

(21)申請案號：098115045

(22)申請日：中華民國 98 (2009) 年 05 月 06 日

(51)Int. Cl. : H05K7/20 (2006.01)

(30)優先權：2008/05/07 歐洲專利局 08155830.6

(71)申請人：3 M新設資產公司(美國) 3M INNOVATIVE PROPERTIES COMPANY (US)
美國(72)發明人：丹特 佛瑞德瑞奇 威爾翰 DENTER, FRIEDRICH WILHELM (DE)；包爾 曼佛
瑞德 BAUER, MANFRED (DE)；安德斯 賀伯特 ANDERS, HERBERT (DE)

(74)代理人：陳長文；簡秀如

申請實體審查：無 申請專利範圍項數：15 項 圖式數：11 共 26 頁

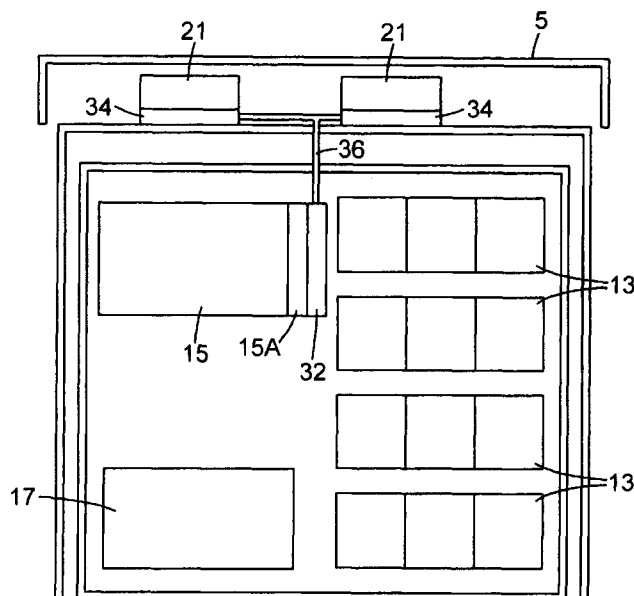
(54)名稱

包含電子設備之櫃的熱管理系統

HEAT-MANAGEMENT SYSTEM FOR A CABINET CONTAINING ELECTRONIC EQUIPMENT

(57)摘要

本發明闡述一種供在一包含電子設備(15)之櫃中使用之熱管理系統，該電子設備在作業時產生一熱空氣流。該系統包括：一蒸發器(32)，其位於由該設備所產生之一熱空氣流之路徑中，以自其吸收熱；一冷凝器(34)，其位於該蒸發器上方一冷卻空氣流之路徑中，以將熱傳送至該櫃外部之環境空氣；及一熱管 36，其將該蒸發器直接連接至該冷凝器，以將熱自該蒸發器輸送至該冷凝器。



5：頂部

13：終端組塊

15：DSLAM 模組

15A：風扇

17：電源

21：風扇

32：蒸發器

34：冷凝器

36：熱管

(21)申請案號：098115045

(22)申請日：中華民國 98 (2009) 年 05 月 06 日

(51)Int. Cl. : H05K7/20 (2006.01)

(30)優先權：2008/05/07 歐洲專利局 08155830.6

(71)申請人：3 M新設資產公司(美國) 3M INNOVATIVE PROPERTIES COMPANY (US)
美國(72)發明人：丹特 佛瑞德瑞奇 威爾翰 DENTER, FRIEDRICH WILHELM (DE)；包爾 曼佛
瑞德 BAUER, MANFRED (DE)；安德斯 賀伯特 ANDERS, HERBERT (DE)

(74)代理人：陳長文；簡秀如

申請實體審查：無 申請專利範圍項數：15 項 圖式數：11 共 26 頁

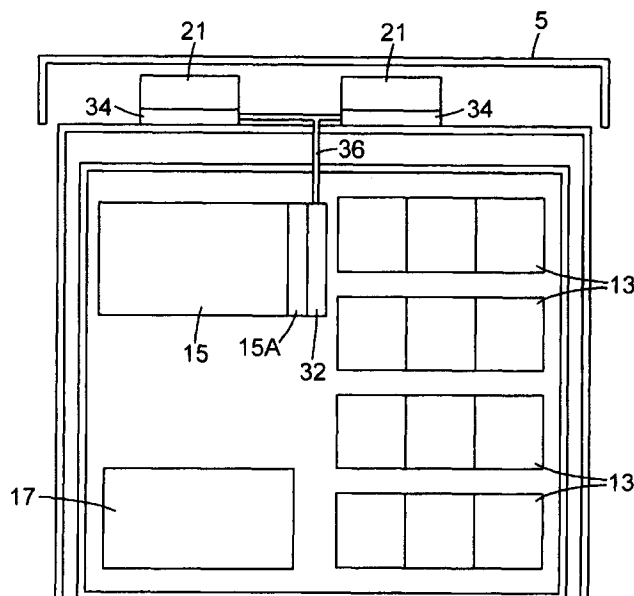
(54)名稱

包含電子設備之櫃的熱管理系統

HEAT-MANAGEMENT SYSTEM FOR A CABINET CONTAINING ELECTRONIC EQUIPMENT

(57)摘要

本發明闡述一種供在一包含電子設備(15)之櫃中使用之熱管理系統，該電子設備在作業時產生一熱空氣流。該系統包括：一蒸發器(32)，其位於由該設備所產生之一熱空氣流之路徑中，以自其吸收熱；一冷凝器(34)，其位於該蒸發器上方一冷卻空氣流之路徑中，以將熱傳送至該櫃外部之環境空氣；及一熱管 36，其將該蒸發器直接連接至該冷凝器，以將熱自該蒸發器輸送至該冷凝器。



5：頂部

13：終端組塊

15：DSLAM 模組

15A：風扇

17：電源

21：風扇

32：蒸發器

34：冷凝器

36：熱管

六、發明說明：

【發明所屬之技術領域】

本發明係關於用於裝納電子設備(例如，電信設備)之櫃。

【先前技術】

櫃用於提供一用以保護敏感電子設備之封閉環境。端視設備之性質及其位置，可需要保護其免遭諸如環境條件、污染、竄改及甚至故意破壞之因素。舉例而言，在電信網路中，傳統上已在分配點處使用戶外櫃來裝納被動交叉連接電信模組，在該等分配點處(例如)可將本端用戶線連接至延伸至一中央局之電纜。此等櫃通常位於街道位準處但亦可安裝於桿上或者建築物之牆壁或屋頂上。亦可在一室內環境(例如，在一位於一辦公建築物中或一辦公建築物之一特定樓層中之電信分配點處)中使用櫃來裝納電子設備。

一電信櫃之內室通常包括一成軌、架、板及/或框架(或類似組件)形之載體，該電信設備安裝於該載體上。彼類型之櫃闡述於(例如)US-A-5 467 250(Howard等人)、US-A-2004/114326(Dodgen等人)及WO 02/32202(Vidacovich等人)中。

裝納於櫃中之電子設備之性質不斷變化且因此對該等櫃本身之功能要求亦不斷變化。舉例而言，在DSL(數位用戶線)技術在電信領域中之傳播之後，電信櫃正日益用於裝納主動以及被動電信設備。主動設備包含(例如)處理資料

信號之數位用戶線存取多工器(DSLAM)及處理語音以及資料信號之多重服務存取節點(MSAN)。

由於裝納於一櫃中之主動設備之量增加，因此該櫃內所產生之熱量亦增加。必須將過多熱移除以保護櫃內之設備且已提出用於彼目的之各種系統(參見，例如，WO 01/015507(Tikka)；WO 00/062590(Berger等人)；及上述US-A-2004/0114326及WO 02/032202)。

為降低電信櫃之該等熱移除系統之功率消耗及於某些情形下由彼等系統所產生之雜訊，亦已提出應使用熱管來在該系統內將熱自一個位置傳送至另一位置(參見，例如，US-A-6 603 660(Ehn等人)；WO 03/065781(Tsoi)；WO 03/009663(Hoover等人)；及WO 00/014469(Mannerjoki))。舉例而言，WO 03/009663闡述用於電子組件之一作用系統及子系統之一熱能管理架構，在該架構中熱管理組件大致僅係被熱驅動。在一種情形下，使用一撓性熱管來將熱自一固定至一高功率電子組件之蒸發器板輸送至一連接至一熱虹吸管之蒸發器之冷凝器板。

仍需要一不僅適合供在裝納電子設備之新建櫃中使用而且亦可(視需要)安裝於已在使用中之櫃中之熱移除系統。本發明係在考量彼需要之情形下做出的。

【發明內容】

本發明提供一種供在一包含電子設備之櫃中使用之熱管理系統，該電子設備在作業時產生一熱空氣流，該系統包括：

一 蒸發器，其經構造以定位於由該設備所產生之一熱空氣流之路徑中，以自其吸收熱；

一 冷凝器，其經構造以定位於該蒸發器上方一冷卻空氣流之路徑中，以將熱傳送至該櫃外部之環境空氣；及

一 熱管，其用以將該蒸發器直接連接至該冷凝器以將熱自該蒸發器輸送至該冷凝器。

如本文中所使用之術語「熱管」係指一中空管，其在包含一熱傳送流體之一密封系統之一蒸發器部分與一冷凝器部分之間形成一連接；該連接係如此以使得，若熱施加至該系統之該蒸發器部分中之該熱傳送流體(呈液體相位)，則透過該熱傳送流體(呈液體及/或蒸氣相位)介質將該熱傳送至可將其移除之該系統之該冷凝器部分，之後經冷卻之熱傳送流體返回至該蒸發器部分。該熱傳送流體回流至該蒸發器部分可作為由該熱管所賦予之一毛細管作用之結果或者在重力之影響下(若該熱管係垂直定向)發生。

本發明適用於包含電子設備之櫃，該電子設備在作業時產生一熱空氣流，例如此乃因該電子設備包括一可運作以在該設備上導致一冷卻空氣流之氣流產生器(例如，一風扇或一鼓風機)。主動電子設備通常併入呈一風扇或一鼓風機形式之其自身之冷卻機構，且然後本發明涉及將所得熱空氣流之路徑用作熱管理系統之蒸發器之一位置，藉此避免需要將蒸發器直接定位於櫃內之主動電子設備上。由此可促進該系統在一已在使用中之櫃內之安裝且若熱管之至少一部分係撓性，藉此可對蒸發器相對於主動設備之位

置加以調整，則可進一步幫助該系統之安裝。另一選擇為，視需要，可將一適合氣流產生器單獨提供於櫃內之一適當位置處以在主動電子設備上導致一冷卻空氣流。

在根據本發明之一系統中冷凝器在蒸發器上方之位置使該系統內之透過該熱傳送流體介質之熱傳送能夠在不需要以下裝置之情況下發生：一泵(藉此避免相關能消耗及雜訊)及具有一用以促進熱傳送流體流自冷凝器返回至蒸發器之油芯結構之一熱管。

根據本發明之一系統可有利地用於一已經構形以產生一冷卻空氣流之櫃中，在該櫃中該系統之冷凝器可經定位以將熱傳送至該櫃外部之環境空氣。於某些櫃中，例如，壁具有一雙殼體構造，該雙殼體構造在該櫃之內室周圍形成一空隙，該空隙旨在促進內室周圍之由自然對流所產生之一冷卻空氣流。另一選擇為或另外，某些櫃併入風扇，該等風扇旨在促進由強制對流所產生之一冷卻空氣流通過內室。根據本發明之一熱管理系統之冷凝器之一個適合位置係在一櫃之頂部中，但彼位置並非必須。

根據本發明之一系統中所採用之熱傳送流體應根據該系統在使用中將曝露至的運作溫度及擬消散之熱的量進行選擇。如同所有熱管系統之情形，將存在應用呈液體相位之熱傳送流體來填充根據本發明之一系統所達到之一最佳位準，以確保有效熱傳送。通常，該熱傳送系統將用呈液體相位之熱傳送流體來填充其體積之多於50%，但並不完全填充。最佳填充位準可藉由試驗來確定，且將通常係如下

一位準：在該位準下，自系統之蒸發器至冷凝器之熱傳送透過呈液體與蒸汽相位兩者之熱傳送流體介質發生。

可單獨提供根據本發明之一熱管理系統之組件。然而，較佳地，提供已裝配且包含該熱傳送流體之系統。較佳地，該系統允許添加其他組件，例如，一個或多個額外蒸發器及/或一個或多個額外冷凝器。

蒸發器與冷凝器可具有任一適合形式並可具有類似構造。一個適合形式係一散熱器，該散熱器可具有與用於冷卻車輛之內燃機之液體填充散熱器類似之構造。

任一適合中空管皆可用於該系統之熱管，例如液壓製動軟管。

根據本發明之一系統可進一步包含用於將該系統之蒸發器及/或冷凝器安裝於一包含電子設備之櫃中之構件。舉例而言，在一電信櫃之情形下，該系統可包含適於將該蒸發器及/或冷凝器安裝於已存在於用於安裝該電信設備之櫃中之架上之組件。

【實施方式】

圖1及2顯示一櫃，在此情形下，為一電信系統之一戶外櫃1，其中可安裝根據本發明之一熱管理系統。所圖解說明之櫃可視需要豎立於一適合平臺上或安裝於一桿或一建築物之牆壁上，且具有一後壁3(圖1中不可見)、一頂部5及在關閉時形成該櫃之前壁之門7。如圖2中所示，門7打開以顯示出一包含架11之室9，諸如終端組塊及DSLAM之電信設備可安裝於架11上，以便可出於安裝及維護目的接達

該等設備。於某些情形下，一櫃可包括多於一個的內室。

如已為眾人所熟知，電信系統之戶外櫃可呈眾多形式，圖1及2中所顯示之櫃僅係其中一個實例。亦可在電信領域之外使用類似的櫃，以用於裝納電子組件。其他櫃之實例包含開關櫃、能量分配櫃及裝納電子交通控制設備之櫃。

圖3示意性地圖解說明電信模組在一戶外櫃之內室9中之一個可能配置。在此情形下，在室9之一個部分中顯示呈一終端組塊13陣列形式之被動設備，且在該室之另一部分中與一電源17一起顯示呈一DSLAM 15形式之主動設備。DSLAM模組15包含一在模組15上產生一冷卻空氣流之風扇15A。

圖3中所圖解說明之櫃具有一習用雙殼體構造，該習用雙殼構造圍繞內室9形成一空隙19，以提供熱隔離來防止太陽輻射。當櫃在使用中時，藉由室9內以及同樣由櫃之雙殼體構造所提供之環繞空隙19內之自然對流將在一定程度上消散由主動設備15及電源17產生的熱。若需要消散額外的熱，則可在櫃之頂部5中提供一個或多個風扇21以增強通過室9之氣流。

在戶外櫃(諸如圖3中所顯示之彼戶外櫃)中增加使用主動設備將導致需要將更大量的熱自內室9移除以確保裝納於一櫃內之設備不曝露於可對其作業產生不利影響之溫度。於眾多情形下，藉由依靠上述散熱機構可不再達成此目的。

圖4圖解說明一可安裝於圖3之櫃中以增加自室9中所移

除之熱的量之一熱管理系統30。系統30包括一蒸發器32、兩個冷凝器34及一將蒸發器32直接連接至冷凝器34之熱管36(具有分支36A、36B)。該系統包含一熱傳送液體且被密封。系統30可旨在用作一單相系統，其中，若熱施加至蒸發器32，則被加熱熱傳送液體沿熱管36移動至冷凝器34，在冷凝器34處熱傳送液體排出其熱且返回至蒸發器32。另一選擇為，系統30可旨在用作一兩相系統，其中，若熱施加至蒸發器32以蒸發該熱傳送液體，則蒸汽沿熱管36移動至冷凝器34，在冷凝器34處蒸汽排出其熱且冷凝回至液體相位，然後該液體相位返回至蒸發器32。於某些情形下，被加熱熱傳送液體亦可與蒸汽一起沿熱管移動至冷凝器34，在冷凝器34處熱傳送液體亦將排出其熱且返回至蒸發器32。在兩種類型之系統中，熱傳送液體作為由熱管36所賦予之一油芯作用之結果或者在重力影響下(若熱管係垂直定向)返回至蒸發器32。已熟知熱管及熱管運作之方式。

圖5顯示安裝於圖3之櫃中之熱管理系統30。蒸發器32位於風扇15A附近自DSLAM 15產生之熱空氣流中，且冷凝器34定位於櫃之頂部5中之一冷卻空氣流中，舉例而言於風扇21(當存在時)之空氣入口中或於因櫃內之自然對流而形成之空氣流中。熱管36大致垂直定向。然後系統將如剛剛所闡述將由蒸發器32所吸收的熱傳送至冷凝器34，自冷凝器34熱將被傳送至外部。可以任一適合方式將蒸發器32及冷凝器34安裝於櫃中，但較佳地利用已存在於櫃內之架

11，例如，架11所使用之安裝螺釘類似於用於將電信設備附接於櫃內之彼等安裝螺釘。

蒸發器32及冷凝器34可係任一適合已知類型且可具有相同構造。一適合構造之一實例係一用於車輛中之內燃機之冷卻系統中之液體填充類型之散熱器，其具有複數個冷卻片。圖6顯示用作圖4之系統之蒸發器32及冷凝器34(僅顯示一者)之此等散熱器。由於個人電腦(PC)裝置之熱輸出增加，因此彼類型之散熱器日益用於冷卻彼等裝置，且現在其以有效、小型形式存在且具有適合供在裝納電子設備之櫃中使用之尺寸。適合用於一根據本發明之系統中之一散熱器之一實例可在商標名「Black Ice」下自Philippines，Quezon City之Hardware Lab購得。

熱管36亦可係任一適合已知類型，有利地係一不提供一油芯作用之簡單類型，此乃因該熱管通常將大致垂直定向且可依靠重力執行其正確作業。習用液壓軟管可用於該熱管，適合產品可自Germany，Frankfurt am Main之Continental Automotive Systems購得。

用於熱管理系統30中之該熱傳送流體可係已知適合用於熱管中且慮及該系統之可能運作溫度而選定之任一類型。熱傳送流體闡述於(例如)WO/98/37163(Owens等人)及WO 99/41428(Owens及Anome)中。該熱傳送流體可包括一氫氟醚，例如甲基全氟丙基醚。一特定適合熱傳送流體係Novec™ Engineered Fluid HFE-7100，其可自USA，Minnesota，St. Paul的3M公司購得。彼特定流體具有使其

成為供在系統30中使用之一較佳選擇之眾多有利特性：例如，其具有零臭氧損耗潛勢、良好材料相容性、良好熱穩定性及低毒性；及其不易燃並無腐蝕性。

以液體形式將該熱傳送流體放入至熱管理系統30中且然後將該系統密封。當該系統旨在用作一兩相系統時，該液體將不完全填充該系統以允許蒸發，但通常將佔據該系統體積之多於50%。確保系統之有效作業之最佳流體量可藉由試驗來確定且將通常係如下一位準：在該位準下，自蒸發器32至冷凝器34之熱傳送透過呈液體及蒸氣相位兩者之熱傳送流體介質發生。

圖7至11圖解說明圖4之熱傳送系統之修改。圖7顯示一僅包括一個冷凝器34之系統40。此系統可形成一模組系統之基本單元，可端視其中擬使用該系統之櫃的要求透過使用適合流體聯結器將其他組件添加至該基本單元。舉例而言，藉由在熱管36中之一點43處提供一自密封流體聯結器，圖7中之單個冷凝器34可由兩個冷凝器44替代(如圖8中所示)以提供一類似於圖4中系統之系統。另一選擇為或另外，圖7之單個蒸發器32可由兩個蒸發器45替代(如圖9中所示)以提供一可用於自(例如)一櫃內之兩個DSLAM傳送熱之系統。類似地，或另一選擇為，可藉由在該熱傳送系統中之其他點處提供自密封聯結器達成若干修改。自密封流體聯結器係已知且包含(例如)包括一彈簧加載閥之類型的聯結器，當連接該聯結器時該彈簧加載閥自動打開，且當斷開該聯結器時該彈簧加載閥閉合。自密封聯結器之

實例闡述於GB 698 571、US 2 753 195、US 6 499 717及US 2004/031942中。一適合用於圖7至9之系統中之自密封聯結器可在「74KB」產品名下自德國Echterdingen之Rectus AG購得。

圖10及11顯示類似於圖8及9之系統的系統，該等系統中熱管36/每一熱管36之一區段47係撓性。撓性區段47有利地提供於(如所示)在熱管中之點43處之自密封聯結器與該(等)蒸發器32、45之間。包含撓性區段47促進蒸發器/每一蒸發器毗鄰其中正使用熱傳送系統之一櫃內之主動設備之定位，並增加該系統之多面性。

如圖7中所示之一熱傳送系統(包含(視需要)如參照圖8至11所闡述之額外組件)可安裝於一新櫃中，且亦可安裝於已經在使用中但其中現有熱移除系統因於該櫃中包含一增加量之主動設備而正變得不充足之櫃中。

將瞭解，雖然圖1至11顯示一電信櫃中之根據本發明之一熱管理系統，但一類似系統可用於任何包含主動電子組件/設備之櫃中。同樣，雖然圖1及圖2中所顯示之櫃係一戶外櫃，但根據本發明之一系統可同樣用於一位於一建築物內部之櫃中，在該情形下，自該櫃內部所移除的熱將被傳送至該建築物內部之環境空氣。若該櫃內之該熱產生電子設備尚不具備一用以產生冷卻該設備之一空氣流之風扇，則可將一適合風扇安裝於具有該熱管理系統之櫃中。亦應理解，雖然該櫃之頂部對於該熱管理系統之該(等)冷凝器而言係一便利位置，但可使用其他位置。

【圖式簡單說明】

舉例而言，將參照附圖闡述根據本發明之熱管理系統，
附圖中：

圖1顯示用於一電信系統中之一戶外櫃之一實例；

圖2顯示圖1之櫃之內部；

圖3係櫃內部之電信設備之一個可能佈局之一示意性說明；

圖4係根據本發明之一熱管理系統之一示意性說明；

圖5顯示安裝於一電信系統之一戶外櫃中之圖4之熱管理系統；

圖6顯示圖4之熱管理系統之組件；及

圖7至11圖解說明圖4之熱管理系統之修改。

【主要元件符號說明】

1	戶外櫃
3	後壁
5	頂部
7	門
9	架
11	內室
13	終端組塊
15	DSLAM模組
15A	風扇
17	電源
19	空隙

21	風扇
30	熱管理系統
32	蒸發器
34	冷凝器
36	熱管
36A	分支
36B	分支
40	系統
43	點
44	冷凝器
45	蒸發器
47	區段

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： 98115045

※申請日： 98.5.6

※IPC 分類：H05K

一、發明名稱：(中文/英文)

H05K 7/20 (2006.01)

包含電子設備之櫃的熱管理系統

HEAT-MANAGEMENT SYSTEM FOR A CABINET CONTAINING
ELECTRONIC EQUIPMENT

二、中文發明摘要：

本發明闡述一種供在一包含電子設備(15)之櫃中使用之熱管理系統，該電子設備在作業時產生一熱空氣流。該系統包括：一蒸發器(32)，其位於由該設備所產生之一熱空氣流之路徑中，以自其吸收熱；一冷凝器(34)，其位於該蒸發器上方一冷卻空氣流之路徑中，以將熱傳送至該櫃外部之環境空氣；及一熱管36，其將該蒸發器直接連接至該冷凝器，以將熱自該蒸發器輸送至該冷凝器。

三、英文發明摘要：

A heat-management system is described for use in a cabinet containing electronic equipment (15) that produces a flow of heated air when in operation. The system comprises: an evaporator (32) positioned in the path of a heated air flow produced by the said equipment, to take up heat therefrom; a condenser (34) positioned above the evaporator in the path of a flow of cooling air, to transfer heat to the ambient air outside the cabinet; and a heat pipe 36 connecting the evaporator directly to the condenser to transport heat from the evaporator to the condenser.

七、申請專利範圍：

1. 一種熱管理系統，用於供在一包含電子設備之櫃中使用，該電子設備在作業時產生一熱空氣流，該系統包括：

一蒸發器，其經構造以定位於在該櫃內由該設備所產生之一熱空氣流之路徑中，以自其吸收熱；

一冷凝器，其經構造以定位於該蒸發器上方一冷卻空氣流之路徑中，以將熱傳送至該櫃外部之環境空氣；及

一熱管，其用以將該蒸發器直接連接至該冷凝器，以將熱自該蒸發器輸送至該冷凝器。

2. 如請求項1之系統，其中該蒸發器、該冷凝器及該熱管形成一預先填充有一熱傳送流體之密封系統。
3. 如請求項2之系統，其中該熱傳送流體包括一氫氟醚，例如甲基全氟丙基醚。
4. 如請求項1之系統，其中該蒸發器、該冷凝器及該熱管係以單獨組件而提供。
5. 如請求項1之系統，其中該熱管之至少一部分係撓性，藉此可對該蒸發器及該冷凝器之相對位置加以調整。
6. 如請求項1之系統，該熱管包括至少一個流體聯結器，使一額外冷凝器及/或額外蒸發器能夠對其連接。
7. 如請求項6之系統，其中該聯結器係一自密封聯結器。
8. 如請求項1之系統，其中該蒸發器及該冷凝器中之至少一者係一散熱器。
9. 如請求項1之系統，其進一步包括用於將該蒸發器及/或

冷凝器安裝於一包含電子設備之櫃中的構件。

10. 一種將如上述請求項中之任一項之一熱管理系統併入一包含電子設備之櫃中的方法，該電子設備在作業時產生一熱空氣流；該方法包括以下步驟：

將該蒸發器定位於由該設備所產生之該熱空氣流之路徑中；

將該冷凝器定位於該蒸發器上方一冷卻空氣流之路徑中，以將熱傳送至該櫃外部之環境空氣；

藉由該熱管將該蒸發器直接連接至該冷凝器。

11. 如請求項10之方法，其包含調整該熱管之位置的步驟。
12. 如請求項10或請求項11之方法，其中定位該冷凝器之該步驟包括將該冷凝器放置於該櫃內之自然及/或強制對流所導致之一冷卻空氣流之路徑中。
13. 一種包含電子設備之櫃，該電子設備在作業時產生一熱空氣流，該櫃具有如請求項1至9中之任一項之一熱管理系統以使得：

該蒸發器係定位於該設備所產生之該熱空氣流之路徑中，以自其吸收熱；

該冷凝器係定位於該蒸發器上方一冷卻空氣流之路徑中，以將熱傳送至該殼體外部之環境空氣；及

該熱管將該蒸發器直接連接至該冷凝器，以將熱自該蒸發器輸送至該冷凝器。

14. 如請求項13之櫃，其包括一風扇/鼓風機，其可運行以在該設備上導致一冷卻空氣流且藉此產生該熱空氣流。

15. 如請求項13或請求項14之櫃，其中該冷凝器係定位於該櫃內之自然及/或強制對流所導致之一冷卻空氣流之路徑中。

八、圖式：

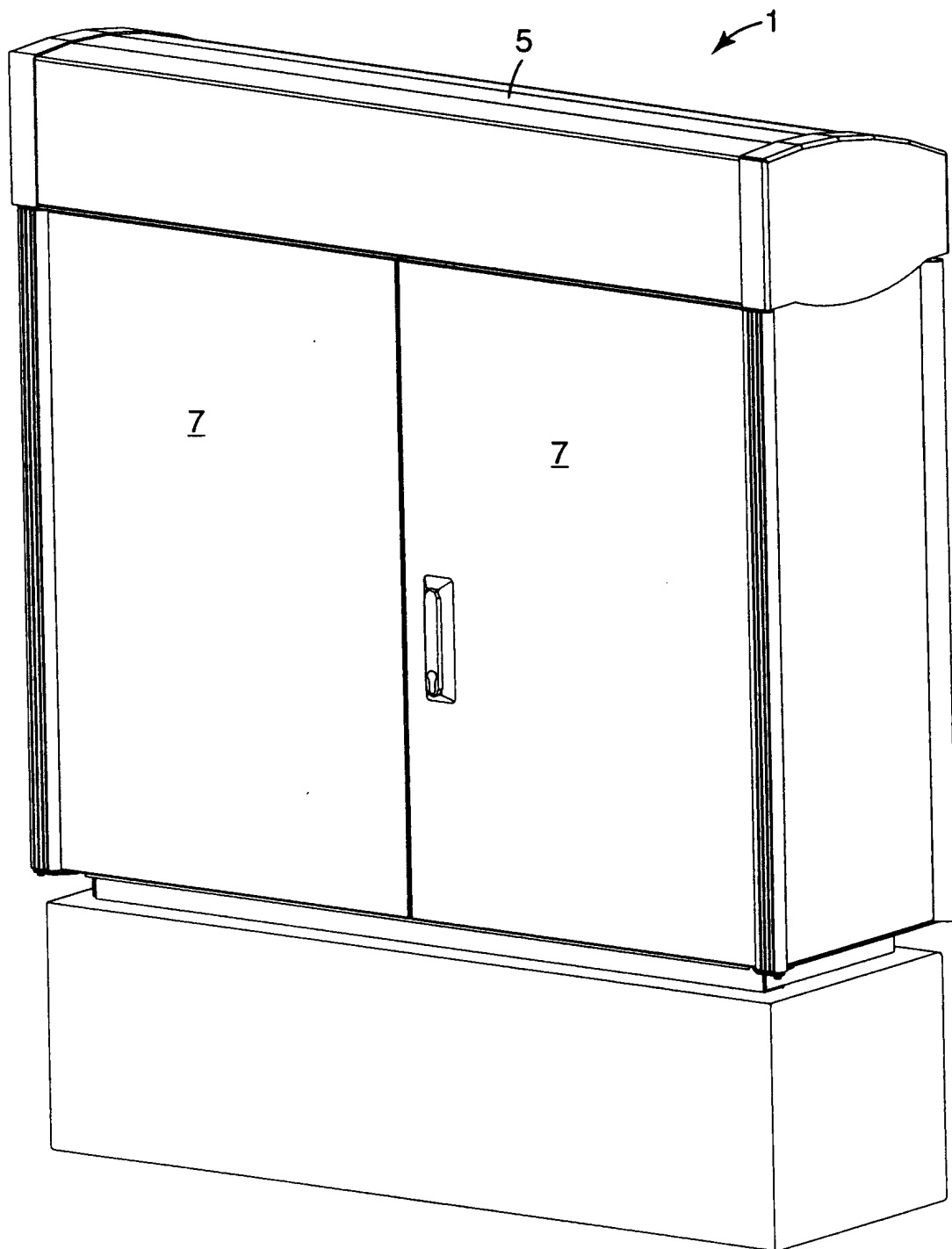


圖 1

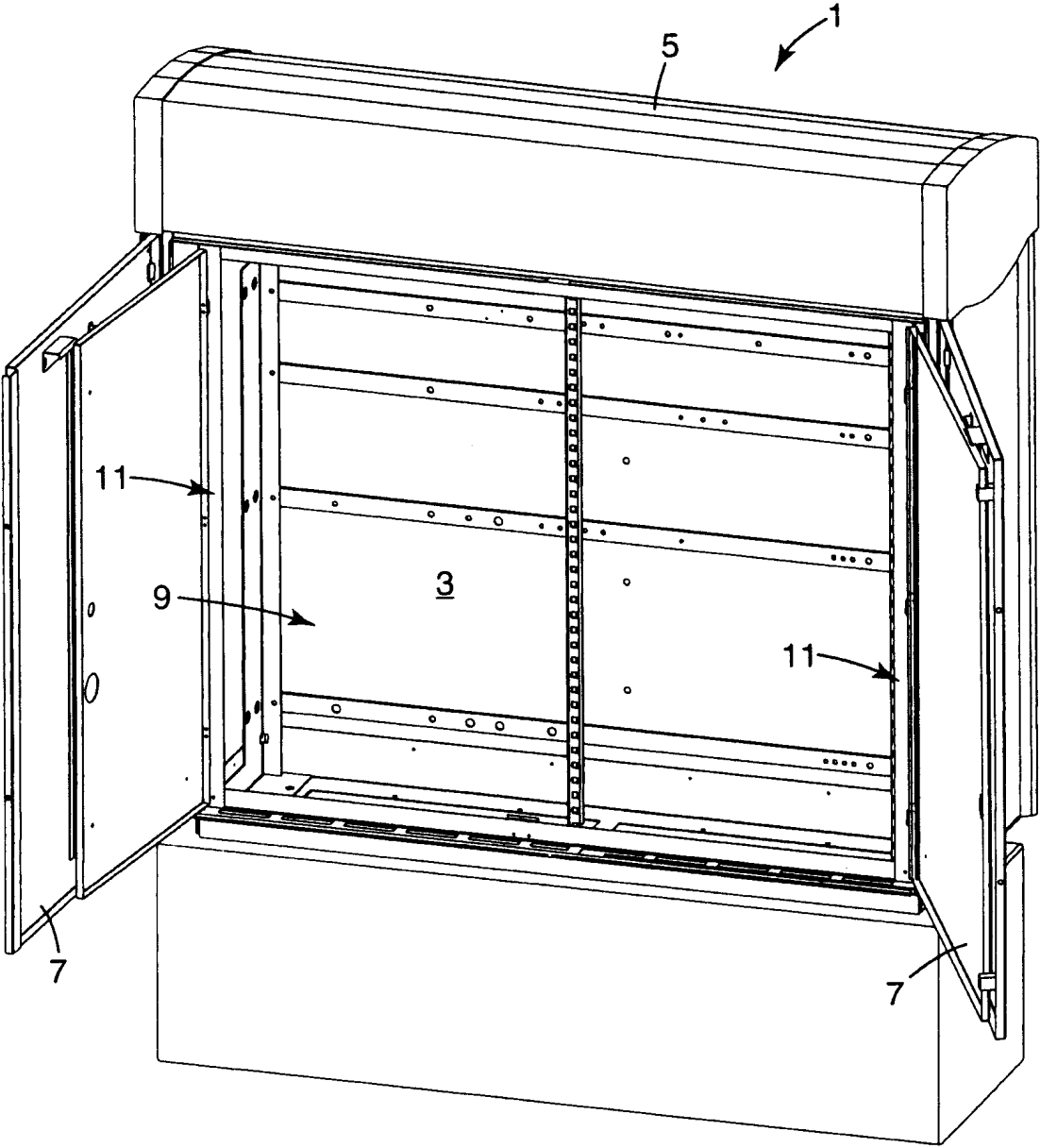


圖 2

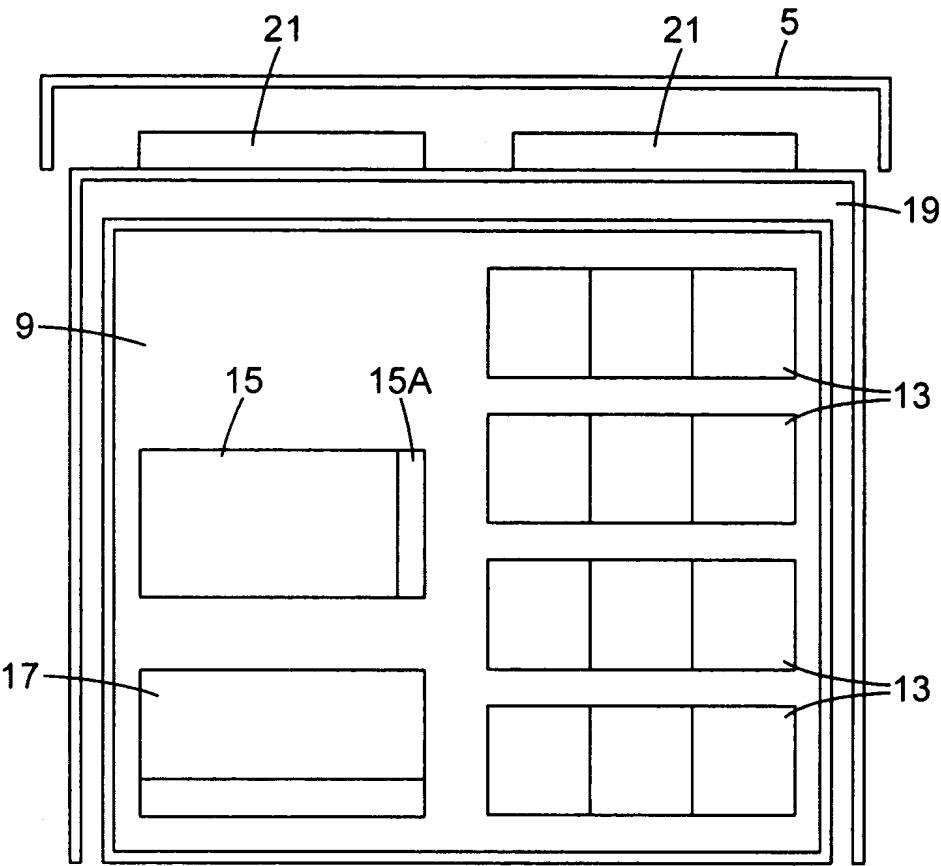


圖 3

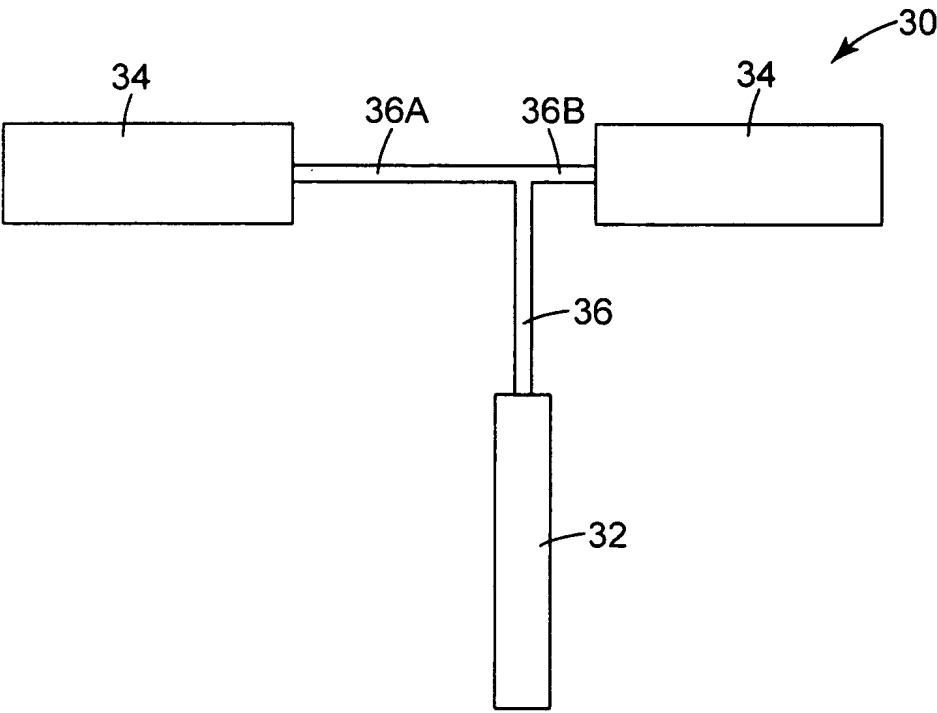


圖 4

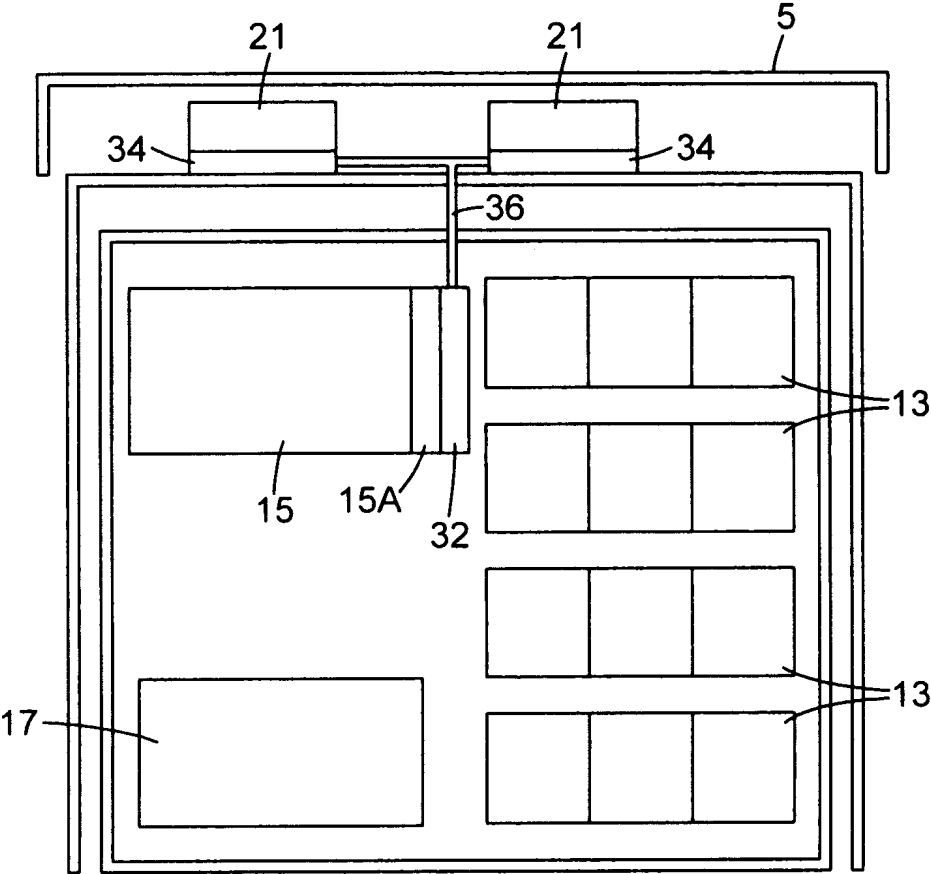


圖 5

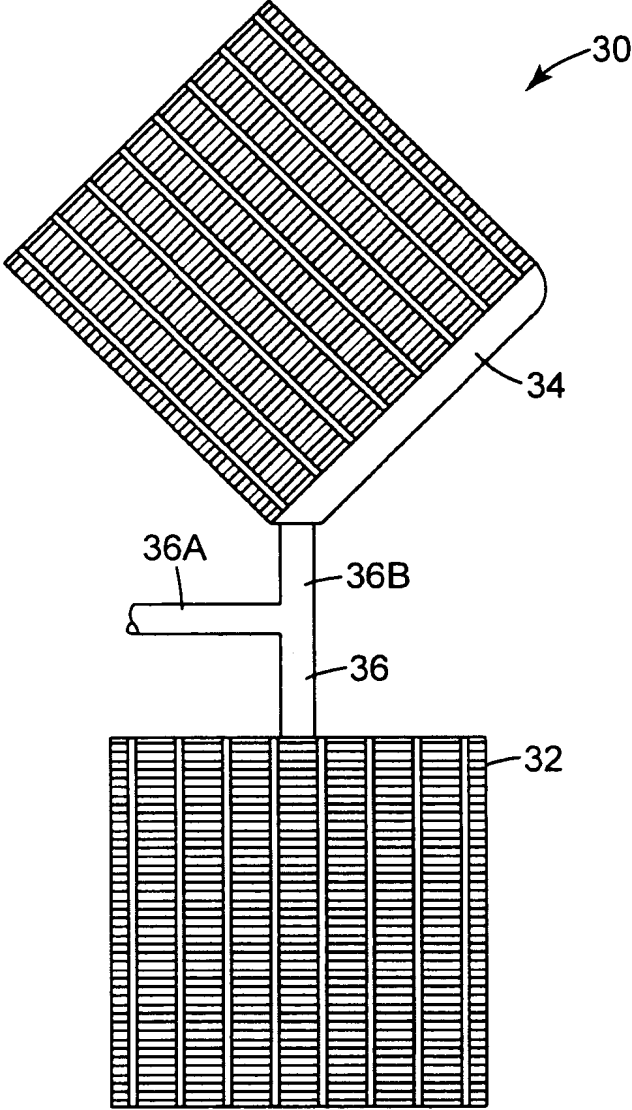


圖 6

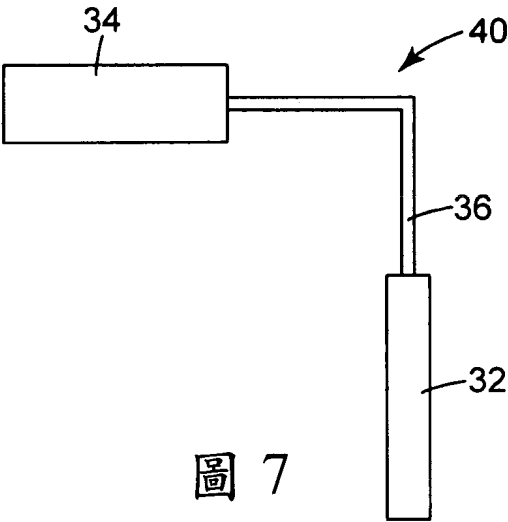


圖 7

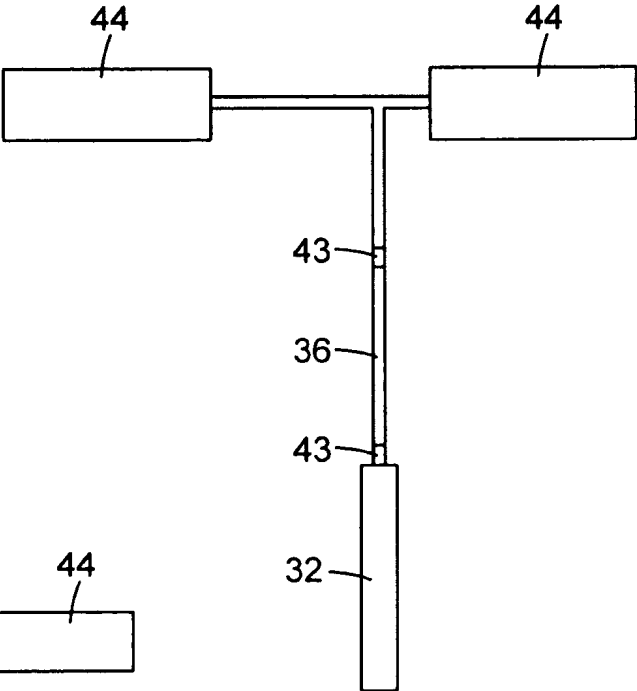


圖 8

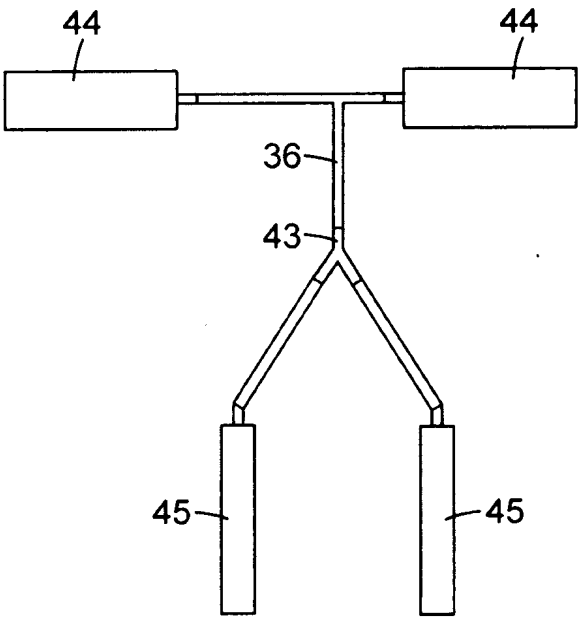


圖 9

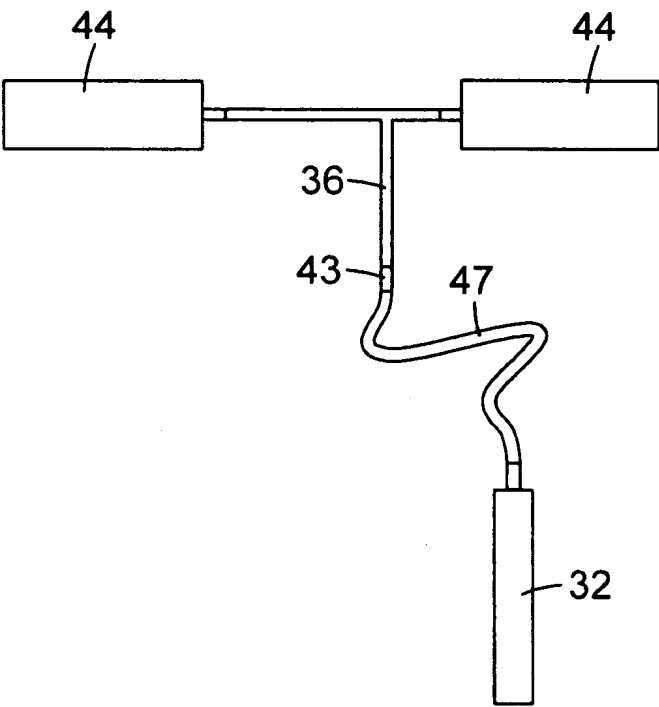


圖 10

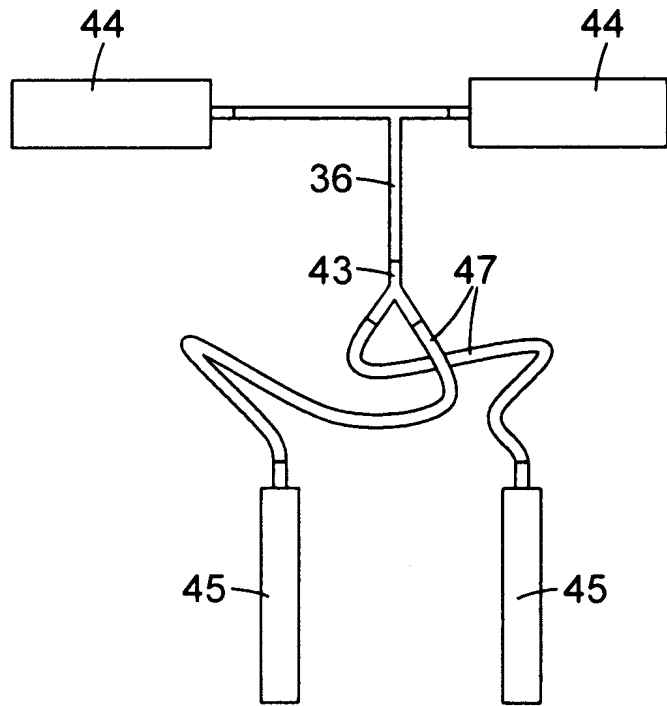


圖 11