



(19) 中華民國智慧財產局

(12) 發明說明書公告本

(11) 證書號數：TW I606677 B

(45) 公告日：中華民國 106 (2017) 年 11 月 21 日

(21) 申請案號：105113869

(22) 申請日：中華民國 105 (2016) 年 05 月 04 日

(51) Int. Cl. : **H02K9/19 (2006.01)**

(30) 優先權：2015/05/04 美國 14/703,566

(71) 申請人：谷歌有限責任公司(美國) GOOGLE LLC (US)

美國

(72) 發明人：法爾希奇揚 蘇海 FARSHCHIAN, SOHEIL (CA)；艾揚格 馬杜 克里斯南  
IYENGAR, MADHU KRISHNAN (US)

(74) 代理人：陳長文

(56) 參考文獻：

JP	2010-032174A	US	2014/321050A1
US	2005/0024831A1	WO	2011/081620A1

審查人員：張嘉德

申請專利範圍項數：29 項 圖式數：5 共 45 頁

## (54) 名稱

資料中心熱虹吸冷卻系統、用於冷卻資料中心之熱產生電子裝置之方法及伺服器機架熱虹吸系統  
DATA CENTER THERMOSIPHON COOLING SYSTEM, METHOD FOR COOLING HEAT-GENERATING ELECTRONIC DEVICES IN A DATA CENTER AND SERVER RACK  
THERMOSIPHON SYSTEM

## (57) 摘要

本發明揭示一種伺服器機架熱虹吸系統，其包含：複數個蒸發器，各蒸發器包含用於一或多個熱產生伺服器機架裝置之一熱介面；至少一個冷凝器，其安裝至一伺服器機架之一外部結構，該冷凝器包含一流體冷卻式熱傳遞模組；一液體導管，其將該等蒸發器之各者流體地耦合至該冷凝器以將一工作流體之一液相自該冷凝器遞送至該等蒸發器；及一蒸氣導管，其將該等蒸發器之各者流體地耦合至該冷凝器以將該工作流體之一混合相自該等蒸發器遞送至該冷凝器。

A server rack thermosiphon system includes a plurality of evaporators, each evaporator including a thermal interface for one or more heat-generating server rack devices; at least one condenser mounted to an external structure of a server rack, the condenser including a fluid-cooled heat transfer module; a liquid conduit that fluidly couples each of the evaporators to the condenser to deliver a liquid phase of a working fluid from the condenser to the evaporators; and a vapor conduit that fluidly couples each of the evaporators to the condenser to deliver a mixed phase of the working fluid from the evaporators to the condenser.

指定代表圖：

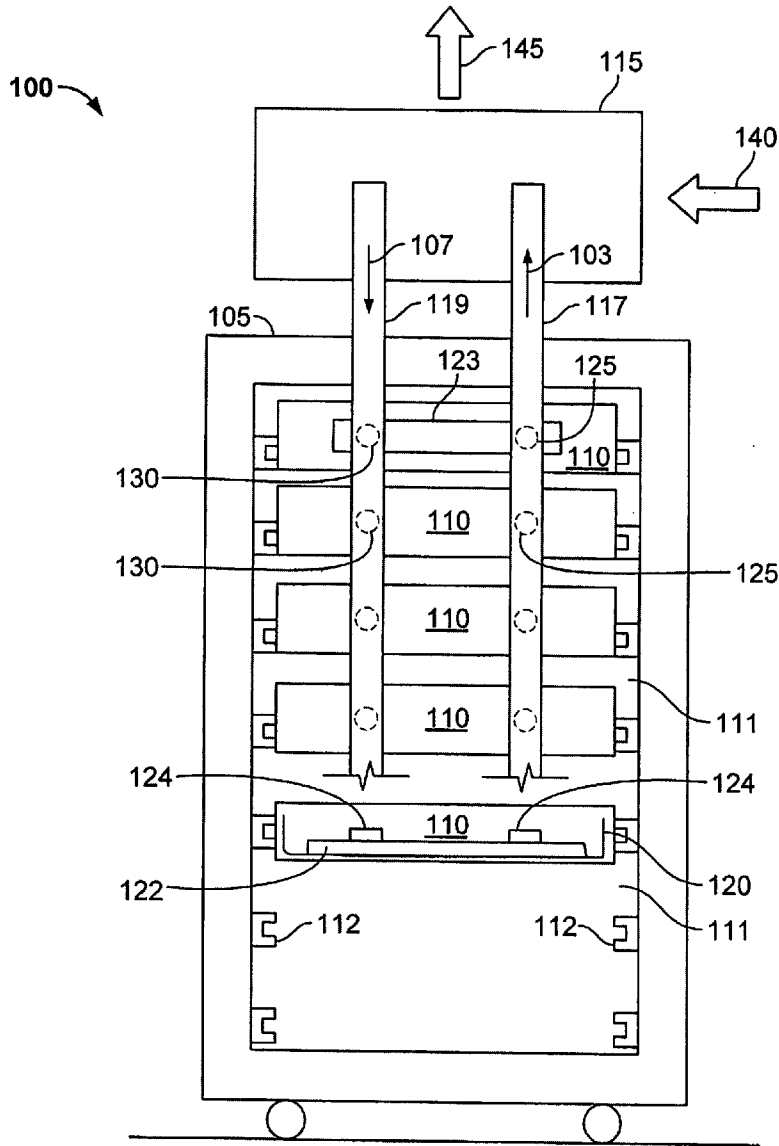


圖 1

符號簡單說明：

- 100 . . . 實例性系統/系統
- 103 . . . 氣相/混合相
- 105 . . . 伺服器機架/機架
- 107 . . . 插槽/液相
- 110 . . . 伺服器機架子總成/伺服器機架總成/子總成/總成
- 111 . . . 插槽
- 112 . . . 軌
- 115 . . . 冷凝器
- 117 . . . 蒸氣導管
- 119 . . . 液體導管
- 120 . . . 框架/保持架
- 122 . . . 印刷電路板/伺服器板/主機板
- 123 . . . 蒸發器
- 124 . . . 熱產生電子裝置/電子裝置
- 125 . . . 蒸氣連接器
- 130 . . . 液體連接器
- 140 . . . 冷卻流體供應
- 145 . . . 冷卻流體返回



# 發明摘要

**公告本**

※ 申請案號：105113869

※ 申請日：105年5月4日

※IPC 分類：

**【發明名稱】**

資料中心熱虹吸冷卻系統、用於冷卻資料中心中之熱產生電子裝置之方法及伺服器機架熱虹吸系統

DATA CENTER THERMOSIPHON COOLING SYSTEM, METHOD FOR COOLING HEAT-GENERATING ELECTRONIC DEVICES IN A DATA CENTER AND SERVER RACK THERMOSIPHON SYSTEM

**【中文】**

本發明揭示一種伺服器機架熱虹吸系統，其包含：複數個蒸發器，各蒸發器包含用於一或多個熱產生伺服器機架裝置之一熱介面；至少一個冷凝器，其安裝至一伺服器機架之一外部結構，該冷凝器包含一流體冷卻式熱傳遞模組；一液體導管，其將該等蒸發器之各者流體地耦合至該冷凝器以將一工作流體之一液相自該冷凝器遞送至該等蒸發器；及一蒸氣導管，其將該等蒸發器之各者流體地耦合至該冷凝器以將該工作流體之一混合相自該等蒸發器遞送至該冷凝器。

**【英文】**

A server rack thermosiphon system includes a plurality of evaporators, each evaporator including a thermal interface for one or more heat-generating server rack devices; at least one condenser mounted to an external structure of a server rack, the condenser including a fluid-cooled heat transfer module; a liquid conduit that fluidly couples each of the evaporators to the condenser to deliver a liquid phase of a working fluid from the condenser to the evaporators; and a vapor conduit that fluidly couples each of the evaporators to the condenser to deliver a mixed phase of the working fluid from the evaporators to the condenser.

**【代表圖】**

**【本案指定代表圖】**：第（1）圖。

**【本代表圖之符號簡單說明】**：

- 100 實例性系統/系統
- 103 氣相/混合相
- 105 伺服器機架/機架
- 107 插槽/液相
- 110 伺服器機架子總成/伺服器機架總成/子總成/總成
- 111 插槽
- 112 軌
- 115 冷凝器
- 117 蒸氣導管
- 119 液體導管
- 120 框架/保持架
- 122 印刷電路板/伺服器板/主機板
- 123 蒸發器
- 124 熱產生電子裝置/電子裝置
- 125 蒸氣連接器
- 130 液體連接器
- 140 冷卻流體供應
- 145 冷卻流體返回

**【本案若有化學式時，請揭示最能顯示發明特徵的化學式】**：

無

# 發明專利說明書

(本說明書格式、順序，請勿任意更動)

## 【發明名稱】

資料中心熱虹吸冷卻系統、用於冷卻資料中心中之熱產生電子裝置之方法及伺服器機架熱虹吸系統

DATA CENTER THERMOSIPHON COOLING SYSTEM, METHOD FOR COOLING HEAT-GENERATING ELECTRONIC DEVICES IN A DATA CENTER AND SERVER RACK THERMOSIPHON SYSTEM

## 【技術領域】

本發明係關於用於使用熱虹吸系統提供對電子設備(諸如電腦伺服器機架及電腦資料中心之相關設備)之冷卻之系統及方法。

## 【先前技術】

電腦使用者通常專注於電腦微處理器之速度(例如，兆赫及千兆赫)。諸多使用者忘記此速度通常伴隨著一代價-更高電力消耗。此電力消耗亦產生熱。此係因為依據簡單的物理定律，所有電力必須到達某處，且在某處的電力最後轉換成熱。安裝於一單個主機板上之一對微處理器可汲取數百瓦特或更多功率。用數千(或數萬)去乘該數字以計及一大資料中心之諸多電腦，且可容易地瞭解可產生的熱量。當合併支援資料中心之關鍵負載所需之輔助設備之全部時，由關鍵負載消耗之電力之效應通常係復合的。

諸多技術可用於冷卻定位於一伺服器或網路機架盤上之電子裝置(例如，處理器、記憶體、網路連接裝置及其他熱產生裝置)。例如，可藉由在該等裝置上方提供一冷卻氣流而產生強制對流。定位於該等裝置附近之風扇、定位於電腦伺服器室中之風扇及/或定位於與環繞電子裝置之空氣流體連通之管道中之風扇可在含有該等裝置之盤上方驅迫冷卻氣流。在某些例項中，位於一伺服器盤上之一或多個組件或裝置可定位於該盤之一難以冷卻區域中；例如，其中強制對流並非特別有效或不可用之一區域。

歸因於該裝置之一溫度超過一最大額定溫度，不充分及/或不足冷卻之結果可為盤上之一或多個電子裝置之故障。雖然某些冗餘可建置至一電腦資料中心、一伺服器機架及甚至個別盤中，但歸因於過熱之裝置之故障可在速度、效率及花費方面付出巨大代價。

熱虹吸管為使用經歷一相變之一流體操作之熱交換器。流體之一液體形式在一蒸發器中汽化，且流體之蒸氣形式將熱自該蒸發器攜載至一冷凝器。在該冷凝器中，蒸氣冷凝，且流體之液體形式接著經由重力返回至該蒸發器。因此，在無需一機械泵之情況下，流體於該蒸發器與該冷凝器之間流通。

### 【發明內容】

本發明描述冷卻安裝於一資料中心之一伺服器機架中之電子熱產生裝置之一熱虹吸系統之實施方案。該熱虹吸系統包含與該等熱產生裝置熱接觸或可被放置成與該等熱產生裝置熱接觸之多個蒸發器模組。一蒸發器模組可包括一蒸發器。當處於熱接觸中時，該等蒸發器模組及熱產生裝置之固體表面組件分別可被放置成實體接觸(透過一熱介面材料或以其他方式)以產生一熱介面，熱透過該熱介面自該等熱產生裝置流動至該等蒸發器模組中流通之工作流體(例如，液相)。一工作流體之一液相流通(例如，自然地)穿過該等蒸發器模組，來自該等熱產生裝置之熱傳遞至該工作流體之該液相中。當熱傳遞至該工作流體時，該液相改變為一氣相或一混合氣-液相(例如，取決於經傳遞熱之量)。該液相或混合相流通至該熱虹吸系統之一冷凝器模組，在該冷凝器模組中，藉由流通穿過該冷凝器模組之一冷卻流體將其改變回至液相。在某些態樣中，可將該冷凝器模組安裝至該伺服器機架，例如安裝至該伺服器機架之一頂部表面。在某些態樣中，可存在流體地耦合至多個蒸發器模組之一單個冷凝器模組。在某些態樣中，該熱虹吸系統中之冷凝器模組與蒸發器模組之一比率可小於一。

在一實例性實施方案中，一種資料中心熱虹吸冷卻系統包含：複數個蒸發器模組，各蒸發器模組經組態以熱耦合至可安裝於一資料中心之一機架中之一或多個熱產生裝置；一冷凝器模組，其包含一熱傳遞表面且安裝至該機架外部；及複數個輸送構件。各輸送構件包含：一液體導管，其流體地耦合一各自蒸發器模組之一入口以將一工作流體之一液相自該冷凝器遞送至該各自蒸發器；及一蒸氣導管，其將該各自蒸發器模組之一出口流體地耦合至該冷凝器以將該工作流體之一混合相自該各自蒸發器遞送至該冷凝器，該工作流體之該混合相包含透過該各自蒸發器自該一或多個熱產生裝置傳遞至該工作流體之熱。

在可與該實例性實施方案組合之一第一態樣中，該冷凝器模組安裝於該機架之一頂部表面上。

可與先前態樣之任何者組合之一第二態樣進一步包含一液體集管，其流體地耦合至該等液體導管之各者及該冷凝器模組之一出口。

可與先前態樣之任何者組合之一第三態樣進一步包含一蒸氣集管，其流體地耦合至該等液體導管之各者及該冷凝器模組之一入口。

在可與先前態樣之任何者組合之一第四態樣中，該液體集管及該蒸氣集管安裝至該機架外部。

可與先前態樣之任何者組合之一第五態樣進一步包含將各液體導管耦合至該液體集管之一各自流體斷開件。

在可與先前態樣之任何者組合之一第六態樣中，各各自流體斷開件經組態以將該各自蒸發器模組自該冷凝器模組解耦且將該工作流體之該液相密封在該各自蒸發器模組或該各自液體導管之至少一者中。

在可與先前態樣之任何者組合之一第七態樣中，該流體斷開件包含一孔口，該孔口經組態以計量至該各自蒸發器之該工作流體之該

液相之一量。

在可與先前態樣之任何者組合之一第八態樣中，該冷凝器模組包含一氣冷式冷凝器。

在可與先前態樣之任何者組合之一第九態樣中，該氣冷式冷凝器包含一或多個風扇，該一或多個風扇經定位以使一冷卻氣流在該熱傳遞表面上方流通。

在可與先前態樣之任何者組合之一第十態樣中，該冷凝器模組包含一液體冷卻式冷凝器，該液體冷卻式冷凝器包含一冷卻液體入口及一冷卻液體出口。

在可與先前態樣之任何者組合之一第十一態樣中，該冷凝器模組包含一單個冷凝器熱傳遞線圈。

可與先前態樣之任何者組合之一第十二態樣進一步包含複數個盤定位器。

在可與先前態樣之任何者組合之一第十三態樣中，各盤定位器經組態以促使支撐於一各自盤總成上之一或多個熱產生裝置與一各自蒸發器模組熱接觸。

在可與先前態樣之任何者組合之一第十四態樣中，各各自盤總成包含一可垂直安裝之盤總成。

在可與先前態樣之任何者組合之一第十五態樣中，各盤定位器包含一凸輪總成。

在另一實例性實施方案中，一種用於冷卻一資料中心中之熱產生電子裝置之方法包含：使一工作流體之一液相自安裝至一資料中心中之一伺服器機架外部之一熱虹吸系統之一冷凝器模組流動至該熱虹吸系統之複數個輸送構件；使該工作流體之該液相自該複數個輸送構件流動至該熱虹吸系統之複數個蒸發器模組，該等蒸發器模組之各者熱耦合至安裝於該機架之內部容積中之一或多個熱產生裝置；將來自

該一或多個熱產生裝置之熱接收在該工作流體之該液相中以使該工作流體之該液相之一部分沸騰；及使該工作流體之一混合相透過該複數個輸送構件自該複數個蒸發器模組流動至該冷凝器模組。

可與該實例性實施方案組合之一第一態樣進一步包含使該工作流體之該混合相流動至安裝於該伺服器機架之一頂部表面上之該冷凝器模組。

可與先前態樣之任何者組合之一第二態樣進一步包含使該液相透過一液體集管自該冷凝器模組之一出口流動且至該複數個輸送構件之各者中之一各自液體導管。

可與先前態樣之任何者組合之一第三態樣進一步包含使該混合相透過一蒸氣集管自該複數個輸送構件之各者中之一各自蒸氣導管流動至該冷凝器模組之一入口。

可與先前態樣之任何者組合之一第四態樣進一步包含使該工作流體之該液相流動穿過將各液體導管耦合至該液體集管之一各自流體斷開件。

可與先前態樣之任何者組合之一第五態樣進一步包含操作該各自流體斷開件以流體地將該液體導管自該液體集管解耦且將該工作流體之該液相密封於該各自蒸發器模組或該各自液體導管之至少一者中。

可與先前態樣之任何者組合之一第六態樣進一步包含使一冷卻空氣流在該冷凝器模組上方流通以將該工作流體之該混合相改變成該工作流體之該液相。

可與先前態樣之任何者組合之一第七態樣進一步包含使一冷卻液體流流通穿過該冷凝器模組之一冷卻線圈以將該工作流體之該混合相改變為該工作流體之該液相。

在可與先前態樣之任何者組合之一第八態樣中，該冷凝器模組

包含一單個冷凝器熱傳遞線圈。

可與先前態樣之任何者組合之一第九態樣進一步包含調整支撐一或多個熱產生裝置之一各自盤總成及與該各自盤總成相關聯之一特定蒸發器模組之至少一者之一位置；及基於該調整，促使該一或多個熱產生裝置與該特定蒸發器模組熱接觸。

在另一實例性實施方案中，一種伺服器機架熱虹吸系統包含：複數個蒸發器，各蒸發器包含用於一或多個熱產生伺服器機架裝置之一熱介面；至少一個冷凝器，其安裝至一伺服器機架之一外部結構，該冷凝器包含一流體冷卻式熱傳遞模組；一液體導管，其將該等蒸發器之各者流體地耦合至該冷凝器以將一工作流體之一液相自該冷凝器遞送至該等蒸發器；及一蒸氣導管，其將該等蒸發器之各者流體地耦合至該冷凝器以將該工作流體之一混合相自該等蒸發器遞送至該冷凝器。

在可與該實例性實施方案組合之一第一態樣中，該至少一個冷凝器與該複數個蒸發器之一比率小於一。

可與先前態樣之任何者組合之一第二態樣進一步包含複數個流體斷開件，該複數個流體斷開件直接將該液體導管耦合至該等蒸發器。

在可與先前態樣之任何者組合之一第三態樣中，各流體斷開件經組態以將該等蒸發器之一者自該冷凝器解耦且將該工作流體之該液相密封於該經解耦蒸發器或該液體導管之至少一者中。

在可與先前態樣之任何者組合之一第四態樣中，該至少一個冷凝器包含一氣冷式冷凝器，該氣冷式冷凝器包含一熱傳遞線圈及一風扇。

在可與先前態樣之任何者組合之一第五態樣中，該複數個蒸發器包含複數個流體通道，其各包含一液相入口及一液相出口。

可與先前態樣之任何者組合之一第六態樣進一步包含複數個伺服器殼，該複數個伺服器殼至少部分地圍封支撐該一或多個熱產生伺服器機架裝置之複數個伺服器板，該等伺服器殼界定該等伺服器殼之間之該複數個流體通道。

可與先前態樣之任何者組合之一第七態樣進一步包含至少一個伺服器板調整總成，該伺服器板調整總成經定位以促使一或多個伺服器板與一伺服器殼之一內表面熱接觸。

根據本發明之一資料中心冷卻系統之各種實施方案可包含以下特徵之一者、某些或全部。例如，該資料中心冷卻系統包含一伺服器機架縮放熱虹吸系統，該伺服器機架縮放熱虹吸系統冷卻不具有泵抽或壓縮設備之一伺服器機架中之熱產生電子裝置(例如，處理器、網路裝置、記憶體模組及其他)，藉此需要較少輸入功率。作為另一實例，該熱虹吸系統可降低一致密機架之一冷卻系統功率需求，其可導致一資料中心之一改良電力使用效率(PUE)。作為另一實例，歸因於製冷劑之熱力學性質，使用一兩相(例如，液相及氣/混合相)冷卻系統之一熱虹吸系統可將該等組件維持或幫助維持於一嚴格溫度範圍處。作為又另一實例，該熱虹吸系統可更有效地將熱自該伺服器機架排出至一周圍工作空間以最小化冷卻損失。此外，該熱虹吸系統相較於其他冷卻系統(諸如浸沒系統)可需要較少維護且展現可靠性優點。此外，該熱虹吸系統可包含一閉環冷卻流體，藉此在不破壞冷卻該機架中之其他伺服器之情況下提供特定伺服器板之移除及維護。作為又一進一步實例，該熱虹吸系統可在一伺服器機架覆蓋區中很大程度地係整裝的，藉此最小化地面空間使用。該熱虹吸系統亦可(例如)藉由選擇一特定製冷劑作為一工作流體而按一特定冷卻功率準則定製。此外，該熱虹吸系統之一閉環系統可實體地將該電子設備與該冷卻流體(例如，製冷劑)分離，藉此允許採用標準電子組件。作為另一實例，

該熱虹吸系統可藉助相較於強制流通冷卻系統使用較少能量之一被動無泵系統冷卻高功率熱產生組件(例如，處理器及其他)。相較於單相冷卻系統(例如，其中工作流體不改變相以冷卻該等裝置之系統)，該熱虹吸系統亦可透過一工作流體之一兩相沸騰提供較高冷卻能力以冷卻熱產生裝置。

在附圖及以下描述中闡述一或多個實施例之細節。將從描述及圖式及從申請專利範圍明白其他特徵、目標及優點。

### **【圖式簡單說明】**

圖1繪示用於包含一熱虹吸冷卻系統之一實例性實施方案之一資料中心環境中之一伺服器機架之一示意圖。

圖2繪示用於包含一熱虹吸冷卻系統之另一實例性實施方案之一資料中心環境中之一伺服器機架之一示意圖。

圖3繪示用於包含一熱虹吸冷卻系統之另一實例性實施方案之一資料中心環境中之一伺服器機架之一示意圖。

圖4A至圖4B繪示用於一伺服器機架之一熱虹吸冷卻系統中之一伺服器板調整系統之一實例性實施方案之示意圖。

圖5繪示用於包含一熱虹吸冷卻系統之另一實例性實施方案之一資料中心環境中之一伺服器機架之一示意圖。

### **【實施方式】**

圖1繪示包含一伺服器機架105 (例如，一13吋或19吋伺服器機架)及安裝於機架105內之多個伺服器機架子總成110之一實例性系統100。雖然繪示一單個伺服器機架105，但伺服器機架105可為系統100內之數個伺服器機架之一者，其可包含含有各種機架安裝之電腦系統之一伺服器場或主機代管設施。此外，雖然多個伺服器機架子總成110經繪示為安裝於機架105內，但可僅存在一單個伺服器機架子總成。一般而言，伺服器機架105界定多個插槽111，多個插槽111依一

有序及重複方式配置於伺服器機架105內，且各插槽111為機架中之一空間，一對應伺服器機架子總成110可放置至插槽111中及經移除。例如，該伺服器機架子總成可支撐於自機架105之相對側突出且可界定插槽111之位置之軌112上。

插槽111及伺服器機架子總成110可以經繪示水平配置(相對於重力)而定向。替代地，插槽111及伺服器機架子總成110可垂直(相對於重力)定向，然此將需要下文描述之蒸發器及冷凝器結構之某一重新組態。在該等插槽水平定向之情況下，其可垂直堆疊於機架105中，且在該等插槽垂直定向之情況下，其可水平堆疊於機架105中。

伺服器機架105 (例如作為一較大資料中心之部分)可提供資料處理及儲存容量。在操作中，一資料中心可連接至一網路，且可接收及回應於來自該網路之各種請求以擷取、處理及/或儲存資料。在操作中，例如，伺服器機架105通常促進經由一網路與使用者介面之資訊通信，該資訊藉由使用者之網頁瀏覽器應用程式產生，該等使用者請求由運行於資料中心中之電腦上之應用程式提供之服務。例如，伺服器機架105可提供或幫助提供正使用一網頁瀏覽器存取網際網路或全球資訊網上之網站之一使用者。

伺服器機架子總成110可為可安裝於一伺服器機架中之各種結構之一者。例如，在某些實施方案中，伺服器機架子總成110可為可滑動地插入伺服器機架105中之一「盤」或盤總成。術語「盤」不限於任何特定配置，而係適用於主機板或附屬於一主機板用於將該主機板支撐在一機架結構中之位置中之其他相對平坦結構。在某些實施方案中，伺服器機架子總成110可為一伺服器機箱或伺服器容器(例如，伺服器箱)。在某些實施方案中，伺服器機架子總成110可為一硬碟機保持架。

如圖1中所繪示，伺服器機架子總成110包含一框架或保持架

120、支撐於框架120上之一印刷電路板122 (例如，一伺服器或主機板)、安裝於印刷電路板122上之一或多個熱產生電子裝置124 (例如，一處理器或記憶體或網路連接裝置)。雖然框架120、伺服器板122及熱產生電子裝置124僅展示於一個伺服器機架子總成110上，但總成110之大部分或各者可包含此等組件。此外，雖然未具體展示，但伺服器板122亦可支撐其他組件，諸如開關裝置、一或多個風扇及其他。

框架120可包含或僅係一平坦結構，可將主機板122放置或安裝至框架120上，使得框架120可由技術員抓住以用於將該主機板移入合適位置中且將其固持於機架105內之合適位置中。例如，可(諸如)藉由將框架120滑入插槽111中且在位於伺服器機架子總成110之對置側上的機架105中之一對軌上方滑動(很像將一午餐盤滑入一自助餐機架中)而將伺服器機架子總成110水平安裝於伺服器機架105中。框架120可具有其他形式(例如，藉由將其實施為圍繞主機板之一周邊框架)或可被消除使得主機板自身定位於機架105中(例如，滑動地嚙合機架105)。另外，框架120可包含一平板及自該平板之邊緣向上突出之一或多個側壁，且該平板可為一閉合頂部或開放頂部箱或保持架之底板。

經繪示伺服器機架子總成110包含一印刷電路板122 (例如，一主機板)，包含熱產生電子裝置124之各種組件安裝於印刷電路板122上。雖然一個主機板122經繪示為安裝於框架120上，但多個主機板可安裝於框架120上，此取決於特定應用之需要。在某些實施方案中，可將一或多個風扇放置於框架120上使得空氣在伺服器機架子總成110之前邊緣(當將子總成110裝設於機架105中時更接近機架105之前部)處進入，在主機板122上方(在主機板122上之一些熱產生組件上方)流動，且在後邊緣(當將子總成110裝設於機架105中時更接近機架105

之後部)處自伺服器機架總成110排出。該一或多個風扇可藉由托架固定至框架120。因此，風扇可將空氣自框架120區域內拉出且在其已在機架105外受熱之後推動該空氣。藉由一間隙可將主機板122之一底側與框架120分離。

圖1繪示包含流體地耦合至一冷凝器115之多個蒸發器123 (為簡單起見展示一個蒸發器123)之一熱虹吸冷卻系統之一實例性實施方案。該熱虹吸系統包含一液體導管119 (亦稱作一液體集管)，其將冷凝器115流體地耦合至各蒸發器123使得一工作流體(例如，製冷劑或其他)之一液相107自冷凝器115流通(例如，透過自然或強制流通)至蒸發器123。用一液體連接器130將各蒸發器123連接至液體導管119。

熱虹吸系統亦包含一蒸氣導管117，其將冷凝器115流體地耦合至各蒸發器123使得工作流體之一混合相或氣相103自蒸發器123流通(例如，透過自然或強制流通)至冷凝器115。用一蒸氣連接器125將各蒸發器123連接至蒸氣導管117。

在此實例性實施方案中，採用自然流通以將工作流體之液相107自冷凝器115移動至蒸發器123，且將工作流體之氣相103自蒸發器123移動至冷凝器115。因此，系統100之所繪示之實施方案不包含用以使工作流體流通之泵，且此外，不包含用以實施一機械製冷蒸氣壓縮循環以冷卻工作流體之壓縮機。在替代實施方案中，一泵可經定位為與液體導管119流體連通以強制性地使工作流體之液相107自冷凝器115流通至蒸發器123。

此外，雖然在圖1中將液體導管119及蒸氣導管117繪示為單獨導管，但在替代實施例中，一單個輸送構件可流體地連接冷凝器115及蒸發器123。該輸送構件可包含一液體路徑及一蒸氣路徑兩者，其中該液體路徑藉由液體連接器130連接至蒸發器123，且該蒸氣路徑藉由蒸氣連接器125連接至蒸發器123。因此，雖然可使用一單個輸送構

件，但工作流體之液相107及氣(或混合)相103在冷凝器115與蒸發器123之間之流通期間仍係分離的。

在此所繪示之實例中，冷凝器115定位於伺服器機架105外部。例如，冷凝器115可安裝於伺服器機架105之頂部上，至伺服器機架105之一側上，或以其他方式經定位以接收一冷卻流體供應140且排出一冷卻流體返回145。該冷卻流體可為空氣或液體。例如，冷卻流體供應140可為流通(例如，藉由一風扇，未展示)穿過或橫跨冷凝器115之周圍空氣。

雖然此實例中繪示一單個冷凝器115，但可存在多個冷凝器115。然而，在某些態樣中，冷凝器115與蒸發器123之一比率可小於一。換言之，相較於冷凝器115，可存在更多蒸發器123，其中各冷凝器115流體地耦合至多個蒸發器123。例如，在一實例性實施方案中，可存在兩個冷凝器115以伺服針對伺服器機架105之蒸發器123。因此，各冷凝器115將自蒸發器123之一半(確切或大約)接收氣(或混合)相103，且將液相107返回至蒸發器123之一半。冷凝器115及蒸發器123之其他組態在本發明之範疇內。

在一實例性操作中，各蒸發器123接觸一或多個電子裝置124使得藉由導熱傳遞將熱自電子裝置124吸入至蒸發器123。例如，蒸發器123與電子裝置124導熱接觸。特定言之，蒸發器123之底部接觸電子裝置124之頂部。在操作中，來自電子裝置124之熱致使蒸發器123中之工作流體之液相107蒸發或將相自液體改變為一混合相(例如，混合液體及蒸氣)或一蒸氣。氣(或混合)相103接著行進穿過蒸氣導管117至冷凝器115。熱離開冷凝器115傳遞至冷卻流體供應140中。冷卻流體供應140可為空氣或液體(例如，冷凍水或冷卻水或乙二醇或其他)。冷卻流體返回145可退出冷凝器115從而攜載自電子裝置124傳遞之熱。由於熱離開冷凝器115中之氣(或混合)相103傳遞，故相變發生以

將氣相103改變回至液相107。

圖2繪示用於包含一熱虹吸冷卻系統200之另一實例性實施方案之一資料中心環境中之一伺服器機架之一示意圖。如所繪示，實例性熱虹吸冷卻系統200包含一冷凝器215，其流體地耦合至熱耦合至一伺服器機架205中之一或多個電子熱產生裝置221之多個蒸發器227。例如，在此實例性實施方案中，一單個氣冷式冷凝器215可流體地耦合至蒸發器227，或在某些態樣中，一小於1比1比率之冷凝器215可流體地耦合至蒸發器227。

在此繪示中，伺服器機架205經展示於(例如)側視圖中，且包含安裝於機架205內之多個伺服器機架子總成210。雖然繪示一單個伺服器機架205，但伺服器機架205可為系統200內之數個伺服器機架之一者，系統200可包含含有各種機架安裝之電腦系統之一伺服器場或主機代管設施。此外，雖然多個伺服器機架子總成210經繪示為安裝於機架205內，但可僅存在一單個伺服器機架子總成。一般而言，伺服器機架205界定多個插槽，該多個插槽依一有序及重複方式配置於伺服器機架205內，且各插槽為機架中之一空間，一對應伺服器機架子總成210可放置至插槽中及經移除。在此實例中，插槽及伺服器機架子總成210可以經繪示水平配置(相對於重力)而定向。在插槽水平定向之情況下，其可垂直堆疊於機架205中，且在插槽垂直定向之情況下，其可水平堆疊於機架205中。

伺服器機架205 (例如作為一較大資料中心之部分)可提供資料處理及儲存容量。在操作中，一資料中心可連接至一網路，且可接收及回應於來自該網路之各種請求以擷取、處理及/或儲存資料。在操作中，例如，伺服器機架205通常促進經由一網路與使用者介面之資訊通信，該資訊藉由使用者之網頁瀏覽器應用程式產生，該等使用者請求由運行於資料中心中之電腦上之應用程式提供之服務。例如，伺服

器機架205可提供或幫助提供正使用一網頁瀏覽器存取網際網路或全球資訊網上之網站之一使用者。

伺服器機架子總成210可為可安裝於一伺服器機架中之各種結構之一者。例如，在某些實施方案中，伺服器機架子總成210可為可滑動地插入伺服器機架205中之一「盤」或盤總成(例如，類似或相同於子總成110)。在某些實施方案中，伺服器機架子總成210可為一伺服器機箱或伺服器容器(例如，伺服器箱)。在某些實施方案中，伺服器機架子總成210可為一硬碟機保持架。

如所繪示，各伺服器機架子總成210包含一印刷電路板224 (例如，一主機板)，包含熱產生電子裝置221之各種組件安裝於印刷電路板224上。雖然一個主機板224經繪示為安裝至各子總成210，但多個主機板可安裝於各子總成210中，此取決於特定應用之需要。在某些實施方案中，一或多個風扇可耦合至伺服器板224使得空氣在伺服器機架子總成210之一個邊緣(例如，當將子總成210裝設於機架205中時更接近機架205之一前部)處進入，在主機板224上方(在主機板224上之一些熱產生組件221上方)流動，且在另一邊緣(例如，當將子總成210裝設於機架205中時更接近機架205之後部之一後邊緣)處自伺服器機架總成210排出。因此，風扇可將空氣自盤子總成區域內拉出且在其已在機架205外受熱之後推動該空氣。

熱虹吸冷卻系統200之所繪示之實施方案包含流體地耦合至冷凝器215之多個蒸發器227 (例如，每伺服器機架子總成210一或多個蒸發器227)。熱虹吸系統200包含一液體導管219 (亦稱作一液體集管)，其將冷凝器215流體地耦合至各蒸發器227使得一工作流體(例如，製冷劑或其他)之一液相207自冷凝器215流通(例如，透過自然或強制流通)至蒸發器227。用一液體連接器230將各蒸發器227連接至液體導管219。

熱虹吸系統200亦包含一蒸氣導管217，其將冷凝器215流體地耦合至各蒸發器227使得工作流體之一混合相或氣相203自蒸發器227流通(例如，透過自然或強制流通)至冷凝器215。用一蒸氣連接器225將各蒸發器227連接至蒸氣導管217。

該等連接器(例如，液體連接器230、蒸氣連接器225或兩者)之一或多者可包含將各自蒸發器227與冷凝器215流體地隔離之一關閉閥或裝置。例如，液體連接器230(或蒸氣連接器225或兩者)可於一打開位置與一關閉位置之間為可調整的。在打開位置中，各自蒸發器227經流體地連接以自冷凝器215接收工作流體之液相207。在關閉位置中，各自蒸發器227自冷凝器215流體地解耦使得工作流體之液相207不自冷凝器215流動至蒸發器227(或諸蒸發器227)。在某些態樣中，在關閉位置中，液體連接器230可將液相207隔離且密封於蒸發器227(或諸蒸發器227)中，藉此允許將伺服器機架子總成210連同蒸發器227(或諸蒸發器227)作為一單一單元自伺服器機架205移除。在替代態樣中，在關閉位置中，蒸氣連接器225可將液相207隔離且密封於冷凝器215中，藉此允許將伺服器機架子總成210連同蒸發器227(或諸蒸發器227)作為一單一單元自伺服器機架205移除。因此，在某些實施方案中，液體連接器230及蒸氣連接器225之各者可為一流體斷開件。

在某些態樣中，該等連接器(例如，液體連接器230、蒸氣連接器225或兩者)之一或多者亦可用於定製或控制至蒸發器227之液相207之一流量。例如，在某些態樣中，液體連接器230之一或多者亦可(例如，除了一耦合/隔離裝置之外)充當計量至蒸發器227之一液相207量之一孔口。在某些實例中，連接器230可為允許一特定流動速率(例如，最大流動速率)之液相207進入蒸發器227之一固定孔口。在其他實例中，連接器230可包含或為(例如)基於自熱耦合至蒸發器227之一或多個熱產生裝置221輸出之一熱量為可調整之一可變孔口。例如，

當一或多個熱產生裝置221之熱輸出增加時，可變孔口可允許至蒸發器227中之液相207之一增加流動。當一或多個熱產生裝置221之熱輸出減少時，可變孔口可限制至蒸發器227中之液相207之流動。因此，液體連接器230可用於更佳地匹配提供至蒸發器227之一液相207量與自一或多個熱產生裝置221輸出之一熱量。

在此實例性實施方案中，採用自然流通以將工作流體之液相207自冷凝器215移動至蒸發器227，且將工作流體之氣相203自蒸發器227移動至冷凝器215。因此，系統200之所繪示之實施方案不包含用以使工作流體流通之泵，且此外，不包含用以實施一機械製冷蒸氣壓縮循環以冷卻工作流體之壓縮機。在替代實施方案中，一泵可經定位為與液體導管219流體連通以強制性地使工作流體之液相207自冷凝器215流通至蒸發器227。

此外，雖然在圖2中將液體導管219及蒸氣導管217繪示為單獨導管，但在替代實施方案中，一單個輸送構件可流體地連接冷凝器215及蒸發器227。該輸送構件可包含一液體路徑及一蒸氣路徑兩者，其中該液體路徑藉由液體連接器230連接至蒸發器227，且該蒸氣路徑透過蒸氣短管223藉由蒸氣連接器225連接至蒸發器227。因此，雖然可使用一單個輸送構件，但工作流體之液相207及氣(或混合)相203在冷凝器215與蒸發器227之間之流通期間仍係分離的。

在此所繪示之實例中，冷凝器215定位於伺服器機架205外部。例如，冷凝器215可安裝於伺服器機架205之頂部上，至伺服器機架205之一側上，或以其他方式經定位以接收一冷卻流體供應240且排出一冷卻流體返回245。在此實例性實施方案中，冷凝器215為一氣冷式冷凝器215，其包含一線圈區段235及一風扇區段237。線圈區段235(如所展示)包含工作流體流通穿過之一冷凝器線圈239及熱耦合至線圈239之一或多個熱傳遞表面241(例如，鰭狀件)。線圈管239自蒸氣

導管217接收工作流體之氣(或混合)相203且將工作流體之液相207供應至液體導管219。冷卻流體供應240可為流通穿過或橫跨冷凝器線圈239之周圍空氣。

雖然此實例中繪示一單個冷凝器215，但可存在多個冷凝器215。然而，在某些態樣中，冷凝器215與蒸發器227之一比率可小於一。換言之，相較於冷凝器215，可存在更多蒸發器227，其中各冷凝器215流體地耦合至多個蒸發器227。例如，在一實例性實施方案中，可存在兩個冷凝器215以伺服針對伺服器機架205之蒸發器227。因此，各冷凝器215將自蒸發器227之一半(確切或大約)接收氣(或混合)相203，且將液相207返回至蒸發器227之一半。

在某些例項中，此可允許熱產生裝置221之冗餘冷卻。例如，在某些態樣中，可存在每伺服器機架子總成210多個蒸發器227。針對伺服器機架子總成210定位之各蒸發器227可與一特定熱產生裝置221(例如，處理器或其他裝置)或多個熱產生裝置221熱接觸(例如，透過一熱介面或熱介面材料)。因此，不同熱產生裝置221可與用於特定伺服器機架子總成210之多個蒸發器227之不同者熱接觸。此外，位於一伺服器機架子總成210上之各熱產生裝置221可與多個蒸發器227熱接觸。因此，一伺服器機架子總成210之一個特定蒸發器227中之一故障無法移除整個伺服器機架子總成210或甚至一單個熱產生裝置221之冷卻。此外，在其中一單個伺服器機架子總成210之蒸發器227流體地耦合至包含多個冷凝器215之一系統200之不同冷凝器215之態樣中，一單個冷凝器215之一故障無法移除整個伺服器機架子總成210或甚至一單個熱產生裝置221之冷卻。

在一實例性操作中，各蒸發器227接觸一或多個電子裝置221，使得藉由導熱傳遞將熱自電子裝置221吸入至蒸發器227。例如，蒸發器227與電子裝置221導熱接觸(或透過一熱介面材料與裝置221熱接

觸)。特定言之，蒸發器227之底部接觸電子裝置221之頂部。在操作中，來自電子裝置221之熱致使蒸發器227中之工作流體之液相207蒸發或將相自液體改變至一混合相(例如，混合液體及蒸氣)或一蒸氣。氣(或混合)相203接著行進穿過蒸氣短管223至蒸氣導管217及冷凝器215。熱離開冷凝器215傳遞至冷卻流體供應240中。例如，冷卻流體供應240可藉由風扇237吸入或在冷凝器線圈239上方流通以便將熱自氣相203移除至冷卻流體供應240。冷卻流體返回245可退出冷凝器215從而攜來自電子裝置221傳遞之熱。當熱離開冷凝器215中之氣(或混合)相203而傳遞時，一相變發生以將氣相203改變回至液相207。液相207流通(例如，自然地或以其他方式)至液體導管219以被提供至蒸發器227從而重複該程序。

圖3繪示用於包含一熱虹吸冷卻系統300之另一實例性實施方案之一資料中心環境中之一伺服器機架之一示意圖。如所繪示，實例性熱虹吸冷卻系統300包含一冷凝器315，其流體地耦合至熱耦合至一伺服器機架305中之一或多個電子熱產生裝置321之多個蒸發器327。例如，在此實例性實施方案中，一單個冷凝器315可流體地耦合至蒸發器327，或在某些態樣中，一小於1比1比率之冷凝器315可流體地耦合至蒸發器327。在此所繪示之實例中，熱虹吸系統300可用於冷卻位於伺服器機架305中之垂直安裝之伺服器機架子總成上之熱產生裝置。

在此繪示中，伺服器機架305經展示於(例如)側視圖中，且包含垂直安裝於機架305內之多個伺服器機架子總成310。該等子總成之垂直配置具有熱可產生且更易於自該機架之底部散逸至頂部之優點。雖然繪示一單個伺服器機架305，但伺服器機架305可為系統300內之數個伺服器機架之一者，系統300可包含含有各種機架安裝之電腦系統之一伺服器場或主機代管設施。此外，雖然多個伺服器機架子總成310經繪示為安裝於機架305內，但可僅存在一單個伺服器機架子總

成。一般而言，伺服器機架305界定多個插槽，該多個插槽依一有序及重複方式配置於伺服器機架305內，且各插槽為機架中之一空間，一對應伺服器機架子總成310可放置至插槽中及經移除。在此實例中，插槽及伺服器機架子總成310定向於一垂直配置(相對於重力)中。

伺服器機架305 (例如作為一較大資料中心之部分)可提供資料處理及儲存容量。在操作中，一資料中心可連接至一網路，且可接收及回應於來自該網路之各種請求以擷取、處理及/或儲存資料。在操作中，例如，伺服器機架305通常促進經由一網路與使用者介面之資訊通信，該資訊藉由使用者之網頁瀏覽器應用程式產生，該等使用者請求由運行於資料中心中之電腦上之應用程式提供之服務。例如，伺服器機架305可提供或幫助提供正使用一網頁瀏覽器存取網際網路或全球資訊網上之網站之一使用者。

伺服器機架子總成310可為可安裝於一伺服器機架中之各種結構之一者。例如，在某些實施方案中，伺服器機架子總成310可為可滑動地插入伺服器機架305中之一「盤」或盤總成(例如，類似或相同於子總成110)。在某些實施方案中，伺服器機架子總成310可為一伺服器機箱或伺服器容器(例如，伺服器箱)。在某些實施方案中，伺服器機架子總成310可為一硬碟機保持架。

如所繪示，各伺服器機架子總成310包含一印刷電路板324 (例如，一主機板)，包含熱產生電子裝置321之各種組件安裝於印刷電路板324上。一或多個主機板324安裝至各子總成310，多個主機板可安裝於各子總成310中，此取決於特定應用之需要。在某些實施方案中，一或多個風扇可耦合至伺服器板324使得空氣在伺服器機架子總成310之一個邊緣(例如，當將子總成310裝設於機架305中時更接近機架305之一前部)處進入，在主機板324上方(在主機板324上之一些熱

產生組件321上方)流動，且在另一邊緣(例如，當將子總成310裝設於機架305中時更接近機架305之後部之一後邊緣)處自伺服器機架總成310排出。因此，風扇可將空氣自盤子總成區域內拉出且在其已在機架305外受熱之後推動該空氣。

熱虹吸冷卻系統300之所繪示之實施方案包含流體地耦合至冷凝器315之多個蒸發器327 (例如，每伺服器機架子總成310一或多個蒸發器327)。熱虹吸系統300包含一液體導管319 (亦稱作一液體集管)，其將冷凝器315流體地耦合至各蒸發器327使得一工作流體(例如，製冷劑或其他)之一液相307自冷凝器315流通(例如，透過自然或強制流通)至蒸發器327。用一液體連接器330將各蒸發器327連接至液體導管319。在此實例性實施方案中，液體導管319定位於伺服器機架305之一底部處或附近，使得工作流體之液相307可自冷凝器315流動(例如，藉由重力)穿過導管319以進入蒸發器327之一底部。

熱虹吸系統300亦包含一蒸氣導管317，其將冷凝器315流體地耦合至各蒸發器327使得工作流體之一混合相或氣相303自蒸發器327流通(例如，透過自然或強制流通)至冷凝器315。用一蒸氣連接器325將各蒸發器327連接至蒸氣導管317。

該等連接器(例如，液體連接器330、蒸氣連接器325或兩者)之一或多者可包含將各自蒸發器327與冷凝器315流體地隔離之一關閉閥或裝置。例如，液體連接器330 (或蒸氣連接器325或兩者)可於一打開位置與一關閉位置之間為可調整的。在打開位置中，各自蒸發器327經流體地連接以自冷凝器315接收工作流體之液相307。在關閉位置中，各自蒸發器327自冷凝器315流體地解耦使得工作流體之液相307不自冷凝器315流動至蒸發器327 (或諸蒸發器327)。在某些態樣中，在關閉位置中，液體連接器330可將液相307隔離且密封於蒸發器327 (或諸蒸發器327)中，藉此允許將伺服器機架子總成310連同蒸發器327

(或諸蒸發器327)作為一單一單元自伺服器機架305移除。在替代態樣中，在關閉位置中，液體連接器330可將液相307隔離且密封於冷凝器315中，藉此允許將伺服器機架子總成310連同蒸發器327（或諸蒸發器327）作為一單一單元自伺服器機架305移除。

在某些態樣中，該等連接器(例如，液體連接器330、蒸氣連接器325或兩者)之一或多者亦可用於定製或控制至蒸發器327之液相307之一流量。例如，在某些態樣中，液體連接器330之一或多者亦可(例如，除了一耦合/隔離裝置之外)充當計量至蒸發器327之一液相307量之一孔口。在某些實例中，連接器330可為允許一特定流動速率(例如，最大流動速率)之液相307進入蒸發器327之一固定孔口。在其他實例中，連接器330可包含或為(例如)基於自熱耦合至蒸發器327之一或多個熱產生裝置321輸出之一熱量為可調整之一可變孔口。例如，當一或多個熱產生裝置321之熱輸出增加時，可變孔口可允許至蒸發器327中之液相307之一增加流動。當一或多個熱產生裝置321之熱輸出減少時，可變孔口可限制至蒸發器327中之液相307之流動。因此，液體連接器330可用於更佳地匹配提供至蒸發器327之一液相307量與自一或多個熱產生裝置321輸出之一熱量。

在替代態樣中，可不包含該等連接器(例如，連接器325及連接器330)之一者、部分或全部以便將伺服器機架子總成310自伺服器機架305移除。例如，可於一未嚙合位置(其中熱產生裝置321未與蒸發器327(或諸蒸發器327)熱接觸)與一嚙合位置(其中熱產生裝置321與蒸發器327(或諸蒸發器327)熱接觸)之間調整各伺服器子總成310或各伺服器板324之一位置。因此，在未嚙合位置中，在不干擾熱虹吸冷卻系統300之情況下，可將伺服器機架子總成310或伺服器板324自機架305移除(例如，用於維護或其他)。

例如，簡要地參考圖4A至圖4B，此等圖繪示用於一伺服器機架

之一熱虹吸冷卻系統中之一伺服器板調整系統350之一實例性實施方案之示意圖。在此實例中，伺服器板調整系統350可用於調整位於未嚙合位置與嚙合位置之間之伺服器機架子總成310或伺服器板324。在此實例中，圖4A展示位於未嚙合位置中之伺服器機架子總成310或伺服器板324，其中在熱產生裝置321（或安裝於熱產生裝置321上之一熱介面材料358）與蒸發器327之間存在一間隙393。在某些態樣中，熱介面材料358包含增加熱產生裝置321與蒸發器327之間之一實體接觸區域之一柔韌材料（例如，油灰、半固體、凝膠或其他）（例如，歸因於此等組件之固體表面中之瑕疵）。此外，當熱被傳遞穿過熱介面材料358時，材料358可經歷相變（例如，自固體至半固體）以進一步增加實體接觸區域（例如，藉由流入或填入該等固體表面之間之小間隙中）。

實例性伺服器板調整系統350包含一凸輪352，其耦合至伺服器機架305且經定位以調整伺服器機架子總成310之一框架354。框架354將伺服器板324支撐於構件356上。在未嚙合位置中，液相307流通穿過蒸發器327，此係因為沒有熱或可忽略不計之熱自熱產生裝置321傳遞至液相307。

圖4B展示位於嚙合位置中之伺服器機架子總成310或伺服器板324，其中在熱產生裝置321（或安裝於熱產生裝置321上之熱介面材料358）與蒸發器327之間存在熱接觸。為自未嚙合位置調整至嚙合位置，凸輪352經操作（例如，藉由由一控制器或控制系統控制之一致動器、馬達或伺服裝置，未展示）以將伺服器機架子總成310之框架354推向蒸發器327。在將框架354（且因此伺服器板324及熱產生裝置321）推向蒸發器327中，達成熱產生裝置321與蒸發器327之間之熱接觸以將熱傳遞至液相307，藉此導致混合相303中之汽化氣泡360。在某些態樣中，凸輪352之操作可由來自一控制器之一信號（其表示（例如）裝置321之一溫度超過一臨限值、伺服器機架子總成310位於適當位置中

或其他)起始。

雖然圖4A至圖4B繪示一伺服器板調整系統350 (例如，一凸緣系統)之一實例性實施方案，但其他實施方案由本發明涵蓋。例如，伺服器板調整系統350可包含一活塞裝置，其經致動以促使熱產生裝置321抵著蒸發器327。作為另一實例，一可擴展氣囊可經致動以促使熱產生裝置321抵著蒸發器327。作為又另一實例，一彈簧加載凸輪或活塞可經致動以促使熱產生裝置321抵著蒸發器327。

再者，在某些態樣中，伺服器板調整系統350可促使蒸發器327與保持固定(確切地或大體上)之熱產生裝置321熱嚙合。在某些其他態樣中，伺服器板調整系統350可促使蒸發器327與熱產生裝置321熱嚙合。

參考圖3，在此實例性實施方案中，採用自然流通以將工作流體之液相307自冷凝器315移動至蒸發器327，且將工作流體之氣相303自蒸發器327移動至冷凝器315。因此，系統300之所繪示之實施方案不包含用以使工作流體流通之泵，且此外，不包含用以實施一機械製冷蒸氣壓縮循環以冷卻工作流體之壓縮機。不存在泵及壓縮器具有如下優點：冷卻系統自身可為能量高效的，即，除用以執行冷卻之伺服器系統以外需要很少或不需能量。在替代實施方案中，一泵可經定位為與液體導管319流體連通以強制性地使工作流體之液相307自冷凝器315流通至蒸發器327。

在此所繪示之實例中，冷凝器315定位於伺服器機架305外部。例如，冷凝器315可安裝於伺服器機架305之頂部上，至伺服器機架305之一側上，或以其他方式經定位以接收一冷卻流體供應340且排出一冷卻流體返回345。在此實例性實施方案中，冷凝器315為一氣冷式或液體冷卻式冷凝器315。冷卻流體供應340 (例如，經冷卻空氣或周圍空氣，或冷凍水或冷卻水或乙二醇)可流通穿過或橫跨冷凝器315。

雖然此實例中繪示一單個冷凝器315，但可存在多個冷凝器315。然而，在某些態樣中，冷凝器315與蒸發器327之一比率可小於一。換言之，相較於冷凝器315，可存在更多蒸發器327，其中各冷凝器315流體地耦合至多個蒸發器327。例如，在一實例性實施方案中，可存在兩個冷凝器315以伺服針對伺服器機架305之蒸發器327。因此，各冷凝器315將自蒸發器327之一半(確切或大約)接收氣(或混合)相303，且將液相307返回至蒸發器327之一半。

在某些例項中，此可允許熱產生裝置321之冗餘冷卻。例如，在某些態樣中，可存在每伺服器機架子總成310多個蒸發器327。針對伺服器機架子總成310定位之各蒸發器327可與一特定熱產生裝置321(例如，處理器或其他裝置)或多個熱產生裝置321熱接觸(例如，透過一熱介面或熱介面材料)。因此，不同熱產生裝置321可與用於特定伺服器機架子總成310之多個蒸發器327之不同者熱接觸。此外，位於一伺服器機架子總成310上之各熱產生裝置321可與多個蒸發器327熱接觸。因此，一伺服器機架子總成310之一個特定蒸發器327中之一故障無法移除整個伺服器機架子總成310或甚至一單個熱產生裝置321之冷卻。此外，在其中一單個伺服器機架子總成310之蒸發器327流體地耦合至包含多個冷凝器315之一系統300之不同冷凝器315之態樣中，一單個冷凝器315之一故障無法移除整個伺服器機架子總成310或甚至一單個熱產生裝置321之冷卻。

在一實例性操作中，各蒸發器327接觸一或多個電子裝置321，使得藉由導熱傳遞將熱自電子裝置321吸入至蒸發器327。例如，蒸發器327可與或可被放置為與電子裝置321導熱接觸(或透過一熱介面材料與裝置321熱接觸)。特定言之，蒸發器327之底部接觸電子裝置321之頂部。在操作中，來自電子裝置321之熱致使蒸發器327中之工作流體之液相307蒸發或將相自液體改變至一混合相(例如，混合液體及蒸

氣)或一蒸氣。氣(或混合)相303接著行進穿過蒸氣短管323至蒸氣導管317及冷凝器315。熱離開冷凝器315傳遞至冷卻流體供應340中。例如，冷卻流體供應340可經吸入或流通穿過或至冷凝器315中以便將熱自氣相303移除至冷卻流體供應340。冷卻流體返回345可退出冷凝器315從而攜載自電子裝置321傳遞之熱。當熱離開冷凝器315中之氣(或混合)相303傳遞時，一相變發生以將氣相303改變回至液相307。液相307流通(例如，自然地或以其他方式)至液體導管319以被提供至蒸發器327從而重複該程序。

圖5繪示用於包含一熱虹吸冷卻系統500之另一實例性實施方案之一資料中心環境中之一伺服器機架505之一示意圖。如所繪示，實例性熱虹吸冷卻系統500包含一冷凝器515，其流體地耦合至形成熱耦合至一伺服器機架505中之一或多個電子熱產生裝置521之蒸發器區段550之多個液體通道。例如，在此實例性實施方案中，一單個氣冷式冷凝器515可流體地耦合至蒸發器550，或在某些態樣中，一小於1比1比率之冷凝器515可流體地耦合至蒸發器550。在此實例性系統500中，用於冷卻電子熱產生裝置521之一工作流體含納於伺服器機架505中，但可以其他方式自由(例如，未含納於一經圍封導管中)遷移穿過機架505，此(例如)取決於傳遞至工作流體及自工作流體傳遞之熱。在此實例性系統中，熱產生裝置521安裝至其之伺服器板524圍封於(例如，全部或大體上)各自伺服器殼560(例如，導熱殼)中。總而言之，圍封一或多個伺服器板524(以及多個熱產生裝置521)之各殼560可形成一伺服器機架子總成510。在此實例性系統500中，一液體冷卻式冷凝器515(或冷凝器515)可操作以將工作流體之一氣(或混合)相503改變至工作流體之一液相507。

在此繪示中，伺服器機架505經展示於(例如)側視圖中，且包含安裝於機架505內之多個伺服器機架子總成510。雖然繪示一單個伺服

器機架505，但伺服器機架505可為系統500內之數個伺服器機架之一者，系統500可包含含有各種機架安裝之電腦系統之一伺服器場或主機代管設施。此外，雖然多個伺服器機架子總成510經繪示為安裝於機架505內，但可僅存在一單個伺服器機架子總成。一般而言，伺服器機架505界定多個插槽，該多個插槽依一有序及重複方式配置於伺服器機架505內，且各插槽為機架中之一空間，一對應伺服器機架子總成510可放置至插槽中及經移除。在此實例中，插槽及伺服器機架子總成510可以經繪示垂直配置(相對於重力)而定向。在替代實施方案中，在插槽垂直定向之情況下，其可水平堆疊於機架505中。

伺服器機架505 (例如作為一較大資料中心之部分)可提供資料處理及儲存容量。在操作中，一資料中心可連接至一網路，且可接收及回應於來自該網路之各種請求以擷取、處理及/或儲存資料。在操作中，例如，伺服器機架505通常促進經由一網路與使用者介面之資訊通信，該資訊藉由使用者之網頁瀏覽器應用程式產生，該等使用者請求由運行於資料中心中之電腦上之應用程式提供之服務。例如，伺服器機架505可提供或幫助提供正使用一網頁瀏覽器存取網際網路或全球資訊網上之網站之一使用者。

伺服器機架子總成510可為可安裝於一伺服器機架中之各種結構之一者。例如，在某些實施方案中，伺服器機架子總成510可為可滑動地插入伺服器機架505中之一「盤」或盤總成(例如，類似或相同於子總成110)。在某些實施方案中，伺服器機架子總成510可為一伺服器機箱或伺服器容器(例如，伺服器箱)。在某些實施方案中，伺服器機架子總成510可為一硬碟機保持架。

如所繪示，各伺服器機架子總成510包含一印刷電路板524 (例如，一主機板)，包含熱產生電子裝置521之各種組件安裝於印刷電路板524上。雖然一個主機板524經繪示為安裝至各子總成510，但多個

主機板可安裝於各子總成510中，此取決於特定應用之需要。在某些實施方案中，各子總成510包含如參考圖4A至圖4B所描述之一伺服器板調整系統。在系統500中，一伺服器板調整系統可用於調整位於一未嚙合位置與一嚙合位置之間之伺服器板524。在未嚙合位置中，在(諸)熱產生裝置521 (或安裝於該熱產生裝置上之一熱介面材料)與伺服器殼560 (其與一或多個蒸發器550熱接觸)之間存在一間隙。在未嚙合位置中，液相507流通穿過蒸發器550但未與熱產生裝置521熱接觸，故沒有熱或可忽略不計之熱自熱產生裝置521傳遞至液相507。在嚙合位置中，由伺服器板調整系統產生透過伺服器殼560之熱產生裝置521(或安裝於熱產生裝置521上之一熱介面材料)與蒸發器550之間之熱接觸。例如，該伺服器板調整系統可調整(例如，推動)伺服器板524使得熱產生裝置521與伺服器殼560之一內表面熱接觸。因此來自裝置521之熱可透過伺服器殼560傳遞至蒸發器550。

熱虹吸冷卻系統500之所繪示之實施方案包含流體地耦合至冷凝器515之多個蒸發器550。在某些態樣中，各蒸發器550可為形成於相鄰伺服器殼560之間之一流體通道，例如，不具有一單獨導管以將工作流體之液相507圍封於通道中。在某些態樣中，各蒸發器550可包含將工作流體之液相507圍封在相鄰伺服器殼560之間之一液體導管(亦稱作一液體集管)。

在系統500之此實例性實施方案中，採用自然流通以將工作流體之液相507自冷凝器515移動至蒸發器550，且將工作流體之氣相503自蒸發器550移動至冷凝器515。因此，系統500之所繪示之實施方案不包含用以使工作流體流通之泵，且此外，不包含用以實施一機械製冷蒸氣壓縮循環以冷卻工作流體之壓縮機。在替代實施方案中，一泵可定位於伺服器機架505中以使工作流體之液相507自冷凝器515流通至機架505之一底部部分從而進入蒸發器550。

在此所繪示之實例中，冷凝器515定位於伺服器機架505內部在機架505之一頂部處或附近。在此實例性實施方案中，冷凝器515為一液體冷卻式冷凝器515，其包含工作流體在其上方流通之一冷凝器線圈539及熱耦合至線圈539之一或多個熱傳遞表面541（例如，鰭狀件）。線圈539自蒸發器550（例如，自蒸發器550之頂部出口551）接收工作流體之氣(或混合)相503且將工作流體之液相507供應回至蒸發器550之底部入口553。

在此實例中，一冷卻液體供應525（例如，冷凍或冷卻水或乙二醇）可流通穿過冷凝器線圈539。一冷卻液體返回530（包含來自熱產生裝置521之熱）可自線圈539流通至一冷卻液體源（例如，冷凍器、冷卻塔、直接膨脹冷凝機組、熱交換器或其他冷卻液體源）。

雖然此實例中繪示一單個冷凝器線圈539，但可存在多個冷凝器線圈539。然而，在某些態樣中，冷凝器線圈539與蒸發器550之一比率可小於一。換言之，相較於冷凝器線圈539，可存在更多蒸發器550，其中各冷凝器線圈539經定位以自多個蒸發器550接收工作流體之氣(或混合)相503。例如，在一實例性實施方案中，可存在兩個冷凝器線圈539以伺服針對伺服器機架505之蒸發器550。因此，各冷凝器線圈539將自蒸發器550之一半(確切或大約)接收氣(或混合)相503，且將液相507返回至蒸發器550之一半。在某些態樣中，可藉由自冷凝器線圈539至伺服器機架505之底部部分之重力饋送發生液相507至底部入口553之返回。此外，各冷凝器線圈539可具有透過連接535之一各自冷卻液體供應525及冷卻液體返回530。

在某些例項中，此可允許熱產生裝置521之冗餘冷卻。例如，在某些態樣中，可存在每伺服器機架子總成510多個蒸發器550（例如，各蒸發器550內之多個液體導管）。針對伺服器機架子總成510定位之各蒸發器550可與一特定熱產生裝置521（例如，處理器或其他裝置）或

多個熱產生裝置521熱接觸(例如，透過一熱介面或熱介面材料)。因此，不同熱產生裝置521可與用於特定伺服器機架子總成510之多個蒸發器550之不同者熱接觸。此外，位於一伺服器機架子總成510上之各熱產生裝置521可與多個蒸發器550 (例如，各蒸發器550內之多個液體導管)熱接觸。因此，一伺服器機架子總成510之一個特定蒸發器550中之一故障無法移除整個伺服器機架子總成510或甚至一單個熱產生裝置521之冷卻。此外，在其中一單個伺服器機架子總成510之蒸發器550流體地耦合至包含多個冷凝器線圈539之一系統500之不同冷凝器線圈539之態樣中，一單個冷凝器線圈539之一故障無法移除整個伺服器機架子總成510或甚至一單個熱產生裝置521之冷卻。

在一實例性操作中，例如藉由調整各伺服器板524以與圍封板524之特定伺服器殼560熱接觸而將各蒸發器550放置為與一或多個電子裝置521熱接觸。藉由導熱傳遞將熱自電子裝置521吸入至蒸發器550。例如，蒸發器550透過伺服器殼560與電子裝置521導熱接觸(或透過位於裝置521上或殼560上之一熱介面材料與裝置521熱接觸)。在操作中，來自電子裝置521之熱致使蒸發器550中之工作流體之液相507蒸發或將相自液體改變至一混合相(例如，混合液體及蒸氣)或一蒸氣。氣(或混合)相503接著向上流通(例如，自然地藉由密度差)穿過頂部出口551至冷凝器515。熱離開冷凝器515傳遞至冷卻流體供應525中。例如，冷卻液體供應525可經泵抽穿過冷凝器線圈539以便將熱自氣相503移除至冷卻流體供應525。熱在其環繞流動與冷凝器線圈539及鰭狀件541熱接觸時自氣相503傳遞。冷卻液體返回530自線圈539流通，從而攜載自電子裝置521傳遞之熱。當熱離開冷凝器515中之氣(或混合)相503傳遞時，一相變發生以將氣相503改變回至液相507。液相507流通(例如，自然地或以其他方式)至伺服器機架505之一底部部分以被提供至蒸發器550從而重複該程序。

已描述數個實施例。然而，將理解，可在不背離所描述內容之精神及範疇之情況下作出各種修改。例如，本文中所描述之例示性操作之步驟可依其他次序執行，可移除一些步驟且可新增其他步驟。據此，其他實施例在以下申請專利範圍之範疇內。

### 【符號說明】

100	實例性系統/系統
103	氣相/混合相
105	伺服器機架/機架
107	插槽/液相
110	伺服器機架子總成/伺服器機架總成/子總成/總成
111	插槽
112	軌
115	冷凝器
117	蒸汽導管
119	液體導管
120	框架/保持架
122	印刷電路板/伺服器板/主機板
123	蒸發器
124	熱產生電子裝置/電子裝置
125	蒸汽連接器
130	液體連接器
140	冷卻流體供應
145	冷卻流體返回
200	熱虹吸冷卻系統/熱虹吸系統/系統
203	氣相/混合相
205	伺服器機架/機架

207	液相
210	伺服器機架子總成/子總成/伺服器機架總成
215	冷凝器/氣冷式冷凝器
217	蒸汽導管
219	液體導管
221	熱產生裝置/裝置/電子裝置/電子熱產生裝置/熱產生 電子裝置/熱產生組件
223	蒸汽短管
224	印刷電路板/主機板/伺服器板
225	蒸汽連接器
227	蒸發器
230	液體連接器/連接器
235	線圈區段
237	風扇區段/風扇
239	冷凝器線圈/線圈/線圈管
240	冷卻流體供應
241	熱傳遞表面
245	冷卻流體返回
300	熱虹吸冷卻系統/熱虹吸系統/系統
303	氣相/混合相
305	伺服器機架/機架
307	液相
310	伺服器機架子總成/伺服器機架總成/子總成
315	冷凝器/液體冷卻式冷凝器
317	蒸氣導管
319	液體導管/導管

- 321 熱產生裝置/熱產生電子裝置/電子熱產生裝置/熱產生組件/裝置/電子裝置
- 324 主機板/伺服器板/印刷電路板
- 325 蒸氣連接器/連接器
- 327 蒸發器
- 330 液體連接器/連接器
- 340 冷卻流體供應
- 345 冷卻流體返回
- 350 伺服器板調整系統
- 352 凸輪
- 354 框架
- 356 構件
- 358 熱介面材料/材料
- 360 汽化氣泡
- 393 間隙
- 500 熱虹吸冷卻系統/系統
- 503 氣相/混合相
- 505 伺服器機架/機架
- 507 液相
- 510 伺服器機架子總成/子總成
- 515 冷凝器/氣冷式冷凝器/液體冷卻式冷凝器
- 521 熱產生裝置/裝置/電子裝置/電子熱產生裝置
- 524 伺服器板/印刷電路板/主機板
- 525 冷卻液體供應
- 530 冷卻液體返回
- 535 連接

539	冷凝器線圈/線圈
541	熱傳遞表面/鰭狀件
550	蒸發器
551	頂部出口
553	底部入口
560	伺服器殼/殼

## 申請專利範圍

1. 一種資料中心熱虹吸冷卻系統，其包括：
  - 複數個蒸發器模組，各蒸發器模組經組態以熱耦合至可安裝於一資料中心之一機架中之一或多個熱產生裝置；
  - 一冷凝器模組，其包括一熱傳遞表面且安裝至該機架外部；
  - 複數個輸送構件，各輸送構件包括：
    - 一液體導管，其流體地耦合一各自蒸發器模組之一入口以將一工作流體之一液相自該冷凝器遞送至該各自蒸發器；及
    - 一蒸氣導管，其將該各自蒸發器模組之一出口流體地耦合至該冷凝器以將該工作流體之一混合相自該各自蒸發器遞送至該冷凝器，該工作流體之該混合相包括透過該各自蒸發器自該一或多個熱產生裝置傳遞至該工作流體之熱；
    - 一液體集管，其流體地耦合至該等液體導管之各者及該冷凝器模組之一出口；及
    - 一蒸氣集管，其流體地耦合至該等蒸氣導管之各者及該冷凝器模組之一入口。
2. 如請求項1之資料中心熱虹吸冷卻系統，其中該冷凝器模組安裝於該機架之一頂部表面上。
3. 如請求項1之資料中心熱虹吸冷卻系統，其中該液體集管及該蒸氣集管安裝至該機架外部。
4. 如請求項1之資料中心熱虹吸冷卻系統，其進一步包括將各液體導管耦合至該液體集管之一各自流體斷開件。
5. 如請求項4之資料中心熱虹吸冷卻系統，其中各各自流體斷開件經組態以將該各自蒸發器模組自該冷凝器模組解耦且將該工作流體之該液相密封於該各自蒸發器模組或該各自液體導管之至

少一者中。

6. 如請求項4之資料中心熱虹吸冷卻系統，其中該流體斷開件包括一孔口，其經組態以計量至該各自蒸發器之該工作流體之該液相之一量。
7. 如請求項1或2之資料中心熱虹吸冷卻系統，其中該冷凝器模組包括一氣冷式冷凝器。
8. 如請求項7之資料中心熱虹吸冷卻系統，其中該氣冷式冷凝器包括一或多個風扇，其經定位以使一冷卻氣流在該熱傳遞表面上方流通。
9. 如請求項1或2之資料中心熱虹吸冷卻系統，其中該冷凝器模組包括一液體冷卻式冷凝器，其包括一冷卻液體入口及一冷卻液體出口。
10. 如請求項1或2之資料中心熱虹吸冷卻系統，其中該冷凝器模組包括一單個冷凝器熱傳遞線圈。
11. 如請求項1或2之資料中心熱虹吸冷卻系統，其進一步包括複數個盤定位器，各盤定位器經組態以促使支撐於一各自盤總成上之一或多個熱產生裝置與一各自蒸發器模組熱接觸。
12. 如請求項11之資料中心熱虹吸冷卻系統，其中各各自盤總成包括一可垂直安裝之盤總成。
13. 如請求項11之資料中心熱虹吸冷卻系統，其中各盤定位器包括一凸輪總成。
14. 如請求項1或2之資料中心熱虹吸冷卻系統，其中該機架為不具有泵抽或壓縮設備之一伺服器機架。
15. 如請求項1或2之資料中心熱虹吸冷卻系統，其中該熱虹吸冷卻系統在該工作流體處於一液相或一氣/混合相之情況下使用一兩相冷卻系統。

16. 如請求項1或2之資料中心熱虹吸冷卻系統，其中該工作流體為一閉環冷卻流體。
17. 一種用於冷卻一資料中心中之熱產生電子裝置之方法，其包括：
  - 使一工作流體之一液相自安裝至一資料中心之一伺服器機架外部之一熱虹吸系統之一冷凝器模組之一出口流動至一液體集管；
  - 使該液相透過該液體集管流動至該熱虹吸系統之複數個輸送構件之各者中之一各自液體導管；
  - 使該工作流體之該液相自該複數個輸送構件流動至該熱虹吸系統之複數個蒸發器模組，該等蒸發器模組之各者熱耦合至安裝於該機架之內部容積中之一或多個熱產生裝置；
  - 將來自該一或多個熱產生裝置之熱接收在該工作流體之該液相中以使該工作流體之該液相之一部分沸騰；
  - 使該工作流體之一混合相透過該複數個輸送構件自該複數個蒸發器模組流動至一蒸氣集管；及
  - 使該工作流體之該混合相自該蒸氣集管流動至該冷凝器模組。
18. 如請求項17之方法，其進一步包括使該工作流體之該混合相流動至安裝於該伺服器機架之一頂部表面上之該冷凝器模組。
19. 如請求項17之方法，其進一步包括使該工作流體之該液相流動穿過將各液體導管耦合至該液體集管之一各自流體斷開件。
20. 如請求項19之方法，其進一步包括操作該各自流體斷開件以流體地將該液體導管自該液體集管解耦且將該工作流體之該液相密封於該各自蒸發器模組或該各自液體導管之至少一者中。
21. 如請求項17或18之方法，其進一步包括使一冷卻空氣流在該冷

凝器模組上方流通以將該工作流體之該混合相改變成該工作流體之該液相。

22. 如請求項17或18之方法，其進一步包括使一冷卻液體流流通穿過該凝器模組之一冷卻線圈以將該工作流體之該混合相改變為該工作流體之該液相。
23. 如請求項17或18之方法，其中該凝器模組包括一單個凝器熱傳遞線圈。
24. 如請求項17或18之方法，其進一步包括：
  - 調整支撐一或多個熱產生裝置之一各自盤總成及與該各自盤總成相關聯之一特定蒸發器模組之至少一者之一位置；及
  - 基於該調整，促使該一或多個熱產生裝置與該特定蒸發器模組熱接觸。
25. 一種伺服器機架熱虹吸系統，其包括：
  - 複數個蒸發器，各蒸發器包括用於一或多個熱產生伺服器機架裝置之一熱介面；
  - 至少一個凝器，其安裝至一伺服器機架之一外部結構，該凝器包括一流體冷卻式熱傳遞模組；
  - 一液體導管，其將該等蒸發器之各者流體地耦合至該凝器以將一工作流體之一液相自該凝器遞送至該等蒸發器；及
  - 一蒸氣導管，其將該等蒸發器之各者流體地耦合至該凝器以將該工作流體之一混合相自該等蒸發器遞送至該凝器，其中該至少一個凝器與該複數個蒸發器之一比率係小於一。
26. 如請求項25之伺服器機架熱虹吸系統，其進一步包括複數個流體斷開件，其直接將該液體導管耦合至該等蒸發器，且各流體斷開件經組態以將該等蒸發器之一者自該凝器解耦且將該工作流體之該液相密封於該經解耦蒸發器或該液體導管之至少一

者中。

27. 如請求項25之伺服器機架熱虹吸系統，其中該至少一個冷凝器包括一氣冷式冷凝器，該氣冷式冷凝器包括一熱傳遞線圈及一風扇。
28. 如請求項25之伺服器機架熱虹吸系統，其中該複數個蒸發器包括複數個流體通道，其各包括一液相入口及一液相出口，該系統進一步包括複數個伺服器殼，其至少部分地圍封支撐該一或多個熱產生伺服器機架裝置之複數個伺服器板，該等伺服器殼界定該等伺服器殼之間之該複數個流體通道。
29. 如請求項25之伺服器機架熱虹吸系統，其進一步包括至少一個伺服器板調整總成，其經定位以促使一或多個伺服器板與一伺服器殼之一內表面熱接觸。

圖式

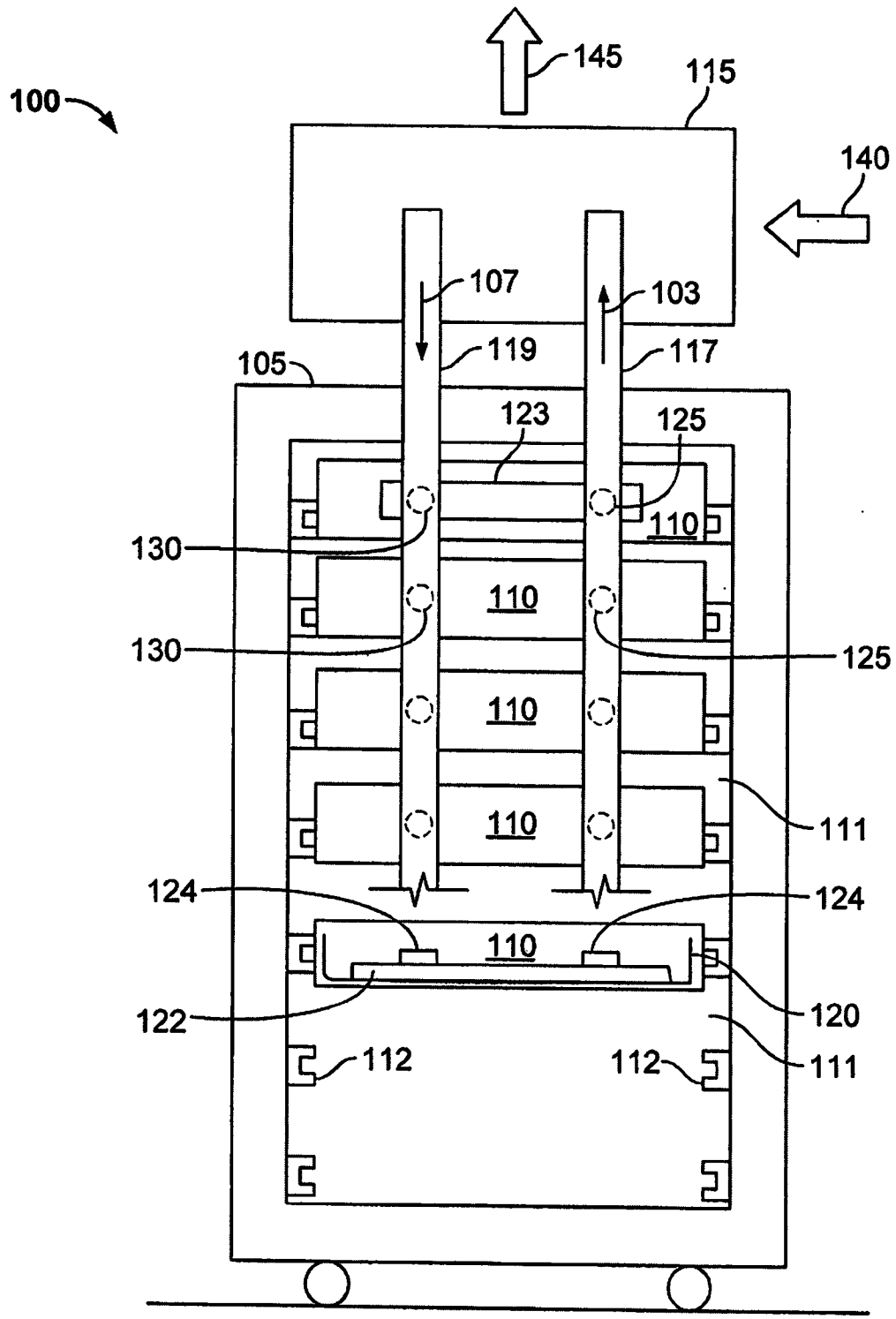


圖 1

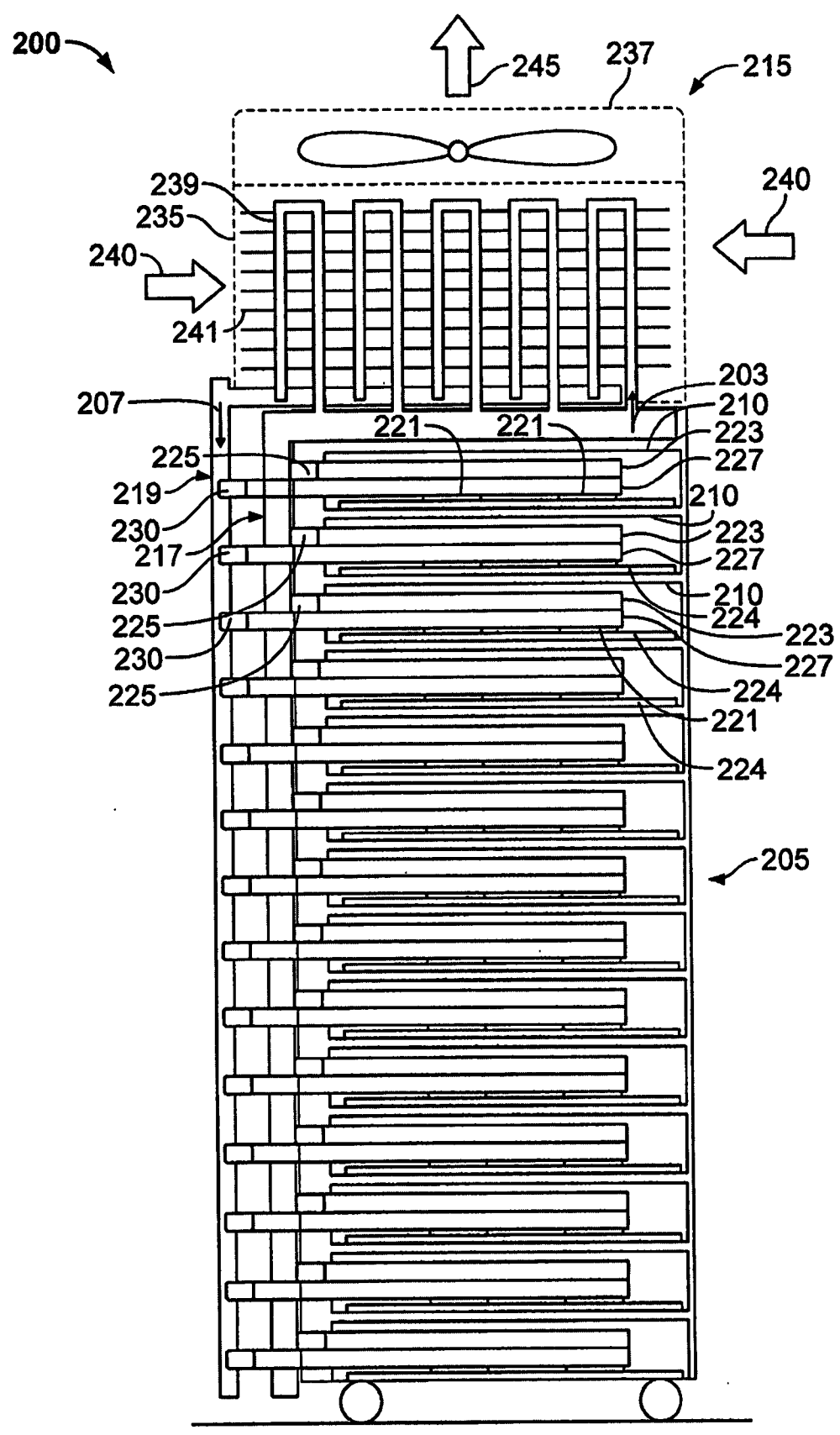


圖 2



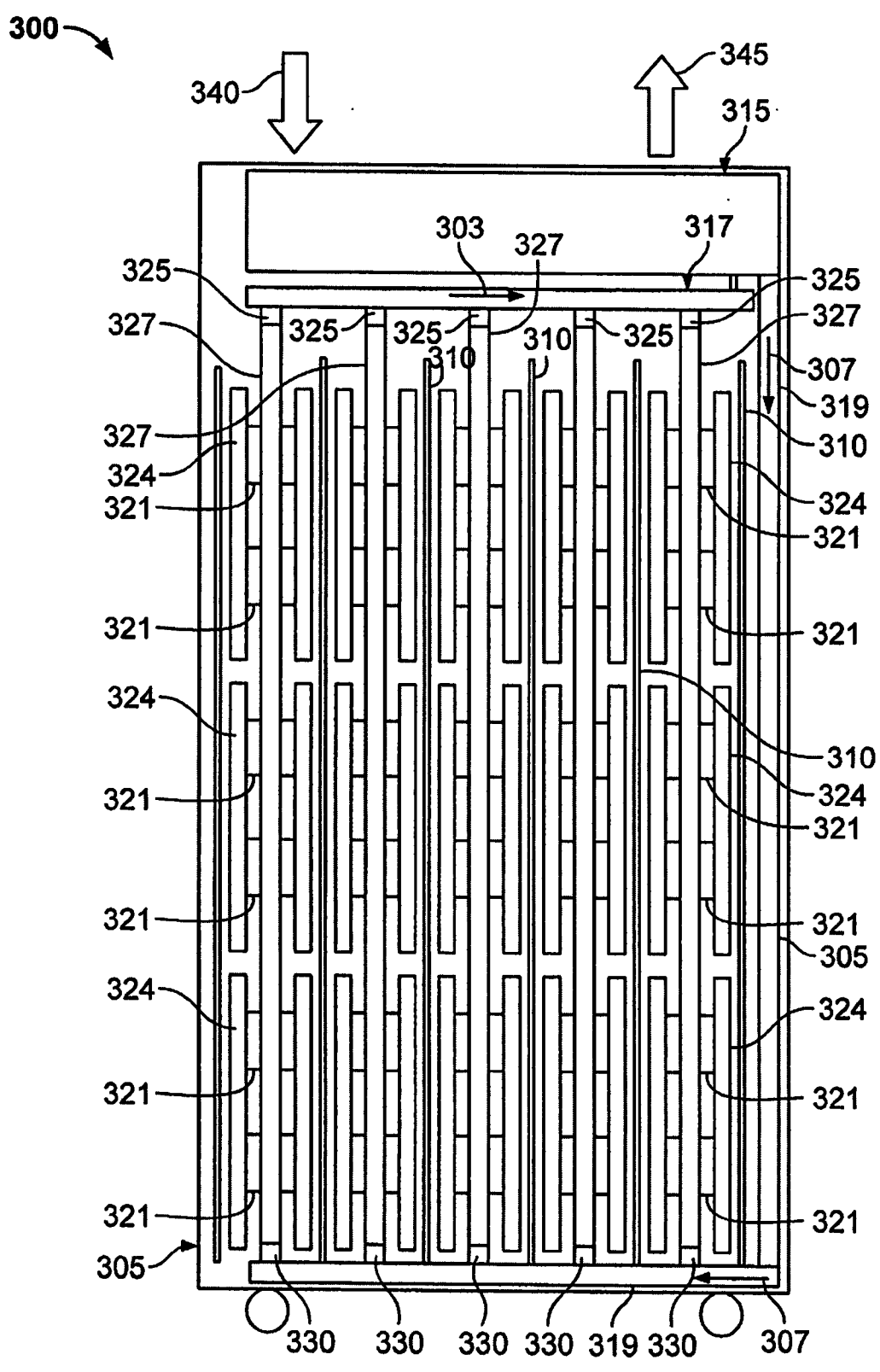


圖 3

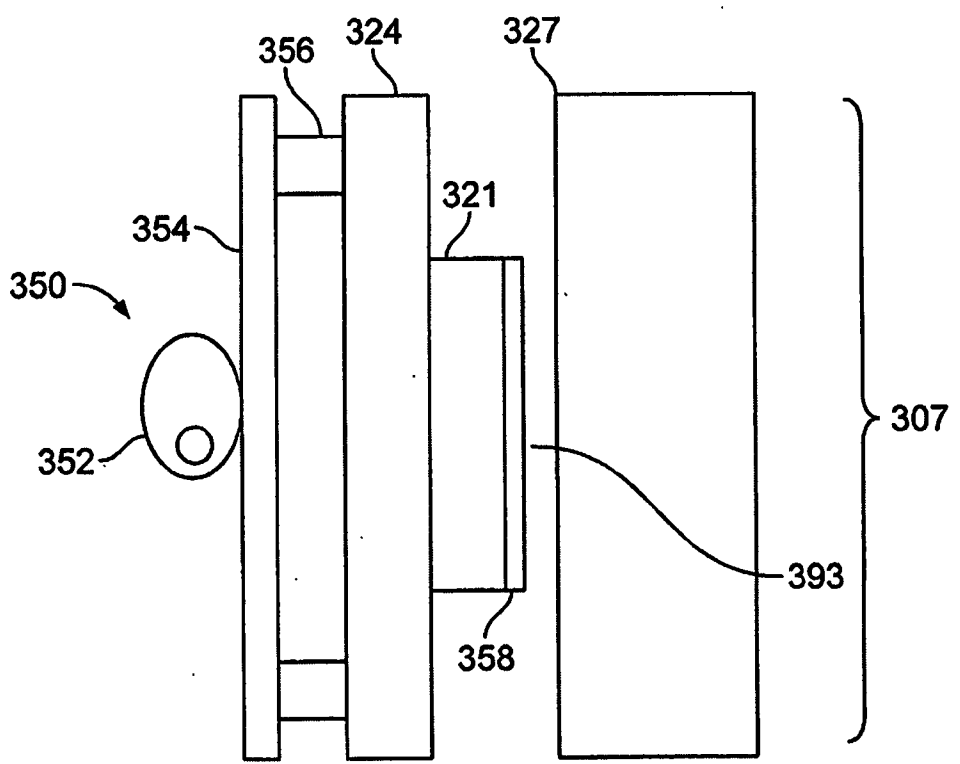


圖 4A

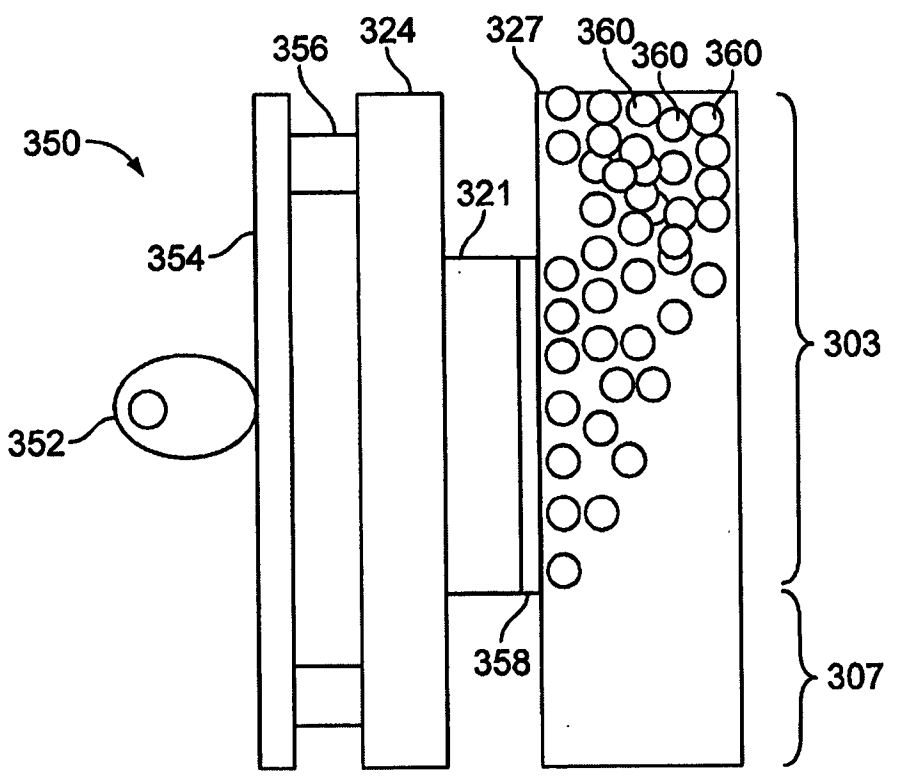


圖 4B



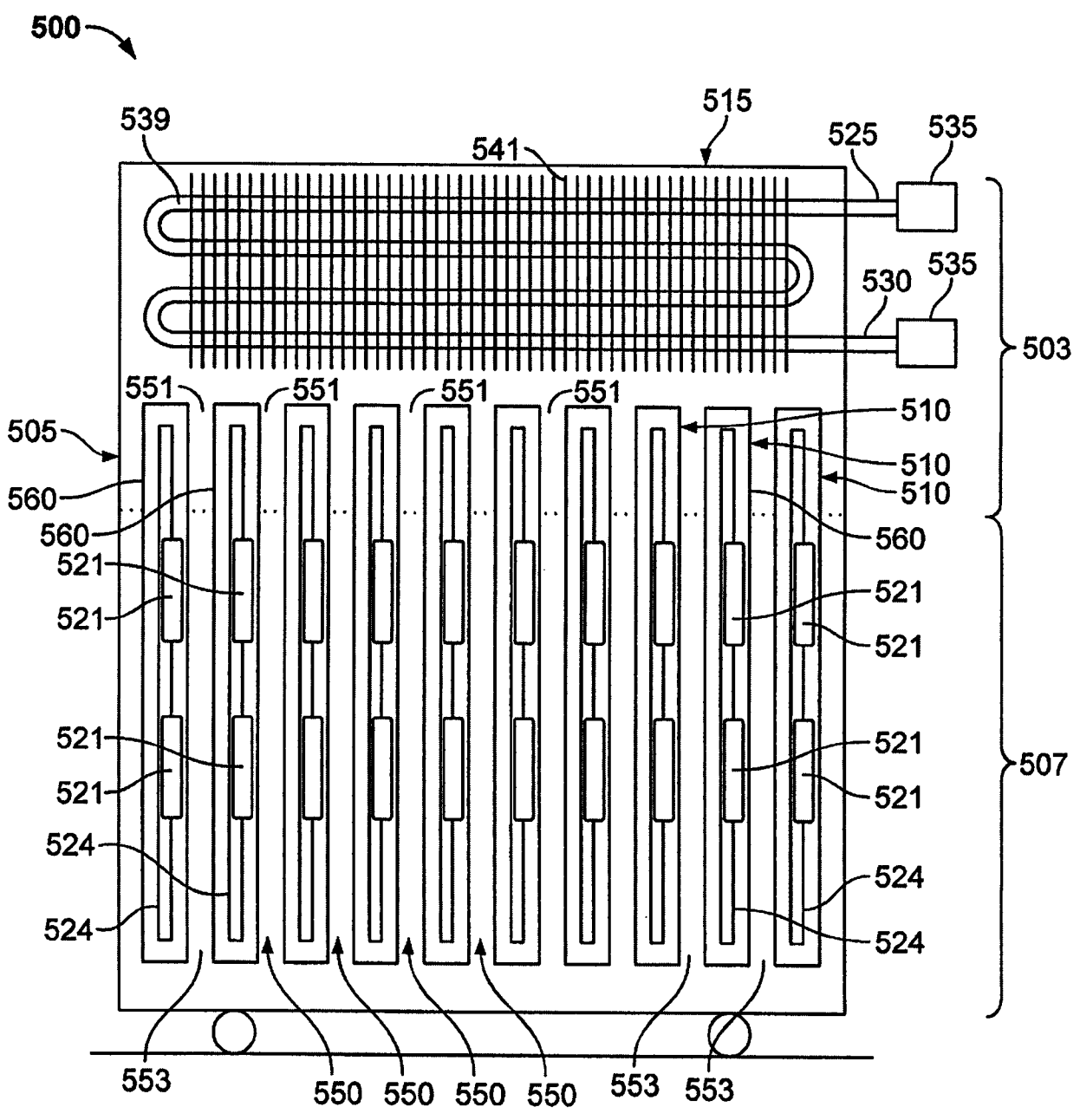


圖 5