



(21)申請案號：112114822

(22)申請日：中華民國 112 (2023) 年 04 月 20 日

(51)Int. Cl.：

H05K7/20 (2006.01)

G06F1/20 (2006.01)

F28D15/02 (2006.01)

B23P15/26 (2006.01)

B21D53/06 (2006.01)

(30)優先權：2022/07/25

德國

10 2022 002 696.1

(71)申請人：德商威蘭 握克公司(德國) WIELAND-WERKE AG (DE)

德國

(72)發明人：費澤 剛特 FETZER, GUENTER (DE)；構特巴姆 阿勤 GOTTERBARM, ACHIM (DE)；蓋柏勒 哈拉德 GAIBLER, HARALD (DE)；路特 亞歷山大 REUTER, ALEXANDER (DE)；羅斯曲 賀里伯特 ROESCH, HERIBERT (DE)；奧布斯特 維雷納 OBST, VERENA (DE)

(74)代理人：劉法正；尹重君

申請實體審查：無 申請專利範圍項數：10 項 圖式數：1 共 15 頁

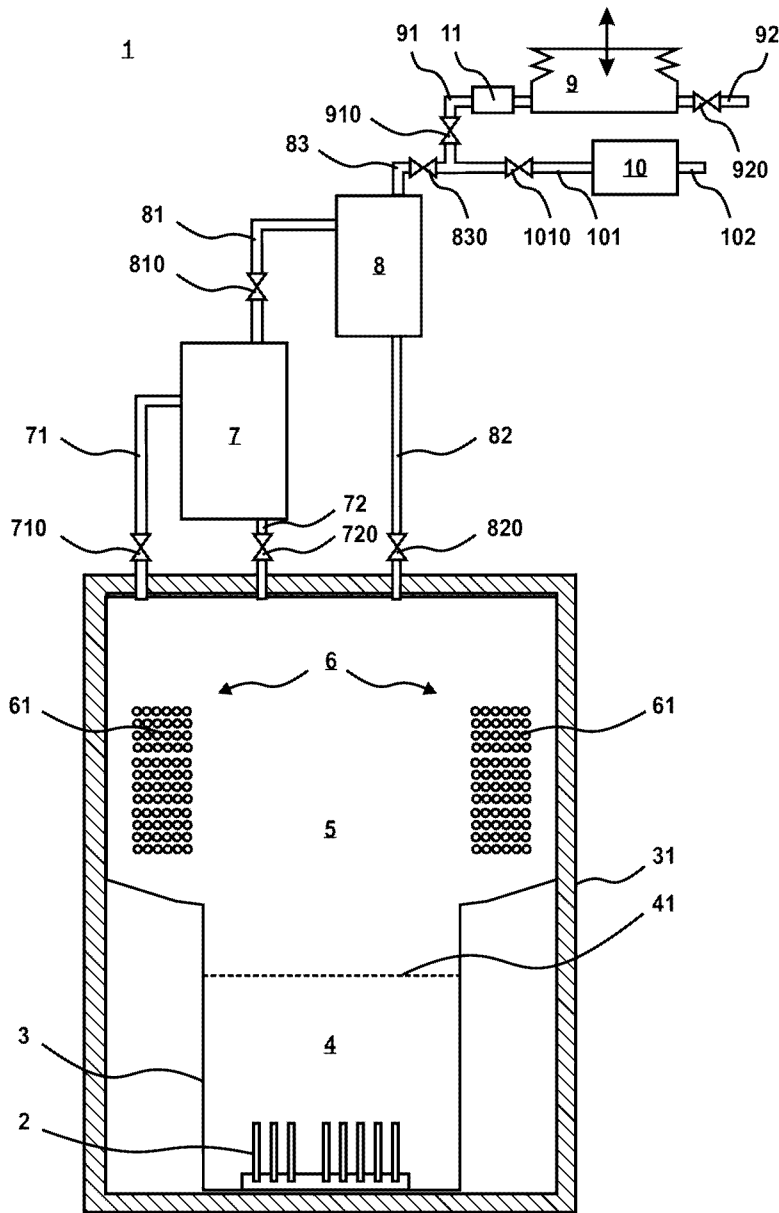
(54)名稱

用於電子器件之液體浸入式冷卻的冷卻系統

(57)摘要

本發明係有關於一種用於電子器件(2)之液體浸入式冷卻的冷卻系統(1)，包括容器(3)，其係可在內部填裝兩相傳熱流體(4)，可將電子器件(2)浸沒入該傳熱流體之液相，其中，該容器(3)具有位於該液態傳熱流體(4)之表面(41)上方的氣室(5)，位於該容器(3)之氣室(5)中的用於形成液態傳熱流體(4)的熱交換裝置(6)，第一冷凝單元(7)，其係設於該容器(3)外部，其中，該第一冷凝單元(7)係藉由第一輸送管線(71)與容器(3)之氣室(5)連接，用以實現氣態介質之物質交換，並且具有通向容器(3)的針對經冷凝之傳熱流體的第一回輸管線(72)，其中，設有第二冷凝單元(8)，其係透過第二輸送管線(81)與該第一冷凝單元(7)連接，用以實現氣態介質之交換，並且具有通向該容器(3)的針對經冷凝之傳熱流體的第二回輸管線(82)，以及該第二冷凝單元(8)具有出口(83)，其用於將殘餘氣相導出。

指定代表圖：



【圖1】

符號簡單說明：

1:冷卻系統

2:電子器件

3:容器

31:金屬型材框架

4:液態傳熱流體

41:容器中之液態流體之表面

5:氣態傳熱流體，氣室

6:熱交換裝置

61:管束

7:第一冷凝單元

71:第一輸送管線

710:第一輸送管線之閥門

72:第一回輸管線

720:第一回輸管線之閥門

8:第二冷凝單元

81:第二輸送管線

810:第二輸送管線之閥門

82:第二回輸管線

820:第二回輸管線之閥門

83:出口

830:排出閥

9:收集容器，囊狀物

91:收集容器輸送管線

910:收集容器輸送管線之閥門

92:收集容器導出管線

920:收集容器導出管線之閥門

10:真空泵

101:真空泵輸送管線

202423231

TW 202423231 A

1010:真空泵輸送管線
之閥門

102:真空泵導出管線

11:乾燥單元



【發明摘要】

【中文發明名稱】

用於電子器件之液體浸入式冷卻的冷卻系統

【中文】

本發明係有關於一種用於電子器件(2)之液體浸入式冷卻的冷卻系統(1)，包括

容器(3)，其係可在內部填裝兩相傳熱流體(4)，可將電子器件(2)浸沒入該傳熱流體之液相，其中，該容器(3)具有位於該液態傳熱流體(4)之表面(41)上方的氣室(5)，

位於該容器(3)之氣室(5)中的用於形成液態傳熱流體(4)的熱交換裝置(6)，第一冷凝單元(7)，其係設於該容器(3)外部，其中，該第一冷凝單元(7)係藉由第一輸送管線(71)與容器(3)之氣室(5)連接，用以實現氣態介質之物質交換，並且具有通向容器(3)的針對經冷凝之傳熱流體的第一回輸管線(72)，

其中，

設有第二冷凝單元(8)，其係透過第二輸送管線(81)與該第一冷凝單元(7)連接，用以實現氣態介質之交換，並且具有通向該容器(3)的針對經冷凝之傳熱流體的第二回輸管線(82)，以及

該第二冷凝單元(8)具有出口(83)，其用於將殘餘氣相導出。

【指定代表圖】 圖1**【代表圖之符號簡單說明】**

- 1:冷卻系統
- 2:電子器件
- 3:容器
- 31:金屬型材框架
- 4:液態傳熱流體
- 41:容器中之液態流體之表面
- 5:氣態傳熱流體，氣室
- 6:熱交換裝置
- 61:管束
- 7:第一冷凝單元
- 71:第一輸送管線
- 710:第一輸送管線之閥門
- 72:第一回輸管線
- 720:第一回輸管線之閥門
- 8:第二冷凝單元
- 81:第二輸送管線
- 810:第二輸送管線之閥門
- 82:第二回輸管線
- 820:第二回輸管線之閥門
- 83:出口
- 830:排出閥
- 9:收集容器，囊狀物
- 91:收集容器輸送管線
- 910:收集容器輸送管線之閥門
- 92:收集容器導出管線
- 920:收集容器導出管線之閥門
- 10 真空泵
- 101:真空泵輸送管線
- 1010:真空泵輸送管線之閥門
- 102:真空泵導出管線
- 11:乾燥單元

【特徵化學式】

(無)

【發明說明書】

【中文發明名稱】

用於電子器件之液體浸入式冷卻的冷卻系統

【技術領域】

發明領域

【0001】 本發明係有關於一種如請求項 1 之前言所述的用於電子器件之液體浸入式冷卻的冷卻系統。

【先前技術】

發明背景

【0002】 用於液體浸入式冷卻之冷卻系統，例如兩相浸沒式冷卻系統，係針對在工作中產生大量熱的電子器件的主動冷卻解決方案。當器件浸沒入沸點通常較低的兩相傳熱流體後，電子器件所產生的熱可使周圍的液態傳熱流體蒸發，藉此將熱自電子器件導出。冷凝裝置將氣態的傳熱流體液化，隨後將此傳熱流體送回用於冷卻之儲槽。

【0003】 公開案 US 10 512 192 B2 揭露過一種具有冷卻槽之兩相浸沒式冷卻系統。供冷卻過程中所產生之氣態流體冷凝之冷凝室與冷卻槽中的液態流體連接。在此，在位於冷卻槽中之冷卻介質內的產熱電子組件上方，設有蒸氣導流結構。藉由蒸氣導流結構將經蒸發的流體導入冷凝室以進行液化。冷凝室完全處於冷卻槽內。

【0004】 就此而言，公開案 US 10 477 726 B1 揭露過一種用於電腦組件之冷卻系統。在受壓力控制之容器中設有液相及氣相的導熱介電傳熱流體，其在大氣壓力下具有低於 80°C 之沸點。在容器中設有電腦組件，其係至少部分地浸沒入傳熱流體之液相。藉由冷凝器將因電腦組件之發熱而蒸發的介電氣相流體冷凝成介電液相流體。在受壓力控制之容器之內腔中，將內壓減小至最高 650 hPa。

透過對系統運行時容器中的壓力加以控制，使用者能夠影響溫度，介電流體在該溫度下蒸發。藉此便能提高冷卻效率。當電腦系統在受壓力控制之容器內在工作壓力下運行時，通常需要對整個系統進行結構調整。

【0005】 公開案 US 2021 / 0 153 392 A1 揭露過一種包含容器的冷卻系統，其係可填裝充當冷卻劑的兩相傳熱流體，可將電子器件浸沒入此傳熱流體之液相。此容器具有位於液態傳熱流體之表面上方的氣室。在此容器上方設有獨立的外部冷凝裝置，其係配置成將傳熱流體之蒸氣相冷凝並作為液態冷卻劑回輸至包含電子器件的容器中。為此，此系統包括回流及輸送管線，其既與冷凝裝置連接亦與容器連接，從而構成熱交換迴路。此系統還包括收集器皿，其係設置在供給管線上並且配置成在將冷卻劑輸送至容器前收集經冷凝之液態傳熱流體。此蓄存器亦為冷卻系統提供備用冷卻能力。

【0006】 公開案 EP 3 453 235 B1 揭露過一種用於電子器件之浸沒式冷卻的冷卻系統，包含壓力密封之儲罐，配置成容納液態形式的傳熱流體，電子裝置浸沒入此傳熱流體。此外，在液態傳熱流體之表面的上方設有蒸氣室。在壓力密封之儲罐外部設有冷凝器，其中，此冷凝器具有入口，此入口透過立管與蒸氣室連接並且配置成容置傳熱流體蒸氣。此冷凝器還具有針對殘餘氣體的可密封封閉的蒸氣出口，以及包含通向儲罐的冷凝物回輸管線的冷凝物出口。此冷凝物回輸管線係如此配置，使得經冷凝之傳熱流體可透過此管線自冷凝物出口回流至儲罐。在儲罐內亦可已設有其他用於將氣態傳熱流體液化的冷凝管。

【發明內容】

發明概要

【0007】 本發明之目的在於，在針對傳熱流體的熱交換裝置方面改良用於電子器件之液體浸入式冷卻的冷卻系統。

【0008】 本發明由請求項 1 之特徵給出。更多回溯引用的請求項係有關於

本發明之有利的構建方案與改良方案。

【0009】 本發明係有關於一種用於電子器件之液體浸入式冷卻的冷卻系統。該冷卻系統包括一容器，該容器係可在內部填裝兩相傳熱流體，可將電子器件浸沒入該傳熱流體之液相。該容器在該液態傳熱流體上方具有氣室。此外，該冷卻系統在容器之氣室中包括用於形成液態傳熱流體的熱交換裝置。該冷卻系統還包括第一冷凝單元，其係設置在該容器外部，其中，該第一冷凝單元係藉由第一輸送管線與該容器之氣室連接，用以實現氣態介質之物質交換，並且具有通向容器的針對經冷凝之傳熱流體的第一回輸管線。根據本發明，設有第二冷凝單元，其係透過第二輸送管線與該第一冷凝單元連接，用以交換氣態介質，並且具有通向容器的針對經冷凝之傳熱流體的第二回輸管線。該第二冷凝單元具有出口，其用於將殘餘氣相導出。

【0010】 該容器可採用壓力密封的實施方案。較佳地，該容器可實施為能夠以負壓及/或過壓運行之壓力容器。透過控制冷卻系統運行時該容器中之壓力，能夠提昇冷卻效率。

【0011】 該位於氣室中之熱交換裝置較佳由至少一個管束構成，該至少一個管束為數個相對彼此設置之熱交換管的管束。一管束可具有數個相互平行設置的、包含兩個終端管底的熱交換管。該管束或該等熱交換管在容器中的佈局可相對於容器壁部對稱以及不對稱，或沿斜面進行。

【0012】 該等熱交換管較佳為用裸管製造並經過成型製程的肋管。其特別適合充當具有高傳熱係數的高效、緊密並且極穩定的熱交換器中的組件。管表面係根據應用之特定傳熱需求最佳化。有多種材料可供選擇，涵蓋銅、銅合金、鋼、鈦或鈦合金，藉此確保針對不同的需求，為尤其涉及耐久性以及可變形性的要求提供適合的材料。

【0013】 該亦稱作製冷劑的兩相傳熱流體為位於該容器中之外部流體，電

子器件被浸沒入此流體之液態部分。該位於熱交換管中之內部流體通常為單相傳熱介質，例如製程用水、乙二醇或傳熱油。但在此亦可將兩相介質與製冷迴路相結合。

【0014】 在該容器中，電子器件以適於冷卻的方式設置在液態傳熱流體之液浴中，透過該液態流體之蒸發將該等電子器件冷卻。在此，可在調試前及/或調試期間，將不可冷凝之氣體部分高效地自系統移除。

【0015】 在本發明之實施方式中，該等計算組件、浸沒式冷卻設備以及附屬的供電裝置、網路連接、佈線連接以及諸如此類可設置在該容器中，該容器在運行中的內壓有別於環境壓力。

【0016】 就此而言亦較佳地，將電連接、水連接、真空連接以及網路連接組合在一束管線中，從而將容器中之通路最小化並且減小洩漏危險，特別是當系統在運行中處於真空或過壓下時。

【0017】 在有利實施方式中，在運行期間，將容器保持在比環境大氣壓力低至多 200 hPa 的程度，這有助於降低該兩相傳熱流體之沸點，進而有助於降低電腦晶片及其他組件之工作溫度。在若干特別的實施方式中，該受壓力控制之容器可具有比環境壓力低至多 500 hPa 的壓力。

【0018】 該冷卻系統之根據本發明的實施方式包括一容器，該容器係設計成使用兩相液體浸入式冷卻系統。該容器包含由介電冷卻流體構成之槽、熱交換裝置、以及其他串接的用於將該介電流體自氣相冷凝成液體的外部冷凝單元。該位於容器外部之第一冷凝單元之作用在於，先以儘可能大的比例將亦包含一定比例空氣及水蒸氣的氣態傳熱流體冷凝成液態傳熱流體。源自此第一冷凝單元的殘餘氣相透過第二輸送管線進入該第二冷凝單元。在該處，將殘餘的傳熱流體近乎完全地自氣相冷凝，使得大體上僅有空氣及水蒸氣作為殘餘氣相留下。其中，在液態傳熱流體之分離過程中，目的在於透過該系統之適當的冷卻效率將水

蒸氣保持在氣相。將此殘餘氣體混合物透過該第二冷凝單元之出口自冷卻系統導出。

【0019】 此外，可設有用於保持電腦組件的裝置，以及用於將電流自供電系統分配至位於容器內之設備及組件的裝置。可以理解的是，為了在例如被保持在負壓下的容器內運行電腦系統，使用大量專門的連接。本發明之系統之若干實施方式可使用一系列光纖介面，其實現容器中之連接性，並且用以將纖維分佈至各針對電子組件的保持裝置上。為了實現安全運行，該容器之若干實施方式可包含感測器。此等感測器可包括溫度感測器、液位感測器、壓力感測器、位置感測器、電感測器以及/或者攝影機，用以確保系統之運行並將其自動化。

【0020】 此等系統例如可以包括位於該經壓力調節之容器內的壓力感測器，其對壓力進行監測，從而確保不存在本質上的洩漏。亦可在該經壓力調節之容器之外側上設有氣體感測器，其檢測可能存在的、自受壓力控制之容器排出之介電蒸氣。

【0021】 此外，該冷卻系統可有利地具有一控制裝置，其係設計成調節流體循環之運行(例如作為兩相傳熱流體之溫度的函數)，以及調節容器中之壓力條件。

【0022】 本發明之冷卻系統之有利實施方式可具有將該容器穩定化的外支架，其可由框架構造形式的金屬型材構成並且將容器圍繞及支撐。該框架構造可為開放式設計，其具有蓋部、側壁以及門，便於在運行中觸及以及進行維護作業。藉此便能在現場就地觸及冷卻系統。

【0023】 在本發明之有利技術方案中，可備設有裝配系統，其用於將電子器件自閘門裝置運輸至工作位置以進行交換。裝配系統可由機器手臂或由線性驅動裝置構成。在該裝置之一適宜的構建方案中，透過一全自動裝配系統來實施器件之交換。作為替代方案，為了將電子器件自閘門裝置交換至工作位置，亦可

在適宜的容器開口上設有手套。如此便能透過手動接觸容器之內部來進行裝配。

【0024】 在本發明之較佳技術方案中，該等輸送管線、回輸管線以及/或者出口係可透過閥門單獨地或相互組合地封閉或開啟。為了適當地控制方法，根據需要將各閥門開啟，以傳遞氣態介質或液態傳熱流體。可循環地抑或在連續模式下進行輸送或導出。出口處之閥門通斷特別是應確保傳熱流體儘可能少地自冷卻系統流出，甚或不自冷卻系統流出。

【0025】 有利地，該第二冷凝單元係可加熱。基於此運行模式，能夠短暫地對由水蒸氣與空氣構成之殘餘氣相進行加熱，以實現壓力補償。在此運行模式下，冷凝的傳熱流體位於第二回輸管線中。透過一定的過壓，或在重力影響下，能夠將液態傳熱流體回輸至容器中。藉由加熱以及與之關聯的相對於環境空氣的壓力補償或過壓，亦能更輕鬆地將殘餘氣體導出。在相對於周圍環境存在一定過壓的情況下，亦能防止外部空氣透過出口沿反方向進入冷卻系統。

【0026】 在本發明之有利技術方案中，在該出口下游可設有收集容器，其用於將殘餘氣相導出。此容器亦防止空氣自周圍環境進入冷卻系統。該容器可為可膨脹之彈性氣球或體積可變之集風箱。

【0027】 有利地，在出口與收集容器之間可設有用於將水蒸氣自氣相分離的乾燥單元。舉例而言，在負荷變化的情況下，整個冷卻系統中之壓力水平發生改變。但凡必要，可透過收集容器將外部空氣或殘餘氣體透過乾燥單元送入冷卻系統，以實現壓力補償。在此情形下，藉由乾燥單元對水蒸氣進行化學結合。矽膠適用於此類乾燥單元。對於乾燥單元而言，其他有利位置亦可處於該第一及/或第二冷凝器及其輸送管線或回輸管線內。

【0028】 在本發明之一有利實施方式中，在該出口下游可設有真空泵，其用於將殘餘氣相導出。在此情形下，在出口處，由水蒸氣與空氣構成之殘餘氣相亦可具有相對於周圍環境的負壓，因為透過真空泵總是確保殘餘氣體之向外的

流向。

【0029】 有利地，該第一冷凝單元之冷卻效率可高於該第二冷凝單元。舉例而言，該第一冷凝單元之冷卻效率為該第二冷凝單元之冷卻效率的至少三倍，進一步較佳為至少五倍。據此，在第一冷凝單元中已將傳熱流體之大部分分離，並且，傳遞至第二冷凝單元的空氣/水蒸氣部分富集在氣相中。

【0030】 有利地，該熱交換裝置與該第一冷凝單元可具有共同的、針對用於冷卻的第一單相傳熱介質的第一供應單元。據此，兩個單元處於統一的溫度水平，此溫度水平適用於熱交換流體之分離製程。

【0031】 有利地，該第二冷凝單元可具有針對用於冷卻的第二單相傳熱介質的第二供應單元。在此情形下，在該第二冷凝單元中可設置一獨立的有差異的溫度水平，用於將各相組份進一步地高效分離。

【0032】 在本發明之有利技術方案中，該第二冷凝單元可設計成與該第一冷凝單元相比，能夠在該用於冷卻的單相傳熱流體之更低的溫度下運行。其中尤其需要納入考量的是，選擇不低於水成分之露點的壓力及溫度條件，以便將水蒸氣保持在殘餘氣相中並導出。在此壓力-溫度範圍內，能夠最佳地使用該第二冷凝單元。

【圖式簡單說明】

【0033】 結合根據圖 1 的示意圖對本發明之實施例進行詳細說明。

【實施方式】

【0034】 圖 1 為用於電子器件 2 之液體浸入式冷卻的冷卻系統 1 的示意圖。冷卻系統 1 包括容器 3，該容器在內部填裝有兩相傳熱流體。該兩相傳熱流體為位於容器 3 中之外部流體，具有供電子器件 2 浸沒入的液態傳熱流體部分 4 以及包含氣態傳熱流體部分的氣室 5。在容器 3 中，在容器 3 之氣室 5 中設有用於形成液態傳熱流體 4 的熱交換裝置 6。

【0035】 在此有利實施方案中，位於氣室 5 中之熱交換裝置 6 由管束 61 構成，該等管束包含數個相互平行設置的熱交換管。

【0036】 如圖所示，在所示實施方式中，容器 3 在液態傳熱流體 4 之區域內略微變細，具體方式為，容器壁部向內突出並且在氣室 5 中才敞開。容器 3 之形狀由金屬型材框架 31 支撐。因此，容器 3 已被起穩定作用的外支架包圍。

【0037】 第一冷凝單元 7 係在容器 3 外部設置在此容器上方。第一冷凝單元 7 係藉由第一輸送管線 71 與容器 3 之氣室 5 連接，用以實現氣態介質之物質交換。亦設有通向容器 3 的針對經液化之傳熱流體的回輸管線 72，液態傳熱流體在重力作用下透過該回輸管線自第一冷凝單元 7 重新進入容器 3。為了調節物質交換，在第一輸送管線 71 中裝入有閥門 710，並且在第一回輸管線 72 中裝入有閥門 720。如此一來，透過第一輸送管線 71 之閥門 710，將由傳熱流體、空氣與水蒸氣構成之氣態混合物週期性地或連續地自容器 3 抽出。透過第一回輸管線 72 之閥門 720 僅將液態傳熱流體回輸至容器 3 中。

【0038】 將留在第一冷凝單元 7 中之氣態混合物輸送至第二冷凝單元 8，其係透過第二輸送管線 81 與第一冷凝單元 7 連接。在此，裝入在第二輸送管線中之閥門 810 亦對氣流進行調節。針對經進一步冷凝之傳熱流體的第二回輸管線 82 自第二冷凝單元 8 直接通向容器 3。藉由裝入在第二回輸管線 82 中之閥門 820 來調節該在第二冷凝單元 8 中形成之冷凝物的回流。將在傳熱流體近乎完全冷凝後剩餘的僅由空氣與水蒸氣構成之殘餘氣相透過出口 83 藉由排出閥 830 導出。為了額外地將水蒸氣分離，在出口 83 與收集容器 9 之間設有用於將水蒸氣自該氣相分離的乾燥單元 11。

【0039】 視壓力水平而定，可將殘餘氣相直接導出至周圍環境。此舉可透過位於第二冷凝單元 8 中之加熱裝置進行，在閥門被適當控制的情況下，該加熱裝置根據周圍環境調節壓力水平。

【0040】 然而，作為替代方案，亦可透過真空泵 10 將殘餘氣相導出。為此，出口 83 係透過輸送管線 101 與真空泵 10 連接，該真空泵透過閥門控制裝置 1010 藉由真空泵 10 之向外的導出管線 102 調節殘餘氣流。

【0041】 作為替代或補充方案，亦可透過包含閥門 910 的輸送管線 91 將殘餘氣相導引至收集容器 9，該收集容器可設計成用於產生負壓的體積可膨脹之囊狀物。若在運行中將通向收集容器 9 的閥門 910 閉合，則能夠在閥門 920 開啟的情況下透過收集容器 9 之導出管線 92 將殘餘氣體導出。

【符號說明】

【0042】

1:冷卻系統

2:電子器件

3:容器

31:金屬型材框架

4:液態傳熱流體

41:容器中之液態流體之表面

5:氣態傳熱流體，氣室

6:熱交換裝置

61:管束

7:第一冷凝單元

71:第一輸送管線

710:第一輸送管線之閥門

72:第一回輸管線

720:第一回輸管線之閥門

8:第二冷凝單元

81:第二輸送管線

810:第二輸送管線之閥門

82:第二回輸管線

820:第二回輸管線之閥門

83:出口

830:排出閥

9:收集容器，囊狀物

91:收集容器輸送管線

910:收集容器輸送管線之閥門

92:收集容器導出管線

920:收集容器導出管線之閥門

10 真空泵

101:真空泵輸送管線

1010:真空泵輸送管線之閥門

102:真空泵導出管線

11:乾燥單元

【發明申請專利範圍】

【請求項1】 一種用於電子器件(2)之液體浸入式冷卻的冷卻系統(1)，包括容器(3)，其係可在內部填裝兩相傳熱流體(4)，可將電子器件(2)浸沒入該傳熱流體之液相，其中，該容器(3)具有位於該液態傳熱流體(4)之表面(41)上方的氣室(5)，

位於該容器(3)之氣室(5)中的用於形成液態傳熱流體(4)的熱交換裝置(6)，第一冷凝單元(7)，其係設於該容器(3)外部，其中，該第一冷凝單元(7)係藉由第一輸送管線(71)與該容器(3)之該氣室(5)連接，用以實現氣態介質之物質交換，並且具有通向容器(3)的針對經冷凝之傳熱流體的第一回輸管線(72)，

其特徵在於，

設有第二冷凝單元(8)，其係透過第二輸送管線(81)與該第一冷凝單元(7)連接，用以實現氣態介質之交換，並且具有通向該容器(3)的針對經冷凝之傳熱流體的第二回輸管線(82)，

該第二冷凝單元(8)具有出口(83)，其用於將殘餘氣相導出。

【請求項2】 如請求項 1 之冷卻系統(1)，其特徵在於，該等輸送管線(71，81)、回輸管線(72，82)以及/或者該出口(83)係可透過閥門(710，810，720，820，830)單獨地或相互組合地封閉或開啟。

【請求項3】 如請求項 1 或 2 之冷卻系統(1)，其特徵在於，該第二冷凝單元(8)係可加熱。

【請求項4】 如請求項 1 至 3 之其中一項之冷卻系統(1)，其特徵在於，在該出口(83)下游設有收集容器(9)，其用於將該殘餘氣相導出。

【請求項5】 如請求項 4 之冷卻系統(1)，其特徵在於，在出口(83)與收集容器(9)之間設有用於將水蒸氣自氣相分離的乾燥單元(11)。

【請求項6】 如請求項 1 至 3 之其中一項之冷卻系統(1)，其特徵在於，在

該出口(83)下游設有真空泵(10)，其用於將該殘餘氣相導出。

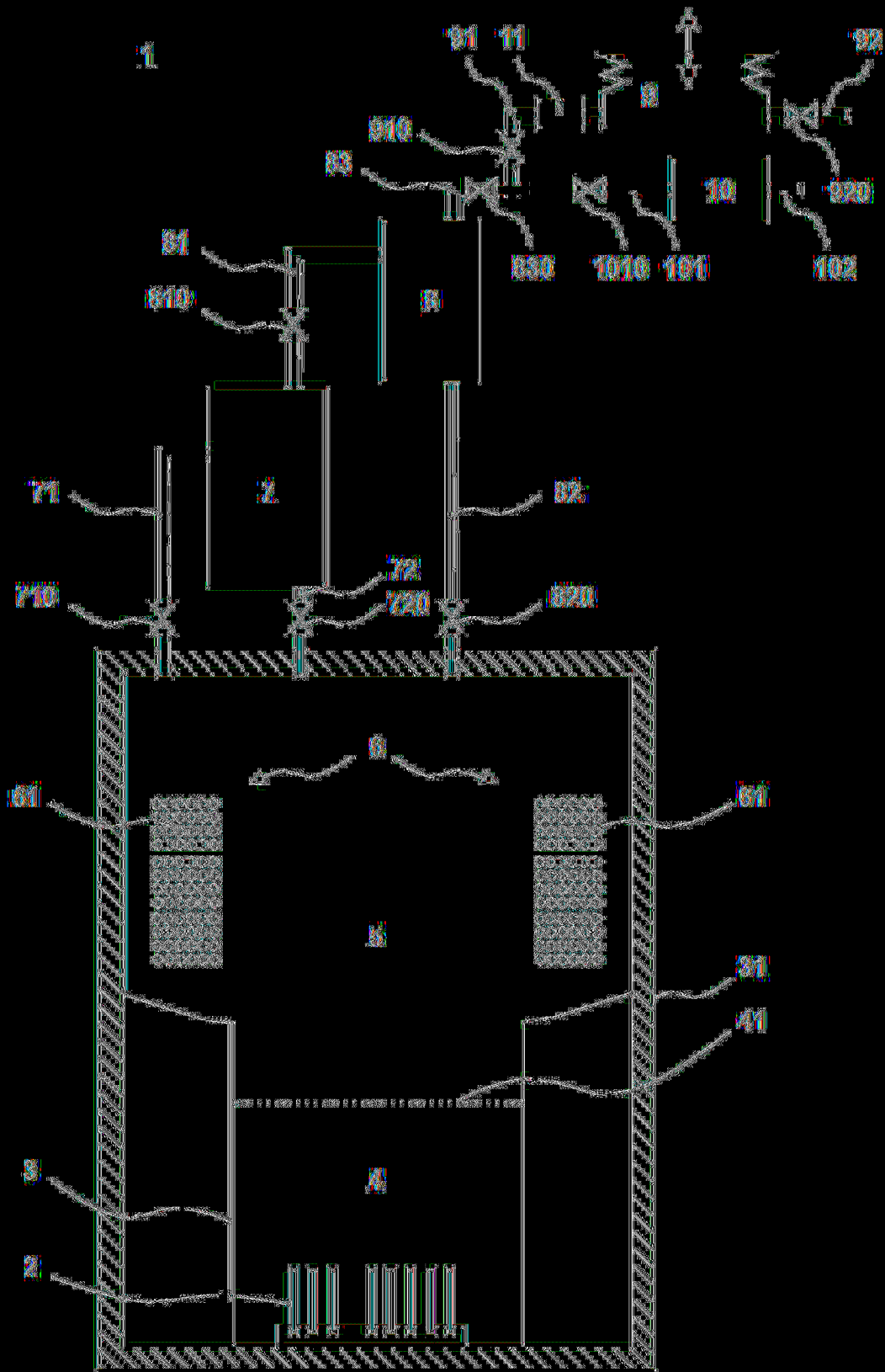
【請求項7】 如請求項 1 至 6 之其中一項之冷卻系統(1)，其特徵在於，該第一冷凝單元(7)所具有之冷卻效率高於該第二冷凝單元(8)。

【請求項8】 如請求項 1 至 7 之其中一項之冷卻系統(1)，其特徵在於，該熱交換裝置(6)以及該第一冷凝單元(7)具有共同的針對用於冷卻的第一單相傳熱流體的第一供應單元。

【請求項9】 如請求項 8 之冷卻系統(1)，其特徵在於，該第二冷凝單元(8)具有針對用於冷卻的第二單相傳熱流體的第二供應單元。

【請求項10】 如請求項 9 之冷卻系統(1)，其特徵在於，該第二冷凝單元(8)係設計成與該第一冷凝單元(7)相比，能夠在該用於冷卻的單相傳熱流體之更低的溫度下運行。

(發明圖式)



(發明圖式)