

發明專利說明書

(本說明書格式、順序及粗體字，請勿任意更動，※記號部分請勿填寫)

※申請案號：97109295

※申請日期：97.3.17 ※IPC 分類：G06F 1/50 (2006.01)

一、發明名稱：(中文/英文)

用於伺服器專壓冷卻系統的冷卻列封裝 / COLD ROW
ENCAPSULATION FOR SERVER FARM COOLING SYSTEM

二、申請人：(共 1 人)

姓名或名稱：(中文/英文)

雅虎股份有限公司/YAHOO!, INC.

代表人：(中文/英文) 弗茲 杜恩 R./ VALZ, DUANE R.

住居所或營業所地址：(中文/英文)

美國加州 94089 矽谷第一大道 701 號

/ 701 First Avenue, Sunnyvale, CA 94089, U.S.A.

國 籍：(中文/英文) 美國/ U.S.A.

三、發明人：(共 4 人)

姓 名：(中文/英文)

1. 諾特本 史考特/ NOTEBOOM, SCOTT
2. 羅賓森 伯特 戴爾/ ROBISON, ALBERT DELL
3. 蘇爾斯 吉瑟斯/ SUAREZ, JESUS
4. 后特 諾門/ HOLT, NORMAN

國 籍：(中文/英文)

1.2.3.4.美國/ U.S.A.

四、聲明事項：

☐ 主張專利法第二十二條第二項 ☐ 第一款或 ☐ 第二款規定之事實，其事實發生日期為： 年 月 日。

☒ 申請前已向下列國家（地區）申請專利：

【格式請依：受理國家（地區）、申請日、申請案號 順序註記】

☒ 有主張專利法第二十七條第一項國際優先權：

美國、2007 年 06 月 04 日、11/757,864

☐ 無主張專利法第二十七條第一項國際優先權：

☐ 主張專利法第二十九條第一項國內優先權：

【格式請依：申請日、申請案號 順序註記】

☐ 主張專利法第三十條生物材料：

☐ 須寄存生物材料者：

國內生物材料 【格式請依：寄存機構、日期、號碼 順序註記】

國外生物材料 【格式請依：寄存國家、機構、日期、號碼 順序註記】

☐ 不須寄存生物材料者：

所屬技術領域中具有通常知識者易於獲得時，不須寄存。

九、發明說明：

【發明所屬之技術領域】

本發明一般係關於數據中心之冷卻系統。

【先前技術】

網際網路服務（如：網頁電子郵件、網頁搜尋、網頁位址主控以及網路影音分享）的快速成長使得數據中心內的伺服器對其計算與儲存功率之需求高度提升。當伺服器的性能提升時，伺服器的功率消耗也會增加，即使已致力於低功率積體電路設計。舉例而言，最廣泛使用之伺服器處理器的其中一種，AMD 的 Opteron 處理器係以高達 95 瓦之功率運作，Intel 的 Xeon 伺服器處理器則於 110 與 165 瓦之間運作；然而，處理器僅為伺服器的一部分，伺服器中的其他部分（例如：冷卻風扇與儲存裝置）也消耗額外的功率。

伺服器一般係放置在數據中心的機架中，而機架有多種不同的實體配置方式；一種典型的機架配置包括了固定軌，而多個設備單元（例如：伺服器葉片）則固定於其上並垂直堆疊於機架內。一種最廣為使用的 19-英吋機架係用於固定如 1U 或 2U 伺服器的設備之標準化系統，在此類型之機架上的機架單元一般為 1.75 英吋高及 19 英吋寬。可以裝設於一機架單元中的伺服器一般稱為 1U 伺服器；在數據中心中，標準機架通常與伺服器、儲存裝置、切換器及/或電信設備緊密共居。

數據中心機房內應維持於使伺服器得以可靠操作之可用溫度與濕度，該伺服器一般具有引入空氣通過底架以供冷卻之用之冷卻風扇。與由 Opteron 或 Xeon 處理

器提供功率之伺服器緊密堆疊之機架的功率消耗係介於 7,000 與 15,000 瓦之間。因此，伺服器機架會產生非常集中的熱負荷。機架中之伺服器所散出的熱量會被排至數據中心室，由緊密共居之機架所共同產生的熱氣會對機架中設備的性能與可靠性產生不良的影響，這是因為其仰賴用於冷卻之周圍空氣。因此，在高效數據中心的設計上，加熱、通風及空氣調節（HVAC）系統常是一個重要的部分。

一般數據中心消耗 10 至 40 百萬瓦的功率，大部分的能量消耗係分配於伺服器與 HVAC 系統之間的運作。HVAC 系統估計約為數據中心使用功率的 25 至 40% 之間。對於消耗 40 百萬瓦功率之數據中心而言，HVAC 系統係消耗 10 至 16 百萬瓦之功率。利用降低能量使用之有效冷卻系統與方法可明顯節省成本，舉例而言，使 HVAC 系統的功率消耗量從數據中心所使用之 25% 降低至 10% 可節省約 6 百萬瓦的功率消耗，其足以供應數千戶住宅使用。

在數據中心室中，伺服器機架一般係配置成列，並具有交錯於其間的冷熱通道。所有的伺服器都裝設在機架上以達到一種前對後之氣流態樣，其從位於機架前方之冷卻列引入調節空氣，並透過機架後方的熱列將熱排出。通常會使用高起的地板設計來完成地板下空氣分佈系統，其中冷卻空氣係透過沿著冷卻列之高起地板的通風口而供應。

數據中心之有效冷卻的一項重要因素在於管理數據中心內部的氣流與循環。電腦室空調（CRAC）單元透過包含機架間通風口之地磚而供應冷空氣；除了伺服

器之外，CRAC 單元也同時消耗大量功率。一個 CRAC 單元具有多達三部 5 馬力的馬達，且需要多達 150 部 CRAC 單元來冷卻一數據中心。CRAC 單元於數據中心中共同消耗了大量功率。舉例而言，在具有熱冷列配置之一數據中心室中，來自熱列的熱空氣係自熱列移出並循環至 CRAC 單元。CRAC 單元冷卻空氣，該 CRAC 單元的馬達所啟動之風扇將冷卻空氣供應至高起地板所限定之地板下空間。驅動冷卻空氣進入地板下空間所產生的壓力使得冷卻空氣向上通過地板通風口，並將其供應至伺服器機架所面對的冷卻管道。為達成足夠的氣流速率，可安裝數百部強力 CRAC 單元遍布於一般數據中心室中。然而，由於 CRAC 單元一般是裝設在數據中心室的角落，這對其有效提升氣流速率之能力有不利影響。建造高起地板的成本一般也較高，且由於空氣於數據中心內部的移動效率不佳，因而其冷卻效率一般較低。此外，在設計及建造數據中心時需要小心計畫地板通風口的位置，以避免供應空氣之短路。而在移除地磚以固定熱點時也會對系統產生問題。

【發明內容】

本發明提供了與有效冷卻數據中心有關的系統及方法。在一特定具體實施例中，本發明提供了一冷卻列封裝結構，其包括配置以介接一或多個伺服器機架之至少一伺服器機架埠，以及連接至該冷卻列封裝結構之頂部表面的冷卻模組；該等伺服器機架埠係配置以接合該等伺服器機架，使得該等伺服器機架的前表面與該冷卻列封裝結構所限定之內部空間介接。在部分具體實施例

中，伺服器機架埠與伺服器機架係透過夾鉗及/或密封襯墊而緊密連接，以減少空氣滲入及滲出該冷卻列封裝結構。

本發明的一些具體實施例利用裝設於機架上的伺服器的冷卻風扇，從冷卻列封裝結構引入來自伺服器機架前表面之冷空氣，並從伺服器機架的背側排出熱空氣。本發明之一些具體實施例中，不需要高起地板以及將冷卻空氣強引至地板下空間的風扇與其他設備；裝設在冷卻列封裝結構頂部之冷卻模組係經由裝設在冷卻模組內部之冷卻線圈而對熱空氣進行冷卻。在一些具體實施例中，可於線圈內使用冷卻水來與冷卻模組中的熱空氣進行熱交換。

在本發明一具體實施例中，系統與方法係關於對數據中心伺服器冷卻室中熱空氣進行冷卻、而不將外部空氣引入其中。伺服器風扇所排出的熱空氣進入位於冷卻列封裝結構頂部之冷卻模組，該熱空氣係由該冷卻模組內以水為基礎之冷卻線圈予以冷卻，而經冷卻之空氣則透過重力以及在冷卻列封裝結構之內部空間內的較低氣壓而進入冷卻列封裝結構。伺服器風扇從連接至冷卻列封裝結構的伺服器機架埠引入冷空氣以冷卻伺服器，並從伺服器機架背側排出熱空氣。

在本發明的其他具體實施例中，系統與方法係涉及混合外部冷卻空氣來冷卻伺服器。在一具體實施例中，數據中心中的頂篷阻尼器係由一溫度控制單元加以控制，並於外部溫度到達特定臨界值時開啟。外部空氣進入數據中心並通過裝設於冷卻列封裝結構頂部的冷卻模組。伺服器風扇從冷卻列封裝結構引入冷空氣，熱空

氣係藉由頂篷排氣扇而排至外部。在一些具體實施例中，為了控制數據中心伺服器冷卻室中空氣的濕度，特別是在外部空氣無法符合伺服器與其他設備之操作需求時，可使用增濕器來調節外部空氣。然而近年來，伺服器設備製造者已因技術的進展而明顯放寬了濕度要求。

以下實施方式與伴隨圖式有助於進一步瞭解本發明各種具體實施例之本質與優勢。

【實施方式】

以下示例性具體實施例及其態樣係結合設備、方法及系統加以描述與說明，然其僅用於說明示例之用，並不限制其範疇。

第一圖說明了一示例性冷卻模組 100 與一示例性冷卻列封裝結構 106。該冷卻列封裝結構 106 可具有一框架、平板、門以及伺服器機架埠。伺服器機架埠係位於該冷卻列封裝結構 106 上之開口，其可連接至伺服器機架；冷卻列封裝結構 106 可由多種材料製成，例如鋼材、複合材料、或碳材，其產生一外殼，該外殼限定了包括至少一伺服器機架埠之一內部空間，該機架埠使機架固定單元得以與該內部空間介接。在一些具體實施例中，冷卻列封裝結構 106 可直接固定至地板表面，在冷卻空氣之數據中心冷卻室中無需高起地板。

冷卻模組 100 可位於冷卻列封裝結構 106 的頂部並連接至冷卻列封裝結構 106 的頂部表面。冷卻模組 100 包括一或多個冷卻線圈 102，通過冷卻線圈 102 內部之液體係用以對通過冷卻模組 100、相對較熱之空氣進行

熱交換，藉以冷卻空氣。在一具體實施例中，冷卻模組 100 更包括一外殼，而冷卻線圈 102 即置於其內；冷卻模組外殼可具有一或多個開口 104，空氣透過該等開口進入外殼。在一些具體實施例中，開口 104 可包括空氣過濾器。冷卻模組外殼可具有一或多個開口，其連接至冷卻列封裝結構 106 的頂部表面，冷空氣係通過這些開口流出冷卻模組，並進入冷卻列封裝結構所限定之內部空間。

在一些具體實施例中，係於冷卻線圈 102 內部使用水來作為熱交換器。水幫浦、水冷卻設備、以及相關之配管（圖中未示）將冷卻水供應至冷卻線圈 102。在其他具體實施例中，可於冷卻線圈 102 內部使用其他類型的液體（例如：水-乙二醇溶液、蒸汽或冷媒）來作為熱交換器。

在一些具體實施例中，冷卻線圈 102 可為 S 型線路之管道系統；在其他具體實施例中，冷卻線圈 102 可為其他形狀如直線線路之管道系統。根據冷卻列封裝結構 106 的大小、冷卻需求、氣流速度以及冷卻線圈 102 的物理特性，可改變冷卻模組 100 中冷卻線圈的數量。在一具體實施例中，係於冷卻模組 100 中使用兩個冷卻線圈。

由於冷空氣一般比熱空氣重，因此由冷卻線圈 102 所冷卻之冷空氣一般會向下移動而進入位於冷卻模組 100 下方並與其連接之冷卻列封裝結構 106 所限定的內部空間。冷卻列封裝結構 106 包括了限定一內部空間之外殼，該外殼包括至少一伺服器機架埠 110，其係配置以與複數伺服器機架介接。伺服器機架埠 110 係配置以

與伺服器機架埠介接，使得伺服器機架之一前表面係與冷卻列封裝結構 106 的內部空間相交。在一具體實施例中，可將六個標準伺服器機架連接至一伺服器機架埠 110。而在另一具體實施例中，將十二個標準伺服器機架連接於伺服器機架埠 110。在一些具體實施例中，可透過一或多個夾鉗 112 來將伺服器機架與伺服器機架埠 110 連接在一起。在其他具體實施例中，伺服器機架與伺服器機架埠 110 可彼此相鄰放置。在一些其他具體實施例中，可使用如襯墊之密封材料來緊密連接伺服器機架埠 110 與伺服器機架。伺服器係裝設在機架中以達成前對後之氣流型態，其可從位於前方之冷卻列封裝結構 106 將調節空氣引入，並排熱於機架後方外。

在一具體實施例中，冷卻列封裝結構 106 可包括一個以上的伺服器機架埠 110；伺服器機架埠 110 可接合伺服器機架，使得伺服器的前表面或裝設在伺服器中的其他裝置得以與冷卻列封裝結構 106 所限定之內部空間介接。這種配置達成了前對後之氣流態樣，其中伺服器的冷卻風扇或其他機架固定單元可從內部空間引出空氣，並將由處理器及其他組件所加熱之空氣排出背板外，如第四圖所示。在一些具體實施例中，伺服器機架與冷卻列封裝結構實質上是密封的，在冷卻列封裝結構 106 的內部空間內的調節冷空氣係由伺服器風扇引入伺服器內以冷卻伺服器。在其他具體實施例中，伺服器機架與冷卻列封裝結構 106 係彼此相鄰放置，而使冷卻列封裝結構 106 的內部空間內的調節冷空氣可由伺服器內部的伺服器風扇引至伺服器。相對較熱的空氣係循環至位於冷卻列封裝結構 106 頂部的冷卻模組 100，並與冷

卻線圈 102 進行熱交換；來自冷卻模組 100 的冷空氣則沒入冷卻列封裝結構 106，並被伺服器內部的伺服器風扇引至伺服器後方。在一些具體實施例中，伺服器機架係鮮少與伺服器及其他設備共居。由於伺服器與其他設備係垂直堆疊於機架內，空缺會對於冷卻列封裝結構的內部空間產生開放間隙，因而冷空氣會從冷卻列封裝結構 106 滲出，而熱空氣則循環回到內部空間，冷卻效率因此而降低。為了避免空氣漏滲，係藉由固定至伺服器機架之平板來阻隔間隙，其可避免空氣漏出並經由間隙進入冷卻列封裝結構。

在一具體實施例中，冷卻列封裝結構 106 可於其底部進一步包括穩定度控制單元 114；穩定度控制單元 114 係包括在自然災害（如地震）時可用於抗震之組件。在一些具體實施例中，穩定度控制單元 114 具有捲動裝置，其可被快速釋放以輕易移動冷卻列封裝結構 106。在使用穩定度控制單元 114 時，冷卻列封裝結構 106 會自地面高起，因此，冷空氣會滲出，而熱空氣從冷卻列封裝結構 106 的底側進入。為了避免空氣滲漏，在一具體實施例中，可用密封底部表面之平板包圍冷卻列封裝結構 106 的底側，而穩定度控制單元 114 即安裝於該平板上。

在一具體實施例中，可於冷卻列封裝結構 106 的外殼上裝設一或多個門 108；門 108 可以被開啟及關閉，使得數據中心人員可以進入冷卻列封裝結構以進行各種工作（例如：進行伺服器維護）。可將門 108 隔離，以避免冷空氣滲出冷卻列封裝結構 106。

冷卻列封裝結構 106 的大小可根據伺服器機架所需

數量、伺服器的冷卻需求等加以彈性調整。在一具體實施例中，可有六至十二個標準伺服器機架連接至冷卻列封裝結構 106 的各別伺服器機架埠 110。而另有六至十二個標準伺服器機架連接至冷卻列封裝結構之對側的伺服器機架埠。相對的伺服器機架埠之間的距離係 4 英呎，冷卻列封裝結構 106 的高度係 12 英呎，而深度為 12 英呎。

第二圖說明了一示例性冷卻模組 200、一冷卻列封裝結構 206、以及整合伺服器機架 208 與 210。此例之系統係與第一圖所示者相似，除了伺服器機架係該系統之整合部分外。在此具體實施例中，由於伺服器機架係冷卻列封裝結構 206 的一部分，故不再需要冷卻列封裝結構 206 與伺服器機架 208、210 之間的連接與密封。伺服器係裝設至整合伺服器機架 208 與 210 中，以達成前對後氣流態樣。整合伺服器機架 208 與 210 的前表面係與冷卻列封裝結構 206 的內部空間相交。在伺服器內部的伺服器風扇從冷卻列封裝結構 206 引入冷空氣以冷卻伺服器，並從伺服器機架後方吹出相對較熱的空氣。熱空氣接著透過一或多個開口 204 而被循環至冷卻模組 200，並與一或多個冷卻線圈 202 進行熱交換。冷卻模組 200 係位於冷卻列封裝結構 206 的頂部，且經由在冷卻列封裝結構 206 頂側之開口而連接至冷卻列封裝結構 206 的頂部表面與冷卻模組 200 的底側。冷空氣一般會向下移動，特別是在伺服器風扇從在冷卻列封裝結構 206 之內部空間中產生較低氣壓之冷卻列封裝結構引入冷空氣時。

第三圖說明了一種示例性冷卻模組 300、冷卻列封

裝結構 302、伺服器機架 304 以及置於伺服器機架上之一示例性伺服器 306。此例之系統係與第二圖所示者相似。調節之冷空氣經由置於冷卻列封裝結構 302 頂部的冷卻模組 300 而進入冷卻列封裝結構 302 中。伺服器 306 內的伺服器風扇從冷卻列封裝結構 302 的內部空間引入調節之冷空氣，並冷卻伺服器 306。

第四圖說明了一種示例性冷卻模組 400、冷卻線圈 402、伺服器 404 以及在伺服器 404 內部的伺服器風扇 406。來自冷卻模組 400 與冷卻線圈 402 的調節冷空氣係藉由伺服器風扇 406 而引入，並通過伺服器 404 以冷卻伺服器。然後相對較熱的空氣藉由伺服器風扇 406 而被吹出伺服器 404。

如上所述，第一圖與第二圖所示之冷卻系統可於數據中心伺服器冷卻室所限定之內部空間中運作，以從內部空間引入空氣並提供冷卻空氣至冷卻列封裝結構 106 的內部。然而，在某些實施方式中，冷卻系統係可結含有氣流控制器之數據中心冷卻室而運作，其可使用外部空氣。第五圖說明了一種示例性數據中心伺服器冷卻室 500，其具有一或多個頂篷排氣風扇 516、控制外部進氣口之頂篷阻尼器 514、混合腔室 518、以及控制循環空氣進入混合腔室 518 中之阻尼器 512。冷卻模組 502 包括一或多個冷卻線圈 504，並連接至混合腔室 518。冷卻列封裝結構 506 的頂部表面係連接至冷卻模組 502。在冷卻列封裝結構 506 之外殼上的伺服器機架埠 508 係連接至伺服器機架 510。伺服器可裝設在伺服器機架中以達成前對後氣流態樣。伺服器機架的前表面與冷卻列封裝結構 506 的內部空間相交。在伺服器內部的

伺服器風扇從冷卻列封裝結構 506 引入冷空氣，以冷卻伺服器並將熱空氣從伺服器機架排出。

伺服器冷卻室 500 可以兩種模式運作：在一種模式中，無外部空氣被引入伺服器冷卻室 500，從伺服器排出的熱空氣係被循環回到混合腔室 518 與冷卻模組 502。在另一種模式中，係引入外部冷空氣於伺服器冷卻室 500 中。頂篷阻尼器 514 係開啟，而在混合腔室上的阻尼器 512 則為關閉；外部的冷空氣會通過冷卻模組 502 並進入冷卻列封裝結構 506 中。

在一具體實施例中，係關閉頂篷阻尼器 514 並開啟在混合腔室上的阻尼器 512。伺服器釋出的部分熱空氣係經一或多個頂篷排氣風扇 516 排出伺服器冷卻室 500 外部，而部分的熱空氣則經由開啟的阻尼器 512 進入混合腔室 518 中。在混合腔室內部的熱空氣係被引至冷卻模組 502，並與冷卻線圈 504 進行熱交換。冷空氣接著透過重力以及在冷卻列封裝結構 506 之內部空間內的較低氣壓而進入冷卻列封裝結構 506。

在另一具體實施例中，頂篷阻尼器 512 係開啟而在混合腔室上的阻尼器 512 係關閉。外部冷卻空氣經由開啟的阻尼器 514 進入混合腔室 518 中，通過冷卻模組 504，並沒入冷卻列封裝結構 506 的內部空間。

在一些具體實施例中，阻尼器 512 與 514 的開啟與關閉可由溫度控制單元加以控制，當外部溫度達一適當程度，溫度控制單元會開啟頂篷阻尼器 514，以使外部空氣進入室內，並關閉在混合腔室上的阻尼器 512，以避免伺服器排出的熱空氣進入混合腔室中。當外部溫度對於伺服器冷卻室 500 而言太熱時，溫度控制單元會關

閉頂篷阻尼器 514 以避免將外部熱空氣引入室內，並開啟阻尼器 512 以使熱空氣從伺服器背部排至混合腔室。利用外部的自然冷空氣可大幅降低數據中心的功率消耗，這是因為其無須對經過冷卻模組 100 而循環之液體進行冷卻。在一些具體實施例中，阻尼器 512 及 514 的開啟與關閉、以及頂篷排氣風扇 516 的運作皆由一電子裝置予以控制，例如藉由可監控伺服器冷卻室內外溫度並操作阻尼器與風扇之溫度控制單元，以達成對該室之最佳冷卻效率。

可根據數據中心的位置來調整外部冷空氣的濕度；當外部冷空氣的濕度為低時，外部空氣必需加以調節以使濕度程度符合足供伺服器可靠操作之需求。雖然伺服器製造者已明顯放寬對伺服器設備可靠操作之濕度需求，但對於數據中心中的設備之性能及可靠度而言，數據中心伺服器冷卻室之周圍氣體的適當濕度仍為重要。在一些具體實施例中，可於混合腔室 518 中裝設一或多個增濕器，以對通過混合腔室的空氣濕度進行調節。

第六圖說明了另一種示例性數據中心伺服器冷卻室 600，其具有一或多個頂篷排氣風扇 616、控制外部進氣之頂篷阻尼器 614、混合腔室 602、以及控制熱空氣循環進入混合腔室 602 之阻尼器 612；在此一具體實施例中，冷卻線圈 604 係裝設於混合腔室 602 內部。混合腔室 602 係經由一連接外殼 618 而連接至冷卻列封裝結構 606。冷卻列封裝結構 606 上的伺服器機架埠 610 係連接至伺服器機架 608。伺服器係裝設於伺服器機架中以達成前對後氣流態樣。伺服器機架 608 的前表面係

與冷卻列封裝結構 606 的內部空間相交。在伺服器內部的伺服器風扇從冷卻列封裝結構 606 引入冷空氣以冷卻伺服器，並將熱空氣從伺服器機架的背部排出。

在此具體實施例中，伺服器冷卻室可根據外部溫度而有兩種氣流模式；在一模式中，外部冷空氣係經由開啟的頂篷阻尼器 614 而被引入混合腔室 602 中，並由冷卻線圈 604 加以調節。在一些具體實施例中，增濕器可被裝設於混合腔室 602 中以增加外部空氣的濕度。經調節之冷空氣透過重力以及在冷卻列封裝結構 606 之內部空間內的較低氣壓而進入冷卻列封裝結構 606。裝設在機架上之伺服器的伺服器風扇從冷卻列封裝結構 606 引入冷空氣以對伺服器進行冷卻。當外部空氣為熱且不適於冷卻之用時，系統會以另一模式運作，藉以關閉頂篷阻尼器以避免外部熱空氣進入混合腔室 602。然而阻尼器 602 係為開啟，伺服器冷卻室內的熱空氣即通過阻尼器 612 而進入混合腔室中，並與冷卻線圈 604 進行熱交換。在一些具體實施例中，電子裝置監控伺服器冷卻室 600 內外的溫度，並可根據內部與外部的溫度而開啟或關閉阻尼器 612 與 614 以及頂篷排氣風扇 616；同一電子裝置可進一步監控伺服器冷卻室內外的濕度程度，並控制裝設於混合腔室 602 內之增濕器。

第七圖說明了一種與第六圖所示之數據中心伺服器冷卻室相似的伺服器冷卻室 700。然而該伺服器冷卻室 700 包括多個冷卻模組 702 與多個冷卻列封裝結構 706、一或多個頂篷排氣風扇 720、一或多個頂篷阻尼器 718、具有一或多個阻尼器 724 之一或多個混合腔室 716、以及多個伺服器機架 710。多個冷卻模組 702 係更

由外殼 722 而連接至混合腔室 716。在冷卻列封裝結構 706 的外殼上的伺服器機架埠 708 係連接伺服器 710。該系統以第四圖所述之兩種模式運作。來自混合腔室的空氣在進入各冷卻列封裝結構 706 前，係藉由每一個冷卻模組的冷卻線圈 704 而加以冷卻。

第八圖說明了一種伺服器冷卻室 800，其具有一混合腔室 802 與多個冷卻列封裝結構 806。冷卻線圈 804 係裝設於混合腔室 802 內。此系統係以如第六圖所示之兩種模式運作：一或多個頂篷阻尼器 818 可根據外部空氣的溫度而被開啟或關閉。一或多個阻尼器 816 係開啟或關閉以控制伺服器冷卻室 800 內部的熱空氣循環。每一個冷卻列封裝結構 806 的頂部表面係經由外殼 822 而連接至混合腔室 802。來自混合腔室的空氣在經由外殼 822 進入各別的冷卻列封裝結構 806 之前係由冷卻線圈 804 加以冷卻。然而，與第七圖所示之伺服器冷卻室不同的是，在各冷卻列封裝結構 806 的頂部並不裝設各別的冷卻模組。在冷卻列封裝結構 806 的外殼上之伺服器機架埠 808 係連接至伺服器機架 810。伺服器係裝設於伺服器機架 810 內以達成前對後氣流態樣。在伺服器內部的伺服器風扇係從每一個各別的冷卻列封裝結構 806 引入冷空氣以冷卻伺服器，並從伺服器機架背部將熱空氣排出。

第九圖說明了另一種伺服器冷卻室 900，其具有多個冷卻模組 902 與多個冷卻列封裝結構 906、一或多個頂篷排氣風扇 920、一或多個頂篷阻尼器 918、具有阻尼器 914 之一或多個混合腔室 916、以及多個伺服器機架 910。系統係以如第八圖所示之兩種模式運作。然而

不同於第八圖所示之伺服器冷卻室的是，除了各冷卻模組 902 中的冷卻線圈 904 之外，也同時在混合腔室 916 裝設一或多個冷卻線圈 924。冷卻模組透過外殼 922 而連接至一混合腔室 916，來自混合腔室之空氣係由混合腔室 916 中的冷卻線圈 924 進行冷卻，且在進入每一個各別的冷卻列封裝結構 906 之前，再進一步由每一個冷卻模組 902 進行冷卻。

本發明已參照特定具體實施例而加以解釋。舉例而言，在已參照特定組件與組態來說明本發明之具體實施例時，本領域技術人士將可得知亦可使用組件與組態的不同結合。對於該領域中具通常知識之人士而言，顯然可知其他的具體實施例，因此本發明不應由其予以限制，而應為如後附申請專利範圍所指定者。

【圖式簡單說明】

第一圖係說明一示例性冷卻列封裝結構與一示例性冷卻模組之圖式；

第二圖係說明具有整合伺服器機架之一示例性冷卻列封裝結構與一示例性冷卻模組之圖式；

第三圖係說明具有整合伺服器機架之一示例性冷卻列封裝結構、置於該等伺服器機架其中之一上之一示例性伺服器與一示例性冷卻模組之圖式；

第四圖係說明具有可引出由一示例性冷卻模組調節的冷空氣之伺服器風扇之一示例性伺服器的圖式；

第五圖係說明一示例性數據中心伺服器冷卻室之圖式，該冷卻室具有一冷卻列封裝結構、一冷卻模組、最高處上之排氣風扇以及具有可控制室內與室外空氣

循環之阻尼器的混合腔室；

第六圖係說明具有與一混合腔室整合之冷卻模組的示例性數據中心伺服器冷卻室之圖式；

第七圖係說明一示例性數據中心伺服器冷卻室之圖式，其具有多個冷卻列封裝結構與多個冷卻模組、最高處上之排氣風扇以及具有可控制室內與室外空氣循環之阻尼器的混合腔室；

第八圖係說明具有多個冷卻列封裝結構以及與一具有阻尼器的混合腔室整合之冷卻模組的示例性數據中心伺服器冷卻室；

第九圖係說明一示例性數據中心伺服器冷卻室之圖式，其具有多個冷卻列封裝結構與多個冷卻模組、最高處上之排氣風扇以及具有與冷卻模組整合之阻尼器的混合腔室。

【主要元件符號說明】

100	冷卻模組
102	冷卻線圈
104	開口
106	冷卻列封裝結構
108	門
110	伺服器機架埠
112	夾鉗
114	穩定度控制單元
200	冷卻模組
202	冷卻線圈
204	開口
206	冷卻列封裝結構
208	整合伺服器機架

210	整合伺服器機架
300	冷卻模組
302	冷卻列封裝結構
304	伺服器機架
306	伺服器
400	冷卻模組
402	冷卻線圈
404	伺服器
406	伺服器風扇
500	數據中心伺服器冷卻室
502	冷卻模組
504	冷卻線圈
506	冷卻列封裝結構
508	伺服器機架埠
510	伺服器機架
512	阻尼器
514	頂篷阻尼器
516	頂篷排氣風扇
518	混合腔室
600	數據中心伺服器冷卻室
602	混合腔室
604	冷卻線圈
608	伺服器機架
606	冷卻列封裝結構
610	伺服器機架埠
612	阻尼器
614	阻尼器
616	頂篷排氣風扇
618	連接外殼
700	伺服器冷卻室
702	冷卻模組
704	冷卻線圈

706	冷卻列封裝結構
708	伺服器機架埠
710	伺服器機架
716	混合腔室
718	頂篷阻尼器
720	頂篷排氣風扇
722	外殼
724	阻尼器
800	伺服器冷卻室
802	混合腔室
804	冷卻線圈
806	冷卻列封裝結構
808	伺服器機架埠
810	伺服器機架
816	阻尼器
818	頂篷阻尼器
822	外殼
900	伺服器冷卻室
902	冷卻模組
904	冷卻線圈
906	冷卻列封裝結構
910	伺服器機架
914	阻尼器
916	混合腔室
918	頂篷阻尼器
920	頂篷排氣風扇
922	外殼
924	冷卻線圈

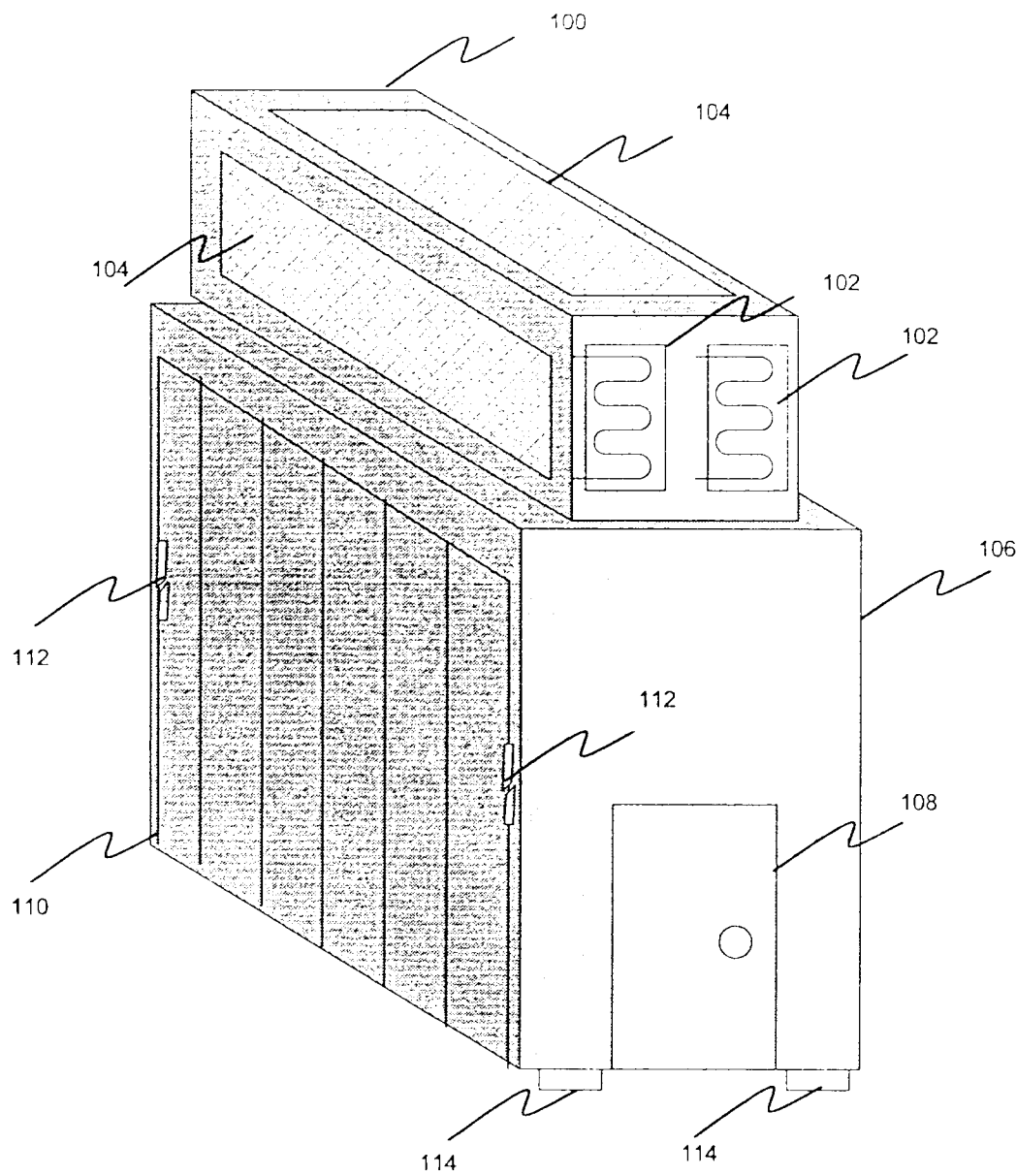
五、中文發明摘要：

本發明係關於有效冷卻數據中心之設備、方法與系統。本發明之一些具體實施例提供了通過一外殼之冷卻列封裝，並提供了伺服器風扇以從冷卻列封裝結構引出冷空氣，以對裝設在伺服器機架上的伺服器進行冷卻。在其他特定具體實施例中，可使用所揭露之系統以於外部混合冷空氣至冷卻列封裝結構中，以冷卻伺服器。在一些具體實施例中，本發明涉及了使用多個冷卻列封裝結構來冷卻裝設於機架上的伺服器。

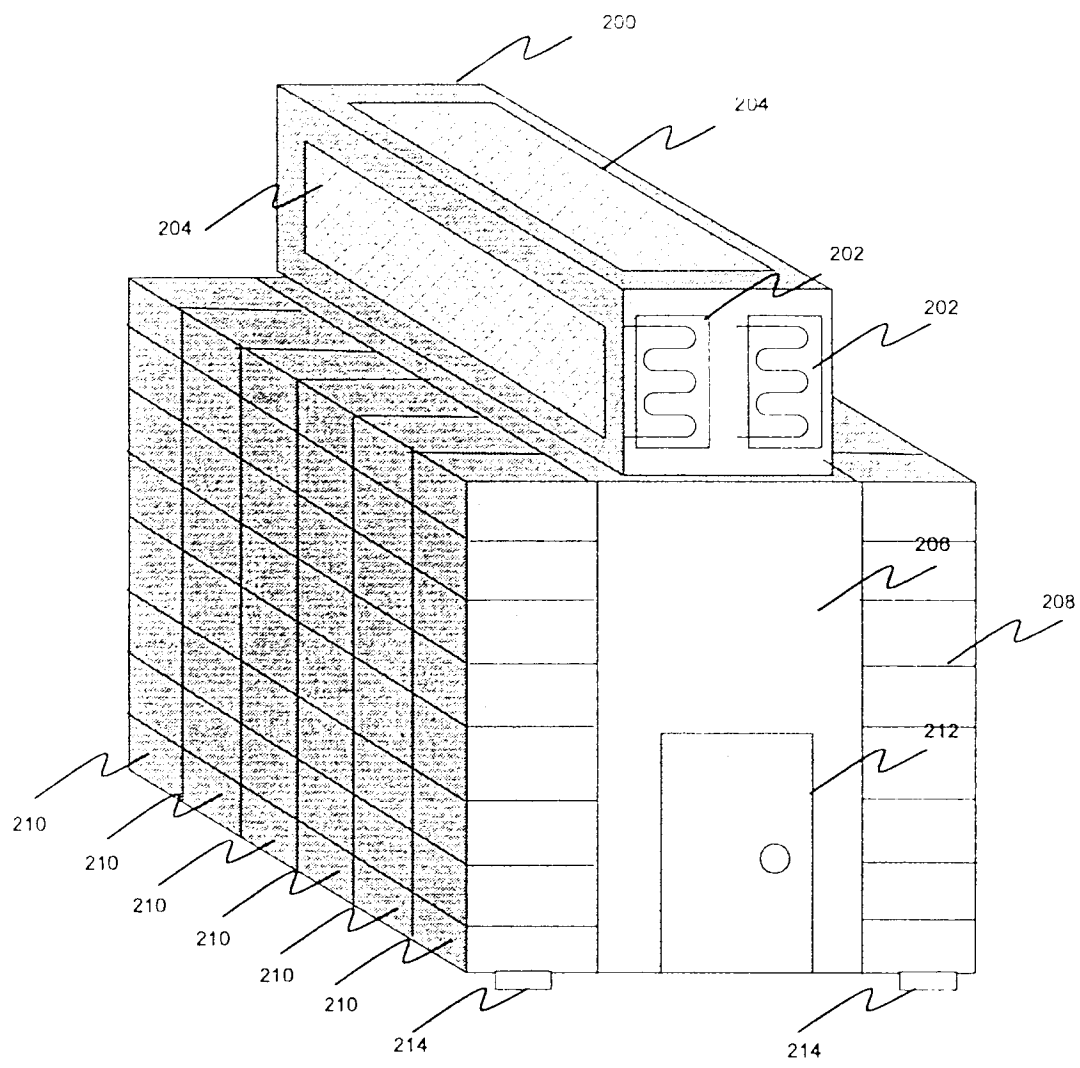
六、英文發明摘要：

Apparatuses, methods, and systems directed to efficient cooling of data centers. Some embodiments of the invention allow encapsulation of cold rows through an enclosure and allow server fans to draw cold air from the cold row encapsulation structure to cool servers installed on the server racks. In other particular embodiments, the systems disclosed can be used to mix outside cool air into the cold row encapsulation structure to cool the servers. In some embodiments, the present invention involves using multiple cold row encapsulation structures to cool the servers installed on the racks.

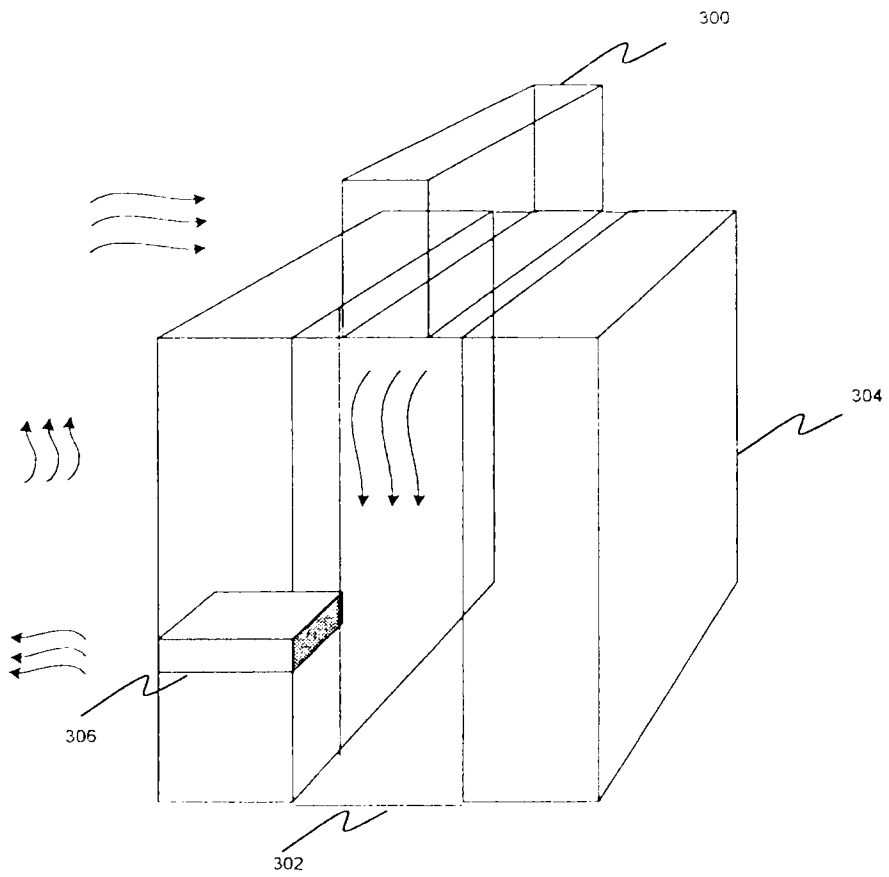
十一、圖式：



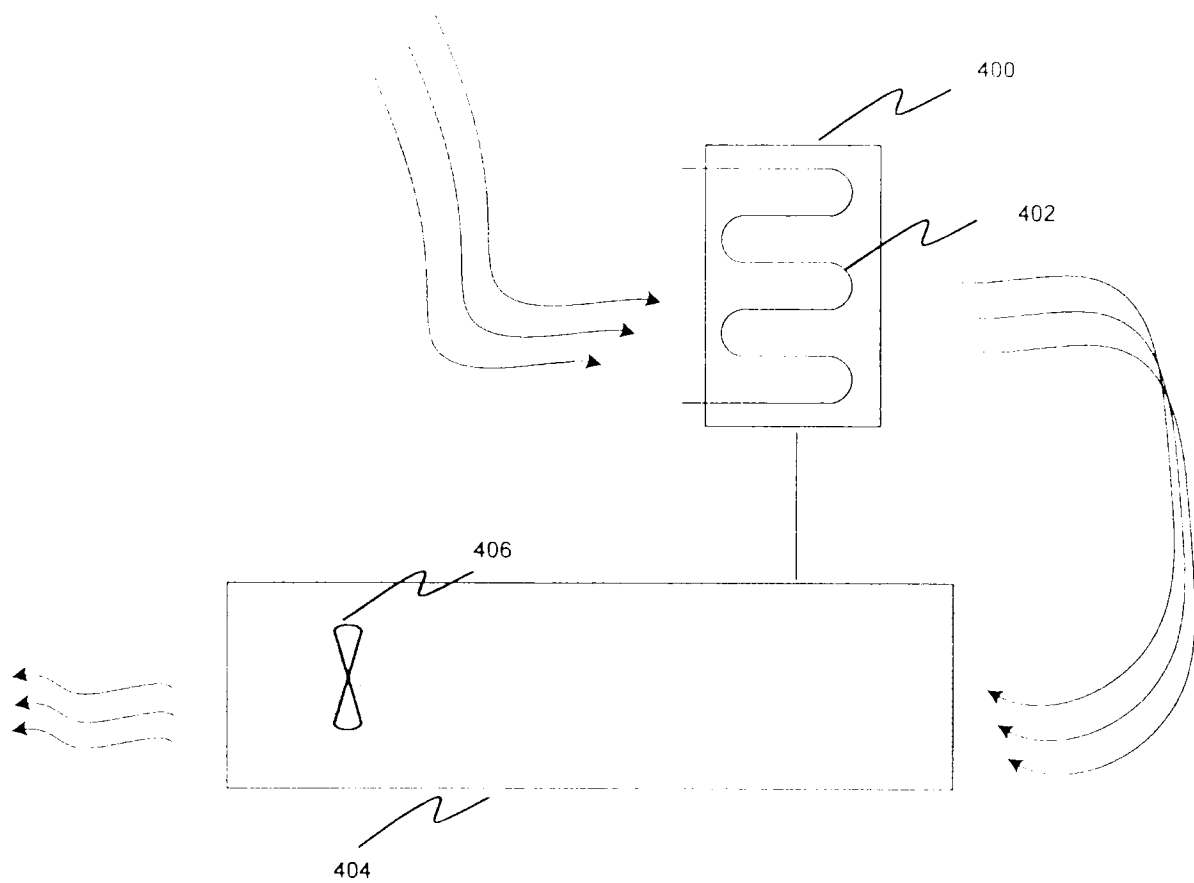
第一圖



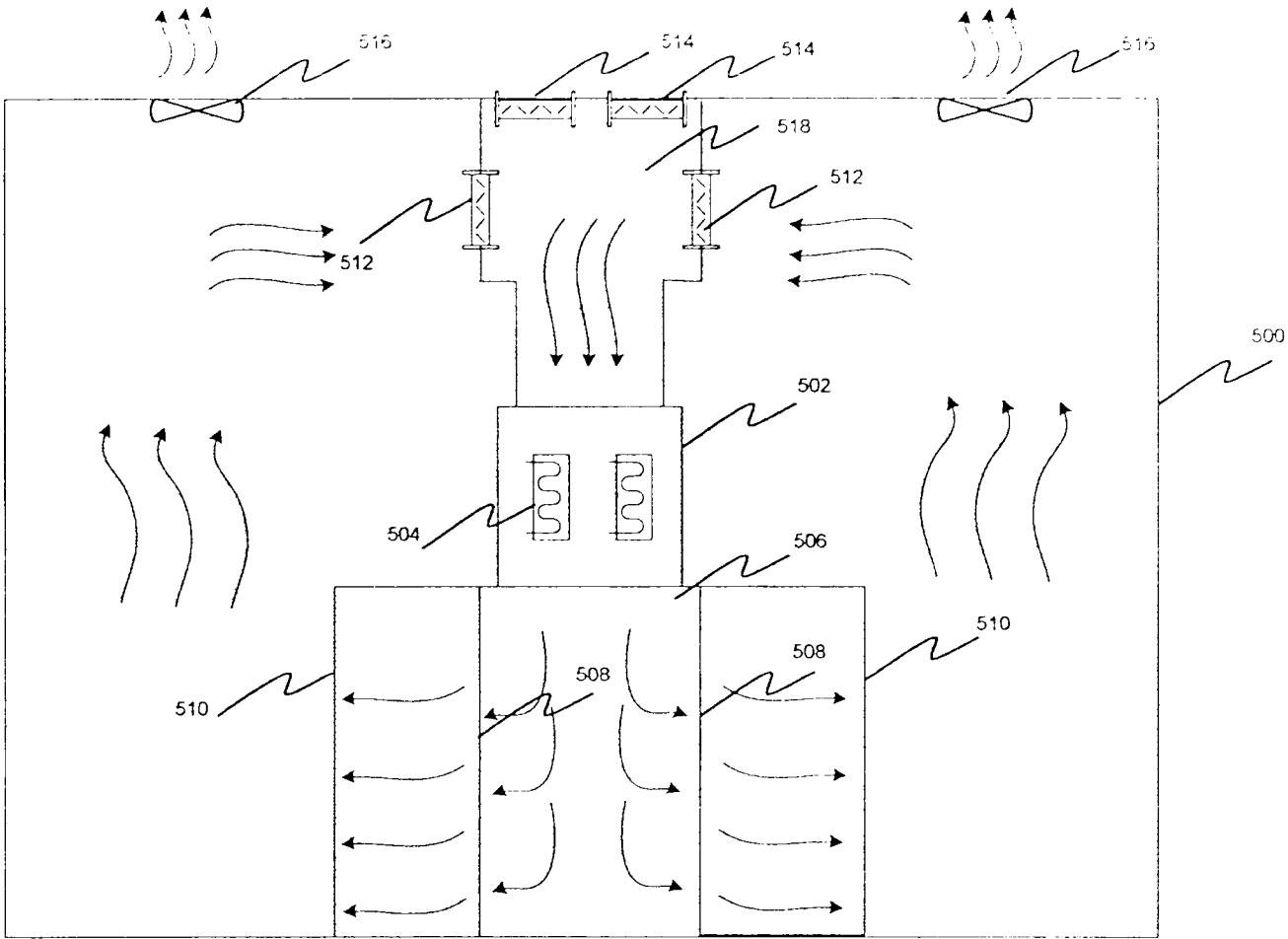
第二圖



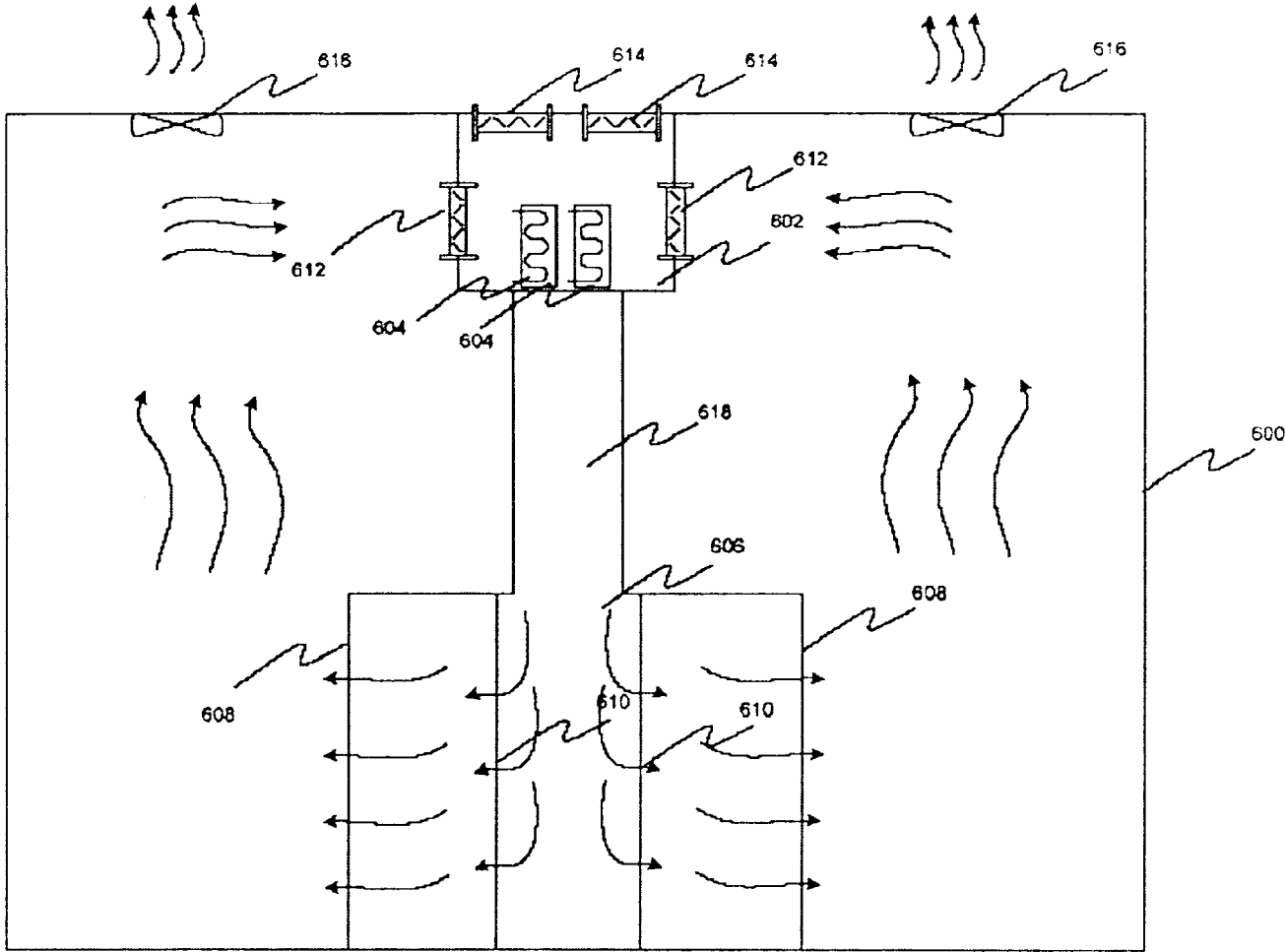
第三圖



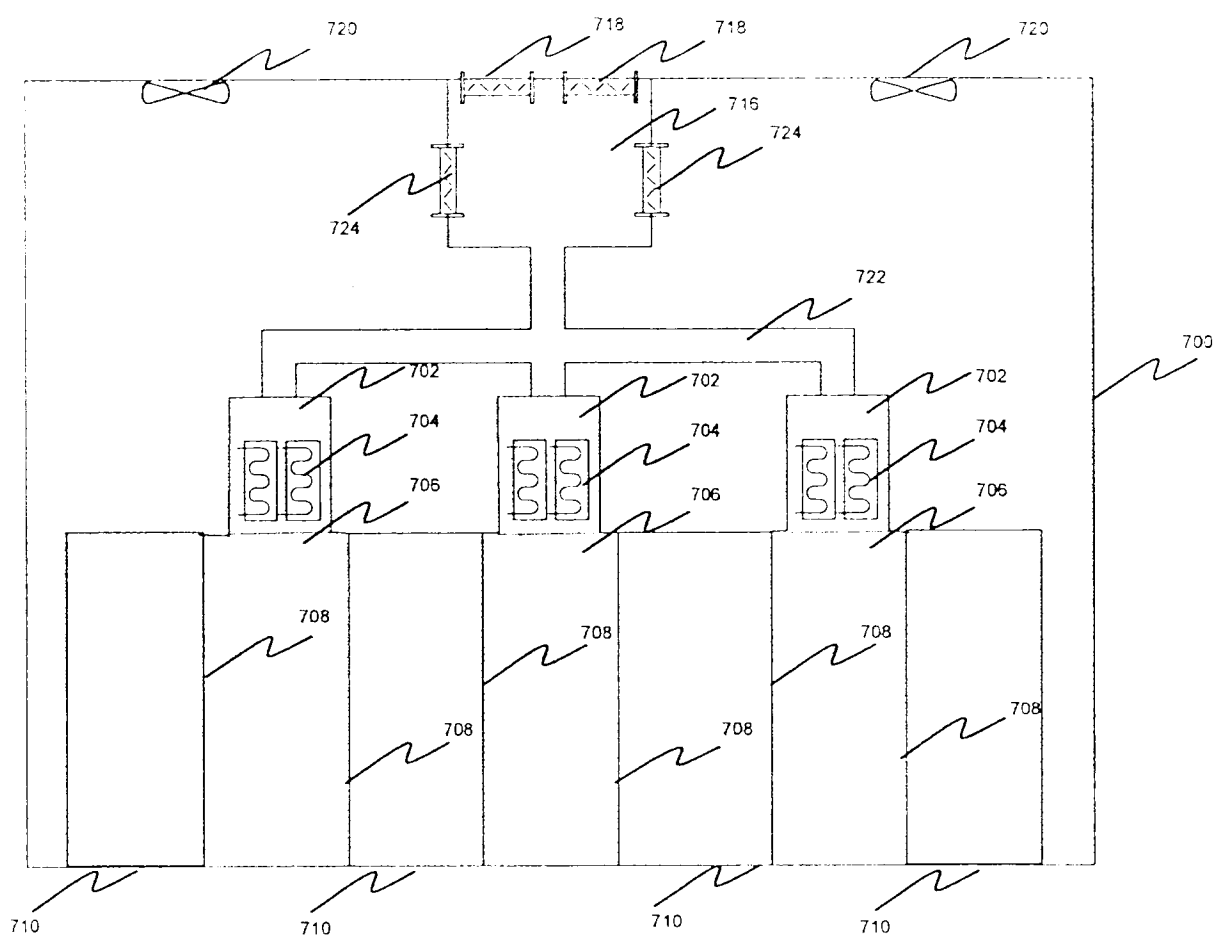
第四圖



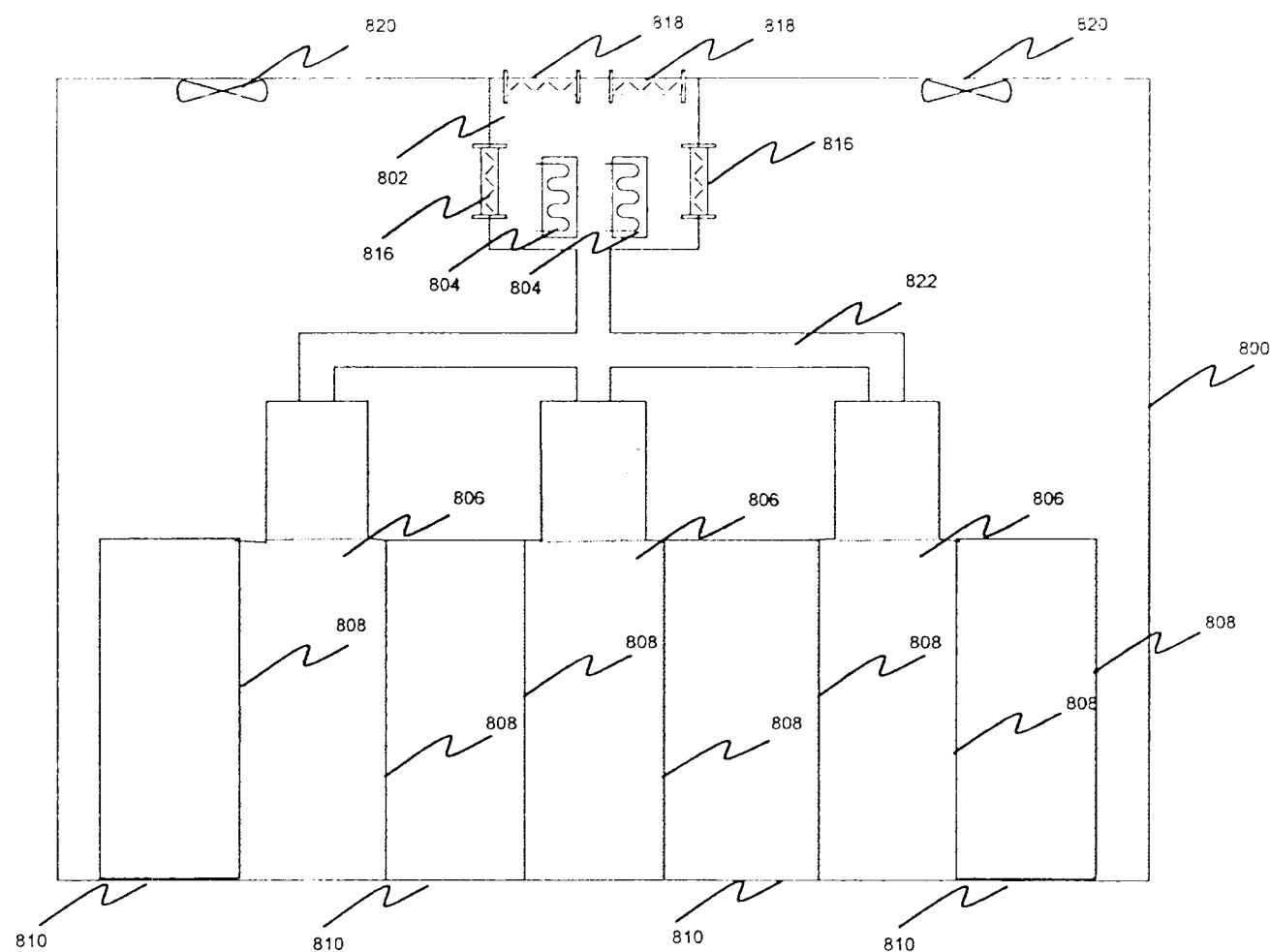
第五圖



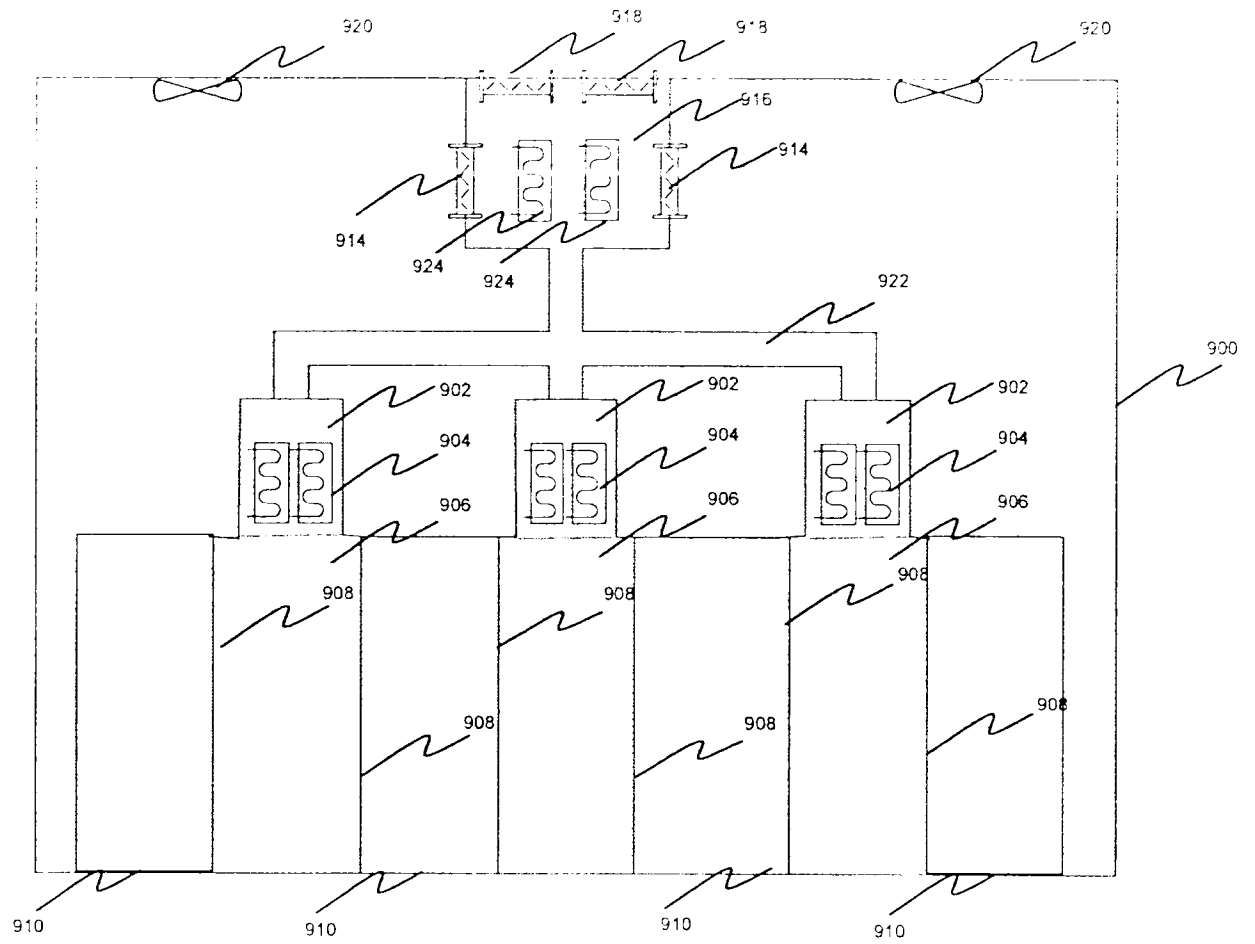
第六圖



第七圖



第八圖



第九圖

七、指定代表圖：

(一)本案指定代表圖為：第(一)圖。

(二)本代表圖之元件符號簡單說明：

100	冷卻模組	108	門
102	線圈	110	伺服器機架埠
104	開口	112	夾鉗
106	冷卻列封裝結構	114	穩定度控制單元

八、本案若有化學式時，請揭示最能顯示發明特徵的化學式：

無

十、申請專利範圍：

1. 一種伺服器冷卻裝置，包括：

一外殼，其限定一內部空間且包括至少一伺服器機架埠，該伺服器機架埠係配置以接合一機架，使得裝設於該機架內之一或多個機架固定單元與該內部空間介接；

一冷卻模組，其操作以從該外殼之一頂部表面供應冷卻空氣至該外殼所限定之該內部空間；以及

一門，係使得人員得以進入該外殼之該內部空間。

2. 如申請專利範圍第 1 項之冷卻裝置，其中該至少一伺服器機架埠係配置以與一伺服器機架之一外部周圍實質相符。

3. 如申請專利範圍第 1 項之冷卻裝置，其中該伺服器機架埠在安裝至該等伺服器機架時係可實質密封。

4. 如申請專利範圍第 1 項之冷卻裝置，其中該至少一伺服器機架埠包括一襯墊，其係配置以將一伺服器機架實質密封於一對應的伺服器機架埠中。

5. 如申請專利範圍第 1 項之冷卻裝置，其中該冷卻模組更包括：

一或多個整合線圈，用以冷卻該冷卻模組內的周圍空氣；

一或多個整合阻尼器，用以調整進出該冷卻模組的空氣流量；

一控制單元，其係操作以控制該等整合阻尼器之運作。

6. 如申請專利範圍第 5 項之冷卻裝置，其中在該等整合

線圈內部使用液體以冷卻周圍空氣。

7. 如申請專利範圍第6項之冷卻裝置，其中該等整合阻尼器係由一溫度控制單元加以控制。
8. 如申請專利範圍第1項之冷卻裝置，其中該伺服器機架埠包括一或多個機架，且其上放置一或多個伺服器。
9. 一種伺服器冷卻室，包括：
 - 一或多個開口，在該伺服器冷卻室內部與外部的空氣係藉此進行交換；
 - 一或多個伺服器機架，其上放置一或多個伺服器；
 - 一或多個冷卻裝置，其安裝至該一或多個伺服器機架並安裝至一或多個進氣口，各冷卻裝置包括：
 - 一外殼，其包括至少一伺服器機架埠，配置以與一或多個伺服器機架介接，該外殼限定一內部空間；
 - 一冷卻模組，其操作以從該外殼之一頂部表面供應冷卻空氣至該外殼所限定之該內部空間；以及
 - 其中該冷卻模組包括一冷卻單元，其係操作以冷卻供應至該內部空間的空氣。
10. 如申請專利範圍第9項之伺服器冷卻室，其中該至少一伺服器機架埠係配置以與該一或多個伺服器機架介接，使得該一或多個伺服器機架之一前表面與該內部空間相交。
11. 如申請專利範圍第9項之伺服器冷卻室，其中該進氣口包括與一溫度控制單元相應之至少一阻尼器。
12. 如申請專利範圍第9項之伺服器冷卻室，其中該一或

多個伺服器中每一個伺服器包括一或多個冷卻風扇，其係操作以從該冷卻裝置引出冷空氣。

13. 如申請專利範圍第 9 項之伺服器冷卻室，其中該至少一伺服器機架埠係配置以與一伺服器機架之一外部周圍實質相符。
14. 如申請專利範圍第 13 項之伺服器冷卻室，其中該等伺服器機架與該等伺服器機架埠間之安裝是實質密封的。
15. 如申請專利範圍第 14 項之伺服器冷卻室，其中該至少一伺服器機架埠包括一襯墊，其係配置以將一伺服器機架實質密封於一對應的伺服器機架埠中。
16. 如申請專利範圍第 9 項之伺服器冷卻室，其中該冷卻模組更包括：
 - 一或多個整合線圈，用以冷卻該冷卻模組內的周圍空氣；
 - 一或多個整合阻尼器，用以調整進出該冷卻模組的空氣流量；
 - 一控制單元，其係操作以控制該等整合阻尼器之運作。
17. 如申請專利範圍第 16 項之伺服器冷卻室，其中在該等整合線圈內部係使用液體以冷卻周圍空氣。
18. 如申請專利範圍第 16 項之伺服器冷卻室，其中該等整合阻尼器係由一溫度控制單元加以控制。
19. 如申請專利範圍第 9 項之伺服器冷卻室，其中該一或多個進氣口中每一個進氣口係與複數之該等冷卻裝置連接。
20. 一種伺服器冷卻方法，包括：

實質上封裝具有至少一側向部分之一內部空間，該內部空間係由至少一伺服器機架之前表面所限定，其中該至少一伺服器機架包括固定於其中的一或多個伺服器；以及

從所限定之空間的頂部引入一冷空氣源，其中固定於該伺服器機架中的該一或多個伺服器包括一冷卻風扇，該冷卻風扇係操作以從該內部空間自該冷空氣源引入經冷卻之空氣。

21. 如申請專利範圍第 20 項之方法，其中該伺服器機架係安裝至所限定之空間。
22. 如申請專利範圍第 21 項之方法，其中該伺服器機架與所限定之空間之間的安裝是實質密封的。
23. 如申請專利範圍第 22 項之方法，其中係使用一或多個襯墊來實質密封該安裝。
24. 如申請專利範圍第 20 項之方法，其中該冷空氣源更包括：

一或多個整合線圈，用以冷卻該冷卻模組內的周圍空氣；

一或多個整合阻尼器，用以調整進出該冷卻模組的空氣流量；

用於控制該等整合阻尼器之裝置。

25. 如申請專利範圍第 24 項之方法，其中在該等整合線圈內部係使用液體以冷卻周圍空氣。
26. 如申請專利範圍第 24 項之方法，其中該等整合阻尼器係由一溫度控制單元加以控制。