содержать блок конденсаторных трубок.

40 В качестве другого примера, устройство может дополнительно содержать осушитель для помощи в удалении влаги из воздуха в паросодержащем пространстве резервуара.

В другом аспекте изобретение обеспечивает способ инициирования охлаждения электронного оборудования посредством погружения. Электронное оборудование погружается в герметизированный резервуар, находящийся под давлением,
45 удерживающий текучую среду для переноса тепла в жидком виде. Резервуар включает в себя паросодержащее пространство над поверхностью жидкости. Паросодержащее пространство соединяется с конденсатором, который расположен над резервуаром и включает в себя выпускное отверстие для пара с клапаном, действующим для

герметизации выпускного отверстия для пара. Инициирование работы электронного оборудования, чтобы генерировать тепло для испарения некоторого количества текучей среды для переноса тепла и генерировать пар текучей среды для переноса тепла в паросодержащем пространстве. Клапан открывается, чтобы позволить созданным парам текучей среды для переноса тепла вытеснять воздух из паросодержащего пространства через конденсатор и наружу через выпускное отверстие для пара до тех пор, пока по существу весь воздух не будет вытеснен из паросодержащего пространства. Затем клапан закрывается, и в процессе своей работы электронное оборудование продолжает вырабатывать тепло, чтобы создавать пары текучей среды для переноса тепла. Пары текучей среды для переноса тепла конденсируются в конденсаторе, чтобы создавать конденсат текучей среды для переноса тепла, который возвращается в резервуар.

Краткое описание чертежей

Фиг. 1 - схематическая иллюстрация системы охлаждения погружением в соответствии с вариантами осуществления изобретения.

Фиг. 2 - схематическая иллюстрация другой системы охлаждения погружением.

Фиг. 3 - блок-схема основных этапов способа охлаждения погружением в соответствии с вариантами осуществления изобретения.

Фиг. 4 - блок-схема основных этапов способа инициирования охлаждения погружением в соответствии с вариантами осуществления изобретения.

Подробное описание

Фиг. 1 является схематической иллюстрацией системы охлаждения погружением. В этой системе конденсатор монтируется как отдельный компонент вне испарительного резервуара. Резервуар герметизируется от окружающей атмосферы и позволяет работать при переменном давлении. После того, как начальная процедура запуска завершена, в атмосфере резервуара нет воздуха, а только пар теплопередающей текучей среды.

Как показано на фиг. 1, электронные компоненты 10 погружаются в жидкую теплопередающую текучую среду 12, в герметичный резервуар 30. Жидкая теплопередающая текучая среда 12 имеет поверхность 13 в резервуаре 30, над которой находится пространство 15, заполненное паром. Жидкая теплопередающая текучая среда 12 отводит тепло от компонентов за счет конвекции и испарения внутри резервуара 30. Пар теплопередающей текучей среды 12 тяжелее воздуха.

Вертикальный трубчатый стояк 32 проходит от отверстия 31 в крыше резервуара 30 к впускному отверстию 33 конденсатора 34. Конденсатор 34 включает в себя внутренние трубки (не показаны), через которые циркулирует охлаждающая жидкость (например, вода). Пар проходит через конденсатор в проходах между трубками к выпускному отверстию 35 для пара. Клапан 36 может быть открыт, чтобы воздух или пар проходил из выпускного отверстия 35 для пара в атмосферу, и может быть закрытым для герметизации выпускного отверстия 35 для пара. Конденсатор также имеет выпускное отверстие 37 для выхода конденсата в возвратную линию 39, через которую конденсат может протекать обратно в резервуар 30, и которая включает в себя проточный фильтр 38. Охлаждающая жидкость, которая циркулирует через конденсатор 34, возвращается в воздушный охладитель 40 для отвода тепла, которое отбирается из пара в конденсаторе.

Для того чтобы теплопередающая жидкость и пар в резервуаре были полностью сухими, воздух в паровом пространстве 15 удаляется при запуске. Во время процедуры запуска, когда электропитание подается на электронное оборудование 10, и теплопередающая жидкость 12 начинает испаряться, давление в резервуаре 30 начинает

повышаться. В этот момент клапан 36 открывается. Поскольку пар теплопередающей текучей среды более тяжелый, чем воздух, большая часть воздуха находится в конденсаторе 34 или в верхней части парового пространства 15. Когда клапан 36 открыт и на некоторую величину увеличивается давление внутри резервуара 30, воздух быстро выходит из системы через клапан 36. Воздух и пар, выходящие через клапан 36, могут быть направлены в систему очистки (не показана), которая конденсирует пар теплопередающей текучей среды в жидкую форму и высвобождает только воздух. Таким образом, во время пусковой последовательности можно сохранить некоторое дополнительное количество теплопередающей текучей среды. После этого клапан 36 закрывается, и резервуар 30 готов для длительного охлаждения.

Пар теплопередающей текучей среды поднимается через трубчатый стояк 32 в конденсатор 34, где он конденсируется с образованием жидкого конденсата. Конденсат возвращается в резервуар 30 через возвратную линию 39 и фильтр 38. Фильтр 38 предусматривается для удаления остаточной влаги в конденсате и может также удалять металлические (например, медные) частицы, которые могли быть подхвачены жидкостью из конденсаторных трубок.

В резервуаре есть точка равновесного состояния. При потреблении электронным оборудованием 10 определенной мощности (например, 250 кВт), определенном потоке воды через конденсатор 34 (например, 500 литров в минуту) и определенной температуре входной воды (например, 48°C), давление в резервуаре 30 является примерно нормальным (например, атмосферным). Давление в резервуаре 30 будет меняться с изменением потребляемой мощности электронным оборудованием 10. Если потребление мощности прекращается, то давление в резервуаре, как правило, падает до значения около 0,4 бар (абсолютное). Если мощность потребляется, но при более низком уровне, чем нормальный, внутри резервуара 30 возникает некоторая степень вакуума. Более низкое давление уменьшает температуру кипения теплопередающей текучей среды, приводя систему обратно в устойчивое равновесное состояние. Если потребление мощности более высокое, чем нормальное, тогда в резервуаре 30 возникает повышенное в некоторой степени давление. Из-за этого повышенного давления конденсатор 34 становится более эффективным, снова возвращая систему к устойчивому равновесию.

На фиг. 2 схематично иллюстрируется другая система погружного охлаждения. Эквивалентные компоненты обозначены теми же ссылочными позициями, что и на фиг. 1. В системе по фиг. 2 резервуар 14, который содержит теплопередающую текучую среду 12, предназначен для работы при практически постоянном давлении (например, атмосферном давлении). Как и в случае с системой на фиг. 1, электронное оборудование 10 погружается в жидкость 12 теплопередающей текучей среды, которая отводит тепло от электронного оборудования 10 посредством конвекции и испарения в резервуаре 14.

Блоки труб 16 с водяным охлаждением действуют как конденсаторы для конденсации испаренной жидкости внутри резервуара 14. Чтобы гарантировать, что жидкость 12 теплопередающей текучей среды и атмосфера внутри резервуара 14 являются полностью сухими, атмосфера (испаренная текучая среда в воздухе) внутри резервуара 14 циркулирует через осушитель 18 (например, силикагель). Небольшой вентилятор (не показан) может использоваться для того, чтобы способствовать циркуляции через осушитель 18.

Вспомогательный конденсатор 22 располагается над резервуаром 14 и соединен с отверстием в крыше резервуара 14 с помощью трубчатого стояка 20. Вспомогательный конденсатор 22 также имеет выпускную трубку 24, которая соединена с камерой или

объемом для расширения, эта камера в системе, изображённой на фиг. 1, представляет собой баллон 26. Также могут быть использованы другие виды расширительной камеры, такие как сильфон. Как основные конденсаторные трубки 16 в резервуаре 14, так и вспомогательный конденсатор 22 снабжаются охлаждающей водой, которая циркулирует
 5 через воздушные охладители 28 для удаления тепла, отобранного от конденсирующейся теплопередающей текучей среды.

Атмосфера внутри резервуара 14 поддерживается по существу при постоянном давлении, которое обычно может быть атмосферным. Это помогает гарантировать, что жидкость 12 теплопередающей текучей среды продолжает испаряться для отвода
 10 тепла от электронных компонентов 10 с постоянной оптимальной скоростью. Для поддержания давления на практически постоянном уровне любое небольшое увеличение объема атмосферы в резервуаре 14 (например, из-за повышения температуры) приводит к восходящему потоку воздуха/пара в трубчатом стояке 20 и переносу этого потока во вспомогательный конденсатор 22. Пар из теплопередающей текучей среды
 15 конденсируется во вспомогательном конденсаторе 22 и возвращается под действием силы тяжести вниз по трубчатому стояку 20 и в резервуар 14. Баллон 26 поддерживает герметичность по отношению к внешней атмосфере (чтобы не допустить проникновения влаги в систему). Воздух/пар в трубчатом стояке 20 после прохождения через конденсатор 22 проходит в выпускную трубку 24, заставляя баллон 26 расширяться.
 20 Уменьшение объёма атмосферы резервуара 14 будет вызывать противоположный эффект, в результате чего баллон 26 сжимается.

Хотя две системы на фиг. 1 и 2 работают в разных режимах регулирования давления, следует принимать во внимание, что существует множество особенностей системы на фиг. 2, которые могут быть реализованы в системе по фиг. 1. Например, резервуар 30
 25 в системе на фиг. 1 может включать в себя дополнительные блоки конденсаторных трубок, аналогичных основным конденсаторным трубам 16 на фиг. 2. Также может использоваться осушитель для облегчения удаления влаги из воздуха в паровом пространстве 15 резервуара на фиг. 1.

Аналогичным образом могут существовать особенности системы, показанной на
 30 фиг. 1, которые могут быть реализованы в системе по фиг. 2. Например, отдельная труба возврата конденсата может быть установлена из вспомогательного конденсатора 22, чтобы установить фильтр для фильтрации конденсата. Кроме того, система на фиг. 2 может использовать способ удаления воздуха из резервуара 14 при запуске, аналогичный способу, описанному для системы по фиг. 1. В этом случае может быть
 35 предусмотрен клапан, который может открываться, чтобы позволять выпускной трубке 24 вентилировать атмосферу во время процедуры запуска.

Как показано на фиг. 3, способ погружного охлаждения электронного оборудования начинается на этапе 101 путем погружения электронного оборудования в резервуар, такой как герметичный резервуар 30 под давлением, показанный на фиг. 1, содержащий
 40 текучую среду для переноса тепла (текучую среду h.t.)* в жидкой форме. На этапе 102 электронное оборудование приводится в действие и начинается генерирование тепла, а также испарение некоторой части текучей среды для переноса тепла, чтобы заставить пары текучей среды для переноса тепла входить в конденсатор. На этапе 103 пары текучей среды для переноса тепла конденсируются в конденсаторе, таком как
 45 конденсатор 34 на фиг. 1, для получения конденсата текучей среды для переноса тепла. На этапе 104 конденсат текучей среды для переноса тепла возвращается в резервуар. Система принимает условие равновесия, в котором резервуар работает при стабилизированном давлении (например, атмосферном давлении).

После этапа 104 дальнейшая работа электронного оборудования может повлечь за собой увеличение или уменьшение мощности электронного оборудования. Увеличение потребления энергии электронным оборудованием, как показано на этапе 106a, приводит к увеличению генерируемого тепла, и на этапе 107a развивается повышенное давление паров текучей среды для переноса тепла. Повышенное давление приводит на этапе 108a к повышению эффективности конденсатора, чтобы вернуть систему в состояние равновесия (этап 105).

Снижение потребления энергии электронным оборудованием, как показывается на этапе 106b, приводит к уменьшению генерируемого тепла, и на этапе 107b оказывает противоположный эффект, вызывая уменьшение давления паров текучей среды для переноса тепла.

Как показано на фиг. 4, способ инициирования погружного охлаждения электронного оборудования начинается на этапе 201 посредством погружения электронного оборудования в резервуар, такой как герметичный резервуар 30 под давлением, показанный на фиг. 1, содержащий текучую среду для переноса тепла (текучую среду h.t.) в жидкой форме. На этапе 202 начинается работа электронного оборудования с одновременным началом генерирования тепла, чтобы испарить некоторую часть текучей среды для переноса тепла и создать пары текучей среды для переноса тепла. На этапе 203 открывается вентиляционный клапан (например, вентиляционный клапан 36 на фиг.1), таким образом на этапе 204 образующийся пар теплопередающей текучей среды вытесняет воздух, который проходит через конденсатор и выходит через вентиляционный клапан до тех пор, пока, по существу, весь воздух не будет вытеснен наружу. На этапе 205 вентиляционный клапан закрывается. На этапе 206 продолжается работа электронного оборудования, генерирование тепла и получение паров текучей среды для переноса тепла. На этапе 207 пары текучей среды для переноса тепла конденсируются в конденсаторе для получения конденсата теплопередающей текучей среды, который возвращается в резервуар на этапе 208.

После описания некоторых вариантов осуществления изобретения, специалистам в данной области техники будет очевидно, что другие варианты осуществления, включающие раскрытые здесь понятия, могут использоваться без отклонения от сущности и объема изобретения. Признаки и функции различных вариантов осуществления изобретения могут быть расположены в различных комбинациях и сочетаниях, и все они считаются входящими в объем раскрытого изобретения. Соответственно, описанные варианты осуществления изобретения должны рассматриваться во всех отношениях как иллюстративные, а не ограничительные. Конфигурации, материалы и размеры, описанные здесь, также предназначены в качестве иллюстративных и никоим образом не являются ограничивающими. Аналогичным образом, хотя физические пояснения были предоставлены для пояснительных целей, нет никакого намерения быть связанными какой-либо конкретной теорией или механизмом, или ограничить в соответствии с этим патентные притязания.

(57) Формула изобретения

1. Способ погружного охлаждения системы, содержащей электронное оборудование, характеризующийся тем, что

погружают электронное оборудование в герметичный резервуар, находящийся под давлением, содержащий жидкую теплопередающую текучую среду и включающий в себя пространство, заполняемое паром, над поверхностью жидкой теплопередающей текучей среды, при этом указанное паровое пространство соединено с конденсатором,

установленным снаружи указанного герметичного находящегося под давлением резервуара;

эксплуатируют электронное оборудование для генерирования тепла, так чтобы испарялось некоторое количество теплопередающей текучей среды и пар

5 теплопередающей текучей среды попадал в конденсатор через вертикальный трубчатый стояк;

конденсируют пар теплопередающей текучей среды в конденсаторе, с тем чтобы создавать конденсат теплопередающей текучей среды;

10 возвращают конденсат теплопередающей текучей среды через линию возврата конденсата в резервуар и

увеличивают потребление мощности электронным оборудованием для увеличения генерируемого тепла и создания повышенного давления пара теплопередающей текучей среды, при этом указанное повышенное давление повышает эффективность конденсатора для приведения системы в равновесное состояние.

15 2. Способ по п. 1, в котором уменьшают потребление мощности электронным оборудованием для уменьшения генерируемого тепла и уменьшения давления пара теплопередающей текучей среды, при этом более низкое давление уменьшает точку кипения теплопередающей текучей среды, чтобы вернуть систему в равновесное состояние.

20 3. Способ по п. 2, в котором уменьшенное потребление мощности вызывает создание некоторой степени вакуума внутри резервуара.

4. Способ по п. 3, в котором потребление мощности электронным оборудованием уменьшают по существу до нуля и давление пара теплопередающей текучей среды в резервуаре уменьшают до около 0,4 бара (абсолютное).

25 5. Способ по п. 1, в котором также фильтруют конденсат для удаления влаги и/или металлических частиц перед возвращением конденсата в резервуар.

6. Способ по п. 1, в котором теплопередающая текучая среда является диэлектрической текучей средой.

30 7. Способ по п. 1, в котором дополнительно конденсируют с помощью конденсаторных трубок в резервуаре часть пара теплопередающей текучей среды.

8. Способ по п. 1, в котором дополнительно удаляют с помощью осушителя влагу из воздуха в указанном паровом пространстве резервуара.

35 9. Устройство для охлаждения погружением электронного оборудования, содержащее: герметизированный резервуар под давлением, содержащий жидкую теплопередающую текучую среду, в которую погружается электронное оборудование, и включающий в себя пространство, заполняемое паром, над поверхностью жидкой теплопередающей текучей среды;

40 конденсатор, установленный снаружи указанного герметичного находящегося под давлением резервуара и имеющий впускное отверстие, соединенное посредством вертикального трубчатого стояка с указанным паровым пространством для приёма пара теплопередающей текучей среды, герметизированное выпускное отверстие для пара и выпускное отверстие для конденсата; и

линию возврата конденсата, предназначенную для возвращения сконденсированной теплопередающей текучей среды от выпускного отверстия для конденсата в резервуар.

45 10. Устройство по п. 9, дополнительно содержащее фильтр в линии возврата конденсата для удаления влаги и/или металлических частиц.

11. Устройство по п. 9, дополнительно содержащее средства внутри резервуара для конденсации пара теплопередающей текучей среды.

12. Устройство по п. 11, в котором указанные средства для конденсации содержат блок конденсаторных трубок.

13. Устройство по п. 9, дополнительно содержащее осушитель для помощи в удалении влаги из воздуха в паровом пространстве резервуара.

5 14. Способ начала охлаждения электронного оборудования погружением, характеризующийся тем, что

погружают электронное оборудование в герметичный резервуар, находящийся под давлением, содержащий жидкую теплопередающую текучую среду и включающий в себя пространство, заполненное паром, над поверхностью жидкой теплопередающей
10 текучей среды, при этом указанное паровое пространство соединено с конденсатором, установленным снаружи указанного герметичного находящегося под давлением резервуара, причем конденсатор расположен над резервуаром и включает в себя выпускное отверстие для пара с клапаном, выполненным с возможностью герметизации выпускного отверстия для пара;

15 начинают эксплуатацию электронного оборудования для генерирования тепла, так чтобы испарилась часть теплопередающей текучей среды для создания пара теплопередающей текучей среды в указанном паровом пространстве;

открывают клапан, с тем чтобы созданный пар теплопередающей текучей среды вытеснял воздух из парового пространства через вертикальный трубчатый стояк в
20 конденсатор и наружу через выпускное отверстие для пара до тех пор, пока по существу весь воздух не будет вытеснен из указанного парового пространства;

закрывают клапан;

продолжают эксплуатацию электронного оборудования для генерирования тепла, с тем чтобы создавать пар теплопередающей текучей среды;

25 конденсируют пар теплопередающей текучей среды в конденсаторе для создания конденсата теплопередающей текучей среды; и

возвращают конденсат теплопередающей текучей среды через линию возврата в резервуар.

30

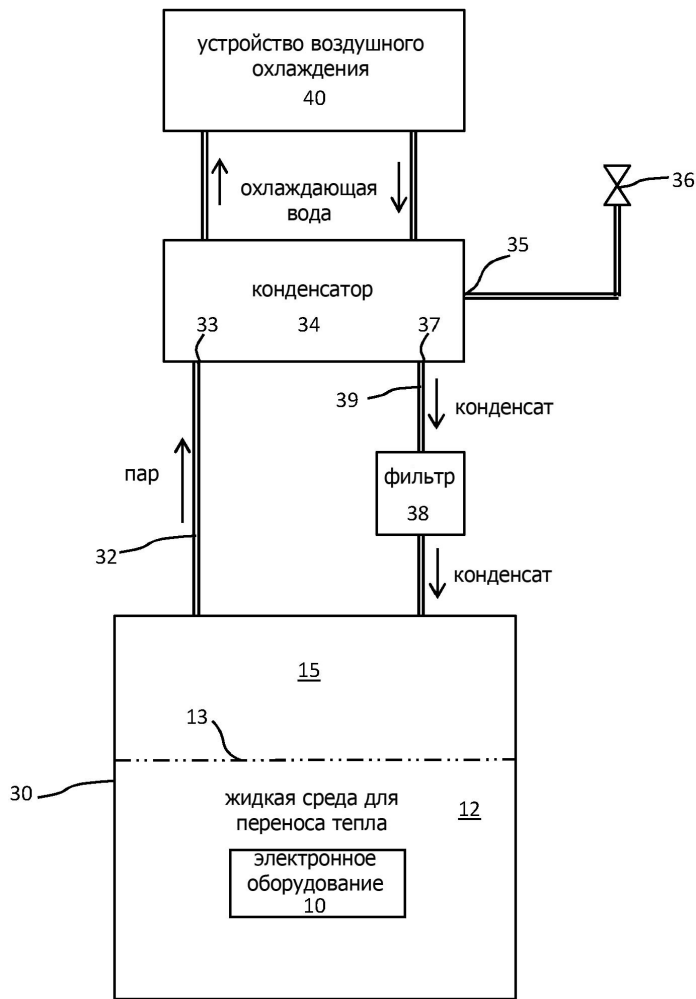
35

40

45

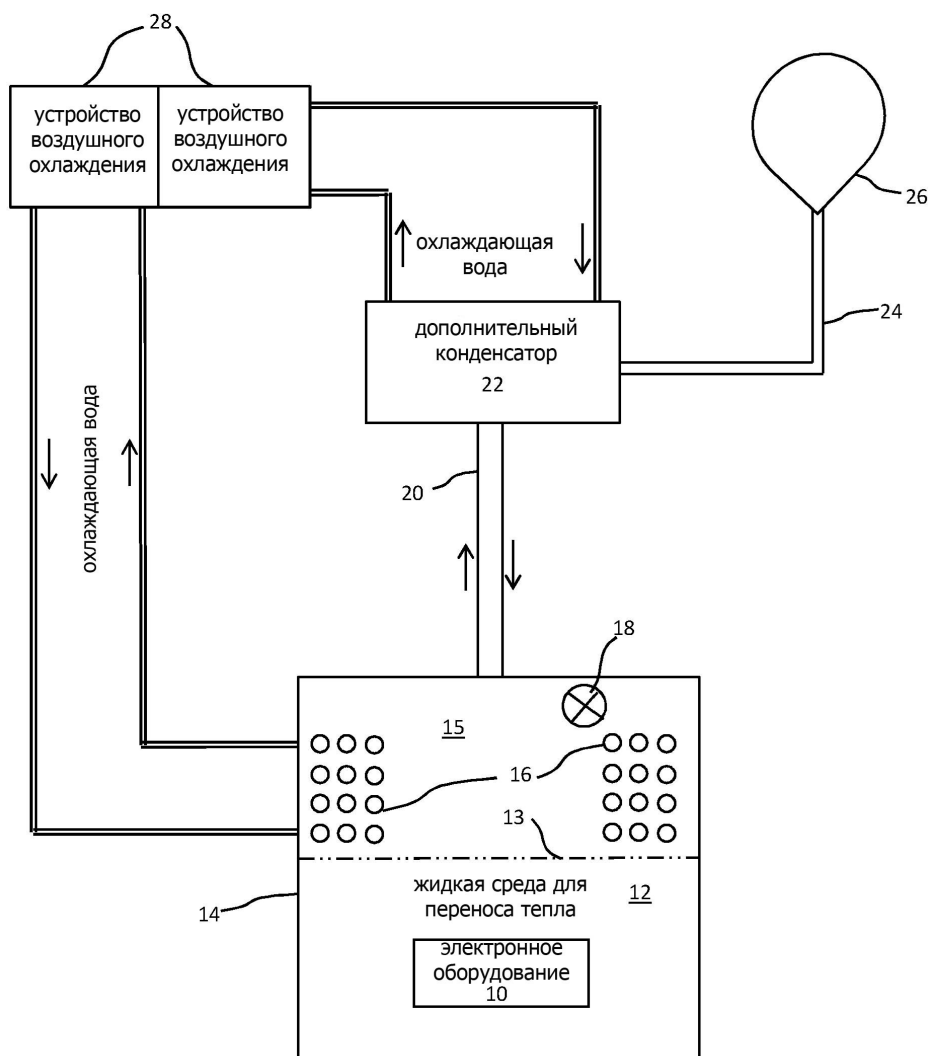
1

1/4

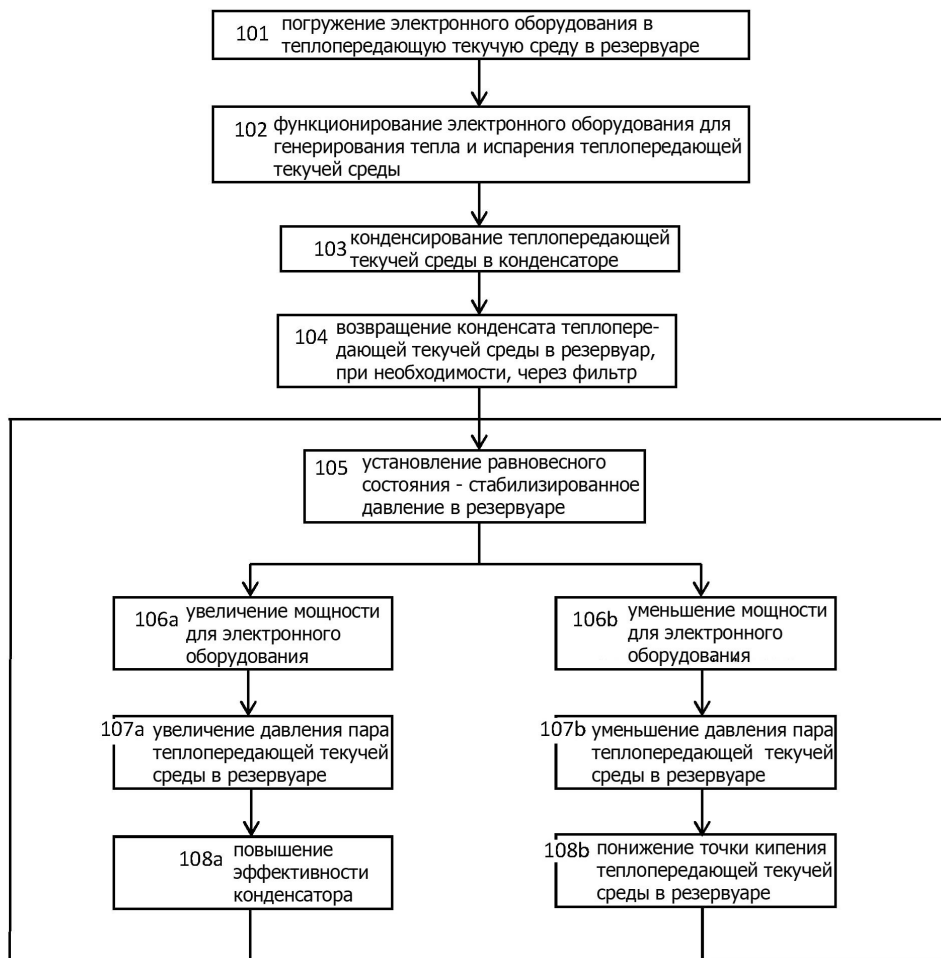


Фиг. 1

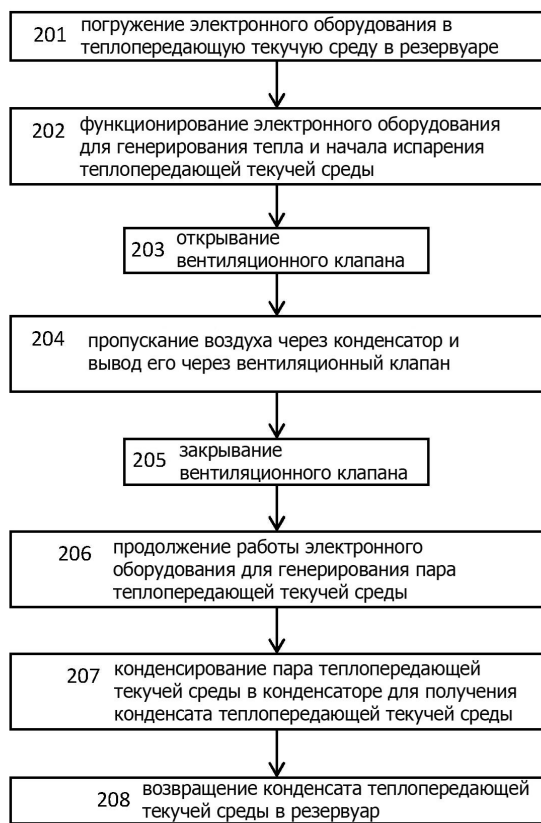
2



Фиг. 2



Фиг. 3



Фиг. 4