



資料中心關鍵零組件之專利趨勢分析 【以資料中心與伺服器散熱為例】

經濟部智慧財產局
中華民國 114 年 12 月



目錄

壹、	前言	1
貳、	資料中心	3
一、	資料中心概念	3
(一)	資料中心組成	3
(二)	資料中心能源使用效率	4
(三)	資料中心散熱及熱管理	5
1、	伺服器	5
2、	空調及冷熱通道	6
3、	熱管理系統	7
二、	全球資料中心發展概況	8
(一)	美國	8
(二)	中國大陸	11
(三)	歐洲	14
(四)	日本	16
(五)	韓國	18
(六)	我國	20
三、	伺服器散熱技術	22
(一)	氣冷散熱	22
(二)	液冷單相散熱	23
(三)	液冷相變散熱	24
(四)	浸沒式單相散熱	25
(五)	浸沒式相變散熱	26
參、	專利檢索及分析方法	27
一、	專利檢索與分析流程	27
二、	專利檢索策略	29

(一)	確認分析主題	29
(二)	擬定檢索策略、專利檢索及資料整理	29
肆、	資料中心散熱及熱管理之專利綜合分析	31
一、	全球專利公開趨勢分析	31
二、	技術生命週期趨勢分析	33
三、	國家/地區專利統計及趨勢分析	35
(一)	國家/地區專利統計	35
(二)	國家/地區專利趨勢	36
四、	IPC 統計及趨勢分析	38
(一)	IPC 三、四階分類號統計	38
(二)	IPC 三階分類號趨勢	39
五、	國家/地區申請人影響力分析	40
六、	申請人類型統計及趨勢分析	42
(一)	申請人類型統計	42
(二)	申請人類型趨勢	43
七、	全球前二十大申請人統計及趨勢分析	44
(一)	前二十大申請人專利統計	44
(二)	前二十大申請人專利趨勢	46
(三)	前二十大申請人專利布局國家/地區	48
伍、	資料中心與伺服器專利主題分析	50
一、	資料中心散熱及熱管理主題分析	51
(一)	散熱及熱管理應用領域統計及趨勢分析	51
1、	散熱及熱管理應用統計	51
2、	散熱及熱管理應用趨勢	52
(二)	申請人類型統計及趨勢分析	53
1、	申請人類型統計分析	53
2、	申請人類型趨勢分析	55
(三)	全球前二十大申請人專利分析	58
(四)	相關案例	60

1、	空調及冷熱通道	60
2、	溫度控制方法	65
二、	伺服器散熱主題分析	69
(一)	伺服器散熱方式統計及趨勢分析	69
1、	伺服器散熱方式統計	69
2、	伺服器散熱方式趨勢	70
(二)	申請人類型統計及趨勢分析	73
1、	申請人類型統計分析	73
2、	申請人趨勢統計分析	75
(三)	全球前二十大申請人專利分析	80
(四)	相關案例	83
1、	氣冷	83
2、	浸沒液冷-液相	87
3、	浸沒液冷-相變	95
4、	間接液冷-液相	99
5、	間接液冷-相變	103
6、	我國申請人案例	107
三、	資料中心及伺服器創新成熟度矩陣分析	115
陸、	結論	117
一、	全球趨勢綜合分析	117
二、	資料中心散熱及熱管理	119
三、	伺服器散熱	121
四、	建議	122

圖目錄

圖 1 我國高速運算主機建置進度.....	1
圖 2 資料中心組成.....	3
圖 3 資料中心能源效率指標.....	4
圖 4 伺服器散熱類型.....	5
圖 5 空調與冷熱通道示意圖.....	6
圖 6 機械學習預測模型.....	7
圖 7 ASHRAE 90.4 標準架構.....	8
圖 8 美國資料中心裝置容量發展規劃	10
圖 9 東數西算工程布局.....	12
圖 10 華為未來新型資料中心架構.....	13
圖 11 歐洲各國資料中心數量.....	15
圖 12 日本資料中心分布.....	17
圖 13 韓國資料中心分布.....	19
圖 14 台灣資料中心分布.....	20
圖 15 氣冷散熱.....	22
圖 16 液冷單相散熱.....	23
圖 17 液冷相變散熱.....	24
圖 18 浸沒式單相散熱.....	25
圖 19 浸沒式相變散熱.....	26
圖 20 專利檢索與分析流程.....	28
圖 21 全球專利趨勢分析.....	32
圖 22 技術生命週期分析.....	34
圖 23 國家/地區專利統計	35
圖 24 國家/地區專利公開趨勢分析	37
圖 25 IPC 統計	38
圖 26 IPC 趨勢	39
圖 27 國家/地區的申請人專利布局統計	40
圖 28 申請人在各國家/地區影響力	41

圖 29 申請人類型統計.....	42
圖 30 申請人類型趨勢.....	43
圖 31 前二十大申請人統計.....	45
圖 32 前二十大申請人趨勢.....	47
圖 33 前二十大申請人專利公開地區	49
圖 34 資料中心散熱及熱管理樹狀圖.....	50
圖 35 資料中心散熱領域統計.....	51
圖 36 資料中心散熱領域趨勢.....	52
圖 37 資料中心散熱應用領域申請人類型	54
圖 38 空調及冷熱通道申請人類型趨勢	55
圖 39 溫度控制方法申請人類型趨勢.....	56
圖 40 伺服器申請人類型趨勢.....	57
圖 41 全球前二十大申請人資料中心散熱應用領域統計	59
圖 42 資料中心通風模組剖面圖.....	61
圖 43 資料中心通風模組立體圖.....	62
圖 44 資料中心空調系統.....	64
圖 45 資料中心空調監控節能系統.....	66
圖 46 空調系統結合深度學習節能控制方法	68
圖 47 伺服器散熱方式統計.....	70
圖 48 伺服器氣液冷占比趨勢.....	71
圖 49 伺服器散熱方式趨勢.....	72
圖 50 伺服器散熱方式申請人類型統計	74
圖 51 伺服器浸沒液冷-液相散熱申請人類型趨勢	75
圖 52 伺服器浸沒液冷-相變散熱申請人類型趨勢	76
圖 53 伺服器間接液冷-液相散熱申請人類型趨勢	77
圖 54 伺服器間接液冷-相變散熱申請人類型趨勢	78
圖 55 伺服器氣冷散熱申請人類型趨勢	79
圖 56 全球前二十大申請人伺服器散熱方式統計	82
圖 57 伺服器氣冷機櫃.....	84

圖 58 伺服器氣流板入風.....	85
圖 59 伺服器氣流板回風.....	86
圖 60 浸沒式液相泵循環系統.....	88
圖 61 浸沒式液冷液自然對流循環.....	89
圖 62 浸沒式超流體散熱.....	92
圖 63 浸沒式雙冷卻液超流體散熱.....	94
圖 64 浸沒式液冷相變循環系統.....	96
圖 65 浸沒式雙冷卻液局部相變循環系統	98
圖 66 伺服器液冷循環系統.....	100
圖 67 伺服器雙冷卻迴路緊急備用循環系統	102
圖 68 液冷相變循環系統.....	104
圖 69 伺服器液冷相變循環系統.....	106
圖 70 浸沒式槽體氣壓濕度調節裝置.....	108
圖 71 浸沒式液相結合液冷循環系統.....	110
圖 72 浸沒式相變結合風扇加速冷凝循環系統	112
圖 73 浸沒式雙冷卻液循環系統.....	114
圖 74 創新成熟度矩陣.....	116

壹、前言

我國於 2025 年 2 月公布「新一代高速運算主機建置進度與規劃」計畫，計畫中指出近年隨著生成式 AI(Generative Artificial Intelligence)的興起，全球公私部門紛紛投入資源提升國家算力效能，同時為落實賴總統施政目標，推動我國成為「人工智慧島」，並促進我國生成式 AI 的研發與產業應用，如圖 1 所示¹，政府將持續推動高速運算主機、運算資料中心、雲端服務平臺的建置與研發，強化數位基礎建設，藉以帶動百工百業。

經由國際能源署(International Energy Agency, 後稱 IEA)之統計²，2024 年美國、中國大陸及歐洲地區占全球資料中心電力消耗量約為 85%，其中美國占比約為 45%，預計未來到 2030 年仍是電力消耗量最大的三個地區，人工智慧除了帶來資料中心建設的成長以外，同時也對各地區的電網產生更多的挑戰，因此，各國政府紛紛提出資料中心的能源效率指標

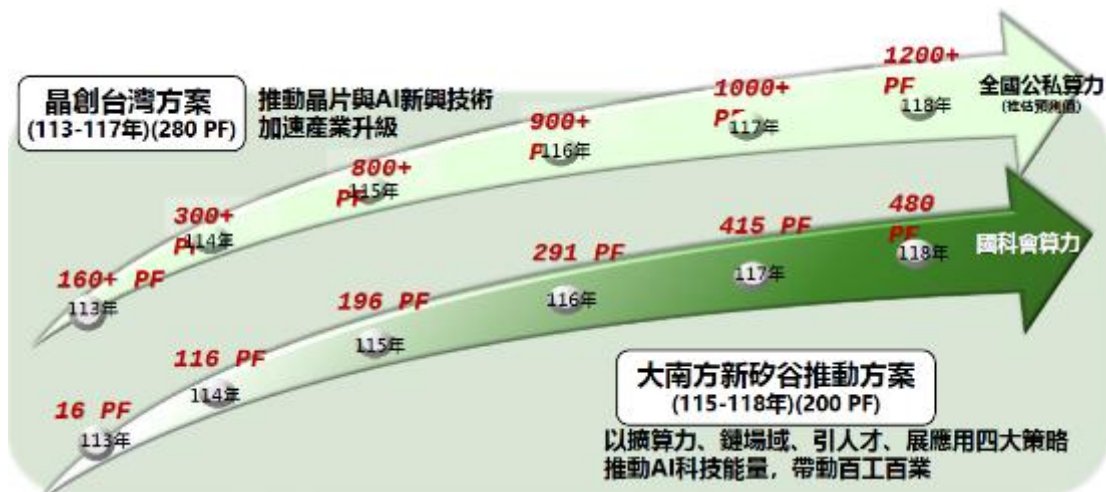


圖 1 我國高速運算主機建置進度¹

¹卓揆：建構我國「數位主權」全力推動建置新一代高速運算主機，提升我國生成式 AI 研發及產業應用

<https://www.ey.gov.tw/Page/9277F759E41CCD91/1bc96402-e24c-463e-8f51-6b71e9447961>

² Energy and AI, 國際能源總署 IEA

<https://www.iea.org/reports/energy-and-ai>

(Power Usage Effectiveness,後稱 PUE)政策，鼓勵研發及使用較低 PUE 的資料中心設備，藉以減緩地區電網的壓力。

資料中心係由資訊科技設備(Information Technology,後稱 IT 設備)、冷卻系統及其他基礎設施組成，其中 IT 設備包含伺服器、儲存與網路設備，而資料中心 PUE 指的是資料中心總用電量與 IT 設備用電量之比值($PUE = \text{總用電量} / \text{IT 設備用電量}$)，此指標係衡量能源使用效率，若欲提升 PUE 表現，需儘可能降低冷卻系統的能耗³，因此，如何有效提升冷卻系統效能，是現今產業界關注的重要課題⁴。

本報告利用全球專利檢索系統(Global Patent Search System,GPSS)及 Derwent Innovation 專利資料庫(後稱 DI)，蒐集資料中心熱管理及伺服器散熱模組之專利，並進行專利綜合趨勢分析、專利技術主題分析及相關案例探討等，藉以瞭解全球資料中心與伺服器在熱管理及散熱技術之專利趨勢發展，藉以提供我國產業參考。

³ 同註 2

⁴得散熱者得天下，AI 加速冷革命，系統委員會分享液冷散熱研發動態

<http://www.twcloud.org.tw/xmdoc/cont?xsmsid=0I249594489957008833&sid=0O1216835882165665>

貳、資料中心

本章分成資料中心概念、資料中心全球概況及伺服器散熱技術介紹等三個部分

一、資料中心概念

本節就資料中心組成、資料中心能源使用效率及資料中心散熱及熱管理技術概況進行介紹。

(一) 資料中心組成

如圖 2 所示⁵，資料中心是用來集中處理、儲存、管理和傳送大量資料的重要設施，其組成元件可分為 IT 設備、供電系統及冷卻系統(cooling) 三大類組成。

IT 設備包含伺服器(Servers)、儲存設備(Storage)、網路通訊設備(Network)及機架與機櫃，供電系統包含不斷電系統(Uninterruptible Power Supply,UPS)、發電機(Generator)及輸配電網(Grid connection)，冷卻系統係維持資料中心運作之散熱及熱管理系統。

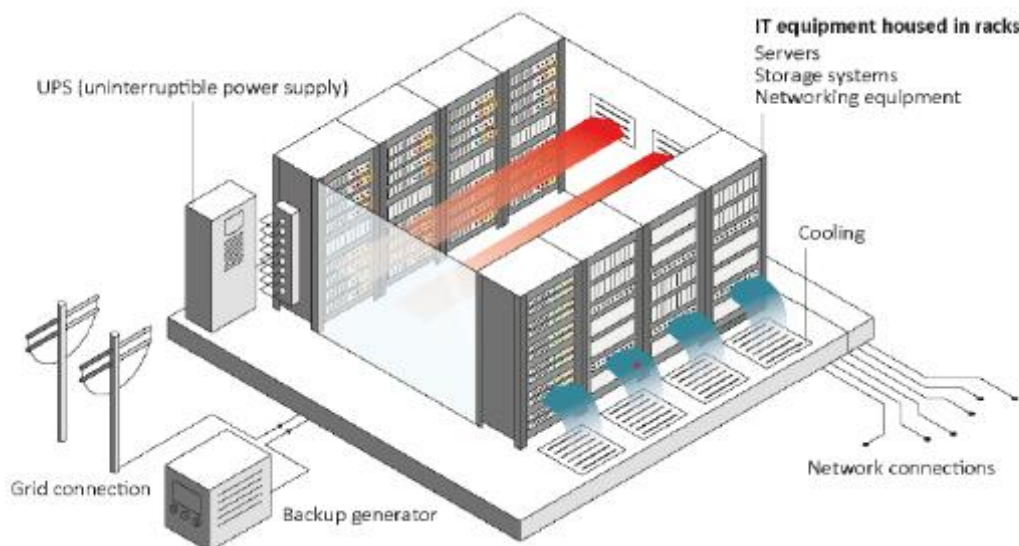


圖 2 資料中心組成⁵

⁵ 同註 2

(二) 資料中心能源使用效率

隨著網際網路與雲端運算的快速發展，資料中心的能耗急遽上升，但缺乏統一的效率衡量方式，業界無法比較不同資料中心的能源效能，也難以發現浪費，為了解決這個問題，The Green Grid 在 2007 年提出了簡潔明確的指標，圖 3 所示⁶，透過此統一化的指標，讓不同資料中心之間能客觀比較能源效率，促使管理者能針對除了 IT 設備外的供電及冷卻系統進行節能與優化。

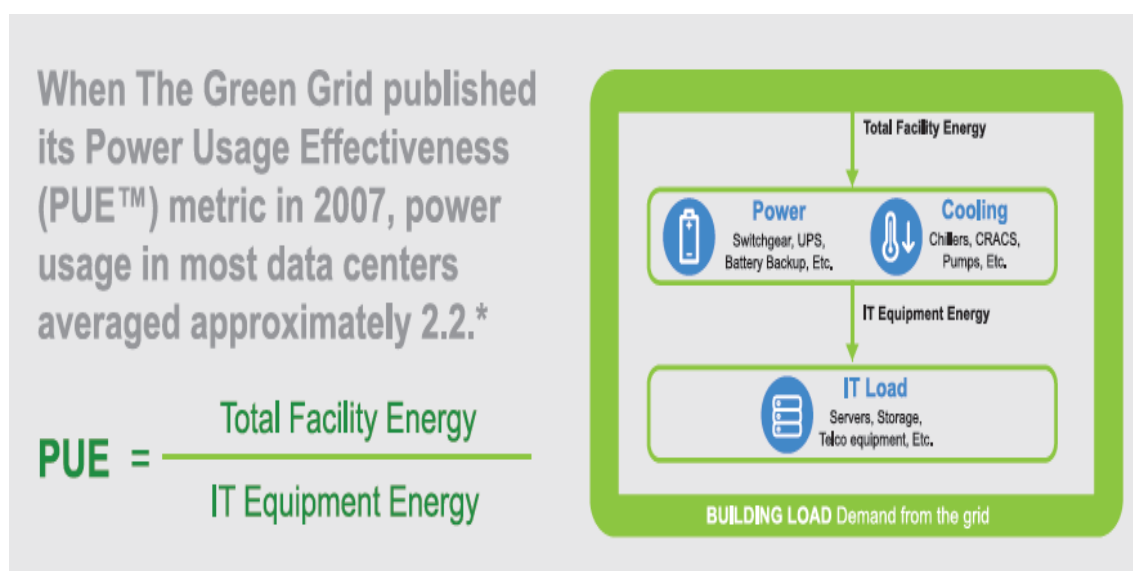


圖 3 資料中心能源效率指標⁶

⁶ The Green Grid, <https://www.thegreengrid.org>

(三) 資料中心散熱及熱管理

本節分別就資料中心散熱及熱管理系統應用區域進行介紹，其中應用區域包含處理資料運算核心的伺服器，以及資料中心環境溫度的空調與冷熱通道，最後是針對前述伺服器及環境溫度控制熱管理系統。

1、 伺服器

伺服器為資料中心的核心設備，其運算過程中產生大量熱能，若不即時排除，將導致設備過熱、效能下降甚至損壞，傳統內部配有高速風扇與散熱器，透過氣流將 CPU、GPU 等元件的熱導出，隨著 AI 與 GPU 伺服器增加，越來越多採用液冷技術將晶片熱能帶出，目前伺服器散熱技術主要為三種類型，氣冷式、液冷式與浸沒式，如圖 4 所示⁷。



圖 4 伺服器散熱類型⁷

⁷ 如何挑選適當的伺服器冷卻方案？ 技嘉科技《科技指南》系列文章, <https://www.gigabyte.com/>

2、空調及冷熱通道

伺服器產生的熱氣需透過環境控制系統導出，空調系統 (Computer Room Air Conditioner, CRAC/Computer Room Air Handler, CRAH) 與冷熱通道 (hot and cold aisle containment, HAC/CAC) 設計扮演關鍵角色，透過正確的機櫃排列與設計，減少冷、熱氣流的混流，從而提高冷卻效率並降低能耗，如圖 5 所示⁸。

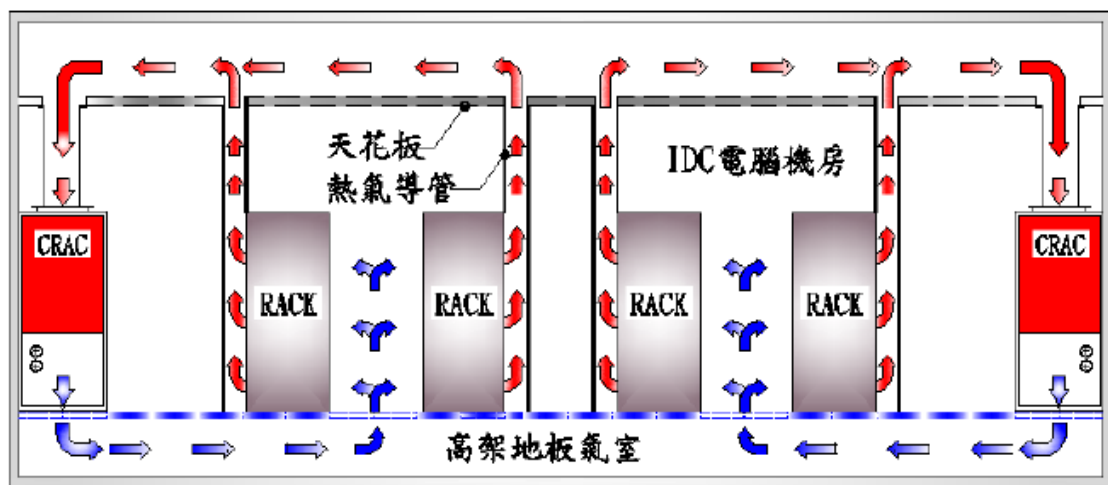


圖 5 空調與冷熱通道示意圖⁸

⁸ 資料中心節能應用技術指引, 107 年 12 月, 台灣綠色生產力基金會

3、熱管理系統

熱管理控制是透過硬體與軟體組成的系統，即時監控、分析並動態調節資料中心內部溫度與氣流，如圖 6 所示⁹，META 透過導入 AI 演算法應用機器學習模型預測未來熱點與負載，提前進行熱能調節，確保設備維持在最適合的工作溫度，同時提升能源使用效率。

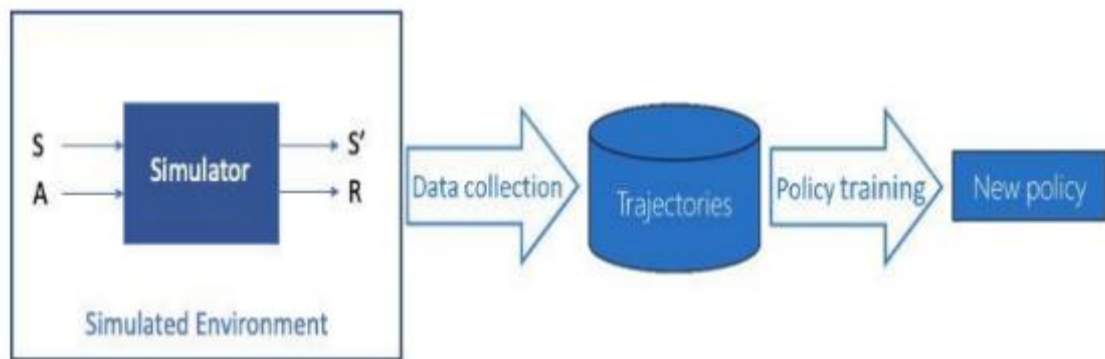


圖 6 機械學習預測模型⁹

⁹ Simulator-based reinforcement learning for data center cooling optimization, <https://engineering.fb.com/2024/09/10/data-center-engineering/simulator-based-reinforcement-learning-for-data-center-cooling-optimization/>

二、全球資料中心發展概況

(一) 美國

美國能源部（Department of Energy, DOE）和美國供暖、製冷與空調工程師學會（ASHRAE）針對資料中心專用建築能源效率所制定的技術性標準，如圖 7 所示，ASHRAE 90.4 標準目的在於提供一套以系統性能為導向的設計，取代傳統以單一能效比值（如 PUE）衡量的方法，核心在於其兩個主要性能指標：電力使用效率（PUE）和機械負載元件（MLC）。這兩個指標共同作用，為資料中心提供了具體的能源效率目標，雖然沒有直接規定 PUE 的具體值，但透過電力使用效率要求來間接引導資料中心提高效率¹⁰。

2019 年美國行政管理與預算辦公室（OMB, Office of Management and Budget）發布的一份政策備忘錄¹¹，要求聯邦機構提升既有資料中心 PUE 目標達到 1.5 以下，新建的資

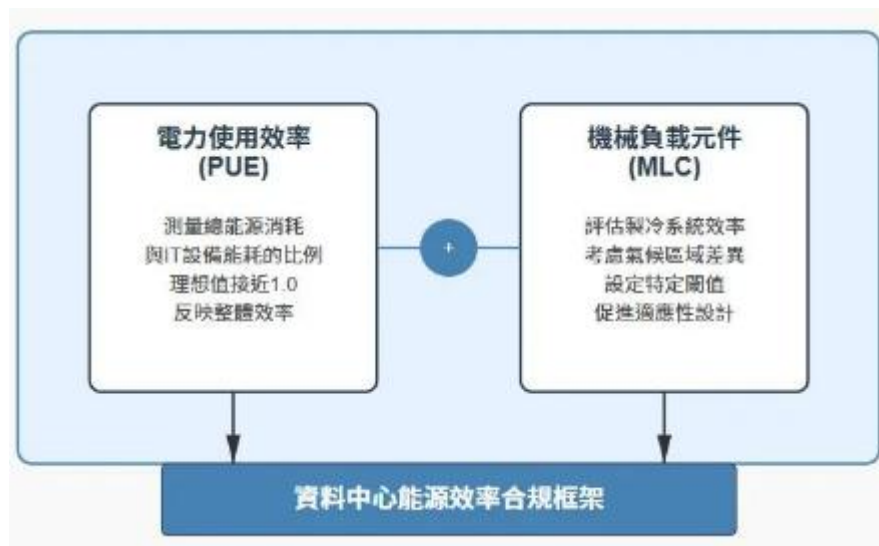


圖 7 ASHRAE 90.4 標準架構¹⁰

¹⁰ ASHRAE 90.4：資料中心能源效率的新標準，
https://www.data-center.com.tw/data-center-standard-ashrae-90-4/#ASHRAE_904_%E6%A8%99%E6%BA%96%E7%B0%A1%E4%BB%8B

¹¹ White House Memorandum M-19-19, <https://www.whitehouse.gov/>

料中心 PUE 目標達到 1.4 以下，並鼓勵自動化監控、持續監測能源使用情況，於 2025 年 7 月美國白宮進一步發布「加速資料中心基礎設施的聯邦許可」的行政命令¹²，旨在加速美國人工智慧（AI）數據中心及其相關基礎設施的建設，通過簡化許可程序、提供財政支持，並充分利用聯邦土地資源，以應對 AI 技術快速發展所帶來的基礎設施需求。

2020 年美國國會能源法案(Energy Act of 2020)要求聯邦政府研究資料中心的能源使用情況並提高其效率，因此，美國政府和業界積極推動綠色資料中心倡議，鼓勵資料中心採用節能技術、使用再生能源並減少碳排放，且聯邦政府在採購 IT 設備和服務時，會將能源效率作為重要考量因素¹³。

如圖 8 所示¹⁴，美國目前設計及規劃建設中的資料中心，可以看出北維吉尼亞州(Northern Virginia)為美國最大規模，同時也是主導美國與全球資料中心的市場，是迄今全球規模最大成長最快的市場，該區過去十年成長率超過 500%，自 2016 年起每年裝置容量年增率為 20%，其原因當地政府的優惠政策與簡化流程，因此帶動該產業在當地的快速成長。

¹² ACCELERATING FEDERAL PERMITTING OF DATA CENTER INFRASTRUCTURE, <https://www.whitehouse.gov/>

¹³ Energy Act of 2020, <https://www.congress.gov/bill/116th-congress/house-bill/133>

¹⁴ 同註 2

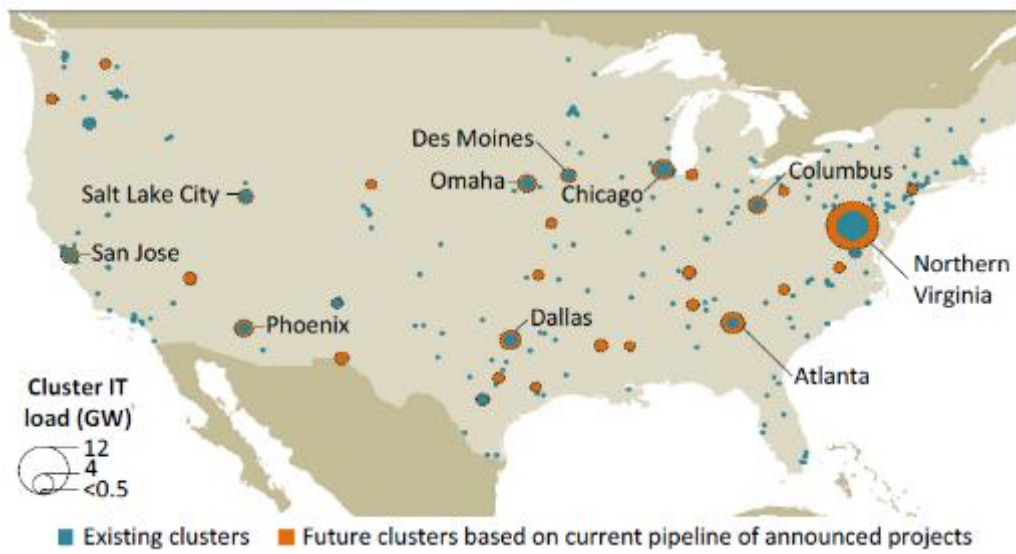


圖 8 美國資料中心裝置容量發展規劃¹²

(二) 中國大陸

中國大陸近年積極推動資料中心向高效、綠色、低碳轉型，「新型資料中心發展三年行動計畫（2021–2023 年）」由工業和信息化部等部門發布，提出建構「高效、清潔、集約、循環」的新型資料中心體系，強調算力、綠能與資源調度的協同發展，並以 PUE 值為能效指標，推動液冷、節能控制等先進技術應用¹⁵。

於 2023 年發布「互聯網資料中心（IDC）技術和分級要求」¹⁶，這是中國大陸首部將 IDC 技術要求與分級制度結合的國家標準，用來引導 IDC 行業技術走向標準化、分級化與品質提升，通過這個標準，可以促進資料中心在能源效率、可靠性與算力效能方面的均衡發展，避免過度追求算力而忽略效率或安全。

於 2024 年進一步發布「資料中心綠色低碳發展專項行動計畫」，到 2025 年底全國資料中心平均 PUE 須達到 1.5 以下，新建及改擴建大型及超大型資料中心 PUE 須達到 1.25 以下，國家樞紐節點 PUE 須達到 1.2 以下，推動資料中心向綠色、低碳方向發展。計畫重點包括提升能源效率、加強熱能回收利用、推廣高效液冷等先進冷卻技術，並鼓勵使用綠電與建置再生能源系統。同時，支持智慧化能耗監控與綠色資料中心評價制度建設，實現數據基礎設施與節能減碳的協同發展¹⁷。

資源調度部分，2022 年啟動「東數西算」工程¹⁸，旨在將東部地區日益增長的數據處理需求轉移至資源充足的西

¹⁵ 新型資料中心發展三年行動計畫（2021–2023 年），

https://www.gov.cn/zhengce/zhengceku/2021-07/14/content_5624964.htm

¹⁶ 中國大陸互聯網數據中心(IDC)技術和分級要求, <https://www.morezman.com/gb-t-43331-2023/>

¹⁷ 數據中心綠色低碳發展專項行動計劃,

http://big5.www.gov.cn/gate/big5/www.gov.cn/lianbo/bumen/202407/content_6964334.htm

¹⁸ 中國大陸「東數西算」工程推動大數據總體布局, <https://www.seftb.org/cp-4-1613-0ffdb-1.html>

部地區，以緩解東部能源與土地壓力，促進區域協調發展，如圖 9 所示，該工程以「統籌算力、綠色低碳、東西互補、產業集聚」為方針，建設八大國家算力樞紐節點，及十個大型資料中心群，有效提升全國算力資源配置效率，降低平均 PUE 值，並帶動地方數位經濟與就業成長，展現出節能、減碳與產業升級的多重成效。



圖 9 東數西算工程布局¹⁵

此外，產業界亦提出「資料中心 2030 願景白皮書」之倡議，作為推動未來發展之參考方向，描繪未來十年資料中心具備多元泛在、安全智慧、零碳節能、柔性資源、系統摩爾、對等互聯六大技術特徵，以及未來新型資料中心全綠色供電

及動態製冷架構，如圖 10 所示¹⁹。



圖 10 華為未來新型資料中心架構¹⁶

¹⁹ 數據中心 2030, 華為, <https://www.huawei.com/en/>

(三) 歐洲

歐盟能源效率指令 (Energy Efficiency Directive, EED) 於 2023 年修訂生效，要求各成員國共同確保至 2030 年整體能源使用量比 2020 年預測值再降低 11.7%，並針對資料中心設立強制性監測與能源報告制度，規定總 IT 負載達 500 kW 以上的資料中心自 2024 年起須提交能源表現報告，並於歐盟平台公開，以提升透明度與政策監督力²⁰。

在標準方面，EN 50600 系列標準提供了評估資料中心能源效能的關鍵績效指標，其中包括 PUE、再生能源因子(REF) 和水只用效率 (WUE)，這些指標有助於資料中心運營商比較和提升其能源效率，並確保其運營符合歐盟的綠色政策要求²¹。

此外，歐盟還提出了「氣候中立資料中心協議」(Climate Neutral Data Centre Pact)，鼓勵資料中心在 2030 年前全面使用再生能源或每小時碳中和能源，同時將新建資料中心冷氣候地區的 PUE 目標提升至 1.3，熱氣候地區 PUE 則為 1.4，並要求既有資料中心在 2030 年前達到相應 PUE 標準。協議明確規定，到 2025 年前再生能源使用需達到 75%，到 2030 年達到 100%。這些措施展現了歐盟在推動資料中心能源效能、可持續發展及應對氣候變遷方面的積極努力²²。

歐洲地區目前的資料中心分布，如圖 11 所示²³，歐洲資料中心產業由傳統五大城市 FLAP-D (法蘭克福、倫敦、阿姆斯特丹、巴黎、都柏林)，隨著 FLAP-D 地區在能源、土

²⁰ European Union, Energy Efficiency Directive EU/2023/1791, https://energy.ec.europa.eu/topics/energy-efficiency/energy-efficiency-targets-directive-and-rules/energy-efficiency-directive_en

²¹ EN50600 歐洲數據中心標準, <https://www.morezman.com/en50600/>

²²

²³ The data center industry beyond FLAP-D. Key national policies and projects making a difference, <https://datacenter-forum.ro/en/the-data-center-industry-beyond-flap-d-key-national-policies-and-projects-making-a-difference/>

地與基礎設施方面逐漸飽和，各國透過許多的政策限制和鼓勵並行，加上歐盟對永續發展與再生能源的高度要求，其他國家地區(例如希臘、義大利、北歐及西班牙)慢慢吸收國際雲端與資料中心企業進駐而崛起，因此，歐洲資料中心發展正逐步多元化。

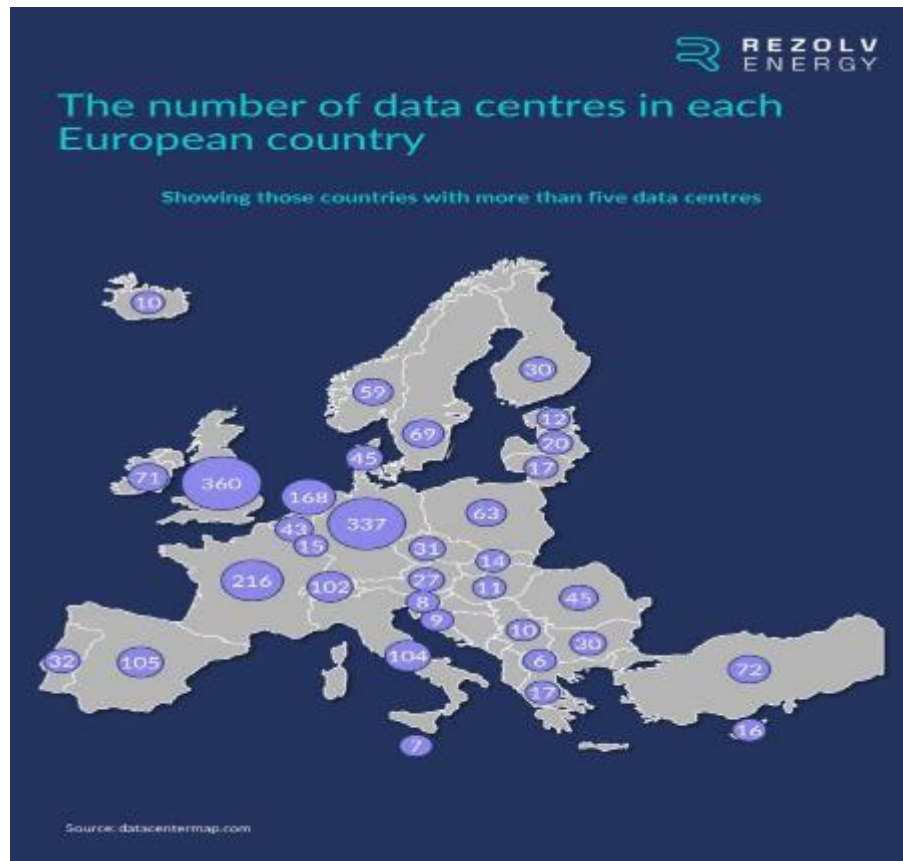


圖 11 歐洲各國資料中心數量²⁰

(四) 日本

日本資料中心協會（Japan Data Center Council, JDCC）制定了「資料中心設計規範」²⁴，作為日本資料中心建設與運營的重要標準。該規範參考了國際標準、日本國家建築法規與產業安全規範，並結合日本本土的地震、氣候條件與能源環境，涵蓋電力供應可靠性、冷卻系統效率、耐震與防災設計、網路連接冗餘、資訊安全以及能源效率（含 PUE 指標）等要素，其核心目的是提升資料中心的可靠性與可持續性，推動標準化建設，同時平衡算力需求與環境負荷。

日本經濟產業省（METI）於 2023 年發布的「資料中心產業基準制度」²⁵中，將資料中心納入能源效率基準報告制度，報告要求資料中心業者依照日本資料中心協會發布的「PUE 計測與計算方法指南」計算其 PUE 值，藉此評估能源使用效率，並作為節能管理與改善的依據，並建議資料中心在 2030 年前 PUE 達到 1.4 以下，作為業界提升能源效率和推動節能減碳的目標。

日本經濟產業省於 2025 年發布的《能源白皮書 2025》中指出，「以數位轉型（Digital Transformation, DX）與綠色轉型（Green Transformation, GX）為基礎的能源與產業政策」，強調資料中心在推動數位與綠色轉型中的關鍵作用，政府提出合理布局與地理分散的政策，如圖 12 所示，目前日本約 90% 的資料中心集中於東京與大阪地區，為了提升災害韌性並有效利用地區資源，鼓勵業者將資料中心向其他地區分散設置，同時，政策亦推動加速脫碳能源（包含再生能源與儲能）整備，以確保資料中心能源供應的穩定性並提升能源效率。

²⁴ 日本資料中心協會 JDCC, <https://www.jdcc.or.jp/english/fs.html>

²⁵ 日本經濟產業省, https://www.enecho.meti.go.jp/category/saving_and_new/saving/enterprise/factory/support-tools/

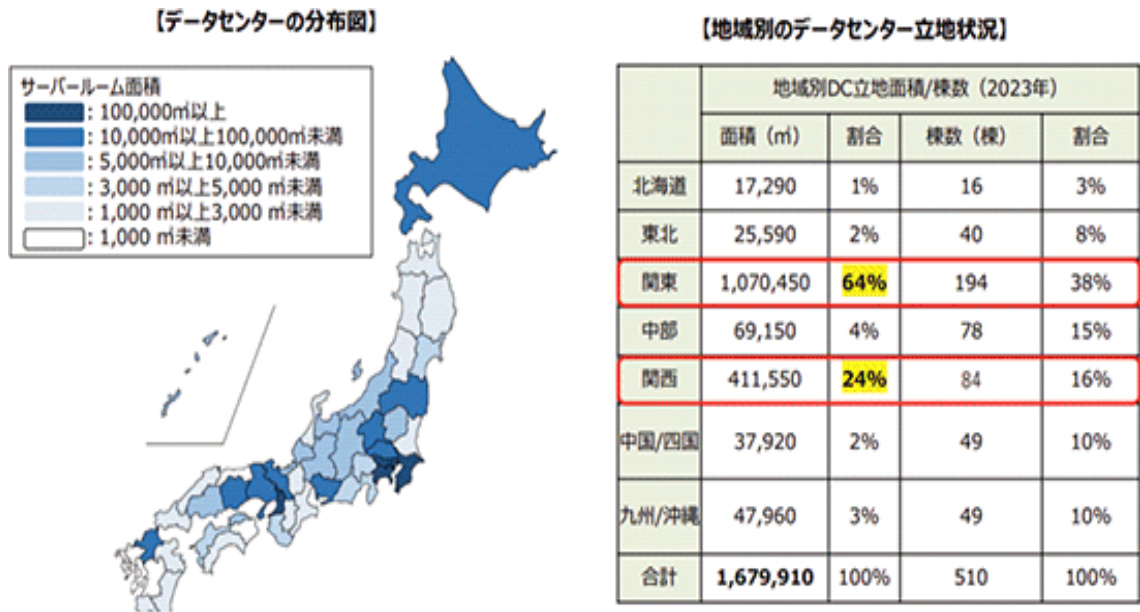


圖 12 日本資料中心分布

(五) 韓國

如圖 13 所示，韓國於 2024 年由韓國資料中心協會發布的調查顯示²⁶，在 2023 年韓國總共有 153 個資料中心(包含私營 85 個與公營 68 個)，有 72.9%的民間資料中心集中於大型都會區，其中有 79.1%的商用資料中心集中於大型都會區，此外預計到 2027 年新建的資料中心數量為 30 個，且未來資料中心數量還會持續增加。

在資料中心導入再生能源計畫部分，韓國政府於 2017 年發布「再生能源 3020 實施計畫」²⁷，計畫中制定了 2030 年將再生能源發電占比提高到 20%的計畫，這項增幅將從 2016 年的 7%提高到 2030 年的 20%，顯示出韓國政府能源政策的核心目標，未來資料中心等所有高耗能產業都必須遵循此方向。

在資料中心技術制度標準部分，韓國的 AI 資料中心標準化合作於 2025 年正式啟動，由韓國電信技術協會 (Telecommunications Technology Association ,TTA) 和韓國電腦產業協會(Korea Computing Industry Association ,KCIA)共同發起「AI 資料中心專家委員會」²⁸，該委員會的目標是針對電力、冷卻、硬體和軟體三大領域進行技術標準化研究，並計畫在 2025 年底前完成初步的趨勢研究，為後續標準制定奠定基礎，目的是為了有效應對 AI 運算帶來的散熱與高

²⁶ 韓國資料中心協會發布了資料中心產業市場及展望報告,<https://www.ddaily.co.kr/page/view/2024070216072478516>

²⁷ 韓國再生能源 3020 實施方

案,https://kesis.keei.re.kr/board.es?mid=a10306000000&bid=0060&act=view&list_no=1336&tag=&nPage=36

²⁸ TTA 和 KCIA 成立 AI 資料中心委員會,https://biz.chosun.com/en/en-it/2025/08/13/4LLB7EKVJNC4NBNAQOPOZI5QUU/?utm_source=chatgpt.com

能耗挑戰，確保 AI 基礎設施的穩定和永續發展。

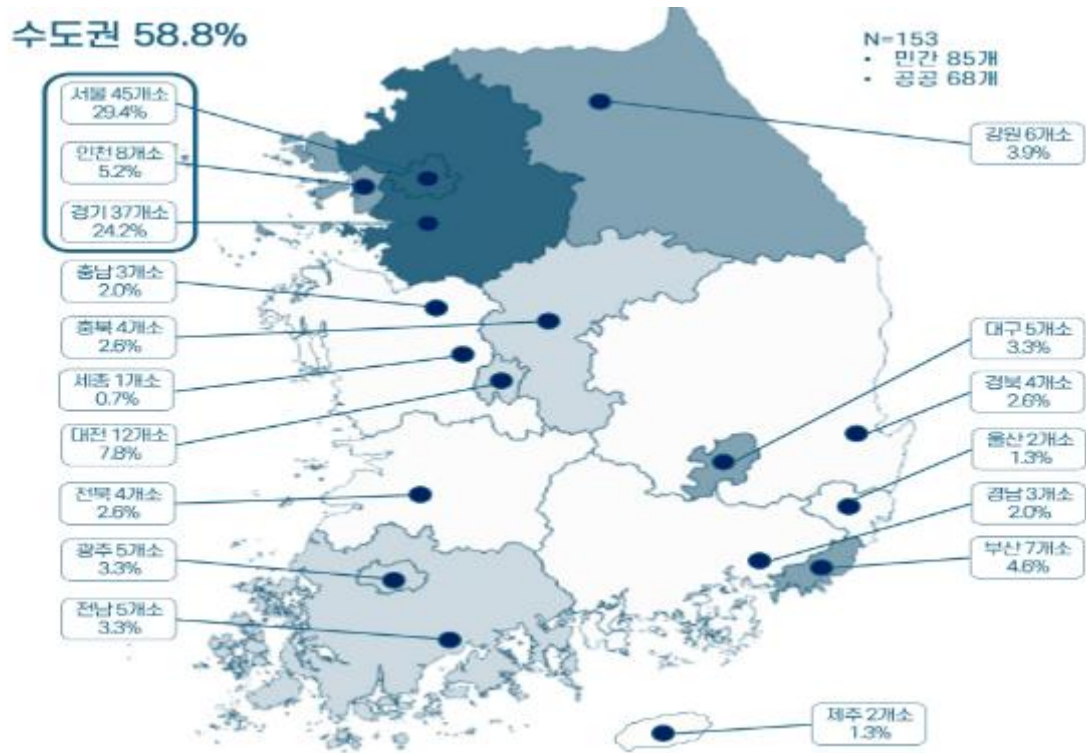


圖 13 韓國資料中心分布

(六) 我國

如圖 14 所示²⁹，我國目前現有資料中心，主要分布於北部，行政院於 2025 年核定於台南沙崙智慧綠能科學城等地興建 AI 運算資料中心，目標在 2026~2029 年間累積 200 PFLOPS 總算力，支撐產官學 AI 應用³⁰，在 PUE 節能政策部分，我國政府明定新建資料中心其 PUE 需控制在 1.6 以下，要求新建資料中心 PUE 必須小於等於 1.6，並將既有資料中心納入節能申報與管理，需定期揭露用電與改善計畫³¹。



圖 14 我國資料中心分布²¹

為因應 AI 與高密度運算需求，我國導入液冷、自然冷卻、模組化 UPS、熱回收與 AI 智慧能源管理等高效散熱與

²⁹Data Center Map ,<https://www.datacentermap.com/taiwan/>

³⁰行政院核定臺南 AI 基建，經發局：規劃金三角產業聚落，
https://www.tainan.gov.tw/news_content.aspx?n=13370&s=8747094&utm_source=chatgpt.com

³¹行政院及所屬各機關資料中心設置作業要點，
https://law.motc.gov.tw/LawContent.aspx?id=FL083280&utm_source=chatgpt.com

節能技術，政府透過補助及成立「高算力系統冷卻實驗室」與英特爾、工研院合作，推動液冷試點與驗證平台，加速技術實證應用³²。

此外，近年進一步吸引多家國際科技巨頭積極投資資料中心建設，推動本地數位基礎設施升級，包含亞馬遜宣布於2025年在台北設立全新亞太區域資料中心³³，Google於彰化建置亞洲規模最大資料中心³⁴，微軟宣布打造首座「台灣北區Azure Region」³⁵，透過這些投資不僅促進我國資料中心產業升級，還推動能源效率及綠能利用，形成國際競爭新優勢。

³² AI加速「冷」革命！經濟部攜手美商英特爾 推廣先進散熱 工研院成立高算力系統冷卻實驗室 一條龍服務接軌國際，

https://www.itri.org.tw/ListStyle.aspx?DisplayStyle=01_content&MGID=112122814481929339&MmID=1036276263153520257&SiteID=1&utm_source=chatgpt.com

³³ Amazon to invest over \$5 billion in new AWS region in Taiwan, <https://www.reuters.com/business/retail-consumer/amazon-invest-over-5-billion-new-aws-region-taiwan-2025-06-06/>

³⁴ Google buys stake in Taiwan solar power firm owned by BlackRock <https://www.reuters.com/sustainability/climate-energy/google-buys-stake-taiwan-solar-power-firm-owned-by-blackrock-2024-07-01/>

³⁵ Microsoft Azure's Data Center Locations: Regions and Availability Zones, <https://dgtlinfra.com/microsoft-azure-data-center-locations/>

三、伺服器散熱技術

(一) 氣冷散熱

如圖 15 所示³⁶，伺服器的氣冷（Air Cooling）散熱技術是目前最常見的散熱方式之一，主要依靠風扇產生的氣流，將冷空氣導入散熱鰭片間，使熱空氣經由對流帶走，並排出伺服器機櫃，伺服器機櫃與機房需具備良好的前進後出風設計，確保冷熱空氣不混流，提高散熱效率，以維持元件在安全運作溫度。

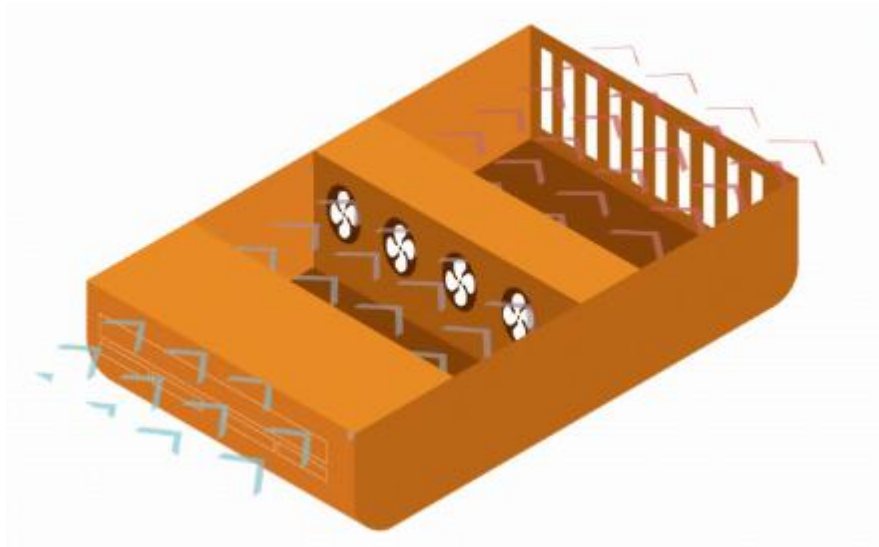


圖 15 氣冷散熱²⁸

³⁶ AIR COOLING, <https://2crsi.com/air-cooling>

(二) 液冷單相散熱

如圖 16 所示³⁷，液冷單相散熱(Single-Phase Liquid Cooling)是指冷卻液(水或混合液體)在整個冷卻循環過程中不發生相變(不蒸發)，主要透過液體的高熱容與導熱效率進行熱交換，其散熱原理為 AI 運算單元運作時(如 GPU/CPU)產生大量熱能，熱能接觸到安裝於其表面的冷板，冷板內部有水道，與冷卻液直接接觸，冷卻液在冷板內流動，吸收元件的熱量，液體溫度升高，但仍維持液態，加熱後的液體被泵送到熱交換器(如冷排或機房水冷系統)中降溫，冷卻後的液體再流回冷板，形成閉路循環。

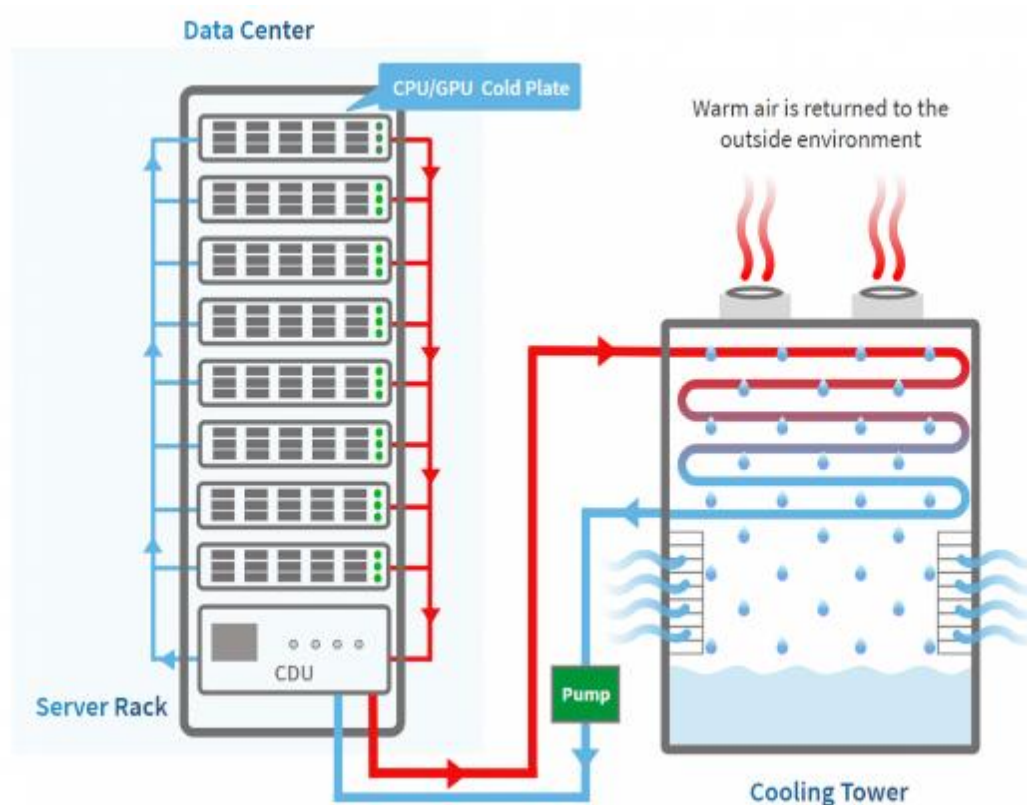


圖 16 液冷單相散熱²⁹

³⁷ Data Center Cooling Solutions, <https://aquaskyplus.com/news-detail.php?sid=166&cid=2&page=1&lang=en>

(三) 液冷相變散熱

如圖 17 所示³⁸，液冷相變散熱技術(又稱雙相液冷技術，Two-Phase Liquid Cooling)，是一種透過冷卻液在吸熱後發生「液-氣相變」來達成高效散熱的技術，其核心原理是：當冷卻液與伺服器元件（如 GPU、CPU）表面的冷板接觸時，吸收熱能使液體達到沸點後蒸發成氣體，進而快速帶走大量潛熱，蒸發後的氣體會被導引至冷凝器或冷排，冷凝器透過與低溫冷卻水或空氣交換熱能，使氣體再次凝結為液體，回流到冷板區域，形成一個封閉的循環系統。

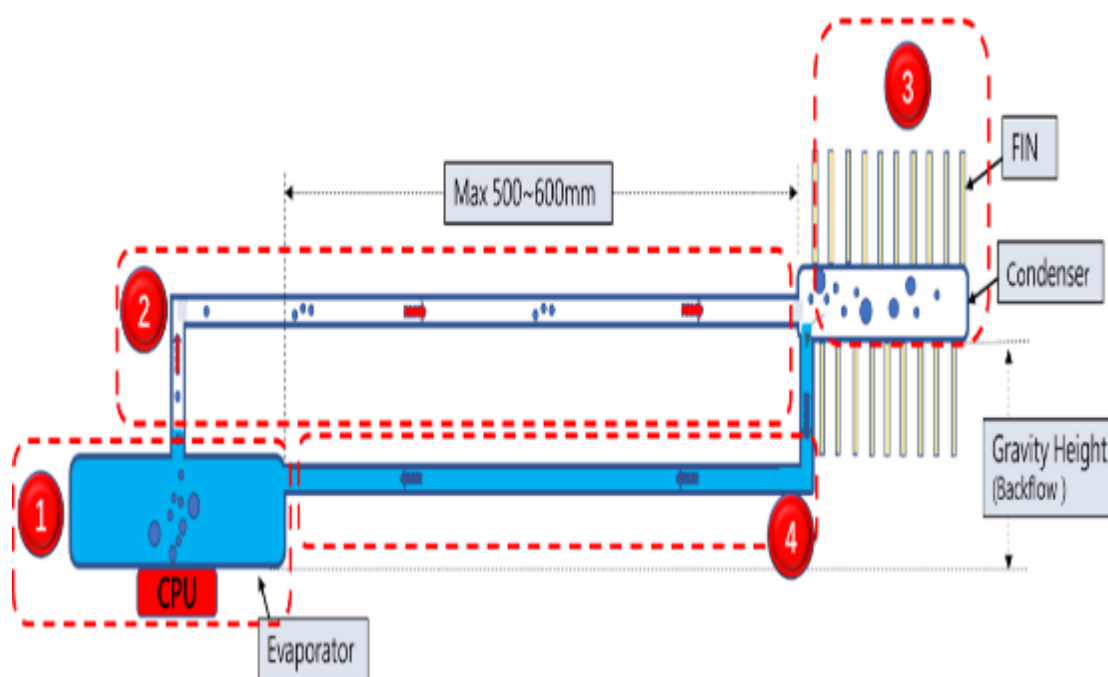


圖 17 液冷相變散熱³⁰

³⁸高速運算電子系統之散熱系統及零組件, <https://www.tycooling.com/service/2>

(四) 浸沒式單相散熱

如圖 18 所示³⁹，伺服器的浸沒式單相散熱技術（Single-phase Immersion Cooling）是近年來針對高熱密度 AI 運算需求所發展出的高效能冷卻方式之一，原理是指將整台伺服器直接浸入絕緣冷卻液體中，透過液體吸收熱量再循環降溫，但冷卻液在過程中不會氣化，散熱流程為伺服器元件發熱（GPU、CPU、記憶體）等元件產生大量熱能，元件完全浸泡在具高導熱能力的絕緣液體中（如礦物油或氟碳液），液體直接吸收其表面熱能，加熱後的冷卻液被泵送至外部熱交換器（如水冷排）中降溫，降溫後的液體再回到浸沒槽中，持續與伺服器接觸吸熱，形成封閉循環。

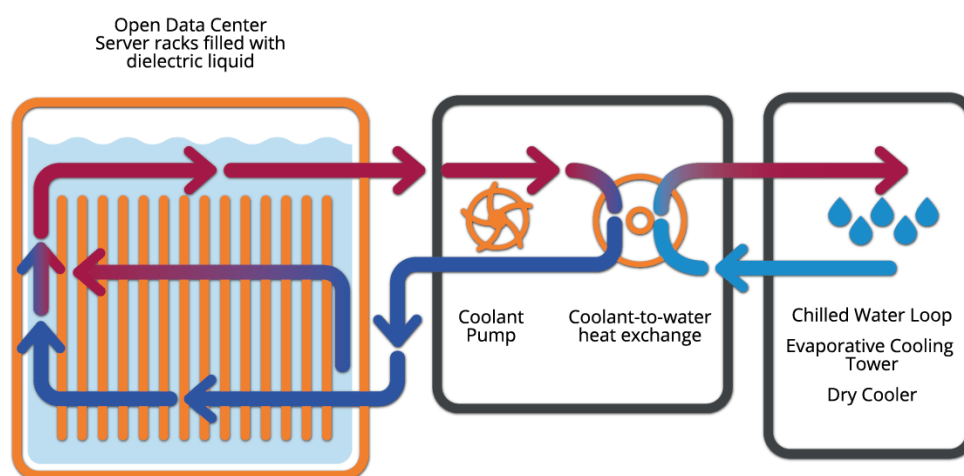


圖 18 浸沒式單相散熱³¹

³⁹ SINGLE PHASE IMMERSION COOLING SYSTEM, <https://2crsi.com/single-phase-immersion-cooling>

(五) 浸沒式相變散熱

如圖 19 所示⁴⁰，伺服器的浸沒式相變散熱技術，也稱為雙相浸沒式液冷（Two-phase Immersion Cooling），特別針對超高熱功率與高密度 AI 運算設計，它融合了「浸沒式液冷」與「相變冷卻」兩種核心技術，其原理為伺服器完全浸泡於特殊冷卻液體中發熱元件(GPU、CPU、記憶體)運作時釋放熱能，直接與冷卻液接觸，使液體在元件表面沸騰產生氣泡(液→氣)，液體汽化時吸收大量潛熱，能快速帶走熱量，氣體上升至冷凝器（位於浸沒槽上方），氣體降溫後冷凝為液體（氣→液），釋放熱量至冷卻水系統，冷凝後的液體滴回槽內，再次浸泡伺服器，形成被動式自然循環冷卻系統。

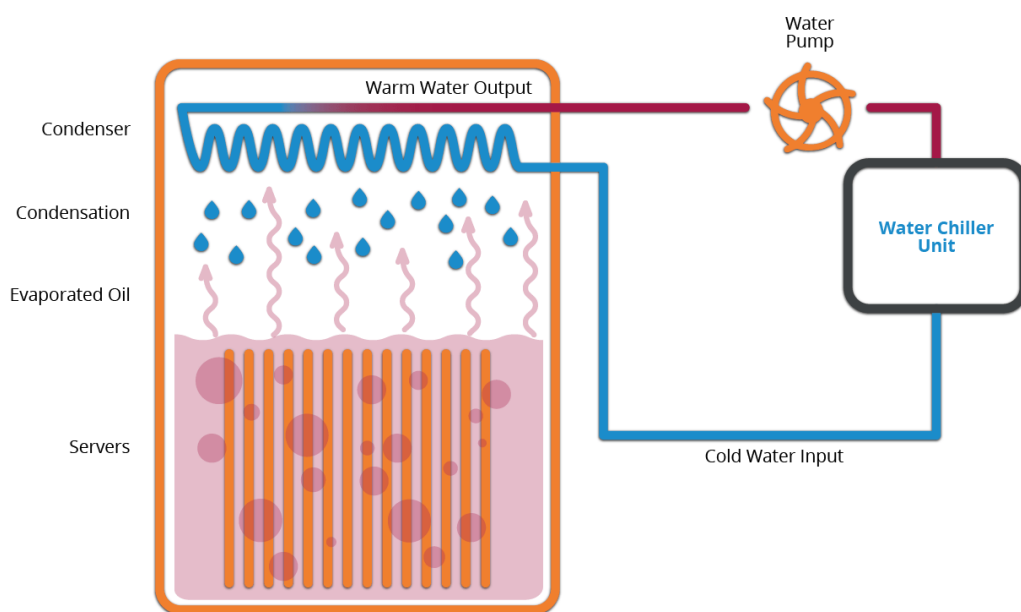


圖 19 浸沒式相變散熱³²

⁴⁰ TWO PHASE IMMERSION COOLING SYSTEM, <https://2crsi.com/two-phase-immersion-cooling>

參、專利檢索及分析方法

一、專利檢索與分析流程

本次專利檢索與分析流程，如圖 20 所示，在進行專利檢索之前，確認好本次分析主題，團隊預先收集與主題相關的文獻及專利進行技術拆解，進而擬定相關的關鍵字/詞組與 IPC，並選定適合的資料庫與設定檢索區間，進而取得檢索結果，對檢索結果仍需進行多次判定與調整，若檢索結果符合或與分析主題已取得高度相關，則開始進行人工整理及篩選，若檢索結果不符合或嚴重偏離分析主題，則回到步驟 2 修正檢索策略，直到檢索結果能與分析主題貼合。

確認專利檢索結果與分析主題相符後，專利資料經由人工判讀整理與篩選，並將專利資料依據技術手段及應用領域進行分類，之後再對資料進行專利分析，專利分析包含全球專利案件趨勢分析、主要 IPC 分析、專利地區分析、前二十大專利權人分析、技術生命週期、申請人類型、申請人影響力分析等，透過前述分析繪製成矩陣圖/趨勢圖表，進而提供我國企業快速瞭解分析主題之主要申請人/競爭者、技術熱點與未來趨勢等重要的專利資訊，並從各技術應用中挑選出代表性的專利以供參考，最後再製作成書面報告。

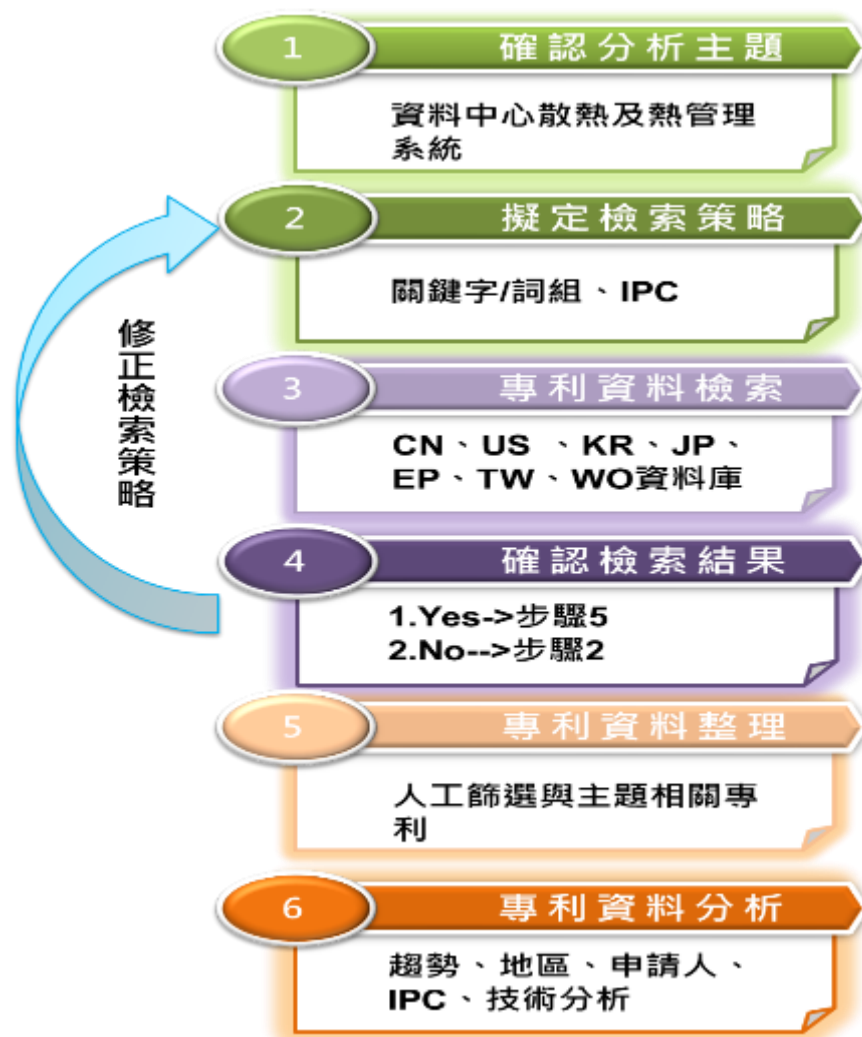


圖 20 專利檢索與分析流程

二、專利檢索策略

(一) 確認分析主題

生成式 AI 應用領域的擴大，資料中心的運算效能逐年增加，同時達到區域電網的穩定，世界各國資料中心政策發展已朝向提升 PUE 效能，因此，如何透過增進資料中心冷卻系統的效能，以達到資料中心朝向高算力與節能化，係本次報告的主要分析目標，透過專利檢索與分析以了解專利技術的發展趨勢，藉以提供我國企業未來技術布局與發展之參考。

(二) 擬定檢索策略、專利檢索及資料整理

檢索前，先針對資料中心的主要熱源進行技術拆解，首先資料中心冷卻系統主要針對伺服器與資料中心環境進行散熱及熱管理，因此，將資料中心與伺服器結合氣冷或液冷之關鍵字或衍生詞，透過我國 GPSS 資料庫進行初步檢索，檢索後初步判讀與資料中心冷卻相關之專利文獻 IPC 係明顯集中在 H05K、G06F 中。

透過前述搜尋的 IPC 分類號，並結合資料中心與伺服器之相關同義詞/衍生字，以及氣冷、液冷或熱管理之相關同義詞/衍生字，作為本次報告之檢索策略，檢索區間為 2015 年 1 月 1 日至 2024 年 12 月 31 日之公開/公告專利案(後稱公開案)，使用資料庫為 DI 資料庫，檢索地區為美國(US)、中國大陸(CN)、歐洲專利局(EPO)、日本(JP)、韓國(KR)、世界智慧財產組織(WIPO，後稱 WO)及我國(TW)，本次報告擬定之檢索策略如表 1 所示。

表 1 資料中心關鍵零組件之檢索策略

資料中心、伺服器散熱及熱管理	
檢索策略	依據資料中心主要熱源，包含資料中心環境及伺服器，並結合 <u>氣冷、液冷與熱管理</u> 相關之關鍵字與 IPC 分類號檢索
檢索區間	2015/01/01~2024/12/31
檢索地區	CN、US、EPO、JP、KR、WO 及 TW
檢 索 資 料 庫	Derwent Innovation、全球專利檢索系統 (GPSS)
關鍵字/分類號	
關鍵字	(Data Center or Server) / (cool* or Heat management or thermal management) / (liquid or phase or flow or fluid or immersion) / (fan or air) 等其他同義字詞及衍生詞
分類號	H05K、G06F

透過前述檢索策略進行專利檢索後，再將專利檢索結果進行人工整理及閱讀，並篩選出與本次分析主題相關之專利家族為 8,449 案。

肆、資料中心散熱及熱管理之專利綜合分析

本章將資料中心散熱及熱管理相關之專利家族案(8,449案)進行綜合趨勢分析，分析內容包含全球專利公開趨勢、生命週期分析、國家/地區專利統計及趨勢、IPC 統計及趨勢、國家/地區申請人影響力、申請人類型統計及趨勢、全球前二十大申請人統計、趨勢分析，以及布局國家/地區分析。

一、全球專利公開趨勢分析

本節將專利家族 8,449 案繪製成 2015~2024 年的公開趨勢圖，並結合年增率等數據，觀察成長率的變化。

本次全球專利趨勢分析如圖 21 所示，資料中心散熱及熱管理之專利，在過去十年中公開的家族案呈現明顯的成長趨勢，整體複合年增率（Compound annual growth rate，後稱 CAGR）為 17%，其中由成長趨勢線可發現專利家族的發展趨勢呈現四個階段期，首先第一階段成長期在 2016~2018 年，此階段家族案數量從 392 件成長到 550 件，家族案年增率在 2~26%之間，此階段可明顯看出專利家族案件與年增率趨勢皆穩定成長，來到了 2019 年家族案數量仍有 528 件的表現，但是年增率呈現負成長，推測受中美貿易戰的影響，導致全球供應鏈的轉移重組⁴¹，因此在 2019 年為成長停滯期；再來觀察第二階段成長期在 2020~2021 年，此階段家族案數量成長到 775 件，甚至 2020 年的年增率來到近十年最高的 47%，推測應受到新冠疫情影響，由於企業與學校有雲端工作、遠距上班及學習等需求，進而帶動伺服器產業成長⁴²；最後觀察第三階段成長期 2022~2024 年，在 2022 年專利家族數量單年度突破千件，來到 1,149 件，到了 2024 年家族案數量更進

⁴¹ 國際新局勢下台商供應鏈之調整與影響,北美智權報,<https://naipnews.naipo.com/17340>

⁴² 新冠肺炎疫情衝擊 ICT 產業，伺服器、網通產品逆勢成長,北美智權報,
https://www.naipo.com/Portals/1/web_tw/Knowledge_Center/Industry_Economy/IPNC_200415_0706.htm

一步成長到 1,878 件，近三年年增率在 27~32%之間，推測應為生成式 AI 的浪潮帶動高階 AI 伺服器的需求，進而導致專利數量有爆發性的提升。

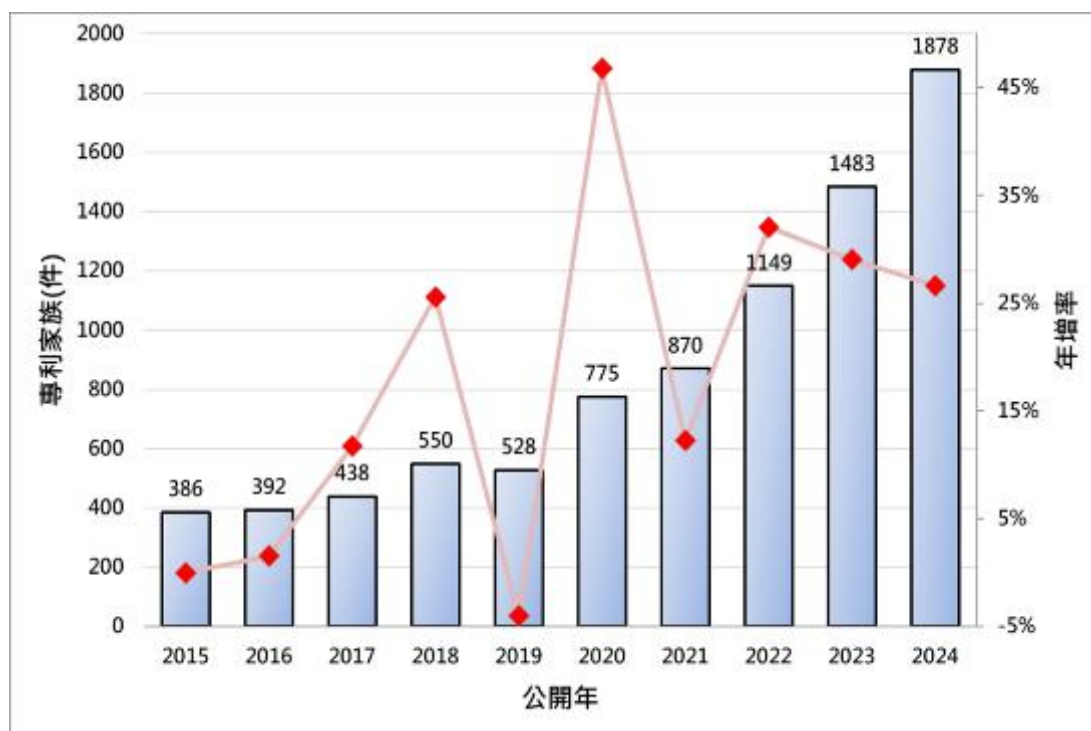


圖 21 全球專利趨勢分析

二、技術生命週期趨勢分析

本節將對資料中心散熱及熱管理之相關專利案的生命週期進行分析，主要係透過歷年專利家族的數量與專利權人數量所繪製，藉以瞭解該分析主題的專利技術的生命週期發展階段，在技術生命週期理論曲線可分為四個階段，大致可分為萌芽期、發展期、成熟期及衰退期。

本次資料中心散熱及熱管理技術之全球專利權人與專利數量透過技術生命週期分析如圖 22 所示，在全球專利第一階段成長期從 2016 至 2018 年間專利權人與專利家族數量係呈現穩定遞增的趨勢，代表技術正處於成長期之階段，在但是到了 2019 年第一次出現專利數量與專利權人數負成長現象，全球專利第二階段成長期從 2020 年開始，專利權人數量突破 450 人之規模，到了 2024 專利權人數量成長達到了約 750 人，可見在第二階段成長期開始，專利數量與專利權人數皆呈現快速增長趨勢，代表有更多企業大量投入在資料中心散熱及熱管理之技術，因此，綜合過去十年之技術生命週期仍處於發展期的階段。

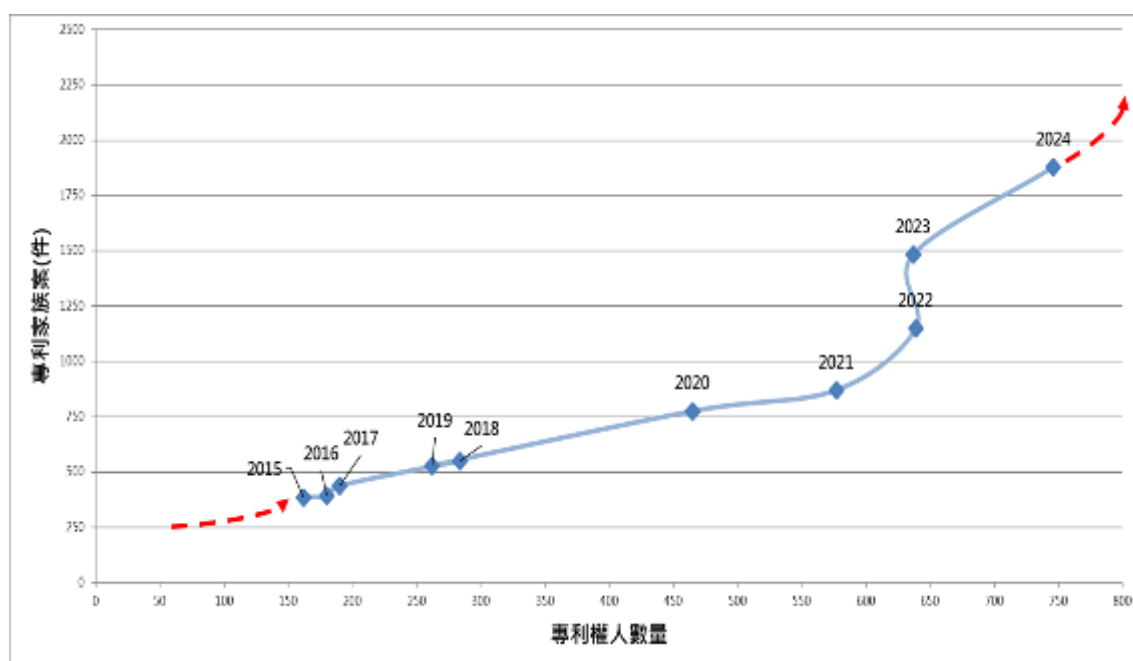


圖 22 技術生命週期分析

三、國家/地區專利統計及趨勢分析

本節有關國家/地區專利公開統計及趨勢分析，係將專利家族案進一步拆解分散在主要國家/地區專利局的專利公開情形，並繪製成逐年的公開趨勢，藉以瞭解資料中心散熱及熱管理技術的國家/地區分布，其中國家/地區包含 CN、US、JP、KR、TW、EPO 及 WO。

(一) 國家/地區專利統計

本次國家/地區近十年專利公開統計如圖 23 所示，統計時間為 2015 至 2024 年，專利公開案國家/地區排名依序為 CN、US、WO、JP、EPO、TW 及 KR，可明顯看出單一國家/地區公開專利數量最多的國家/地區是 CN，占比約 53%，其中 CN 發明專利數量為 3,942 件，占比約 34%，新型專利數量為 2,245 件，占比約 19%；其次是 US，占比約 22%，最少的是 KR，占比約 3%。

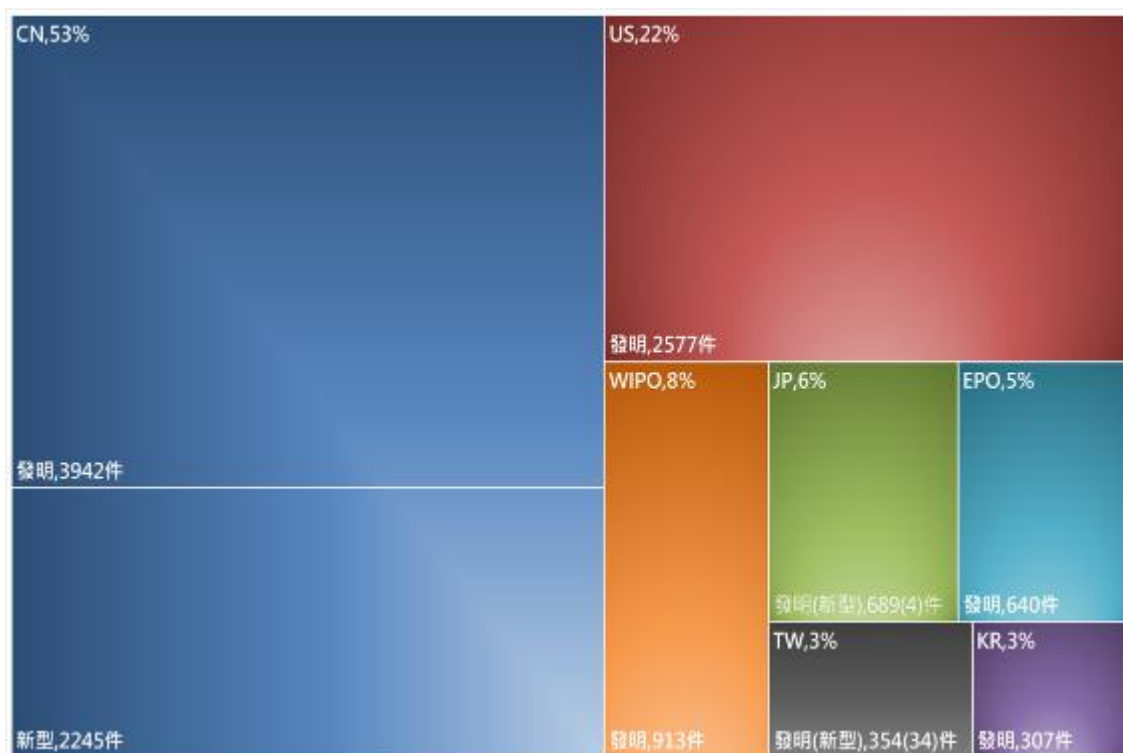


圖 23 國家/地區專利統計

(二) 國家/地區專利趨勢

國家/地區專利公開趨勢如圖 24 所示，CN 專利近十年年均複合成長率(Compound Annual Growth Rate，簡稱 CGAR)為 25%；US 專利近十年 CGAR 為 11%；JP 專利近十年 CGAR 為 2%；KR 專利近十年 CGAR 為 13%；EPO 專利近十年 CGAR 為 19%；WO 專利近十年 CGAR 為 19%；TW 專利近十年 CGAR 為 12%，可明顯看出全球主要國家/地區專利公開趨勢皆呈現成長趨勢。

在 2015 至 2018 年，只有 CN 專利呈現穩定成長，專利件數從 161 件成長至 351 件，其他國家/地區專利在此區間專利數量無明顯成長變化，對比圖 21 全球專利趨勢分析圖可發現，在 2016~2018 全球第一階段成長期應受 CN 專利趨勢成長有關。

在 2020 至 2024 年，CN 專利公開呈現明顯快速成長的趨勢，專利數量從 574 件成長至 1,491 件；US 專利成長期在 2022 至 2024 年，專利數量從 245 件成長至 568 件；其他國家/地區專利數量成長期明顯集中於 2023、2024 年，推測應與生成式 AI 浪潮有關，導致全球國家/地區開始布局相關專利。

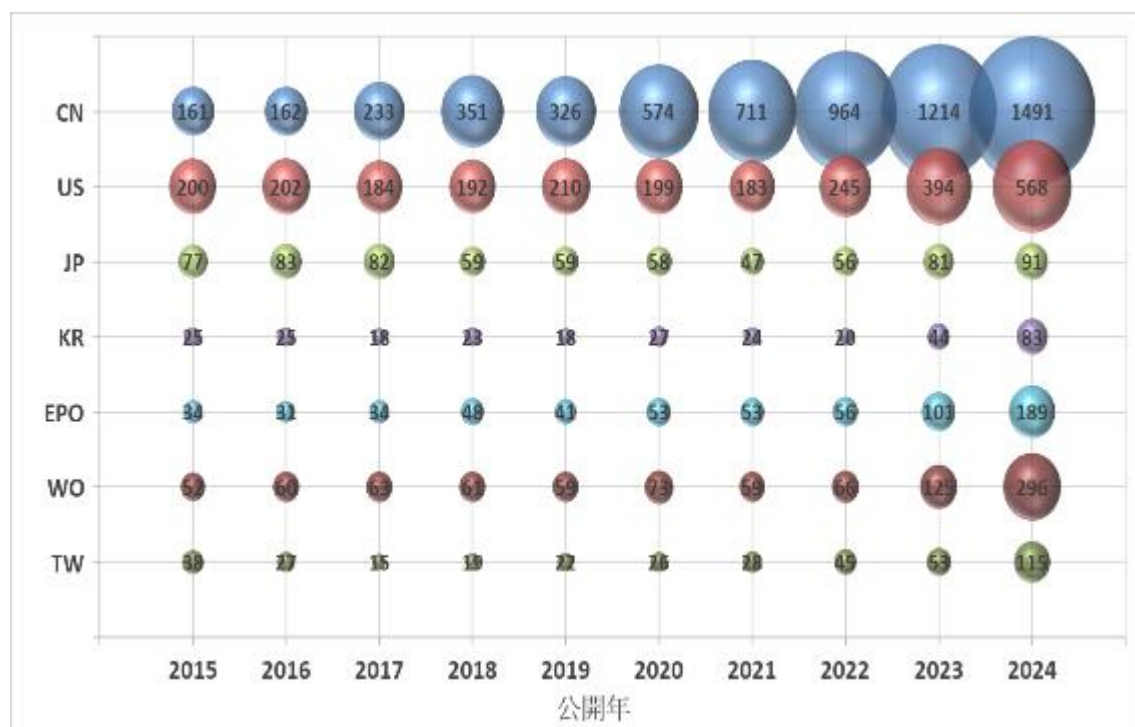


圖 24 國家/地區專利公開趨勢分析

四、IPC 統計及趨勢分析

本節 IPC 趨勢及綜合分析中，係將專利家族統計主要三、四階 IPC，並從中建立三階 IPC 逐年趨勢圖，藉以瞭解散熱及熱管理專利的 IPC 趨勢與分布。

(一) IPC 三、四階分類號統計

IPC 三、四階分類號統計分析如圖 25 所示，統整近十年專利家族案之主要 IPC 分類號案件數量，三階 IPC 案件數量依序為 H05K(電氣設備外殼或結構,65%)、G06F(電子數位資料處理之零部件,35%)，其中四階 IPC 案件數量依序為 H05K0007(電氣設備通用的結構零部件)、G06F0001(電子數位資料處理結構零部件)、H05K0005(用於電氣設備之機殼，箱櫃或拉屜)及、G06F0011(電子數位資料處理之監控)。

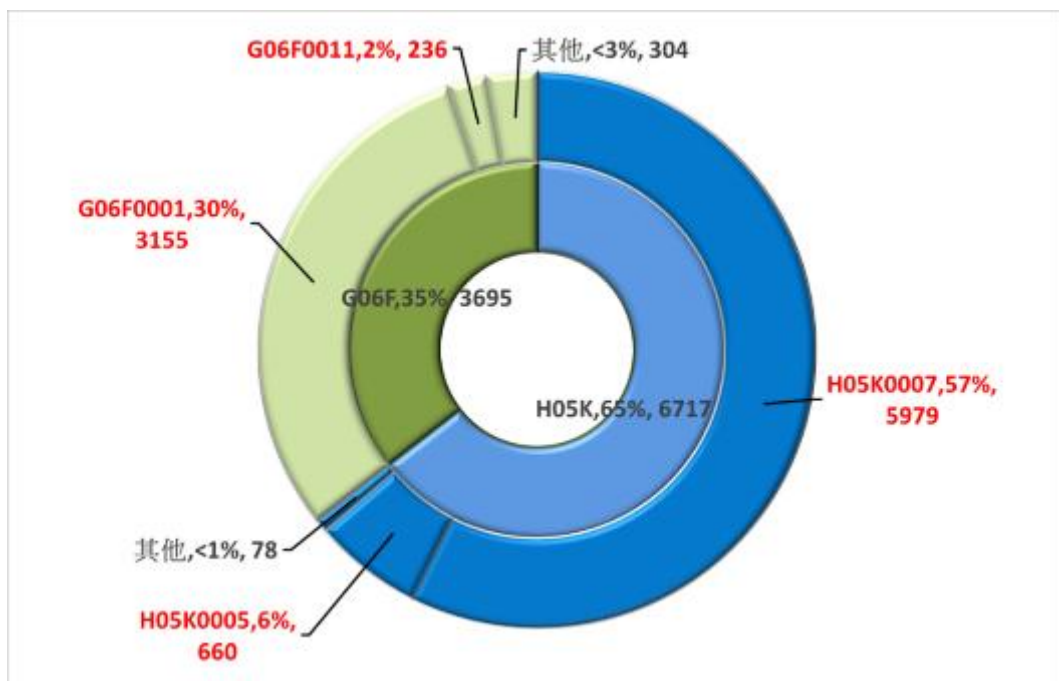


圖 25 IPC 統計

(二) IPC 三階分類號趨勢

IPC 三階分類號趨勢圖如圖 26 所示，觀察 H05K(電氣設備外殼或結構)成長趨勢，對比圖 21 全球專利趨勢可發現，兩者成長趨勢相同，同樣在 2015~2018 階呈現專利穩定成長，2019 同樣產生專利數量衰退負成長，2020~2021 年有明顯性成長趨勢，2022~2024 年出現爆發性成長趨勢，近十年 CGAR 為 17%；觀察 G06F 成長趨勢發現從 2017 開始，專利數量皆呈現穩定成長趨勢至今，近十年 CGAR 為 13%。

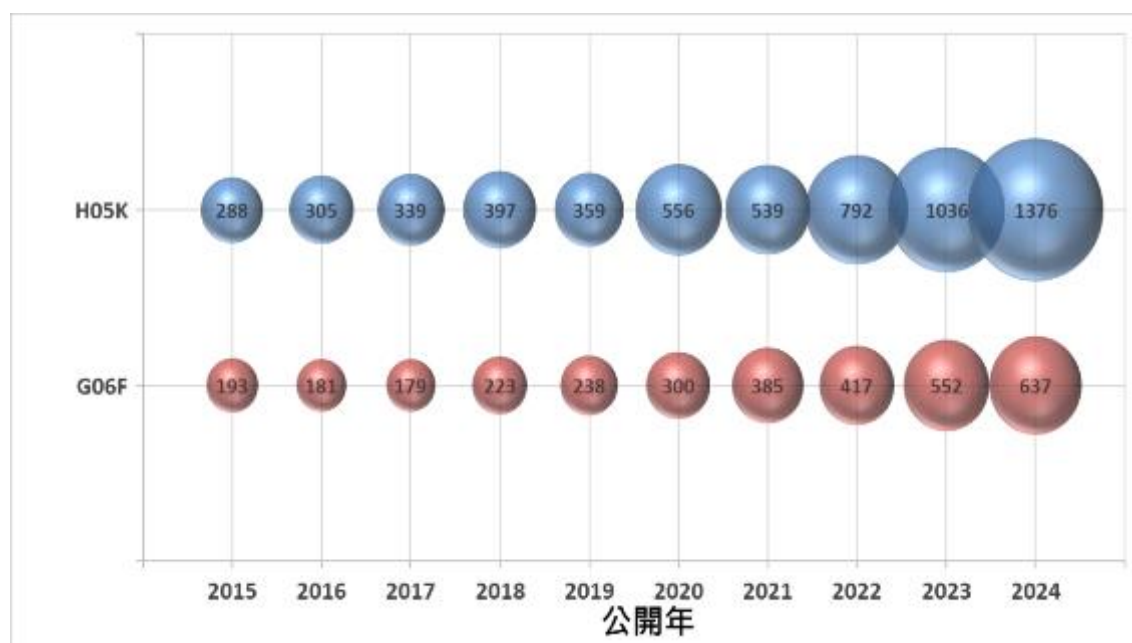


圖 26 IPC 趨勢

五、國家/地區申請人影響力分析

本節國家/地區申請人影響力分析中，將專利家族拆解後，觀察主要國家/地區的申請人之相關專利在向外地區布局的統計及全球專利分布情形。

主要國家/地區的申請人向所屬地區外專利布局統計情形如圖 27 所示，CN 申請人布局原地區的專利，約占 91%，布局地區外的專利，約占 9%；US 申請人布局原地區的專利，約占 46%，布局地區外的專利，約占 54%；JP 申請人布局原地區的專利，約占 30%，布局地區外的專利，約占 70%；KR 申請人布局原地區的專利，約占 71%，布局地區外的專利，約占 29%；EU 申請人布局原地區的專利，約占 38%，布局地區外的專利，約占 62%；TW 申請人布局原地區的專利，約占 22%，布局地區外的專利，約占 78%；觀察中發現 JP、EU、TW 的國家/地區申請人會積極將技術朝向其他地區進行專利布局。

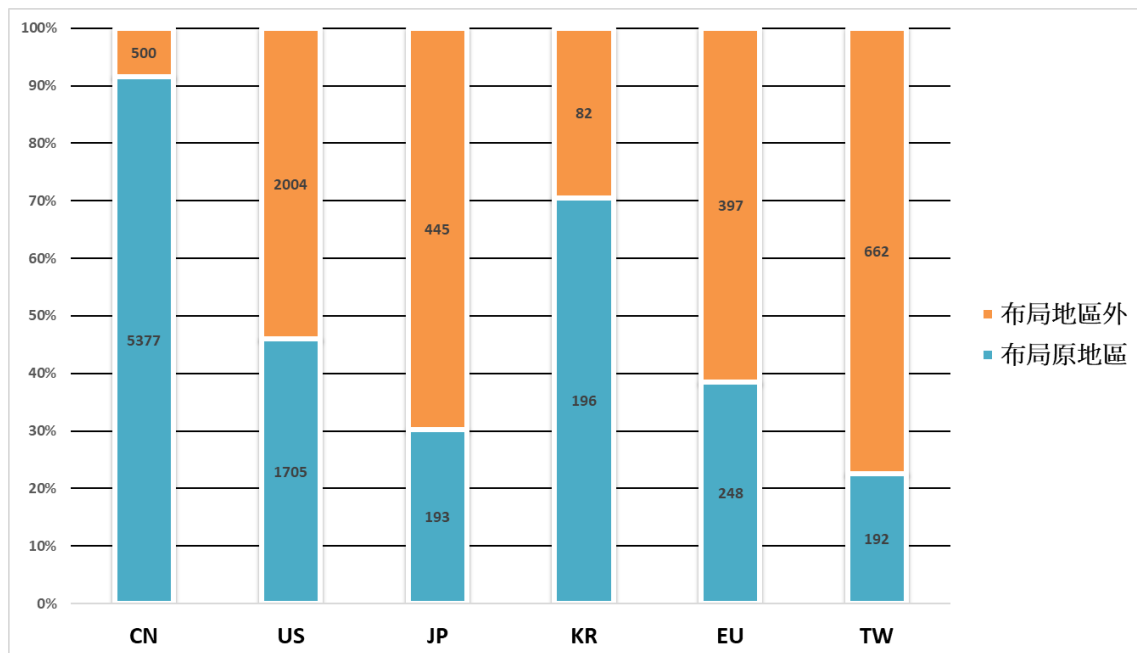


圖 27 國家/地區的申請人專利布局統計

申請人在各國家/地區的專利布局影響力如圖 28 所示，CN 申請人主要專利地區為 CN(5,377)，其次為 US(223)；US 申請人主要專利地區為 US (1,705)，其次依序為 CN(824)、EU(497)、TW(123)及 JP(106)；JP 申請人主要專利地區為 JP (193)，其次依序為 US(159)、EU(81)及 CN(69)；KR 申請人主要專利地區為 KR (196)；EU 申請人主要專利地區為 EU (248)，其次依序為 US(147)及 CN(85)；TW 申請人主要專利地區為 CN (345)，其次依序為 US(220)及 TW(192)；觀察中發現除了 KR 申請人外，其他國家/地區申請人皆在 CN、US 布局一定數量的專利；TW 申請人在 CN、US 布局的專利數量皆高於在原地區的專利數量，顯示出 TW 申請人積極布局於 CN 及 US。

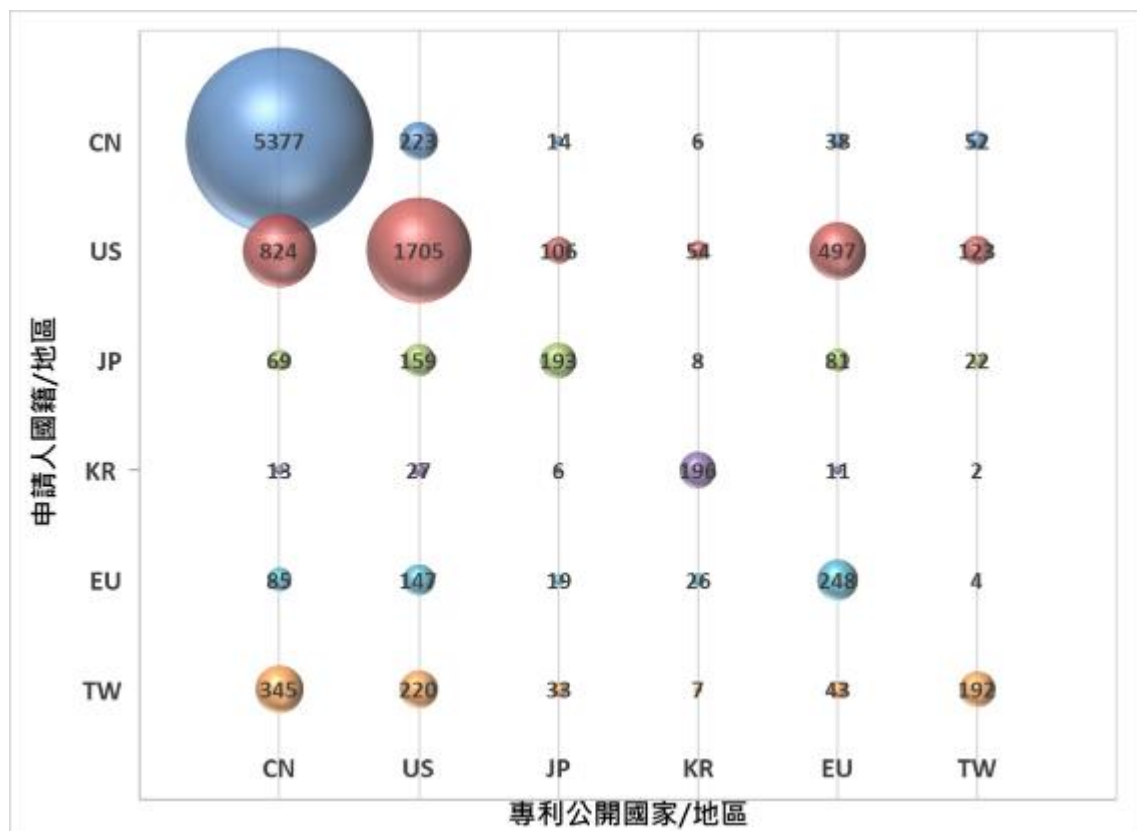


圖 28 申請人在各國家/地區影響力

六、申請人類型統計及趨勢分析

本節申請人類型統計及趨勢分析中，係將專利家族申請人類型區分成公司、學校及研究機構、個人及合作，並將其繪製成統計及趨勢圖，藉以瞭解全球專利申請人的類型分布與趨勢。

(一) 申請人類型統計

申請人類型統計分析如圖 29 所示，可明顯看出資料中心散熱及熱管理之專利主要專利申請人類型為公司，計有 7,546 件，占比 89%，其次申請人類型是學校及研究機構，計有 548 件，占比 6%，第三名申請人類型是個人，計有 311 件，占比約 4%，數量最少的申請人類型則是合作，計有 42 件，占比約 1%，顯見目前主要專利申請人掌握在公司的申請人類型。

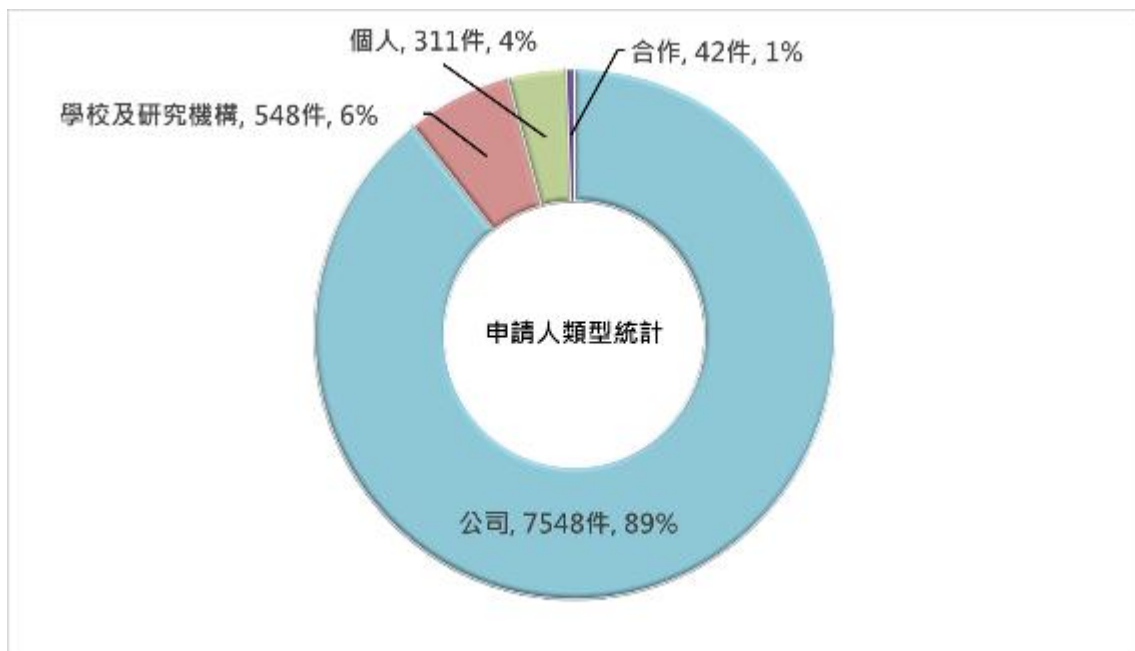


圖 29 申請人類型統計

(二) 申請人類型趨勢

申請人類型趨勢分析如圖 30 所示，公司的申請人類型，其專利數量從 343 件成長至 1,721 件，其 CGAR 約為 18%，其主要成長期在 2015~2018 年的穩定成長以及 2020~2024 年的爆發性成長；學校及研究機構的申請人類型，其專利數量從 16 件成長至 118 件，其 CGAR 約為 22%，在 2020~2024 年以後有明顯性的成長；個人的申請人類型，其專利數量從 26 件成長至 25 件，其 CGAR 趨近於 0%，在 2020~2022 年有明顯成長，近年專利公開數量明顯衰退；合作的申請人類型，其專利數量從 1 件成長至 14 件，其 CGAR 約為 30%，2015~2021 年未有明顯專利趨勢，近三年才有明顯專利公開數量成長。

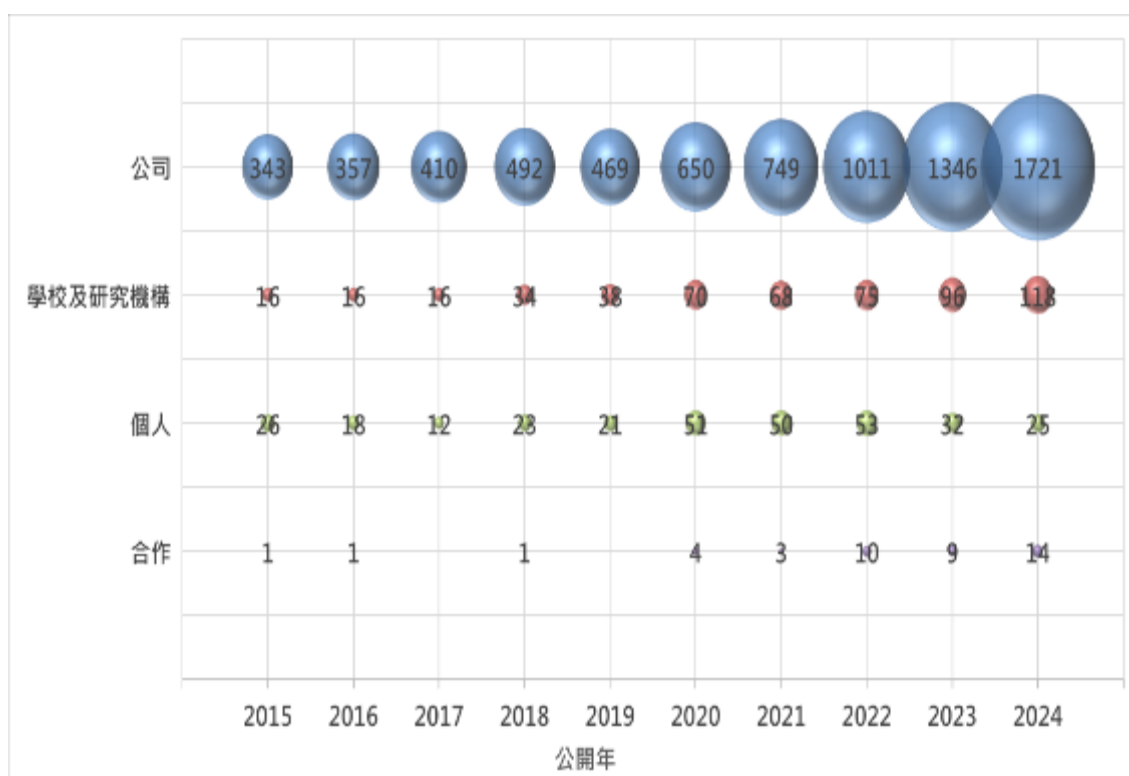


圖 30 申請人類型趨勢

綜上所述，資料中心散熱及熱管理之專利在近十年中，以公司類型的申請人占有專利成長強度動能，對比全球專利

公開趨勢明顯可以得知，因此受惠於公司的積極地投入申請專利導致全球的專利成長。

七、全球前二十大申請人統計及趨勢分析

在本節全球前二十大申請人統計及趨勢分析中，係將專利家族案進一步拆解後統計全球前二十大申請人，並繪製前二十大申請人近十年的專利統計、趨勢及地區分布圖，藉以觀察主要申請人在資料中心散熱與熱管理技術投入的專利布局與趨勢變化，其中前二十大請人近十年公開專利數量為 2,694 件，占全球專利數量的 32%。

(一) 前二十大申請人專利統計

前二十大申請人統計分析如圖 31 所示，依照申請人專利數量排序，觀察中發現，專利持有最多的申請人浪潮集團專利數量為 691 件，約是第二名的數量 2.5 倍，前二十大申請人專利數量中，CN 申請人專利數量的占比約 48%。

從前二十大申請人國籍統計發現，US 申請人占 40%(8/20)；CN 申請人占 30%(6/20)；TW 申請人占 15%(3/20)；JP 申請人占 10%(2/20)；EU 申請人占 5%(1/20)，顯示出 US 具有較多申請人投入在資料中心散熱及熱管理技術領域。

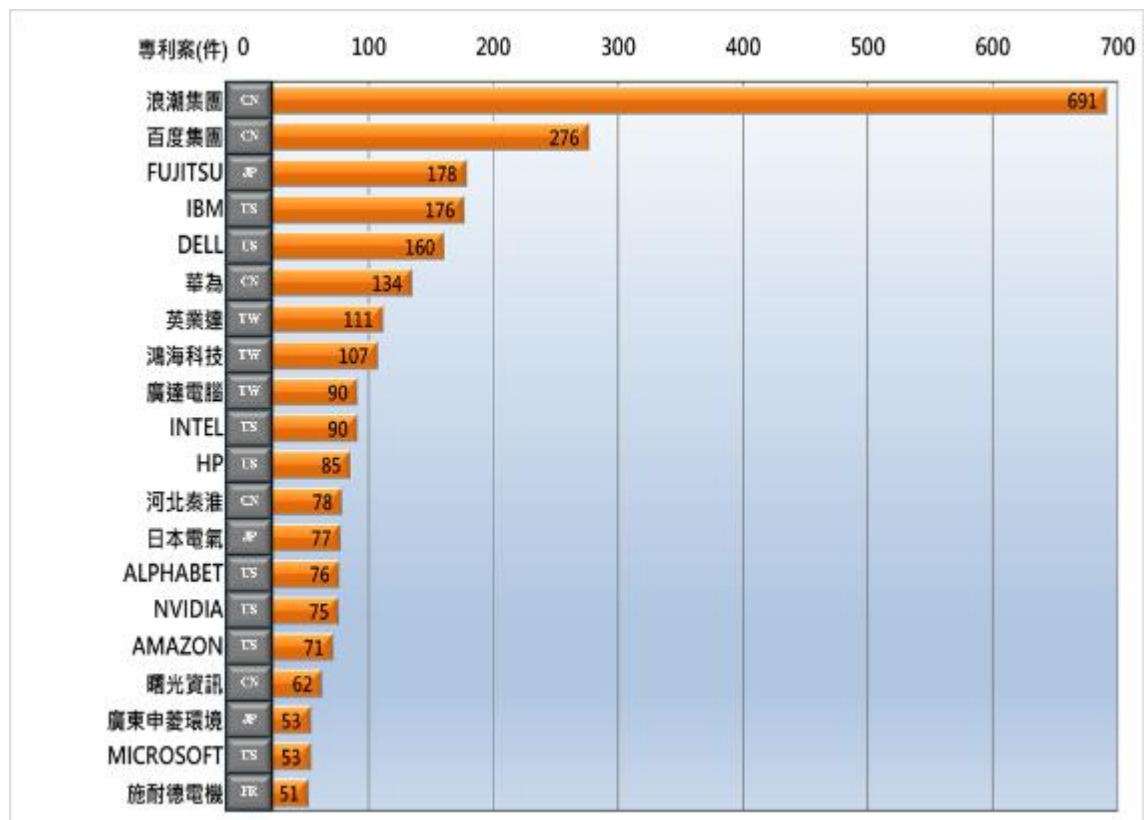


圖 31 前二十大申請人統計

(二) 前二十大申請人專利趨勢

前二十大申請人趨勢分析如圖 32 所示，本節係將前二十大申請人依國別排列，並統計近十年的專利家族公開趨勢圖，其分析內容如後：

1、 CN 申請人：六家企業具有一定數量的專利，其中浪潮與百度，在 2015 至 2024 年，專利趨勢有明顯的成長趨勢，而華為及河北秦淮這兩家企業在 2022 年後專利才有明顯增加，曙光資訊與廣東申菱未發現專利數量有成長趨勢。

2、 JP 申請人：二家企業具有一定數量的專利，惟專利公開數量近年有降低的趨勢。

3、 US 申請人：八家企業具有一定數量的專利，其中 Intel 和 Nvidia 這兩家企業在 2022 年後專利有出現明顯成長趨勢，其他企業專利公開趨勢未出現明顯變化。

4、 TW 申請人：三家企業具有一定數量的專利，廣達電腦在 2021 年後專利有出現明顯成長趨勢，英業達在 2022 年後專利有出現明顯成長趨勢，鴻海科技在 2015~2021 專利趨勢呈現下降趨勢，但到 2022 年後專利趨勢出現明顯成長。

5、 EU 申請人：逐年皆有一定數量專利，但並未發現明顯專利成長趨勢。

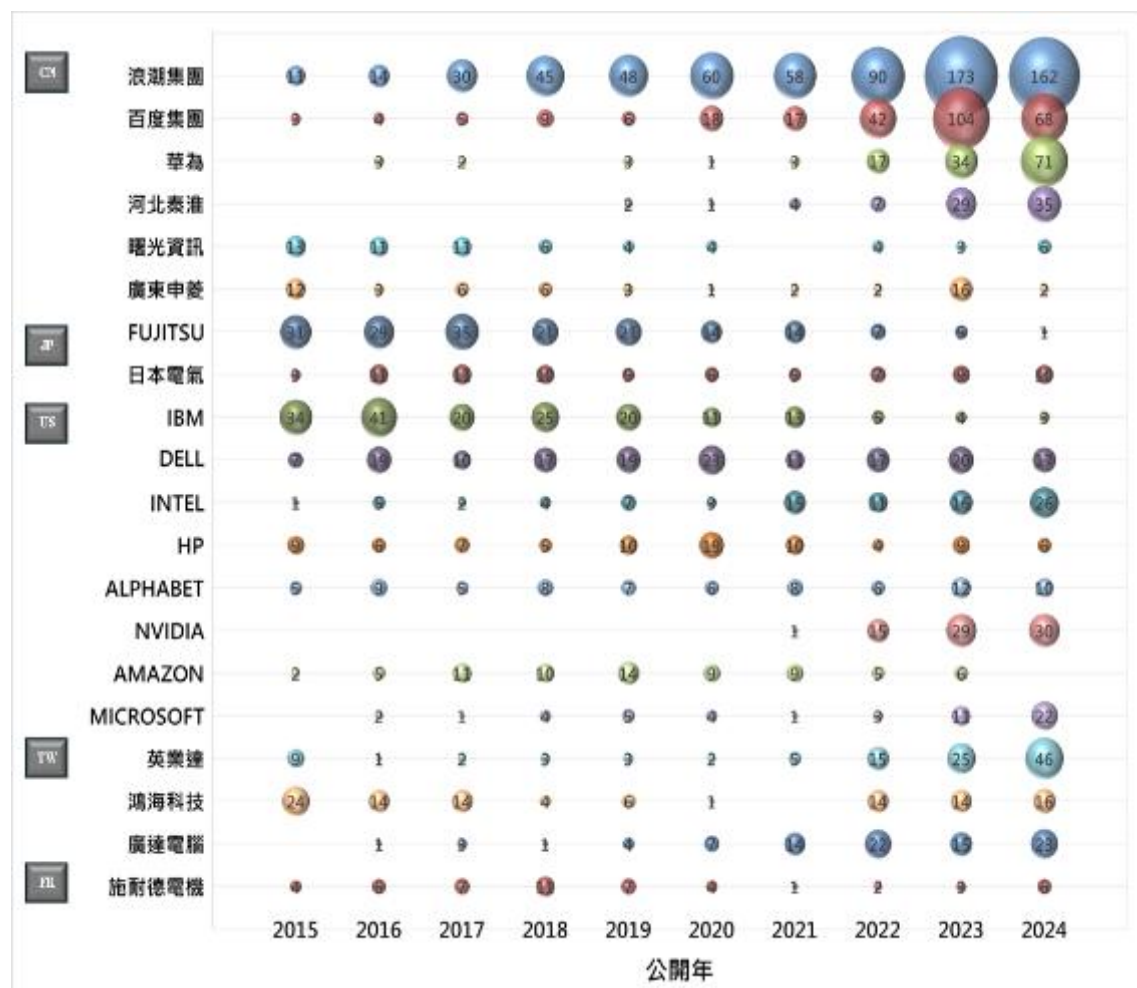


圖 32 前二十大申請人趨勢

(三) 前二十大申請人專利布局國家/地區

前二十大申請人專利公開地區分析如圖 33 所示，本節係將前二十大申請人近十年的專利家族拆解，藉以觀察各國籍的主要申請人在全球資料中心散熱及熱管理技術專利布局情形。

前二十大申請人中，CN 地區的前五申請人依序為浪潮集團(691)、百度集團(218)、華為(133)、英業達(83)及鴻海科技(70)；US 地區的前四申請人依序為百度集團(216)、IBM(176)、DELL(159)及 FUJITSU(115)；EPO 的前四申請人依序為施耐德電機 (37)、ALPHABET(33)、廣達電腦(30)及 FUJITSU(30)；JP 地區的前三申請人依序為 FUJITSU (167)、日本電氣(74)及廣達電腦(33)；WO 地區的前五申請人為華為(41)、日本電氣(38)、HP(37)、MICROSOFT (37)及施耐德電機(30)；TW 地區的前三申請人為廣達電腦(67)、鴻海科技(44)及英業達(28)；前二十大申請人未明顯見有在 KR 布局一定數量專利。

前二十大申請人中的 CN 申請人，僅百度集團布局較多數量專利在 US 地區，其他申請人皆僅布局於 CN 地區，此外，使用 WO 申請專利比例最高的申請人為華為。

前二十大申請人中 US、JP、TW、EU 共 14 位申請人皆有布局較多數量專利在 US 地區，並且 TW、百度集團、施耐德電機及 NVIDIA 申請人皆有同時布局相當數量的專利在 CN 及 US 地區。

觀察布局 3 個國家/地區以上，且每個國家/地區專利件數達到 30 件以上的主要申請人，布局在三個地區的主要申請人有 FUJITSU、日本電氣、HP 及鴻海科技；布局在四個地區的主要申請人有施耐德電機；布局在五個地區的主要申

請人有廣達電腦。



圖 33 前二十大申請人專利公開地區

伍、資料中心與伺服器專利主題分析

本章係資料中心與伺服器相關之專利家族案(8,449 案)進行進行人工分類，後續將進行三個主題探討，如圖 34 所示，首先第一個主題，將資料中心散熱及熱管理區分為伺服器、空調及冷熱通道及溫度控制方法的三個應用領域，並探討前述三個應用領域的統計及趨勢；第二個主題，係進一步將伺服器散熱進行分類，內容包含氣冷及液冷技術，而液冷技術進一步劃分為浸沒-液相、浸沒-相變、間接-液相及浸沒-相變，並探討前述伺服器散熱統計及趨勢；第三個主題係將前述主題綜合探討的創新成熟度矩陣，進而瞭解其發展情形。

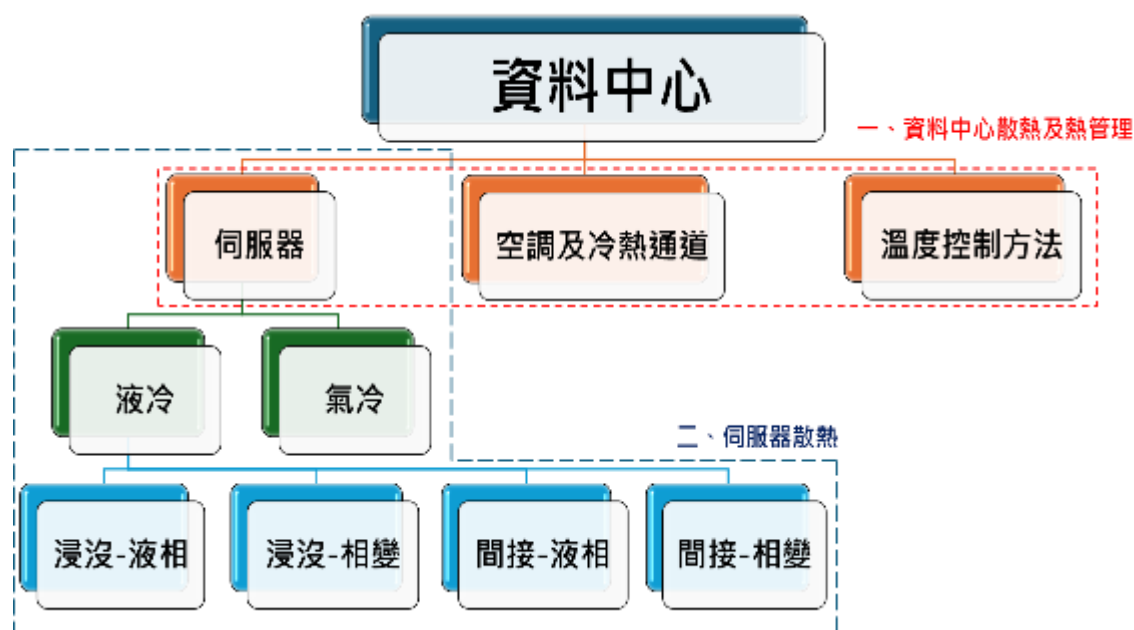


圖 34 資料中心散熱及熱管理樹狀圖

一、資料中心散熱及熱管理主題分析

(一) 散熱及熱管理應用領域統計及趨勢分析

本節分別就資料中心散熱及熱管理應用領域進行統計及趨勢，其中應用區域包含伺服器散熱、空調與熱通道，以及熱管理系統。

1、散熱及熱管理應用統計

本節就統計在資料中心散熱及熱管理的應用領域進行統計，統計結果如圖 35 所示，觀察統計結果發現應用區域中伺服器散熱之專利案件最多，計有 7,546 件；其次為空調及冷熱通道，專利數計有 679 件；最後是溫度控制方法，專利數計有 224 件。



圖 35 資料中心散熱領域統計

2、散熱及熱管理應用趨勢

本節係觀察資料中心散熱及熱管理各應用領域中之逐年趨勢，如圖 36 所示，觀察中發現伺服器散熱技術之專利案件皆呈現逐年成長趨勢，從 2015 年的 322 件成長到 2024 年的 1,640 件，成長幅度為 5 倍，於 2020、2022 皆有明顯的爆發性成長，CAGR 約為 18%；空調及冷熱通道之專利案件，從 2015 年的 52 件成長到 2024 年的 132 件，成長幅度約 2.5 倍，於 2023 年以前成長趨勢未有明顯變化，直到 2024 年才有明顯成長，CGAR 約為 10%；而溫度控制方法技術之專利案件，從 2015 年的 12 件成長到 2024 年的 106 件，成長幅度約 8.8 倍，於 2021 年以前成長趨勢未有明顯變化，直到 2022 年以後才有明顯成長，到了 2024 年更進一步爆發性成長，CGAR 約為 24%；由前述應用領域趨勢發現近十年資料中心散熱及熱管理技術專利集中於伺服器領域，後續將進一步分析伺服器散熱技術的所使用的散熱手段。

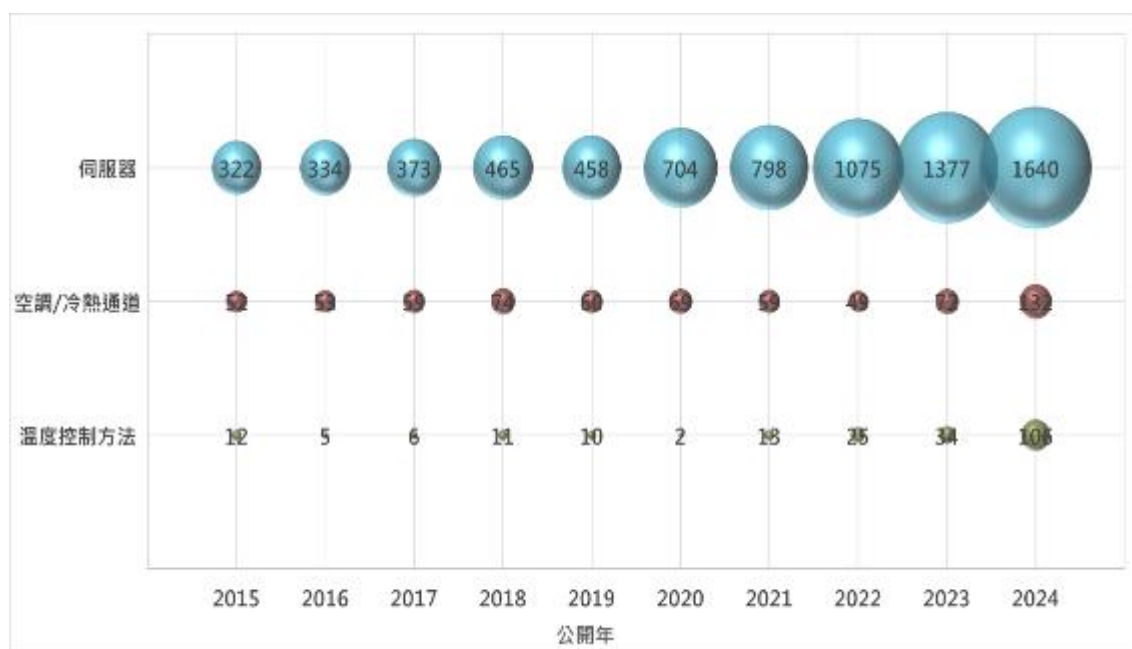


圖 36 資料中心散熱領域趨勢

(二) 申請人類型統計及趨勢分析

本節就資料中心散熱及熱管理之專利，進行申請人的類型分析，藉以了解在伺服器、空調與熱通道，以及溫度控制方法三個主題的申請人類型統計及趨勢變化，其中申請人類型區分為公司、學校及研究機構、個人及合作。

1、申請人類型統計分析

本節申請人類型係分為公司、學校及研究機構、個人及合作，其中公司類型包含單一公司或複數個公司，學校及研究機構類型包含單一學校、政府及研究機構，以及複數個學校、政府及研究機構，個人類型為單一自然人，合作類型包含結合公司、學校及研究機構及個人任二個類型組合。

資料中心散熱及熱管理之專利在各應用區域申請人類型統計分析如圖 37 所示，觀察中發現，在空調/冷熱通道及溫度控制方法應用領域中的申請人類型以公司占比為最高，占比為 92%，而伺服器應用領域中的申請人類型的公司占比為 89%；學校及研究機構類型中，以伺服器應用領域專利件數較多，占比約為 7%，其次為溫度控制方法領域，占比約為 6%，最後是空調/冷熱通道領域，占比約為 4%；個人類型中，以伺服器應用領域專利件數較多，占比約為 4%，其次為空調/冷熱通道領域，占比約為 3%，最後是溫度控制方法領域，

占比約為<1%；合作類型中，在三個主題應用領域占比皆是最少，皆小於 1%。

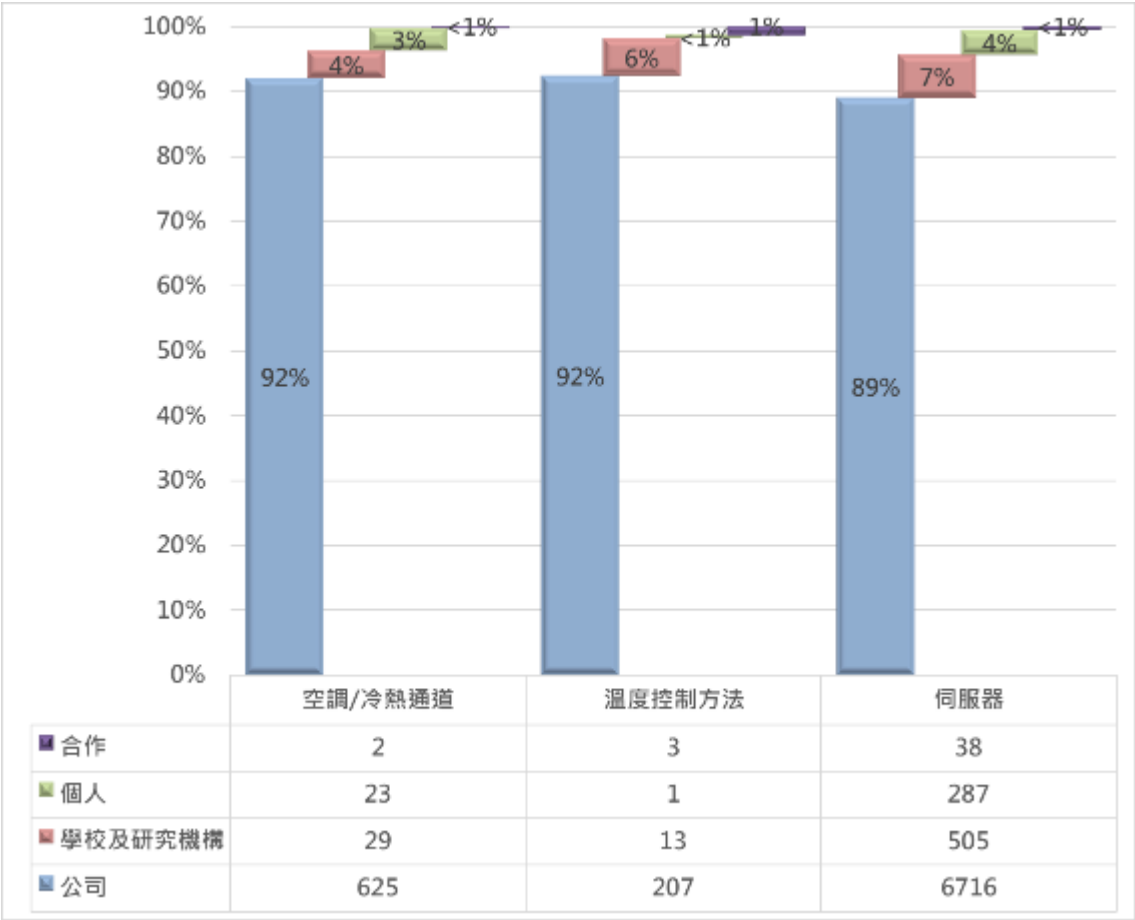


圖 37 資料中心散熱應用領域申請人類型

2、申請人類型趨勢分析

空調及冷熱通道專利申請人類型趨勢分析如圖 38 所示，觀察中發現近十年空調及冷熱通道之專利申請人類型以公司為主，公司類型的專利件數從 2015 年的 49 件成長至 2024 年的 118 件，占比從 2015 年的 94%降低至 2024 年的 89%；學校及研究機構的申請人類型，專利件數從 2015 年的 1 件成長至 2024 年的 9 件，占比從 2015 年的 2%成長至 2024 年的 7%，其中明顯專利成長期在 2023、2024 年；個人與合作的申請人類型，其專利件數與占比皆無明顯成長變化。

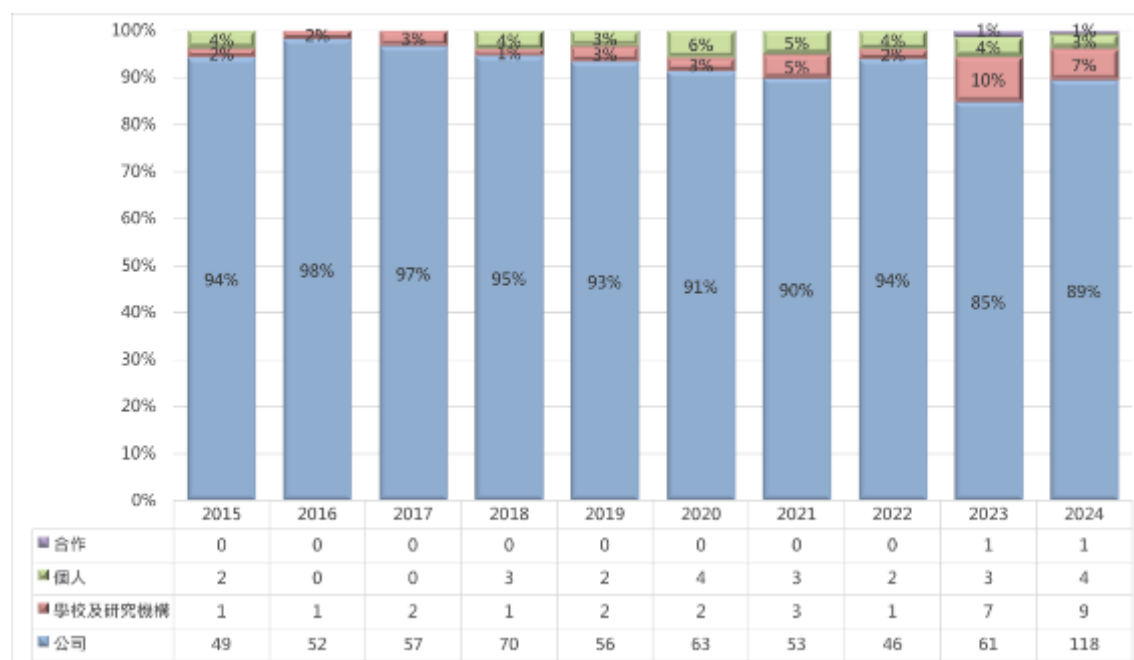


圖 38 空調及冷熱通道申請人類型趨勢

溫度控制方法專利申請人類型趨勢分析如圖 39 所示，觀察中發現近十年溫度控制方法之專利申請人類型以公司為主，公司類型的專利件數從 2015 年的 11 件成長至 2024 年的 98 件，主要明顯成長期在 2021~2024 年；學校及研究機構的申請人類型，專利件數從 2015 年的 1 件成長至 2024 年的 7 件，明顯專利成長期在 2024 年；個人與合作的申請人

類型，其專利件數與占比皆無明顯成長變化。

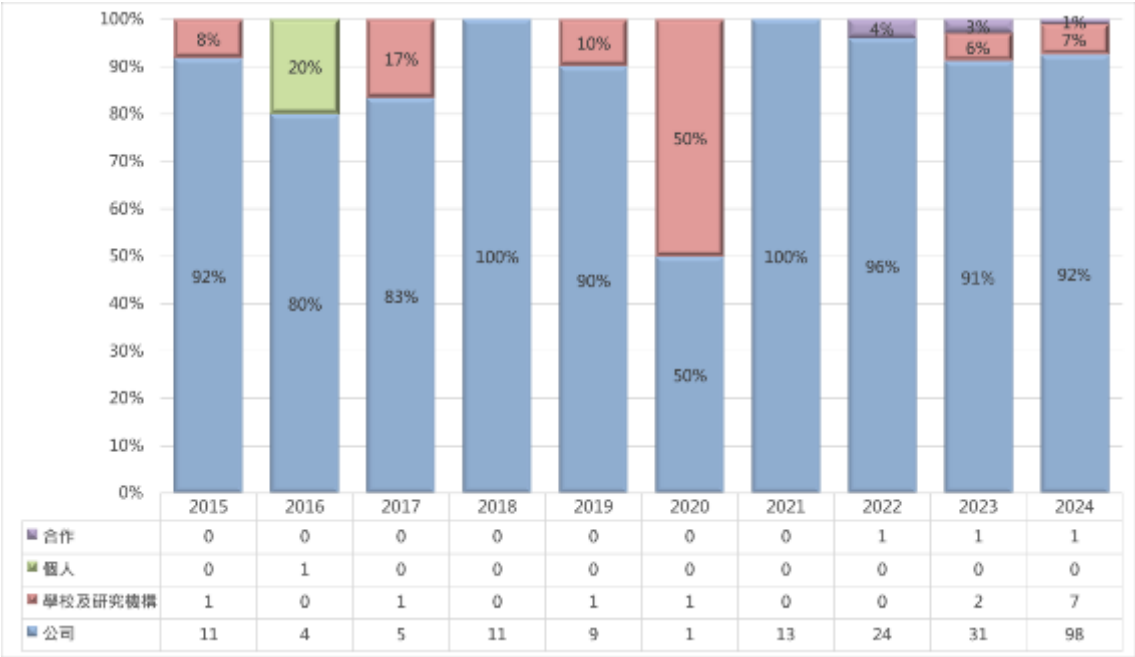


圖 39 溫度控制方法申請人類型趨勢

伺服器專利申請人類型趨勢分析如圖 40 所示，觀察中發現近十年伺服器之專利申請人類型以公司為主，公司類型的專利件數從 2015 年的 283 件成長至 2024 年的 1505 件，占比從 2015 年的 88%成長至 2024 年的 92%，專利件數呈現逐年成長，明顯爆發性成長期在 2022~2024 年；學校及研究機構的申請人類型，專利件數從 2015 年的 14 件成長至 2024 年的 102 件，占比從 2015 年的 4%成長至 2024 年的 6%，專利件數呈現逐年成長，明顯爆發性成長期在 2022~2024 年；個人的申請人類型主要專利件數成長期在 2018~2022 年，於 2022 年以前占比保持在 4~7%，2023、2024 年以後專利件數與占比皆有明顯下降；合作的申請人類型，其專利件數明顯成長期在 2022~2024 年，其每年占比皆在 1%以下。

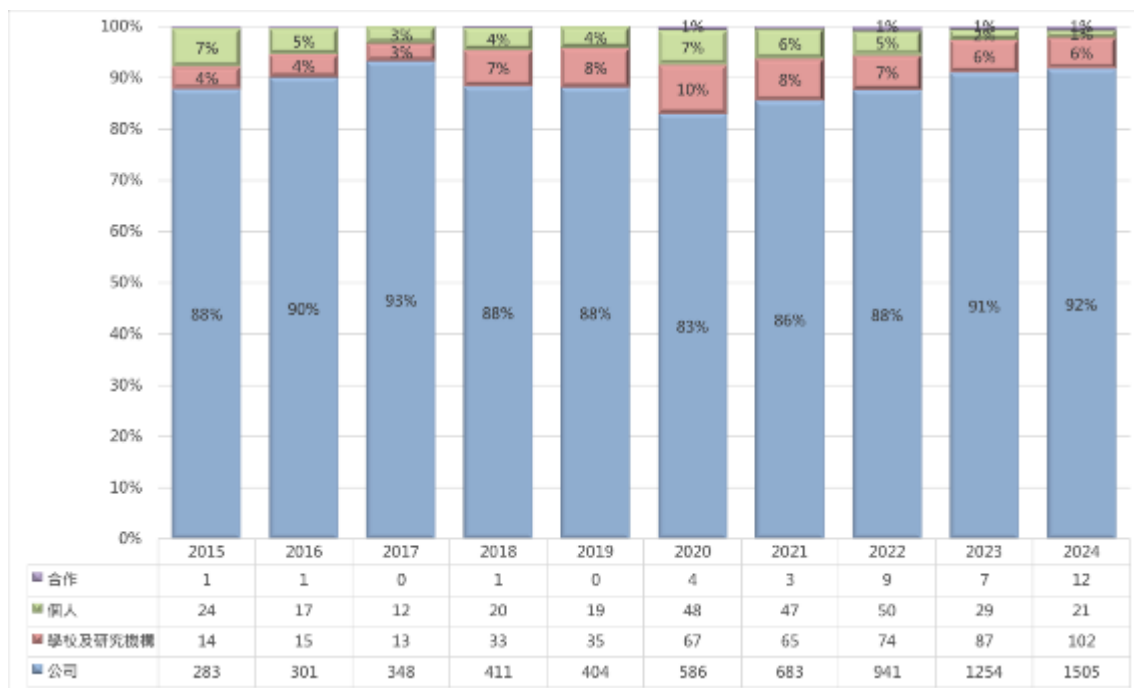


圖 40 伺服器申請人類型趨勢

(三) 全球前二十大申請人專利分析

本節係將資料中心散熱及熱管理之專利進行分類，分類的應用領域包含伺服器、空調與熱通道及溫度控制方法，藉以了解全球前二十大申請人專利散熱技術應用領域分布。

全球前二十大申請人散熱及熱管理之專利技術應用領域分布如圖 41 所示，可明顯看出全球前二十大申請人散熱及熱管理之專利技術應用領域主要在伺服器，其次是空調/冷熱通道，最後是溫度控制方法

在伺服器散熱技術主題中，全球前二十大申請人在伺服器散熱技術持有專利數量前五名依序為浪潮集團(628)、百度集團(259)、IBM(164)、FUJITSU(160)及 DELL(144)，此外，伺服器散熱技術在全球前二十大申請人所持有的專利占比皆為最高，占比範圍在 54~100%；在空調與冷熱通道技術主題中，全球前二十大申請人在空調與冷熱通道技術持有專利數量前五名依序為浪潮集團(40)、AMAZON(32)、鴻海科技(19)、百度集團(15)及 ALPHABET(15)，在所持有的專利占比前四名為 AMAZON 占比高達 45%、施耐德電機占比 25%、ALPHABET 占比 20%及鴻海科技占比 18%；在溫度控制方法技術主題中，全球前二十大申請人在溫度控制方法技術持有專利數量前二名依序為浪潮集團(23)及施耐德電機(10)，其與自身持有的專利占比分別為 3%與 20%，明顯看出浪潮集團除了持有專利最多以外，其分別在伺服器、空調與熱通道及溫度控制方法的三個應用領域持有專利數量也是最多。

綜上所述，伺服器散熱應用領域占整體資料中心散熱及熱管理專利比例最高，且申請人類型中公司持有伺服器專利數量也是最多，代表目前產業界在散熱及熱管理系統專利有大量資源投入在伺服器散熱，因此，後續將進一步分析伺服

器散熱技術所使用的散熱手段進行分析。

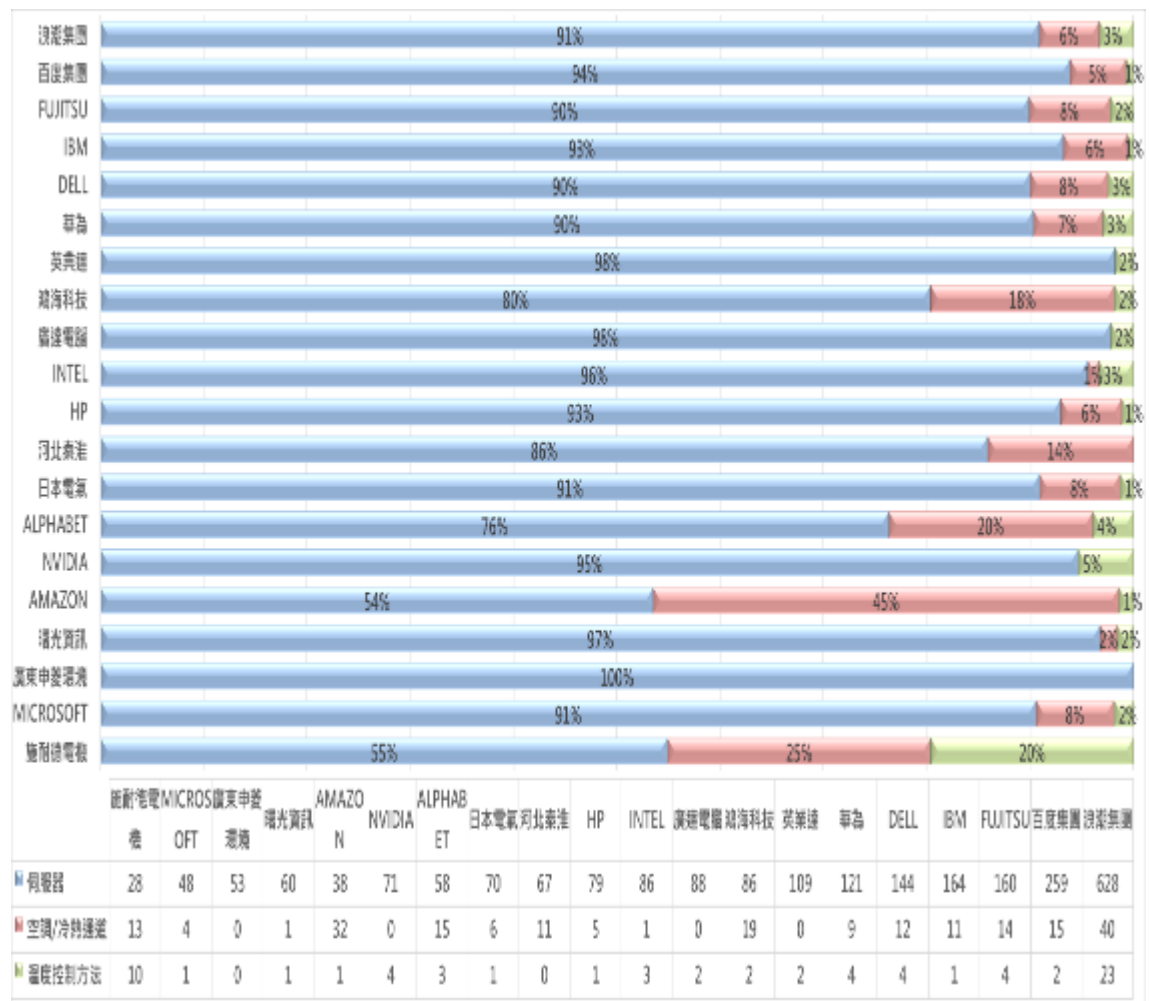


圖 41 全球前二十大申請人資料中心散熱應用領域統計

(四) 相關案例

本節係提供資料中心空調及冷熱通道，以及溫動控制方法的相關精選案例。

1、 空調及冷熱通道

案例一：資料中心通風模組

專利名稱：Prefabricated Vertical Data Center Modules and Method of Large-Scale Deployment

公告/公開號：US 8943757 B2

引用數：34

專利家族：US 2014/0157692 A1、US 2015/0159389 A1、US 2016/0076265 A1、US 9228366 B2、CA 2803497 C、CA 2803497 A1、US 8943757 B2

【先前技術】

為了建設效率及建造成本，資料中心須具備模組化及靈活的可擴展性，傳統的貨櫃型資料中心雖高度模組化，但在可擴展性及空間的運用效率上有所不足。

【實施方式】

如圖 42 所示，外部空氣自進氣口(272)通過進氣擋板(276)進入資料中心模組(200)，經過數個空氣處理區域(236)後進入輸入氣室(218)，空氣經過過濾器(220)去除雜質及被盤管(222)冷卻後進入電氣室(216)，隨後流入左側(293)兩側的冷通道(239)，冷通道(239)內的空氣穿過各個機櫃(240)，再從向上熱通道(241)抵達排氣室(277)，空氣再經由空氣處理單元(270)處理後，一部份自排氣口(274)離開，一部份穿過混合擋板(275)重新回到循環。

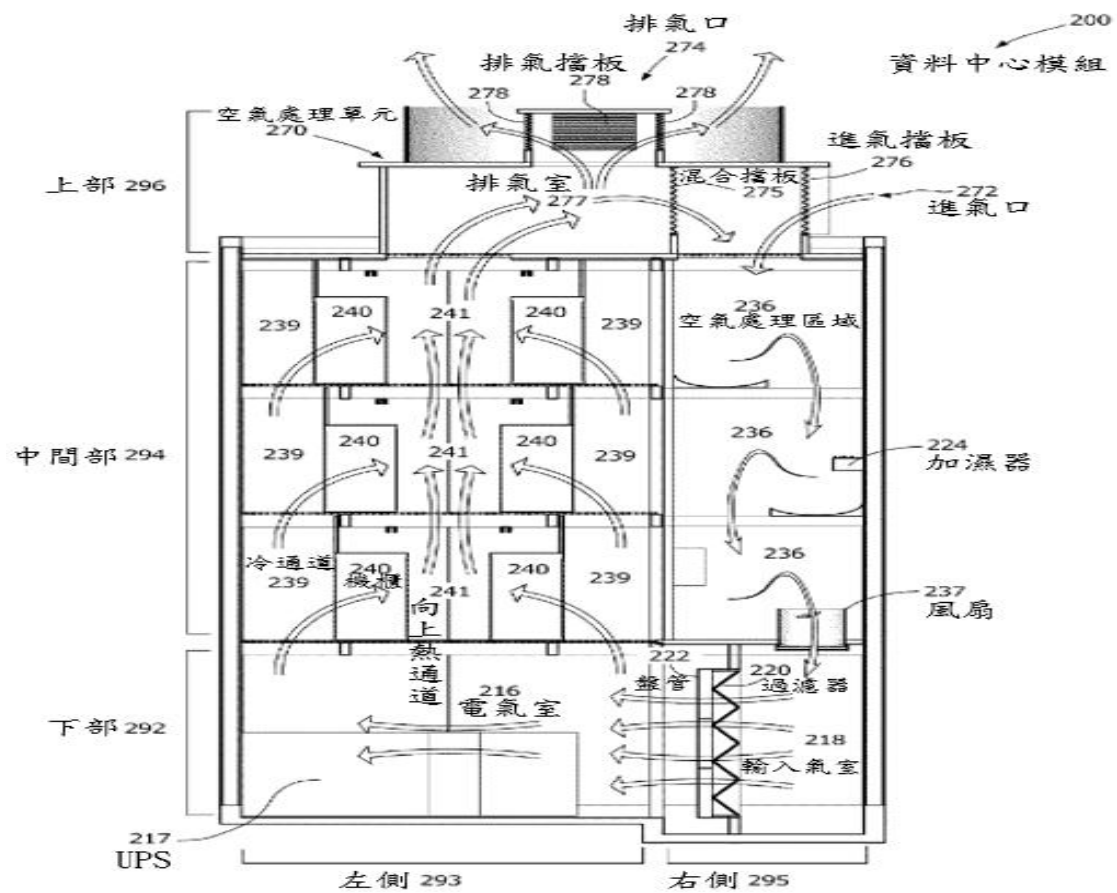


圖 42 資料中心通風模組剖面圖

圖 43 揭示本案一實施例，資料中心模組(200)為一多樓層之建築結構，具有如圖 42 所示、高度模組化的冷熱氣流通道設計結構，並於屋頂(260)上方設有空氣處理單元(270)，藉以因應大規模設置的資料中心。

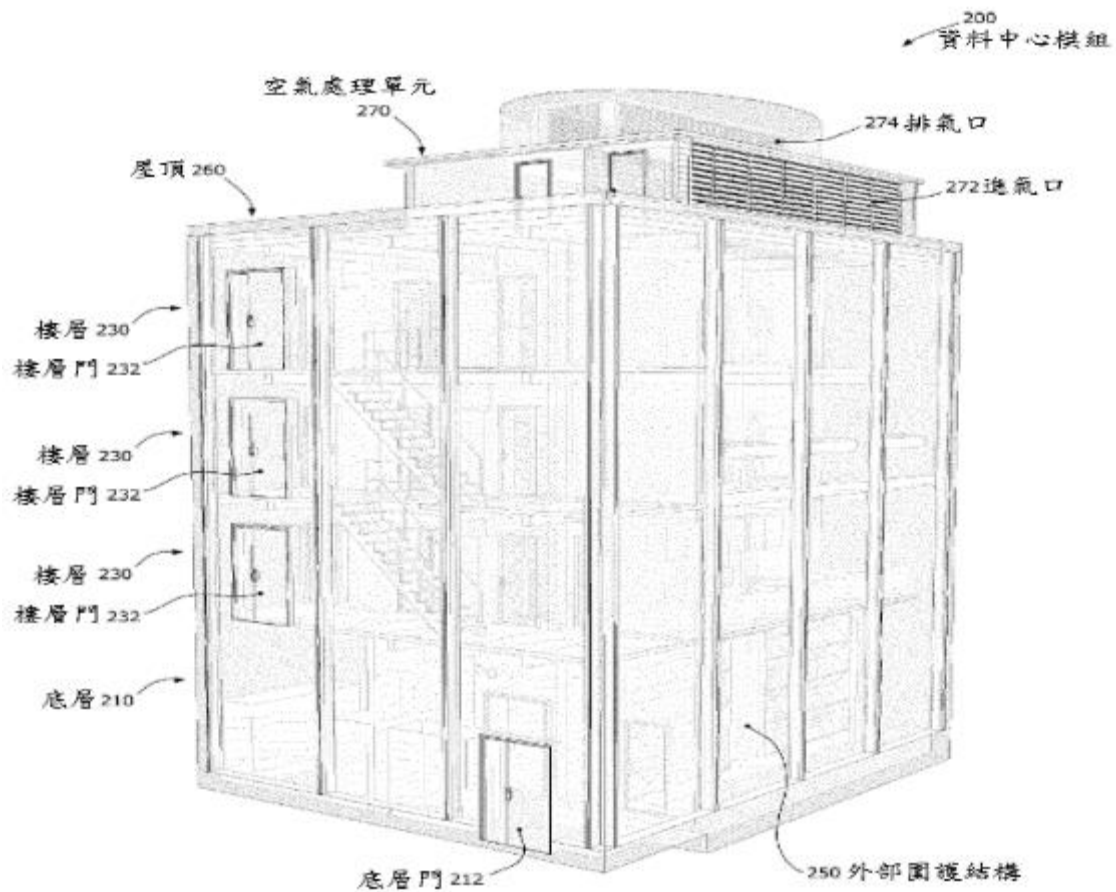


圖 43 資料中心通風模組立體圖

【達成功效】

本案透過高度模組化的設計結構及垂直的空間佈局，達到在節省空間及建造成本之功效，並透過氣冷循環減少對水冷的依賴，達到能源耗損之功效。

案例二：資料中心空調系統

專利名稱：Managing Data Center Airflow

公告/公開號：US 9313929 B1

引用數：56

專利家族：US 9313929 B1

【先前技術】

資料中心的運作需消耗大量的能源在冷卻系統上，而引入外部空氣進行氣冷便是具有成本效益的冷卻方式，但外部空氣可能將水氣、汙染物帶入資料中心內影響伺服器的壽命。

【實施方式】

如圖 44 所示，外部氣流(107)及回流氣流(117)先進入空氣處理系統(110)，空氣處理系統(110)具有淨化空氣、控制濕度、以冷卻流體(113)冷卻空氣等功效，之後空氣透過送風(115)進入集氣室，被盤管(112a)、(112b)冷卻後進入工作空間(106)，空氣穿過機架(102a)、(102b)帶走熱量後來到暖空氣室(104a)、(104b)，之後回流氣流(117)回到空氣處理系統(110)再重新回到循環。

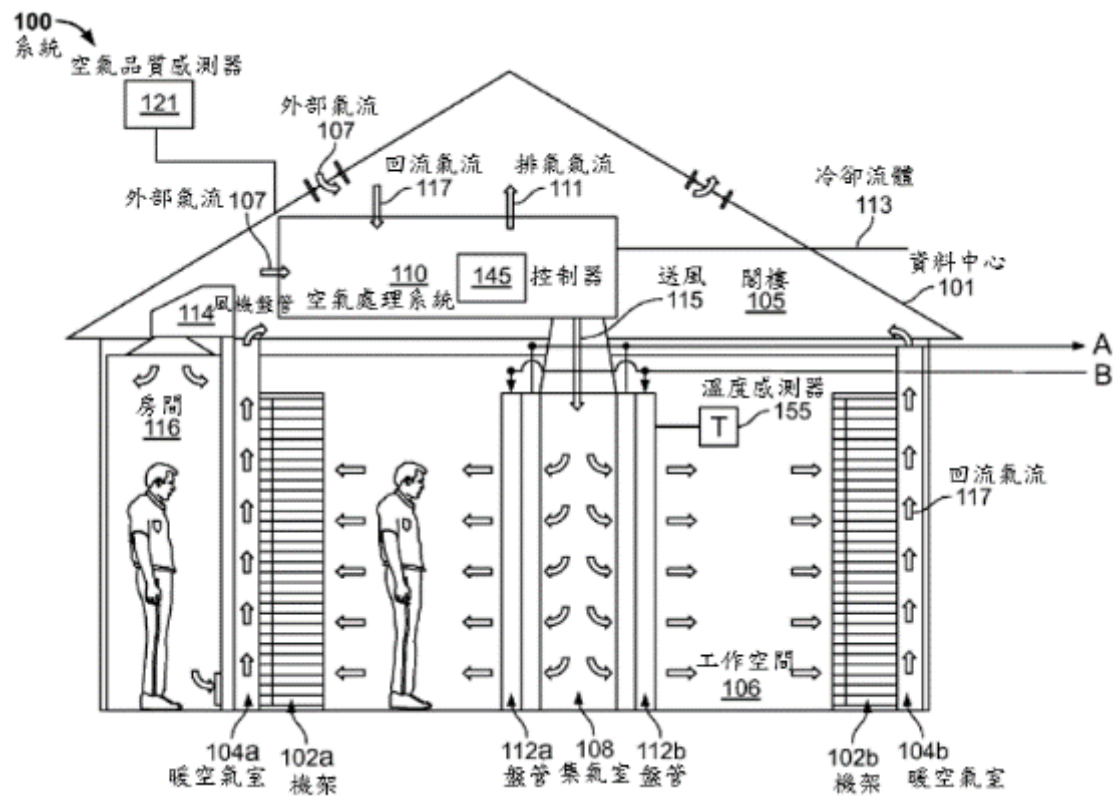


圖 44 資料中心空調系統

【達成功效】

本案透過空氣處理系統(110)防止外部氣流(107)將污染物帶入資料中心(101)內，防止伺服器遭受污染。

2、溫度控制方法

案例一：資料中心空調系統

專利名稱：空調制御システム及び空調制御方法

公告/公開號：JP 6277777 B2

引用數：4

專利家族：JP 2015-162098 A 、US 2015/0245540 A1、JP 6277777 B2

【先前技術】

為冷卻伺服器機架，常以空調提供冷空氣，再輔以風扇使冷空氣穿過機架進行冷卻，然此舉容易造成額外的電力消耗。

【實施方式】

如圖 45 所示，本案在電路上設有功率感測器(34)、在電子設備(14)上設有加熱溫度測量單元(32)，功率感測器(34)基於電源線(18)之電流測量電子設備(14)之功耗，並將結果傳置控制單元(30)；加熱溫度測量單元(32)測量電子設備(14)之溫度，並將結果傳至控制單元(30)。控制單元(30)依據接收之結果控制風扇(12)之轉速，使風扇以最有效率之轉速運轉。

【達成功效】

本案透過依據電子設備(14)之溫度及消耗功率來控制風扇之轉速，防止電子裝置過度冷卻，達到減少消耗電力之功效。

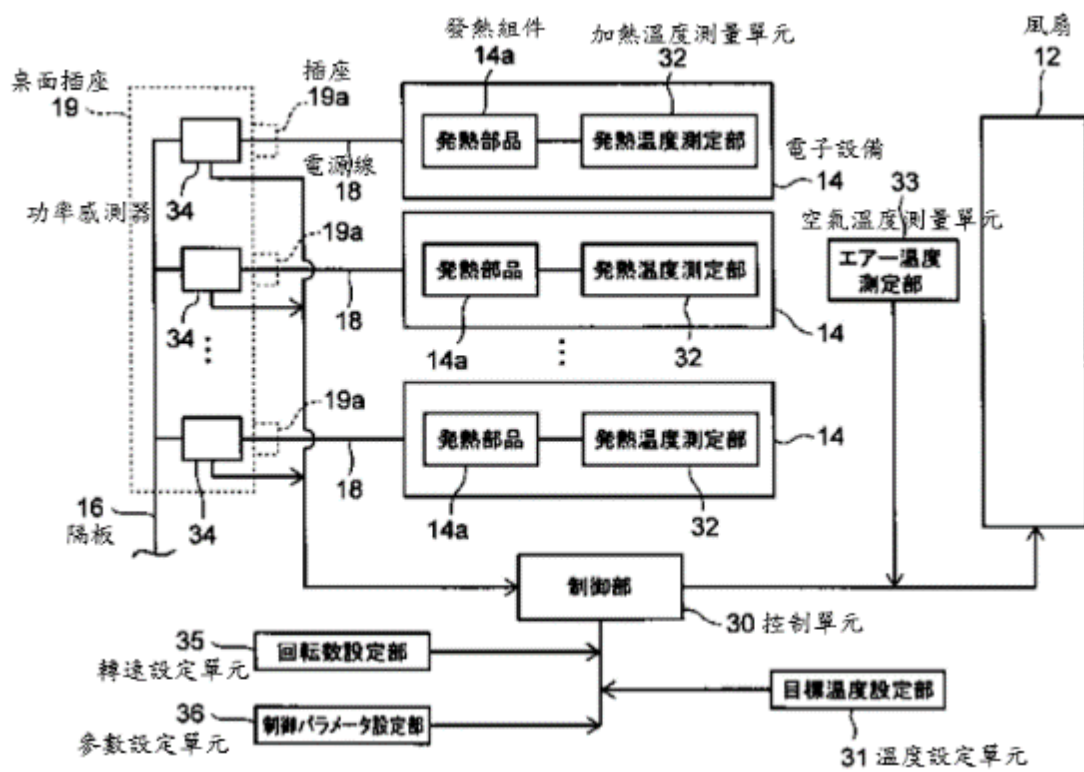


圖 45 資料中心空調監控節能系統

案例二：深度學習演算溫度控制

專利名稱：一種基於深度強化學習的機房水冷空調節能智控方法

公告/公開號：CN 118859769 A

引用數：1

專利家族：CN 118859769 A

【先前技術】

現今的伺服器機房普遍具備空調來對電子裝置進行冷卻，然卻有空調送風風速與溫度無法良好匹配造成多餘的能量耗損、機房內部因散熱不均而產生局部熱點等多項問題。

【實施方式】

如圖 46 所示，本案之深度強化學習的機房水冷空調節能智控方法主要包含五個步驟。

S 1：蒐集空調、機房之各項數據以建立一幾何模型。

S 2：對機房中的各項物品加上材料屬性、散熱係數等屬性，再以機房模擬計算邊界圍成的虛似三圍網格空間為模型計算區域，以便進行仿真分析。

S 3：對模型輸入環境數據進行仿真分析。

S 4：依據分析結果調整空調出風速度、出風溫度、出風角度、製冷量需求、空氣流量需求，並建立深度強化學習控制器。

S 5：深度強化學習控制器會採用隨機的行為策略來收集經驗，並依照經驗來改變行為策略，使空調控制逐漸趨於最佳化。

【達成功效】

本案透過深度強化學習以找出最佳的空調控制策略，達到最佳化空調冷卻效率、避免出現局部熱點等問題。

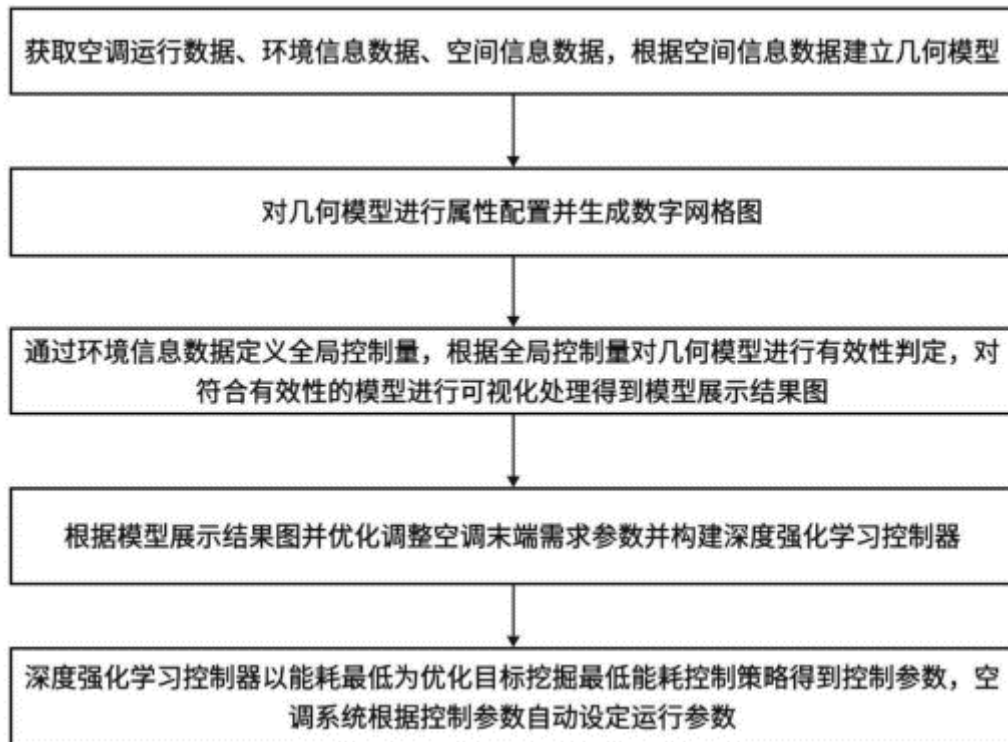


圖 46 空調系統結合深度學習節能控制方法

二、伺服器散熱主題分析

(一) 伺服器散熱方式統計及趨勢分析

本節伺服器散熱方式進行分類及分析，藉以瞭解伺服器散熱手段的統計及趨勢。

1、伺服器散熱方式統計

本節就統計在伺服器散熱方式進行統計，分類方式係先將伺服器散熱分為液冷與氣冷兩大區塊，並將伺服器液冷散熱進一步分為將伺服器熱源浸泡於冷卻液中與冷卻液直接接觸的浸沒冷散熱，以及伺服器熱源非直接與冷卻液接觸之間接冷散熱，然後再進一步區分冷卻液為液相或相變化之工作狀態，統計分析結果如圖 47 所示，伺服器散熱專利案件總數量為 7,546 件，進一步觀察統計結果發現使用液冷間接冷-液相散熱技術之專利案件最多，計有 3,371 件；其次為使用氣冷散熱技術，專利數計有 2,175 件；再來是液冷間接冷-相變散熱技術，專利數計有 1,246 件；第四名是液冷浸沒冷-液相散熱技術，專利數計有 531 件；最後是液冷浸沒冷-相變散熱技術，專利數計有 223 件。

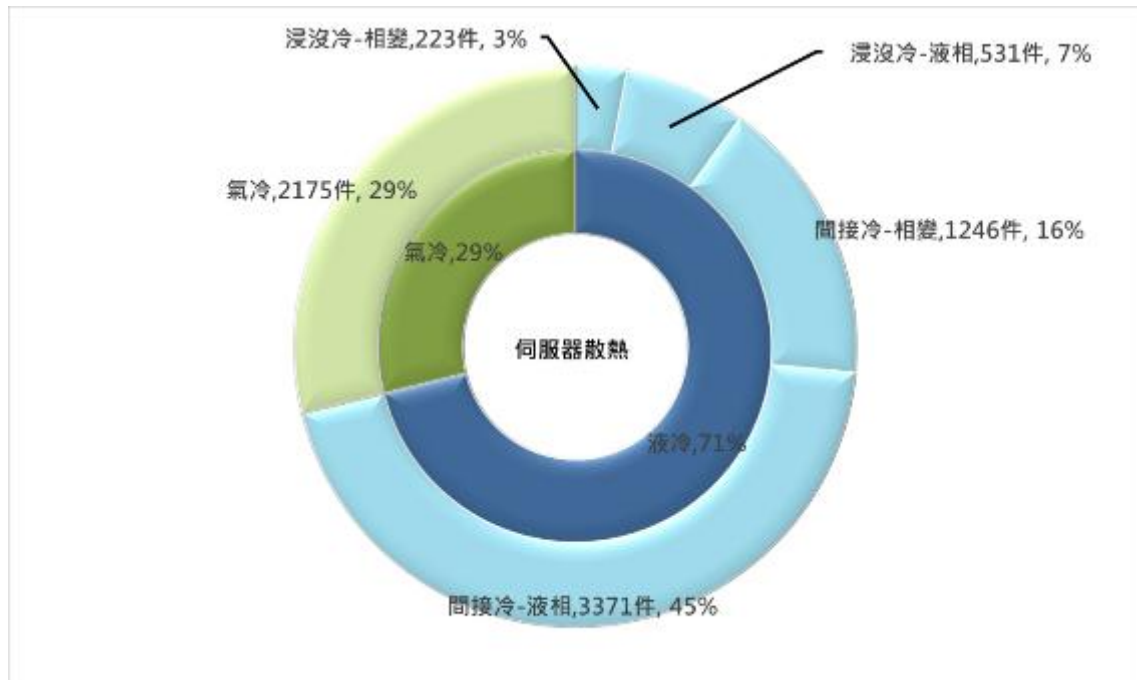


圖 47 伺服器散熱方式統計

2、 伺服器散熱方式趨勢

本節首先觀察資料中心伺服器氣冷及液冷散熱之逐年趨勢，趨勢分析結果如圖 48 所示，觀察中發現液冷散熱專利案件，從 2015 年的 185 件成長至 2024 年的 1,368 件，占比從 2015 年 57%成長至 2024 年的 83%，顯現在資料中心伺服器技術中，使用液冷作為散熱手段之趨勢比例越來越高，明顯呼應前面資料中心為了因應高算力、高效能以及高能源使用效率的趨勢，透過液冷散熱來對資料中心進行熱管理應是未來的主流，後續進一步觀察伺服器四種液冷散熱及氣冷散熱的逐年趨勢變化。

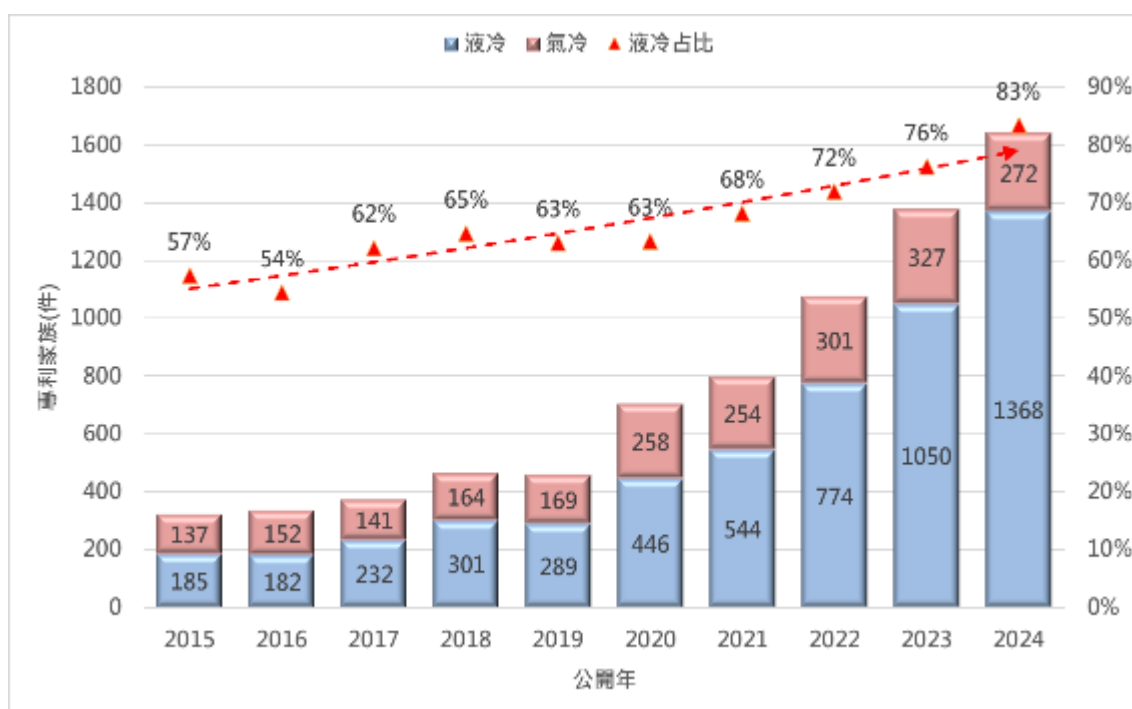


圖 48 伺服器氣液冷占比趨勢

本節進一步觀察資料中心伺服器不同散熱方式技術之逐年趨勢，趨勢分析結果如圖 49 所示，觀察中發現在 2015~2017 年公開的專利案件中，氣冷散熱技術之專利案件最多，從 2018 年開始間接液冷-液相散熱技術專利案件數量開始超過氣冷散熱技術，顯現伺服器散熱技術開始由氣冷轉型成間接冷-液相散熱。

在 2015~2024 年間，間接液冷-液相與間接冷-相變散熱技術之專利案件皆呈現逐年成長趨勢，其中間接冷-液相散熱技術之專利案件，從 2015 年的 109 件成長到 2024 年的 817 件，成長幅度將近 7.5 倍，CGAR 約為 22%，2020~2024 年連續 4 年有明顯突破成長；間接液冷-相變散熱技術之專利案件，從 2015 年的 58 件成長到 2024 年的 282 件，成長幅度超過 4 倍，CGAR 約為 17%，並於 2022~2024 年連續 3 年有明顯突破成長；氣冷散熱技術之專利案件，從 2015 年的 137

件成長到 2024 年的 272 件，成長幅度將近 2 倍，CGAR 約為 7%，在 2020~2023 年有明顯成長期；浸沒液冷-液相散熱技術之專利案件，從 2015 年的 18 件成長到 2024 年的 189 件，成長幅度超過 10 倍，CGAR 約為 31%，並於 2023、2024 年連續 2 年有明顯突破成長；而浸沒液冷-相變散熱技術之專利案件，從 2015 年的 5 件成長到 2024 年的 80 件，成長幅度為 16 倍，CGAR 約為 32%，並於 2023、2024 年連續 2 年有明顯突破成長；由前述各種散熱技術發展趨勢成長變化發現，過去十年在伺服器散熱係以間接液冷-液相之散熱技術為發展主流。

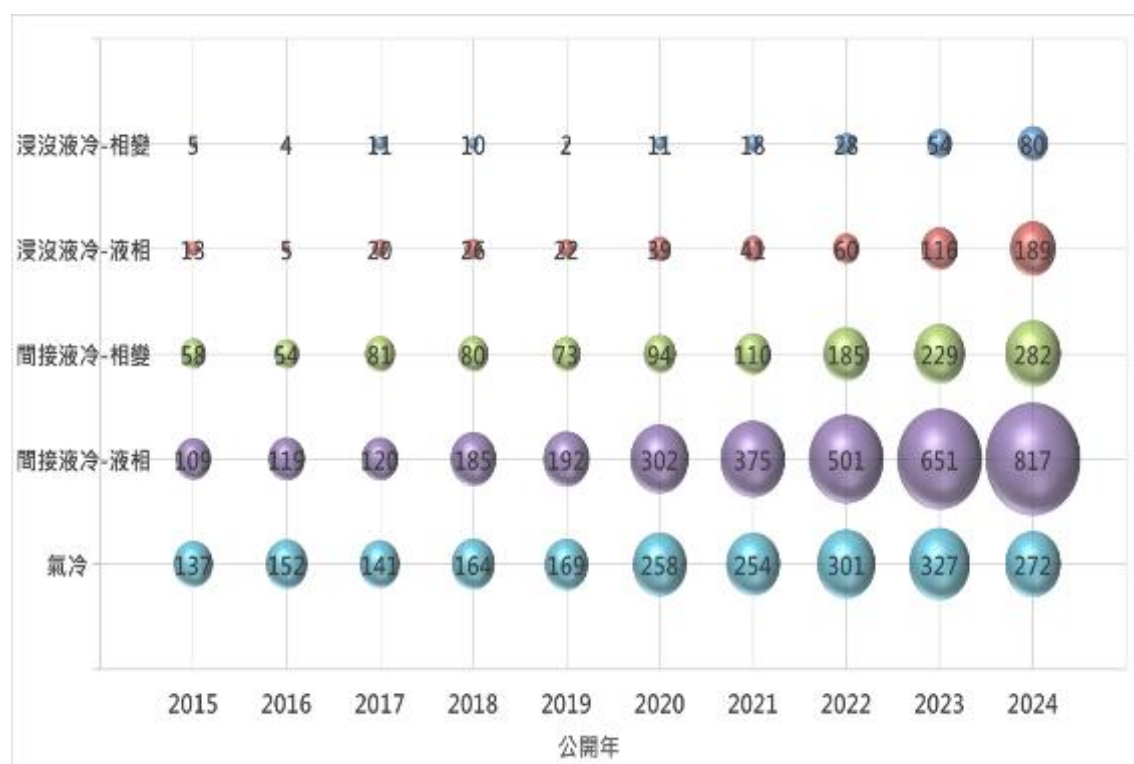


圖 49 伺服器散熱方式趨勢

(二) 申請人類型統計及趨勢分析

本節伺服器各種散熱方式之專利，進行申請人的類型分析，藉以氣冷、間接液冷-液相、間接液冷-相變、浸沒液冷-液相及浸沒液冷-相變五個主題的申請人類型統計及趨勢變化，其中申請人類型區分為公司、學校及研究機構、個人及合作。

1、申請人類型統計分析

本節申請人類型係分為公司、學校及研究機構、個人及合作，其中公司類型包含單一公司或複數個公司，學校及研究機構類型包含單一學校、政府及研究機構，以及複數個學校、政府及研究機構，個人類型為單一自然人，合作類型包含結合公司、學校及研究機構及個人任二個類型組合。

伺服器散熱技術申請人類型分析如圖 50 所示，觀察中發現，伺服器浸沒液冷-液相及浸沒液冷-相變的散熱技術，其申請人類型以公司占比最高，占比為 92%，伺服器間接液冷-液相及氣冷散熱技術的公司占比為 89%，最後是伺服器間接液冷-相變的公司占比為 86%，顯見在五個散熱方式中的公司申請類型的占比皆為最多；學校及研究機構類型中，以間接液冷-相變占比最高，占比約為 11%，其次為浸沒液冷-相變散熱，占比約為 8%，再來是氣冷及間接液冷-液相散熱技術，占比約為 6%，最後是浸沒液冷-液相，占比約為 5%，顯見學校及研究機構在相變散熱技術研發參與比例較高；個人類型中，以氣冷散熱占比較高，占比約為 5%，其次間接液冷-液相，占比約為 4%，三名是浸沒液冷-液相，占比約為 3%，第四名是間接液冷-相變，占比約為 2%，而浸沒液冷-相變沒有相關專利案件；合作類型中，在五個散熱方式的占比皆是最少，皆小於 1%。

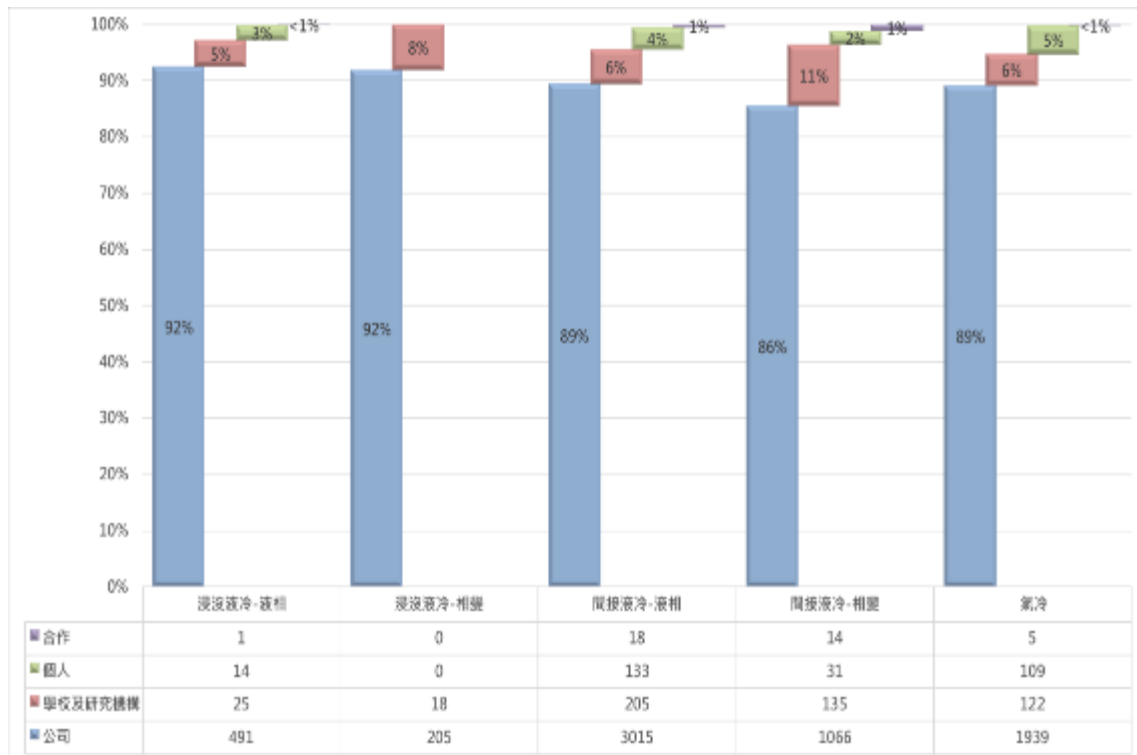


圖 50 伺服器散熱方式申請人類型統計

2、申請人趨勢統計分析

伺服器浸沒液冷-液相散熱申請人類型趨勢分析如圖 51 所示，觀察中發現近十年伺服器浸沒液冷-液相散熱之專利申請人類型以公司為主，公司類型的專利件數從 2015 年的 10 件成長至 2024 年的 176 件，占比從 2015 年的 77% 提升至 2024 年的 93%，其中明顯成長期在 2020~2024 年；學校及研究機構的申請人類型，專利件數從 2015 年的 0 件成長至 2024 年的 10 件，占比從 2015 年的 0% 成長至 2024 年的 5%，其中明顯專利成長期在 2022~2024 年；個人的申請人類型，專利件數從 2015 年的 2 件成長至 2024 年的 3 件，占比從 2015 年的 15% 減少至 2024 年的 2%，較無明顯的成長期；合作的申請人類型，僅於 2015 年有 1 件專利，其他年份無申請專利公開。

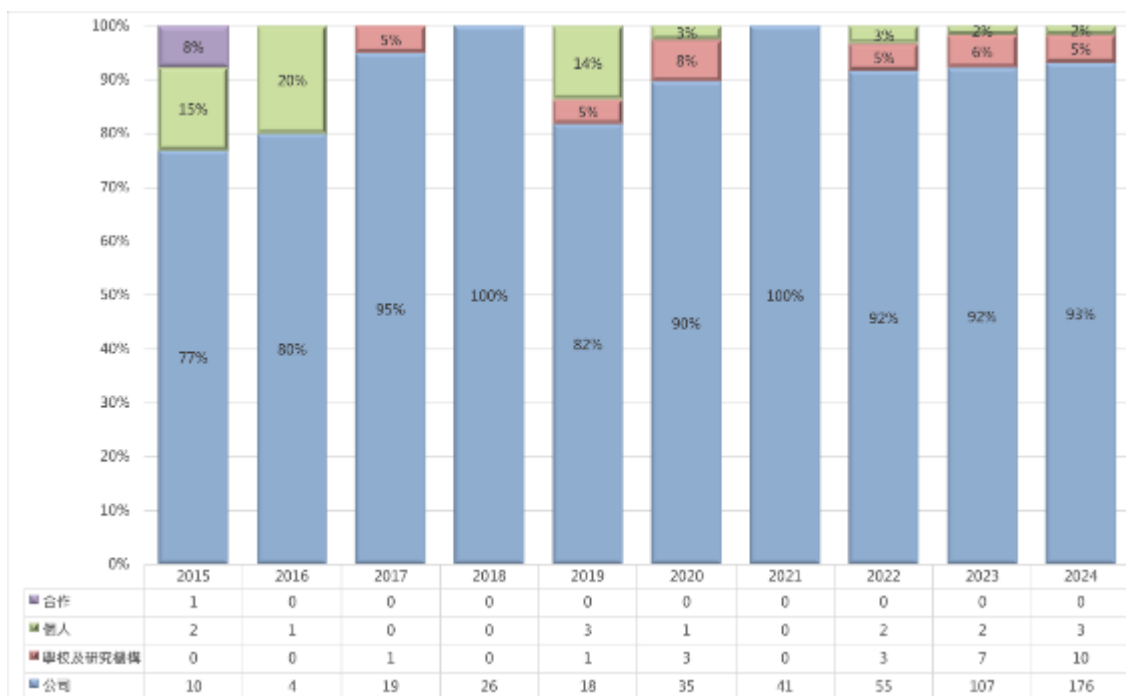


圖 51 伺服器浸沒液冷-液相散熱申請人類型趨勢

伺服器浸沒液冷-相變散熱申請人類型趨勢分析如圖 52

所示，觀察中發現近十年伺服器浸沒液冷-液相散熱之專利申請人類型以公司為主，公司類型的專利件數從 2015 年的 4 件成長至 2024 年的 72 件，占比從 2015 年的 80% 提升至 2024 年的 90%，其中明顯成長期在 2022~2024 年；學校及研究機構的申請人類型，專利件數從 2015 年的 1 件成長至 2024 年的 8 件，占比從 2015 年的 20% 降低至 2024 年的 10%，其中並無明顯成長期；個人與合作的申請人類型，近十年無專利申請公開。

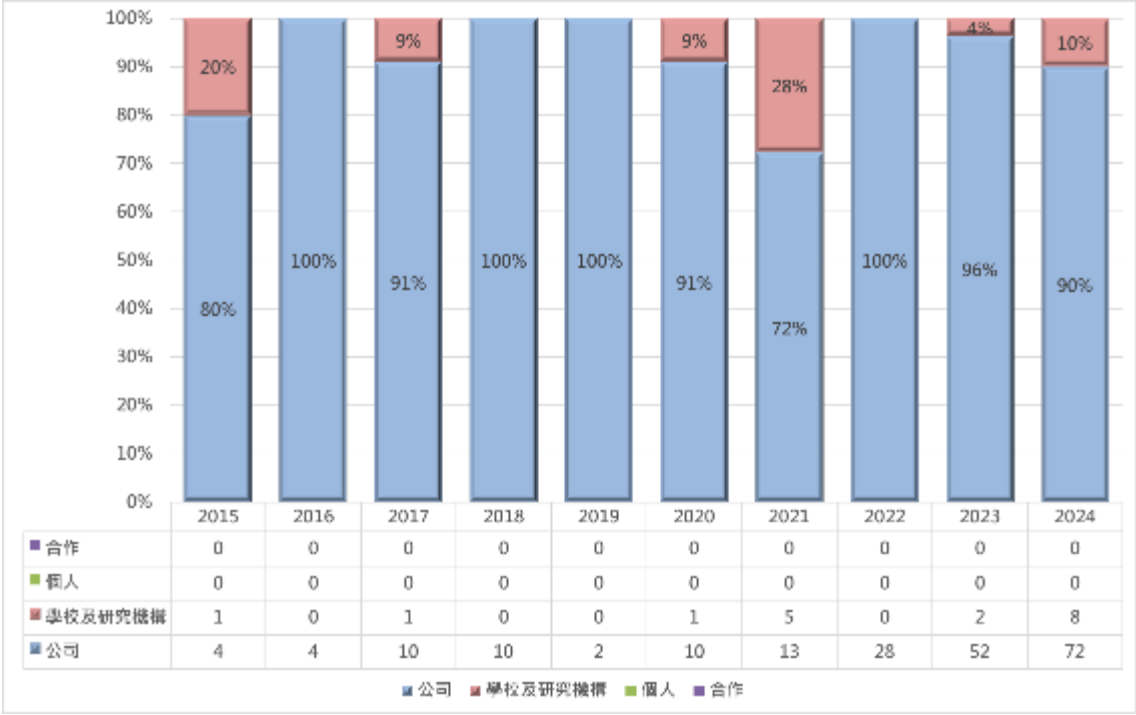


圖 52 伺服器浸沒液冷-相變散熱申請人類型趨勢

伺服器間接液冷-液相散熱申請人類型趨勢分析如圖 53 所示，觀察中發現近十年伺服器間接液冷-液相散熱之專利申請人類型以公司為主，公司類型的專利件數從 2015 年的 95 件成長至 2024 年的 776 件，占比從 2015 年的 87% 提升至 2024 年的 94%，其中明顯成長期在 2020~2024 年；學校及研究機構的申請人類型，專利件數從 2015 年的 6 件成長至 2024

年的 33 件，占比從 2015 年的 6%減少至 2024 年的 4%，其中較無明顯成長期；個人的申請人類型，專利件數從 2015 年的 8 件成長至 2024 年的 11 件，占比從 2015 年的 7%減少至 2024 年的 1%，其中較無明顯的成長期；合作的申請人類型，專利件數從 2015 年的 0 件成長至 2024 年的 7 件，占比從 2015 年的 0%成長至 2024 年的 1%，其中較無明顯的成長期。

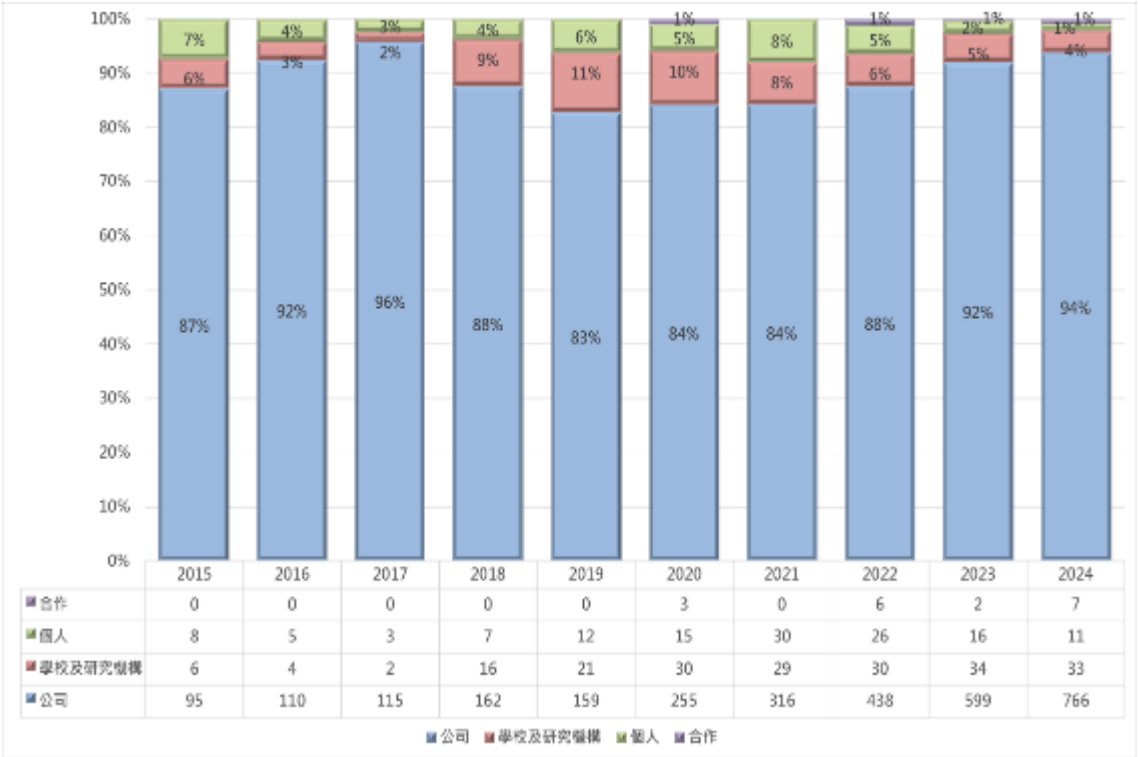


圖 53 伺服器間接液冷-液相散熱申請人類型趨勢

伺服器間接液冷-相變散熱申請人類型趨勢分析如圖 54 所示，觀察中發現近十年伺服器間接液冷-相變散熱之專利申請人類型以公司為主，公司類型的專利件數從 2015 年的 55 件成長至 2024 年的 240 件，占比從 2015 年的 95%降低至 2024 年的 85%，其中明顯成長期在 2022~2024 年；學校及研究機構的申請人類型，專利件數從 2015 年的 3 件成長至 2024 年的 34 件，占比從 2015 年的 5%成長至 2024 年的 12%，其

中明顯成長期在 2021~2024 年；個人的申請人類型，專利件數從 2015 年的 0 件成長至 2024 年的 4 件，占比從 2015 年的 0%成長至 2024 年的 1%，其中較無明顯的成長期；合作的申請人類型，專利件數從 2015 年的 0 件成長至 2024 年的 4 件，占比從 2015 年的 0%成長至 2024 年的 1%，其中較無明顯的成長期。

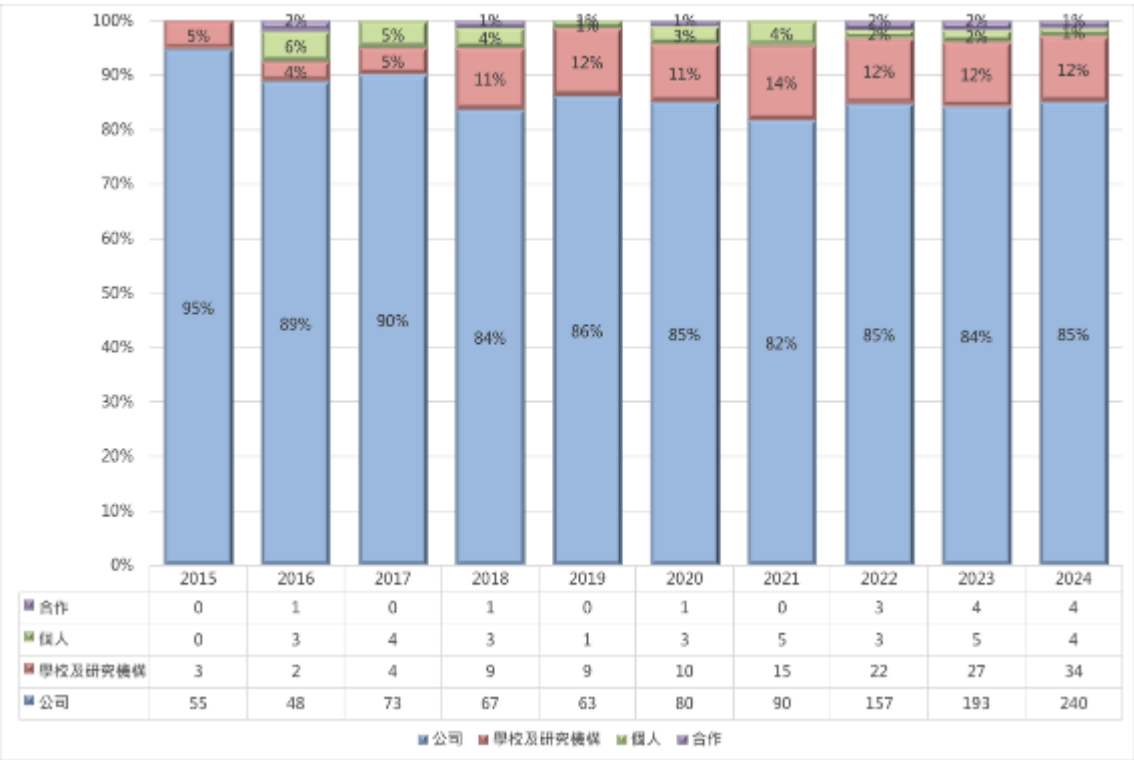


圖 54 伺服器間接液冷-相變散熱申請人類型趨勢

伺服器氣冷散熱申請人類型趨勢分析如圖 55 所示，觀察中發現近十年伺服器氣冷散熱之專利申請人類型以公司為主，公司類型的專利件數從 2015 年的 119 件成長至 2024 年的 251 件，占比從 2015 年的 87%成長至 2024 年的 92%，其中明顯成長期在 2018~2023 年；學校及研究機構的申請人類型，專利件數從 2015 年的 4 件成長至 2024 年的 17 件，占比從 2015 年的 3%成長至 2024 年的 6%，其中明顯成長期

在 2020 年；個人的申請人類型，專利件數從 2015 年的 14 件減少至 2024 年的 3 件，占比從 2015 年的 10%減少至 2024 年的 1%，其中明顯成長期在 2020 年；合作的申請人類型，僅於 2021、2023、2024 有少部分申請專利公開，且無明顯的成長期。

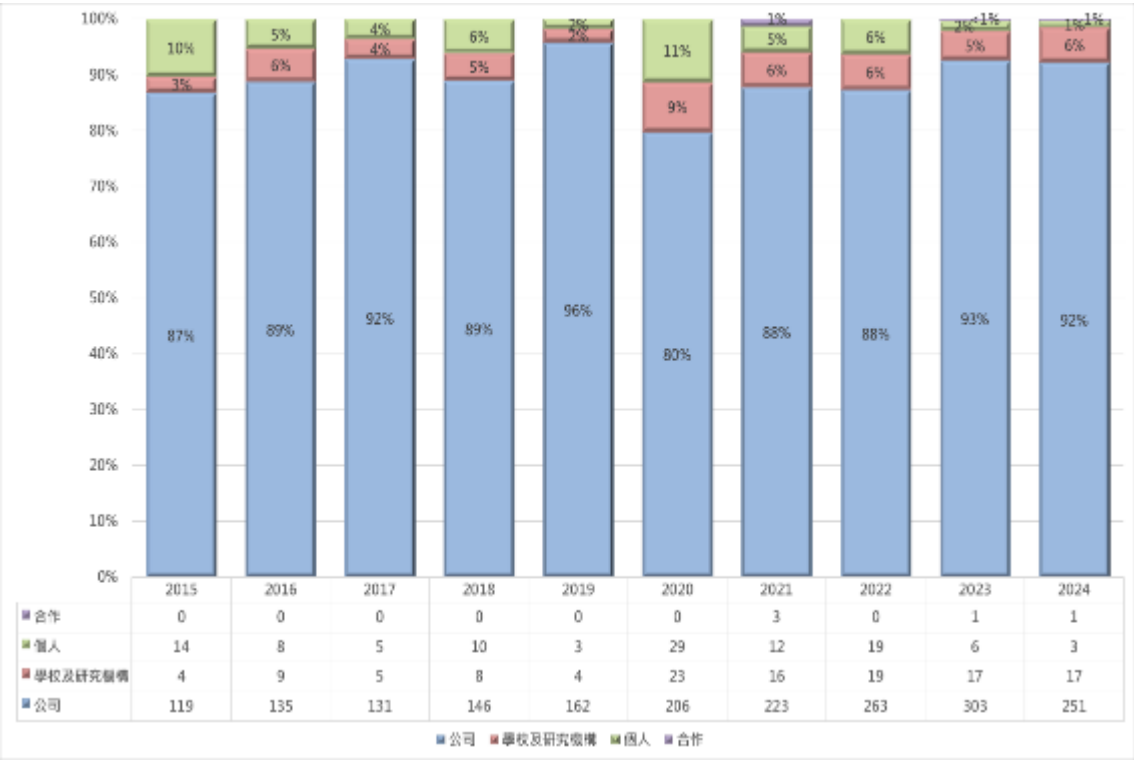


圖 55 伺服器氣冷散熱申請人類型趨勢

(三) 全球前二十大申請人專利分析

本節係將伺服器散熱方式之專利進行分類，散熱方式包含氣冷、間接液冷-液相、間接液冷-相變、浸沒液冷-液相及浸沒液冷-相變五個主題，藉以了解全球前二十大申請人專利散熱技術應用領域分布。

全球前二十大申請人伺服器散熱方式分布如圖 56 所示，在全球前二十大申請人伺服器散熱技術中，僅有 DELL 及廣達電腦氣冷散熱比例大於液冷散熱，分別為 69%與 57%，其餘全球前二十大申請人所持有的伺服器散熱技術專利主要以液冷散熱技術為主。

在伺服器浸沒液冷-液相散熱主題中，全球前二十大申請人在伺服器浸沒液冷-液相散熱專利數量較為領先的申請人前五名依序申請人為浪潮集團(70)、百度集團(20)、FUJITSU(15)、鴻海科技(12)及 INTEL(12)，其中前二十大申請人所持有專利在伺服器浸沒液冷-液相散熱專利占比前五名依序鴻海科技(14%)、INTEL(14%)、曙光資訊(13%)、MICROSOFT(13%)及浪潮集團(11%)。

在伺服器浸沒液冷-相變散熱主題中，全球前二十大申請人在伺服器浸沒液冷-相變散熱專利數量較為領先的申請人前六名依序為百度集團(27)、MICROSOFT(11)、英業達(8)、浪潮集團(7)、DELL(7)及 IBM(7)，其中前二十大申請人所持有專利在伺服器浸沒液冷-相變散熱專利占比較高的前二名依序 MICROSOFT(23%)及百度集團(10%)。

在伺服器間接液冷-液相散熱主題中，全球前二十大申請人在伺服器間接液冷-液相散熱專利數量較為領先的申請人前五名依序為浪潮集團(293)、百度集團(138)、IBM(87)、華為(82)及英業達(56)，其中前二十大申請人所持有專利在伺服

器間接液冷-液相散熱專利占比較高的前五名依序廣東申菱環境(83%)、華為(68%)、HP(68%)、曙光資訊(58%)及NVIDIA(54%)。

在伺服器間接液冷-相變散熱主題中，全球前二十大申請人在伺服器間接液冷-相變散熱專利數量較為領先的申請人前五名依序為浪潮集團(88)、百度集團(58)、日本電氣(28)、NVIDIA(26)及FUJITSU(25)，其中前二十大申請人所持有專利在伺服器間接液冷-相變散熱專利占比較高的前五名依序日本電氣(40%)、NVIDIA(37%)、ALPHABET(34%)、河北秦淮(30%)及百度集團(22%)。

在伺服器氣冷散熱主題中，全球前二十大申請人在伺服器氣冷散熱專利數量較為領先的申請人前五名依序為浪潮集團(170)、DELL(100)、FUJITSU(70)、廣達電腦(50)及IBM(46)，其中前二十大申請人所持有專利在伺服器氣冷散熱專利占比較高的前六名依序DELL(69%)、廣達電腦(57%)、鴻海科技(48%)、AMAZON(45%)、日本電氣(44%)及FUJITSU(44%)。

浪潮集團的專利案件數量在伺服器五個散熱主題中皆為數量領先的申請人；百度集團的專利案件數量除了在氣冷散熱主題以外，在其餘四個散熱主題皆為數量領先的申請人；FUJITSU 的專利案件數量在伺服器三個散熱主題中皆為數量領先的申請人，散熱主題包含浸沒液冷-液相、間接液冷-相變及氣冷。

全球前二十大申請人主要布局的伺服器散熱方式之專利，前三名依序為間接液冷-液相、氣冷及間接液冷-相變，對比與前述全球伺服器散熱方式趨勢分析其排序內容一致。



圖 56 全球前二十大申請人伺服器散熱方式統計

(四) 相關案例

本節係提供伺服器散熱的相關精選案例，其中伺服器散熱包含氣冷、浸沒液冷-液相、浸沒液冷-相變、間接液冷-液相及間接液冷-相變，此外還進一步提供我國申請人於各種伺服器散熱方式的精選案例。

1、氣冷

案例一：伺服器氣冷機櫃

專利名稱：Pressure-Activated Server Cooling System

公告/公開號：US 2015/0003010 A1

引用數：28

專利家族：US 2015/0003010 A1

【先前技術】

為防止伺服器過熱，機架內多裝有風扇進行冷卻，為了提升冷卻效率，多透過溫度偵測來控制風扇之轉速，然在伺服器密集排列的情況下，基於溫度的控制系統並不精確。

【實施方式】

如圖 57 所示，機架(110)中安裝有多個伺服器(120)，風扇(140)提供動力使空氣穿過並冷卻伺服器(120)來到通風室(130)，通風室(130)開孔泡棉(190)讓空氣可以進入第一管道(170)及第二管道(180)，壓差感測器(150)透過偵測第一管道(170)及第二管道(180)內的壓力判斷通風室(130)內的壓力是否大於外界壓力，若通風室(130)內的壓力較大，則使風扇控制器(160)提高風扇(140)之轉速，防止通風室(130)內的氣壓

過高而產生流動阻力，進而使熱量堆積在伺服器(120)中。

【達成功效】

本案透過依據測得之壓力控制風扇(140)之轉速，達到防止熱量滯留在伺服器中(120)中功效。

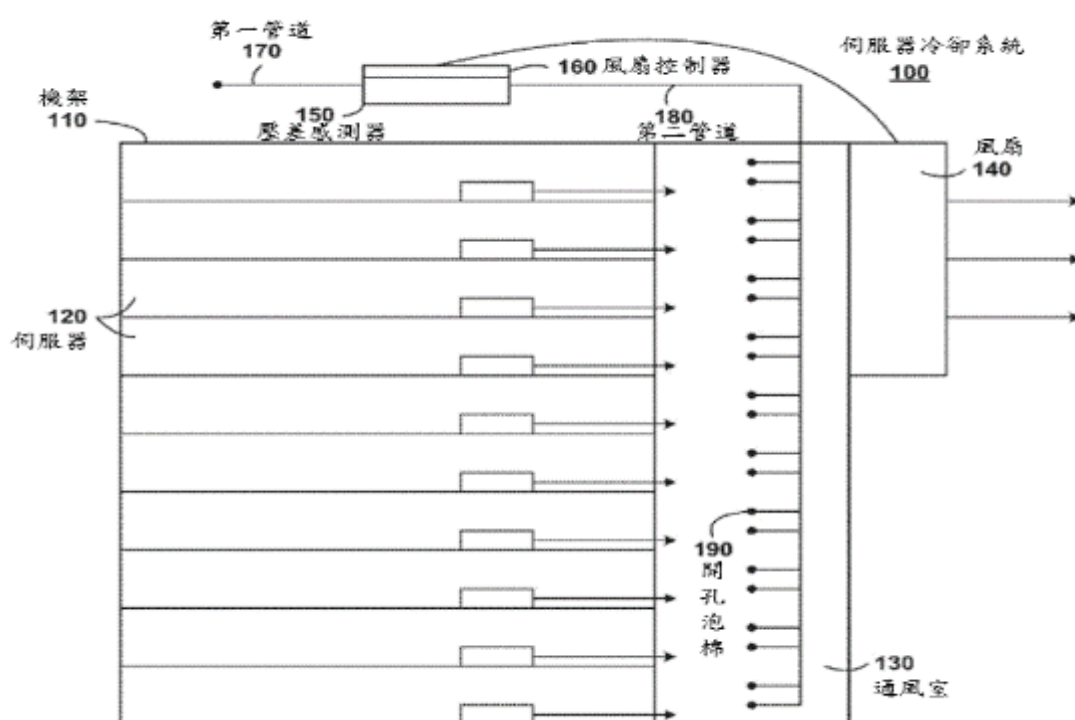


圖 57 伺服器氣冷機櫃

案例二：伺服器氣流流道熱交換機櫃殼

專利名稱：Computer Server Heat Regulation Utilizing Integrated Precision Air Flow

公告/公開號：US 2020/0022287 A1

引用數：33

專利家族：85 件

【先前技術】

現有的機架安裝式伺服器系統包括伺服器機架和多個伺服器單元，每個伺服器單元均利用一對安裝托架或者軌道安裝到伺服器機架，該對安裝托架或者軌道分別固定到伺服器機架兩側壁的內表面，而為了幫助伺服器單元散熱，必須找出將空氣或其他流體引導到其他設備的方法。

【實施方式】

其技術內容可參照圖 58、59，首先如圖 58 所示，氣流通過設置在頂表面的通道(1220、1221)和底表面的通道(1230、1234)分別進入左側面板(1210)和右側面板(1215)中，並在之後從側面進入伺服器中。

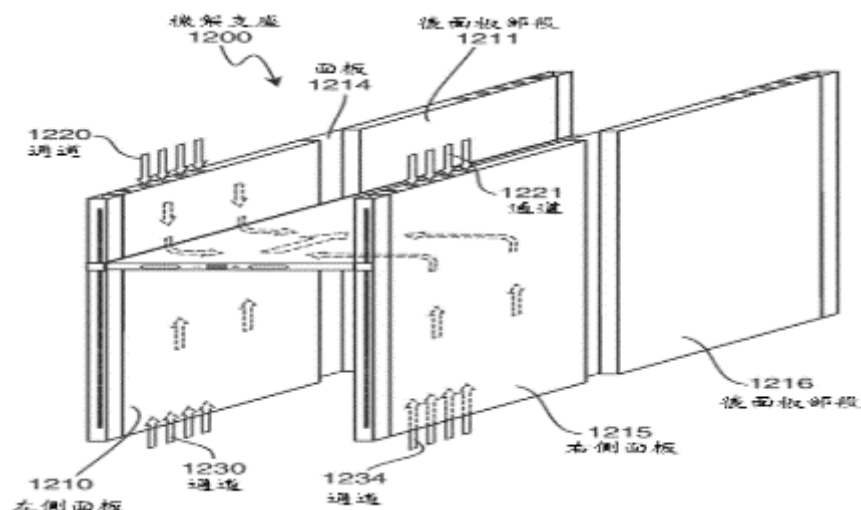


圖 58 伺服器氣流板入風

再如圖 59 所示，氣流在穿過伺服器後，分為兩股氣流流至後面板部段(1211、1216)，之後再分別透過通道(1224、1225、1227)流出後面板部段(1211、1216)的頂表面和底表面，本案以此達到伺服器散熱之功效。

【達成功效】

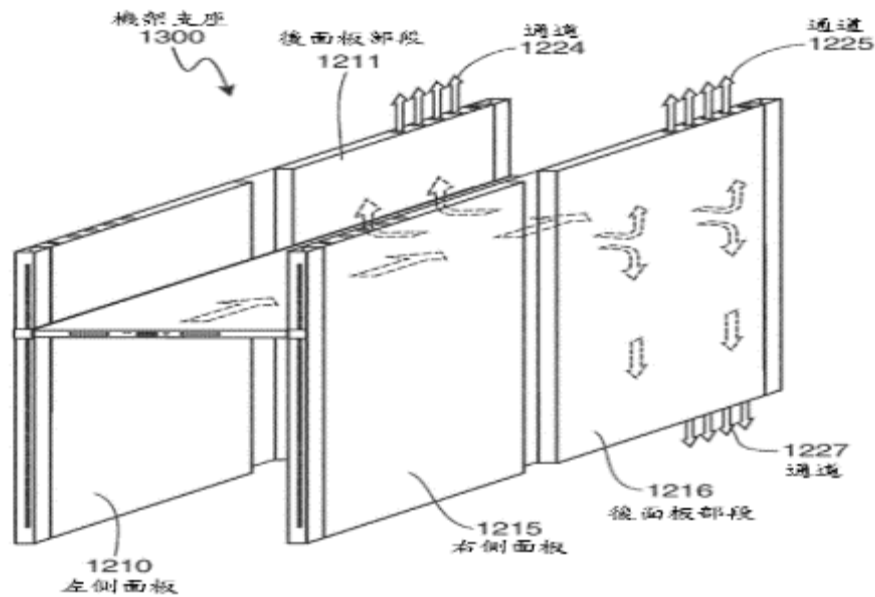


圖 59 伺服器氣流板回風

本案之優勢在於，為對伺服器機架的結構設計之改良，故幾乎不需額外的放置空間，便可冷卻被約束在封閉環境的伺服器或其他運算設備。

2、浸沒液冷-液相

案例一：浸沒式液相泵循環系統

專利名稱：Electronic Apparatus

公告/公開號：JP 2017-163065 A

引用數：19

專利家族：US 2017/0265328 A1、JP 2017-163065 A

【先前技術】

近年來，隨著電子設備性能的提升，電子設備中電子元件的發熱量也不斷增加，而浸沒式冷卻便是一種能提供大量冷卻的方法，但當電子元件高密度排列時，冷卻劑會因無法充分流動而降低系統的冷卻效率。

【實施方式】

如圖 60 所示，電子元件(25)密集的排列在冷卻罐(21)內並浸沒在冷卻劑(22)中，而冷卻劑(22)則由幫浦(24)提供流體動力，由管道(28c)、(28d)流入冷卻罐(21)中，且分配器(29)會將冷卻劑(22)平均分配至各個電子元件(25)，而吸熱後的冷卻劑(22)則由管道(28a)留至冷卻裝置(23)冷卻，隨後再重新進入流體循環。

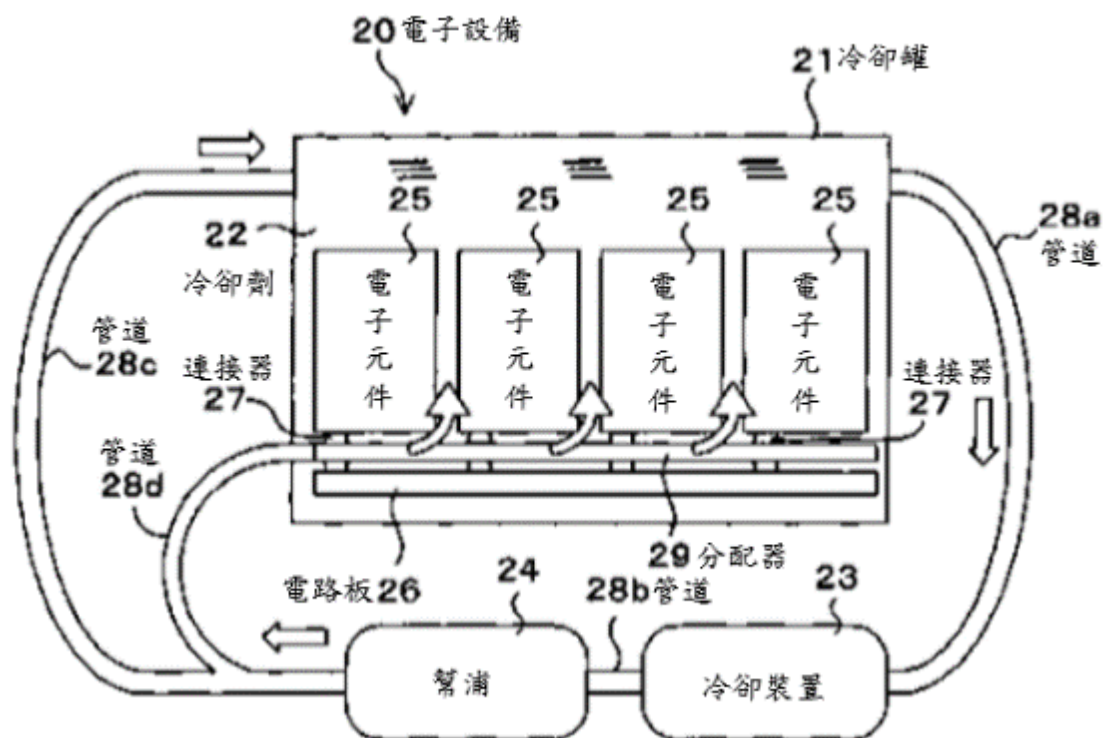


圖 60 浸沒式液相泵循環系統

【達成功效】

本案透過幫浦(24)及分配器(29)，使冷卻劑(22)能充分地流經每個電子元件(25)，達到提升散熱均勻度及冷卻效率之功效。

案例二：浸沒式液冷液自然對流循環

專利名稱：Cooling System and Method of Cooling Electronic Device

公告/公開號：US 10321609 B2

引用數：19

專利家族：JP 2018-88433 A、US 2018/0153058 A1、US 10321609 B2

【先前技術】

習知的浸沒式冷卻多需要幫浦提供流體動力，使冷卻劑

在浸沒槽及熱交換器之間循環流動，而幫浦在運轉時需要消耗額外的電能。

【實施方式】

如圖 61 所示，電子裝置(15)置於浸沒槽(11)中的殼體(12)中並浸沒在冷卻劑(13)中，冷卻劑(13)吸收電子裝置(15)所產生的熱量，自通孔(12a)流出殼體(12)，之後沿著流路(14a)、(14b)、(14c)流動，最後由通孔(12b)重新流入殼體(12)完成循環。冷卻劑(13)在流路(14b)時會經過熱管(16)，熱管(16)內含有液壓流體，該液壓流體可吸收冷卻劑(13)的熱量而蒸發，將浸沒槽(11)內的熱量傳遞置外界。

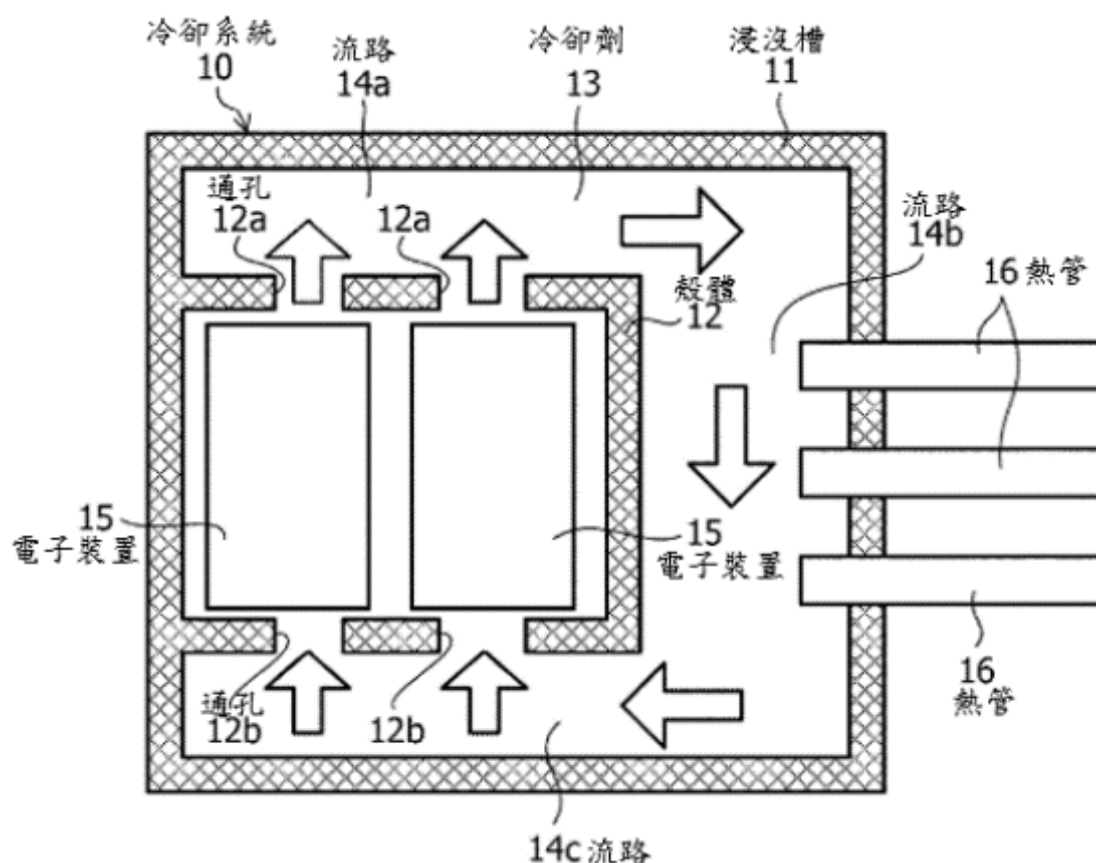


圖 61 浸沒式液冷液自然對流循環

【達成功效】

本案透過自然對流使冷卻劑在不需幫浦提供動力的情況下便可完成流動循環，達到節省能量消耗的功效。

案例三：浸沒式超流體散熱

專利名稱：冷卻裝置

公告/公開號：CN 114679901 A

引用數：6

專利家族：WO 2023/213131 A1、CN 114679901 A

【先前技術】

浸沒式冷卻可有效的冷卻電子裝置，尤其是在較小空間之冷卻，然針對高強度的散熱仍略有不足。

【實施方式】

如圖 62 所示，本案為一浸沒式冷卻裝置，冷卻液吸熱電子裝置產生之熱量蒸發後透過蒸氣出口(31)流出，氣態冷卻液在接觸到冷凝器(34)後變回液態，再經由回流入口(33)回到冷卻腔(11)。此外，本案具有發泡裝置(2)，利用其產生之氣泡沖刷發熱元件表面，使得氣泡能夠替代汽化核心，加速發熱元件附近液體的蒸發，進而降低發熱元件表面過熱度，達到提升冷卻效率之功效。

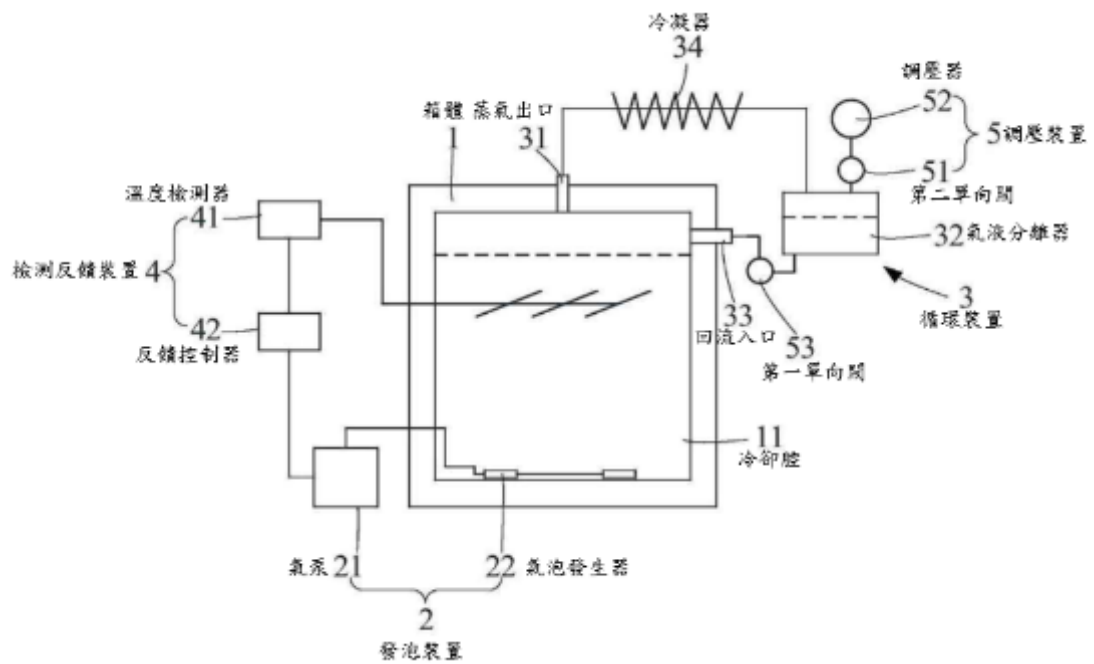


圖 62 浸沒式超流體散熱

【達成功效】

本案透過發泡裝置(2)在冷卻腔(11)中產生氣泡，加速發熱元件附近液體的蒸發，進而達到提升散熱效率之功效。

案例四：浸沒式雙冷卻液超流體散熱

專利名稱：氣泡放出裝置を備えた電子機器

公告/公開號：JP 7126279 B2

引用數：5

專利家族：WO 2020/100816 A1、JP 7126279 B2

【先前技術】

對浸沒式冷卻裝置而言，對冷卻液施以強制對流可有效提升冷卻效率，然這也意味著需消耗更多的能量來對冷卻液施加流體動力。

【實施方式】

如圖 63 所示，本案之電子裝置浸沒在高蒸氣壓、高冷卻效率之第一冷媒(21)中(圖中紅色虛線)，上層則不混溶的裝有低蒸氣壓的第二冷媒(22) (圖中藍色虛線)，透過較便宜的第二冷媒(22)達到防止冷媒的蒸發損失及減少成本之功效。在冷卻過程中，電子元件(30)先將熱量傳遞至第一冷媒(21)，第一冷媒(21)再將熱量傳遞至冷卻板(50)及第二冷媒(22)。此外，本案在浸沒槽底部設有氣泡釋放裝置(40)，其可產生預定尺寸的氣泡，該氣泡會在上升的同時促進冷卻液的流動，而冷

卻液之流動可加速熱傳遞的速度，達到提升冷卻效率之功效。

【達成功效】

本案透過在冷卻液中打入氣泡，促進冷卻液的對流，達到強化冷卻效率、減少能量耗損之功效，此外，還透過上下分層的二種冷媒達到減少成本之功效。

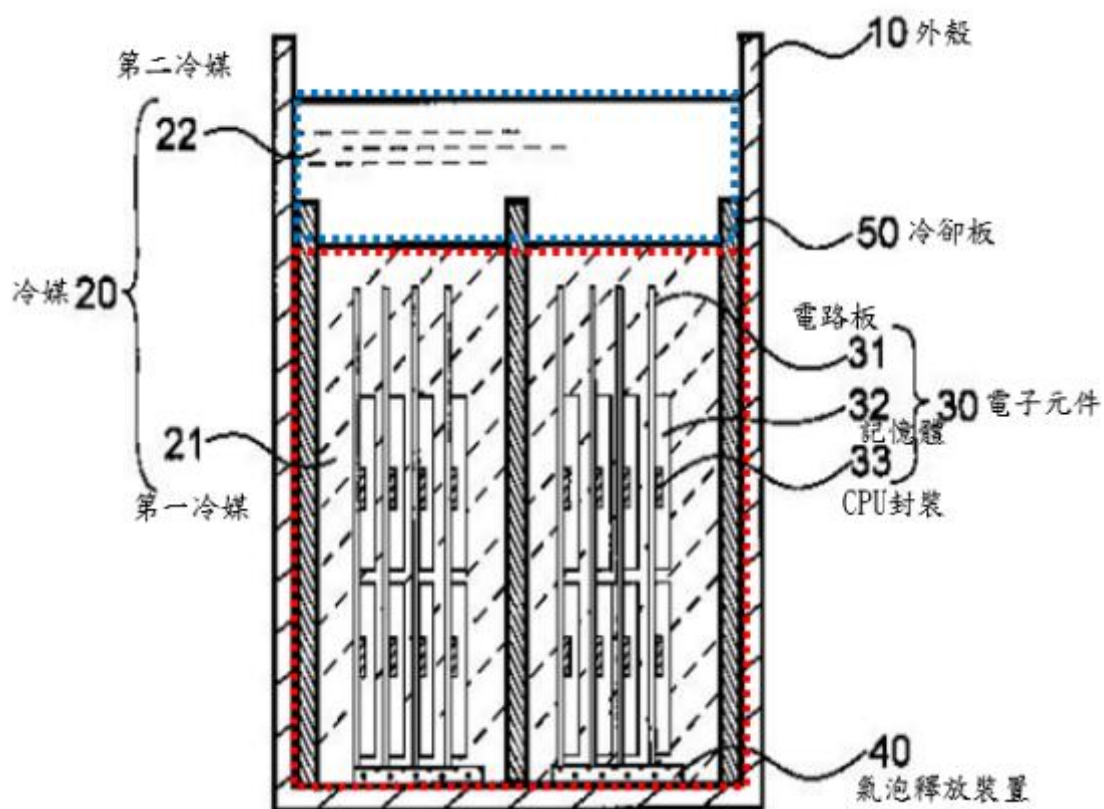


圖 63 浸沒式雙冷卻液超流體散熱

3、浸沒液冷-相變

案例一：浸沒式液冷相變循環系統

專利名稱：Immersion Server, Immersion Server Drawer, and Rack-Mountable Immersion Server Drawer-Based Cabinet

公告/公開號：US 9049800 B2

引用數：59

專利家族：US2015/0062806A1、US9049800B2

【先前技術】

大型伺服器系統在運作時會產生大量的熱量，因此散熱問題是提升伺服器密度的最大阻礙，傳統的風扇冷卻需要消耗大量的電力，且須考慮如溫度、溼度等空氣品質，因此需要一種高效率、低功耗之冷卻方法。

【實施方式】

如圖 64 所示，本案為浸沒式冷卻裝置，伺服器(300)浸沒在冷卻液(412)中，冷卻液(412)吸收伺服器產生之熱量後蒸發上升，並在接觸到冷凝器(460)後凝結回液態，存在冷凝冷卻液收集系統(440)引導冷凝之冷卻液，避免冷卻液接觸到第二儲存設備 HDDs(125)，該第二儲存設備 HDDs(125)以抽屜形式裝設於伺服器(300)上方，可在不停止冷卻裝置運轉的情況下，以簡易之方式進行更換。圖中紅色虛線之冷卻液為液態，藍色虛線內之冷卻液為氣態。

500 浸入式冷卻槽

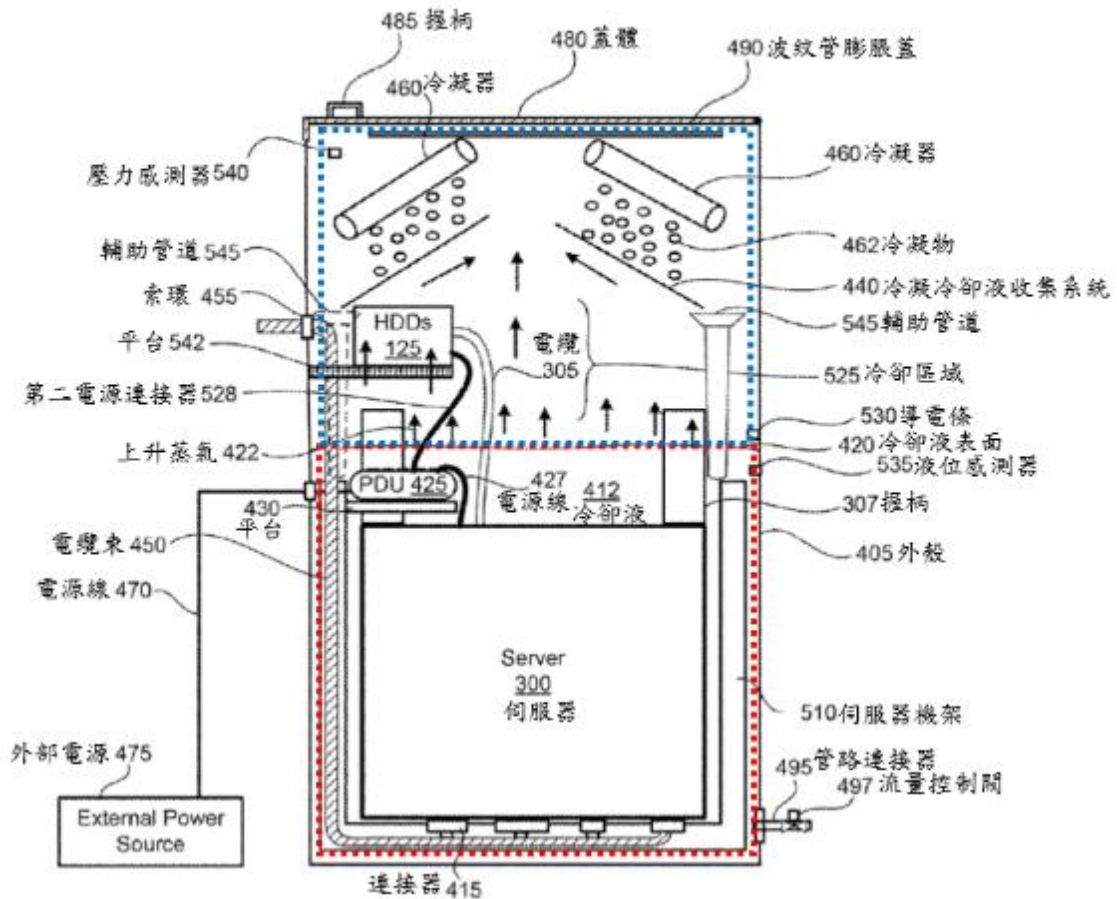


圖 64 浸沒式液冷相變循環系統

【達成功效】

本案將伺服器浸沒在冷卻液中，透過冷卻液蒸發時之潛熱達到快速散熱之功效，另外，此系統還可包括第二儲存設備 HDDs，其並未與冷卻液接觸並可輕易地進行更換。

案例二：浸沒式雙冷卻液局部相變循環系統

專利名稱：Cooling System and Cooling Method for Electronic Equipment

公告/公開號：US 2017/0332514 A1

引用數：19

專利家族：WO 2016/075838 A1、US 2017/0332514 A1

【先前技術】

現有的浸沒式冷卻系統存在整體結構複雜、電子設備的可維護性差等問題，而現有的沸騰冷卻系統雖適合對電子設備進行局部冷卻，但因為二次冷卻之冷卻效率較差，亦具有整體結構複雜之問題。

【實施方式】

如圖 65 所示，電子設備(100)浸沒在冷卻槽(12)內的第二冷卻劑(13)中，而電子設備(100)中對冷卻需求量較高的處理器(110)貼合至沸騰冷卻裝置(200)中的密閉容器(210)的熱接收部(211)上，密閉容器(210)中具有沸點低於第二冷卻劑(13)之第一冷卻劑(11)，第一冷卻劑(11)會吸收處理器(110)產生之熱量而蒸發，蒸發之第一冷卻劑(11)會在散熱部(212)被冷卻

而重新凝結回液態。

【達成功效】

透過密閉容器(210)中的第一冷卻劑(11)對主要發熱源進行冷卻，再透過冷卻槽(12)中的第二冷卻劑(13)對蒸發的第一冷卻劑(11)及電子設備(100)進行冷卻，以此達到冷卻系統的簡化及小型化之功效。

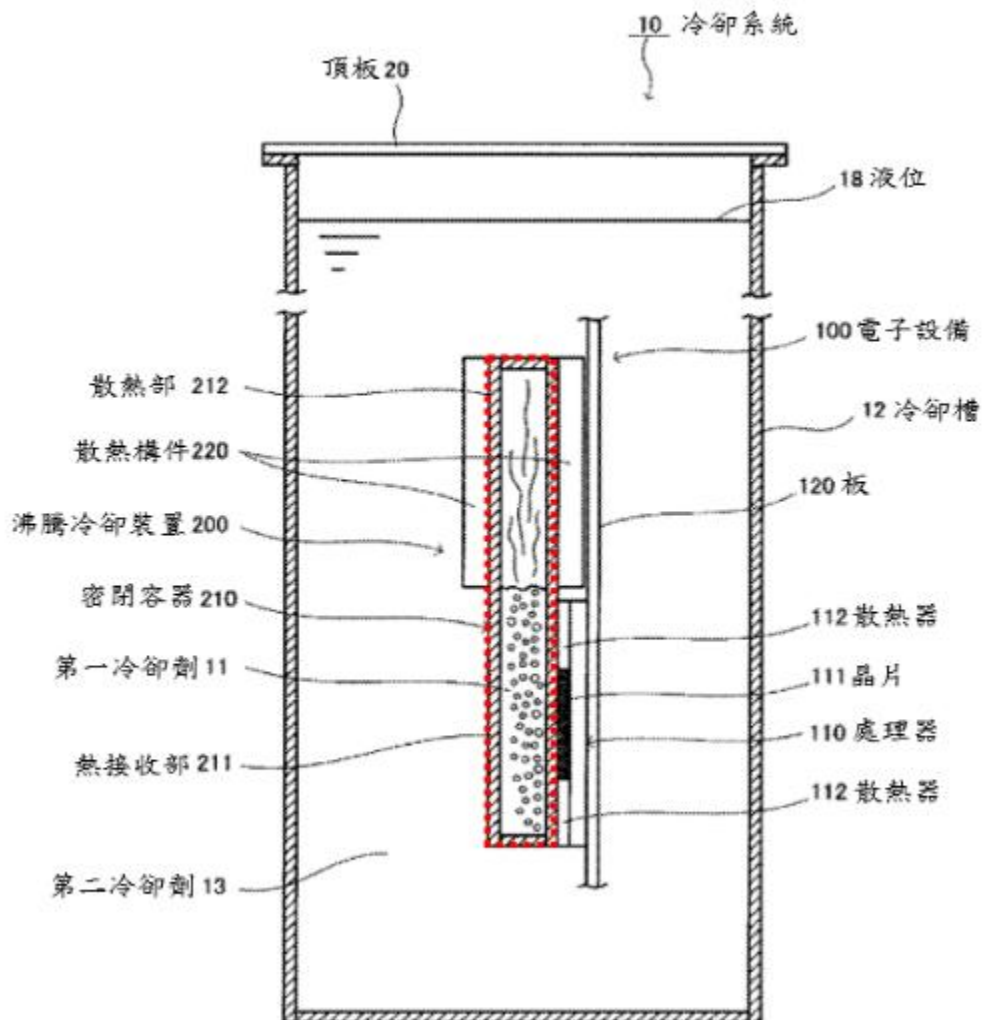


圖 65 浸沒式雙冷卻液局部相變循環系統

4、間接液冷-液相

案例一：伺服器液冷循環系統

專利名稱：Heat-Dissipating System and Method of Whole Cabinet Server System

公告/公開號：US 2018/0192552 A1

引用數：23

專利家族：CN 106604616 A、US 2018/0192552 A1

【先前技術】

現有的伺服器冷卻技術多採用風冷散熱，然風冷散熱效率較低，且須設置空調設備來提供冷空氣，提升冷卻成本。

【實施方式】

如圖 66 所示，伺服器系統(101)中的每個發熱元件均具有水冷板，冷熱水機組(105)將冷卻水提供給水冷盤管(103)，冷卻水再透過進水總管(106)及進水歧管進入到水冷板中，在吸收來自伺服器系統(101)的熱量後，冷卻水在由出水歧管及出水總管回到冷熱水機組(105)，在將熱量傳遞到外界，此外，伺服器系統(101)還會被風扇(104)進行風冷，而被伺服器系統(101)加熱後的空氣則會被水冷盤管(103)進行冷卻。

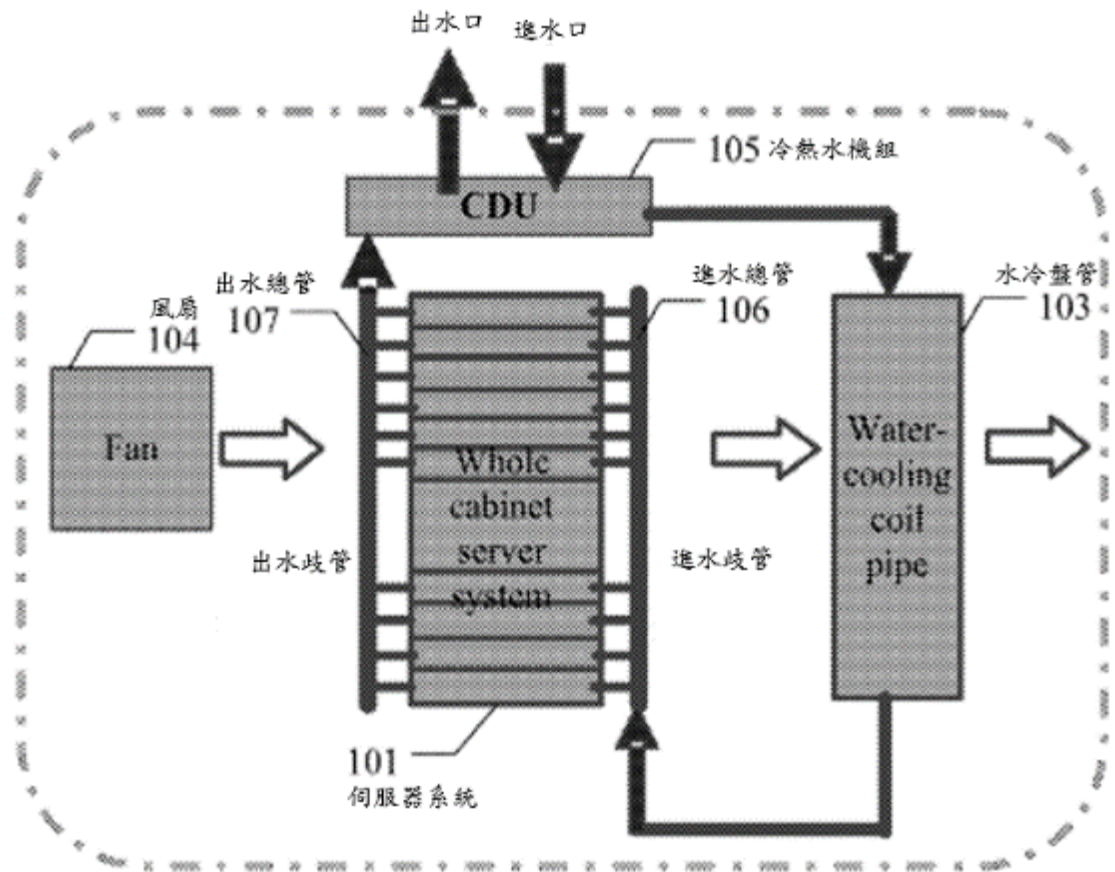


圖 66 伺服器液冷循環系統

【達成功效】

本案透過水冷輔以風冷提升散熱效率，且透過水冷盤管(103)再次冷卻空氣以達到降低冷卻成本之功效。

案例二：伺服器雙冷卻迴路緊急備用循環系統

專利名稱：Data Center with Dual Radiator Cabinets for Redundant Operation

公告/公開號：US 9291408 B2

引用數：43

專利家族：US 2012/0298338 A1、US 2013/0092347 A1、
US 9874413 B2、US 9291408 B2

【先前技術】

現今液冷系統中，一旦冷卻劑供應管線發生冷卻劑洩漏之問題，必須停止供應冷卻劑已進行維修，然這會導致冷卻系統的停擺，使電子設備面臨過熱的可能。

【實施方式】

如圖 67 所示，資料中心(100)內具有多個機櫃(102)，而每個機櫃(102)中皆具有包含兩個散熱器(108)、(109)的冷卻器(106)，冷卻器(106)中的冷卻劑可將熱量帶離機櫃(102)，之後經由主冷卻劑供應管線(110)、(112)流至冷卻劑分配單元(120)，再經由冷凍機供給館現(122)、(123)流至製冷裝置(124)，並在製冷裝置(124)將熱量傳遞至外界。

當其中一條主冷卻劑供應管線(110)、(112)發生故障時，冷卻劑分配單元(120)會停止對該管線提供冷卻劑，同時，冷卻器(106)會透過氣流屏障(114)使機櫃(102)內的廢熱僅網

仍可正常運作的散熱器(108)、(109)排出。

【達成功效】

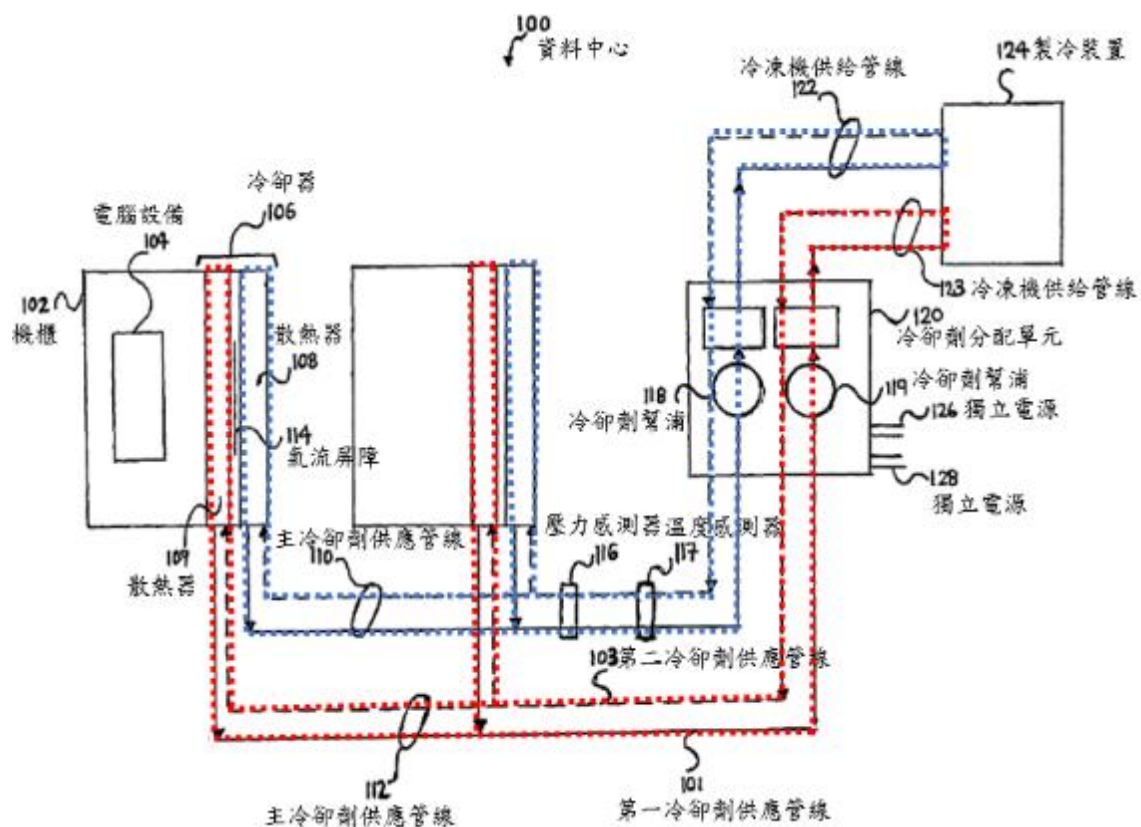


圖 67 伺服器雙冷卻迴路緊急備用循環系統

本案具有兩條冷卻迴路，因此當其中一條冷卻迴路發生故障時，冷卻系統仍可持續運作，避免電子設備發生過熱之問題。

5、 間接液冷-相變

案例一：液冷相變循環系統

專利名稱：System and Method for Cooling Electronic Devices

公告/公開號：US 2020/0113083 A1

引用數：36

專利家族：US 2020/0113083 A1

【先前技術】

對於結構較為緊湊之電子裝置，若存在不同散熱強度的電子元件，容易產生散熱不均的現象，若要加裝輔助冷卻裝置則會消耗額外的能量。

【實施方式】

如圖 68 所示，圖中紅色虛線內部為設有冷板(22)及風扇(15)之電子機架，藍色虛線則為工作流體(12)之外部冷卻迴路。本案對高熱強度之電子裝置(13a)以冷板直接接觸進行冷卻，可蒸發工作流體(12)流過冷板(22)吸收電子設備(13a)所產生的熱量成為兩相混合物(14)(液-氣混合)，該兩相混合物(14)在將熱量傳遞至冷凝器(40)後重新變回液態；對低熱強度之電子裝置(13b)則以風扇(15)進行冷卻。

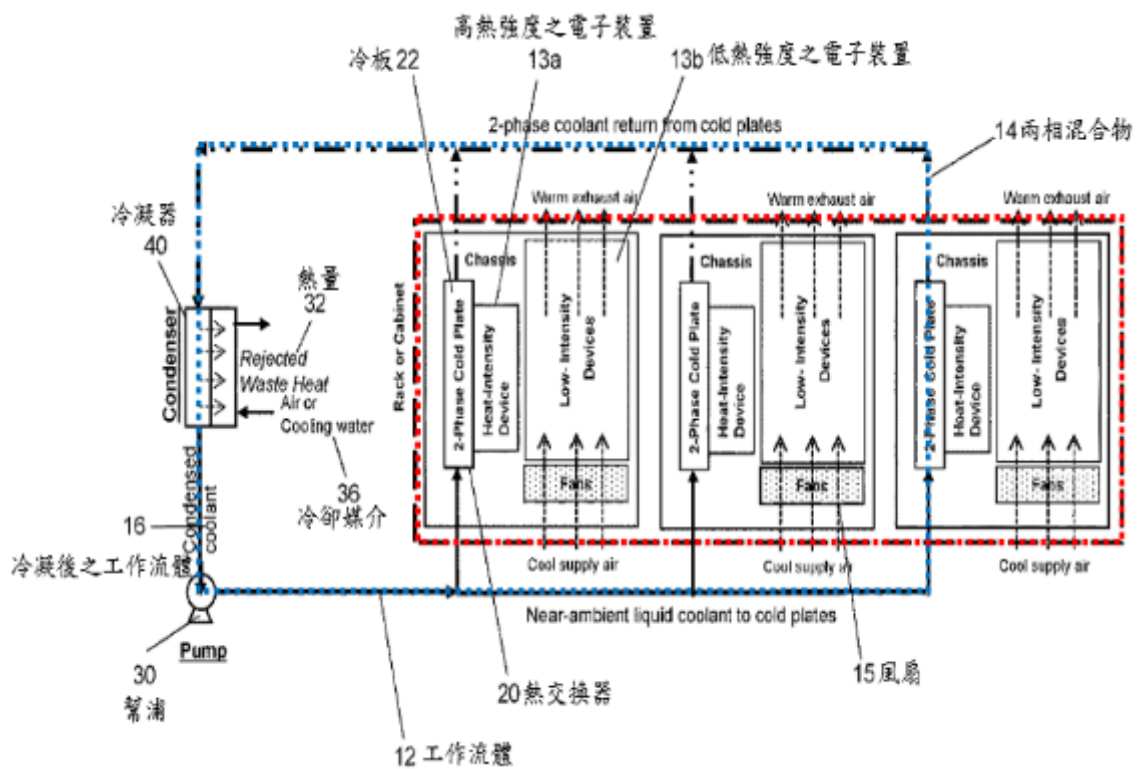


圖 68 液冷相變循環系統

【達成功效】

本案透過對不同熱強度之電子裝置分別提供液冷及氣冷，達到在進行高效率冷卻的同時，節省能量耗損之功效。

案例二：伺服器液冷相變循環系統

專利名稱：Two-Phase Cooling System

公告/公開號：US 2016/0120059 A1

引用數：93

專利家族：US 11906218 B2、US 2019/0141861 A1、US 2024/0175611 A1、US 2016/0120059 A1

【先前技術】

現今資料中心可容納數千台伺服器，而每台伺服器又具有兩個或以上的發熱微處理器，且隨著半導體技術的發展，未來的微處理器預計將產生更高的熱量，故迫切的需要可高效率冷卻伺服器的方法。

【實施方式】

如圖 69 所示，冷卻裝置(1)包含主冷卻迴路(300)(圖中藍色虛線)和排熱迴路(43)(途中紅色虛線)。在主冷卻迴路(300)中，第一泵(20-1)可從儲存器(200)中抽取冷卻劑形成主流(51)，之後主流(51)在離開流體分配單元(10)(圖中綠色虛線)後分為第一分流(51-1)及第二分流(51-2)。其中第一分流(51-1)流經冷卻管線(303)(圖中黃色虛線)並透過一個或多個散熱器(100)從伺服器中吸收熱量，特別的是該冷卻管線(303)包含柔性管，可以靈活的冷卻各種結構的裝置；第二分流(51-2)則從第一旁通流路(305)流經閥門(60)，該閥門(60)可控制冷卻管線(303)出/入口的壓力差使冷卻劑形成兩相流以增加第一分流(51-1)的吸熱效率，之後兩條分流會合後由返回管線(230)回到儲存器(200)。

在排熱迴路(43)中，第二泵(20-2)可從儲存器(200)中抽取冷卻劑形成第三分流(51-3)，該第三分流(51-3)可透過熱交換器(40)將冷卻劑中的熱傳遞到外界，之後再返回儲存器(200)。

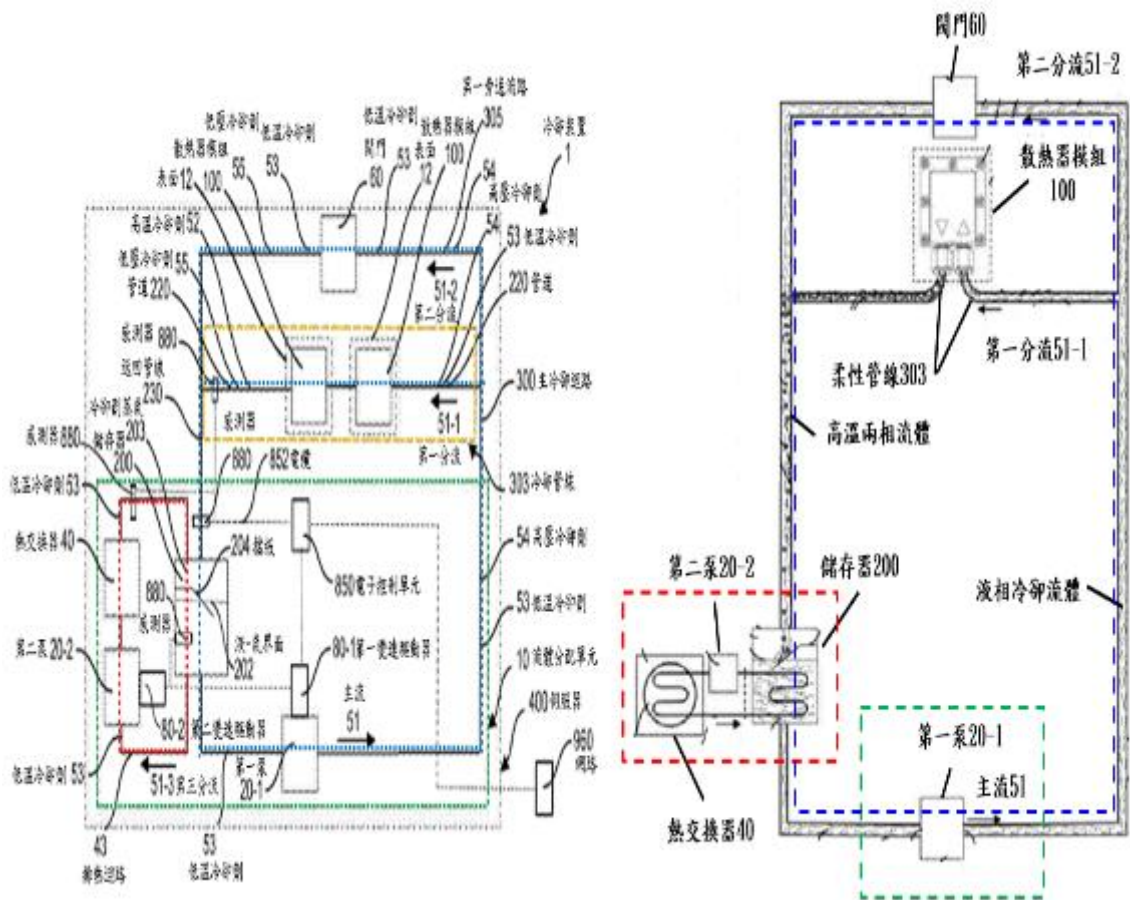


圖 69 伺服器液冷相變循環系統

【達成功效】

本案之優勢在於，冷卻劑可為兩相流，提升散熱效率，且內部柔性管的構造，讓本案可應用在一些結構較分散的裝置，並可有效提供關鍵部件之局部冷卻，而不會提升周遭環境之溫度。

6、我國申請人案例

案例一：浸沒式槽體氣壓濕度調節裝置

專利名稱：伺服器的冷卻系統

公告/公開號：TW 202222139 A

引用數：2

專利家族：TW I747628 B、TW 202222139 A

【先前技術】

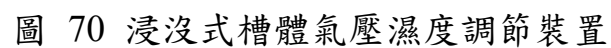
蒸發式浸沒式冷卻在調節浸沒槽內之氣壓時，容易跑入空氣中的水分，若水分與電子元件接觸，則可能導致電子元件的毀損。

【實施方式】

如圖 70 所示，電子元件浸沒在介電液 L1 中，介電液吸收電子元件產生之熱量後蒸發，蒸發氣體透過第一管線(130)抵達多孔盒體(122)，多孔盒體(122)內的第一吸濕材料(124)僅吸收水不吸收介電液，接著蒸發氣體被冷凝回液態介電液，再經由第二管線(132)回到槽體(110)。當氣壓過高時，可將不含介電液之氣體從第三管道(134)排出；當氣壓過低時，可從第三管道(134)引入外界空氣，再由第一吸濕材料(124)去除空

【達成功效】

本案透過包含吸濕材料的多盒孔體，達到在平衡冷卻槽壓力的同時，避免水分進入之功效。



案例二：浸沒式液相循環系統

專利名稱：Liquid Cooling Apparatus

公告/公開號：US 2024/0081020 A1

引用數：1

專利家族：CN 115315163 A、US 2024/0081020 A1

【先前技術】

目前的浸沒式液冷方式包含多個液槽，同時須透過冷卻液監控主機分配冷卻液，占地空間大且效率不高，因此，需要一種可節省所占空間及提升液冷效率的浸沒式冷卻方式。

【實施方式】

如圖 71 所示，本案為一浸沒式冷卻系統，多個服務器(20)浸沒在浸沒槽(20)中並將熱量傳遞至第一冷卻液(13)，第一冷卻液(13)經由第一循環流道(C1)(紅色虛線)流至板式熱交換器(15)並在該處將熱量傳遞至第二冷卻液(16)，冷卻後的第一冷卻液(13)返回浸沒槽(20)，而被加熱後的第二冷卻液(16)則經由第二循環流道(C2)(藍色虛線)留置液冷式熱交換器(14)並在該處將熱量傳遞出去，冷卻後的第二冷卻液(16)則重新回到流體循環。

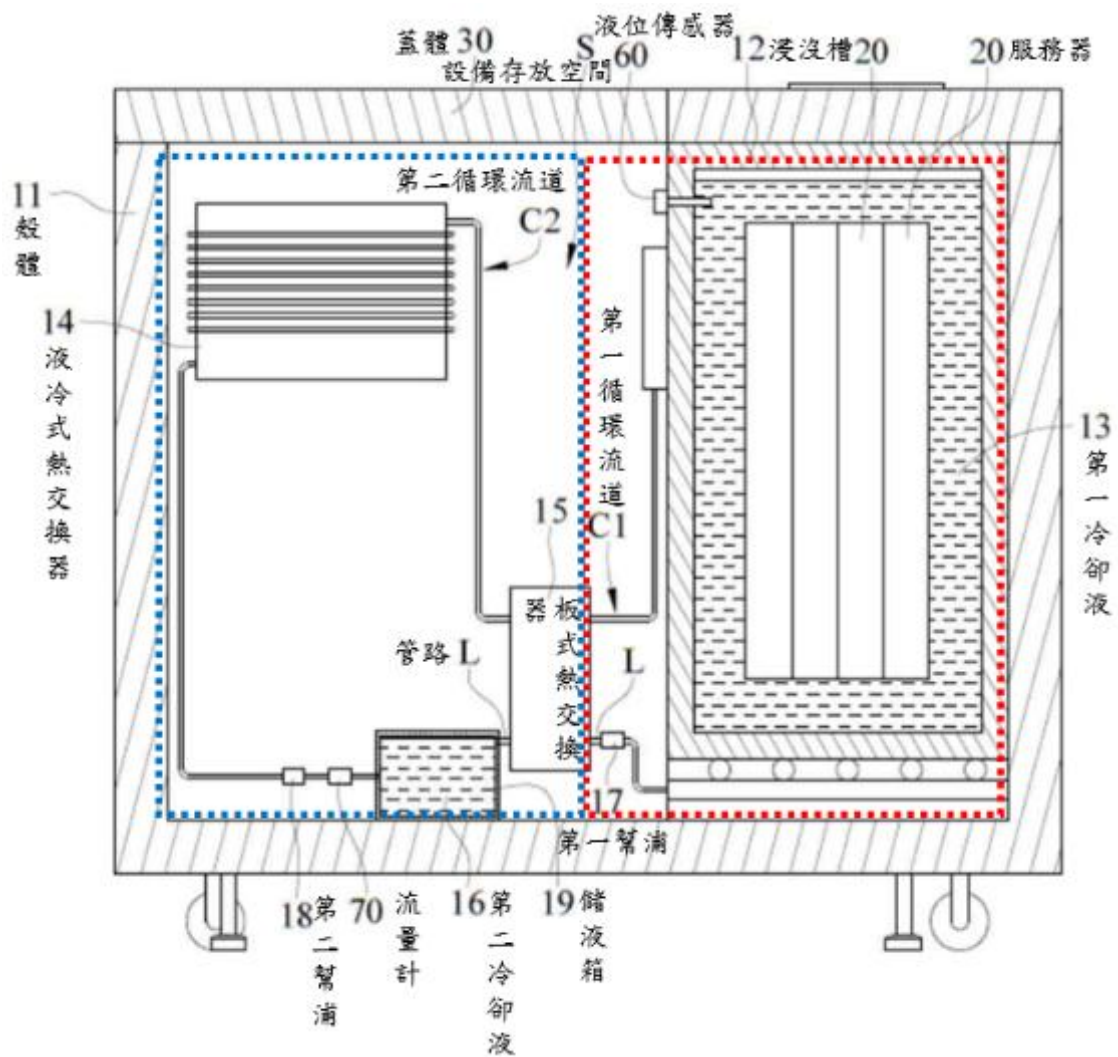


圖 71 浸沒式液相結合液冷循環系統

【達成功效】

本案透過將浸沒槽與熱交換器整合為一體，無須外接其他組件亦無需透過監控主機分配冷卻液，達到節省空間及簡化結構之功效。

案例三：浸沒式相變循環系統

專利名稱：Immersion Liquid Cooling Tank Assembly with Fan

公告/公開號：US 12004325 B2

引用數：3

專利家族：CN 116643628 A、TW 202334607 A、TW I818594 B、US 2023/0262930 A1、US 12004325 B2

【先前技術】

由於系統性能的提升，需要移除的熱量亦隨著各代新的電子組件而變得更高，故傳統的風扇及空調冷卻已不足以滿足現今設備的散熱需求，而液體冷卻為公認比空冷更具效率的散熱方法。

【實施方式】

如圖 72 所示，本案為浸沒式冷卻，發熱組件(204)浸沒在冷卻劑(202)中，冷卻劑(202)吸收發熱組件(204)產生之熱量後蒸發，蒸發後之氣態冷卻劑沿著 B、C 箭頭方向上升，遇到由橫流風扇(140)產生、沿箭頭 A 方向流動之氣流，隨後氣態冷卻劑被帶至冷凝器(130)，而後重新凝結回液態。

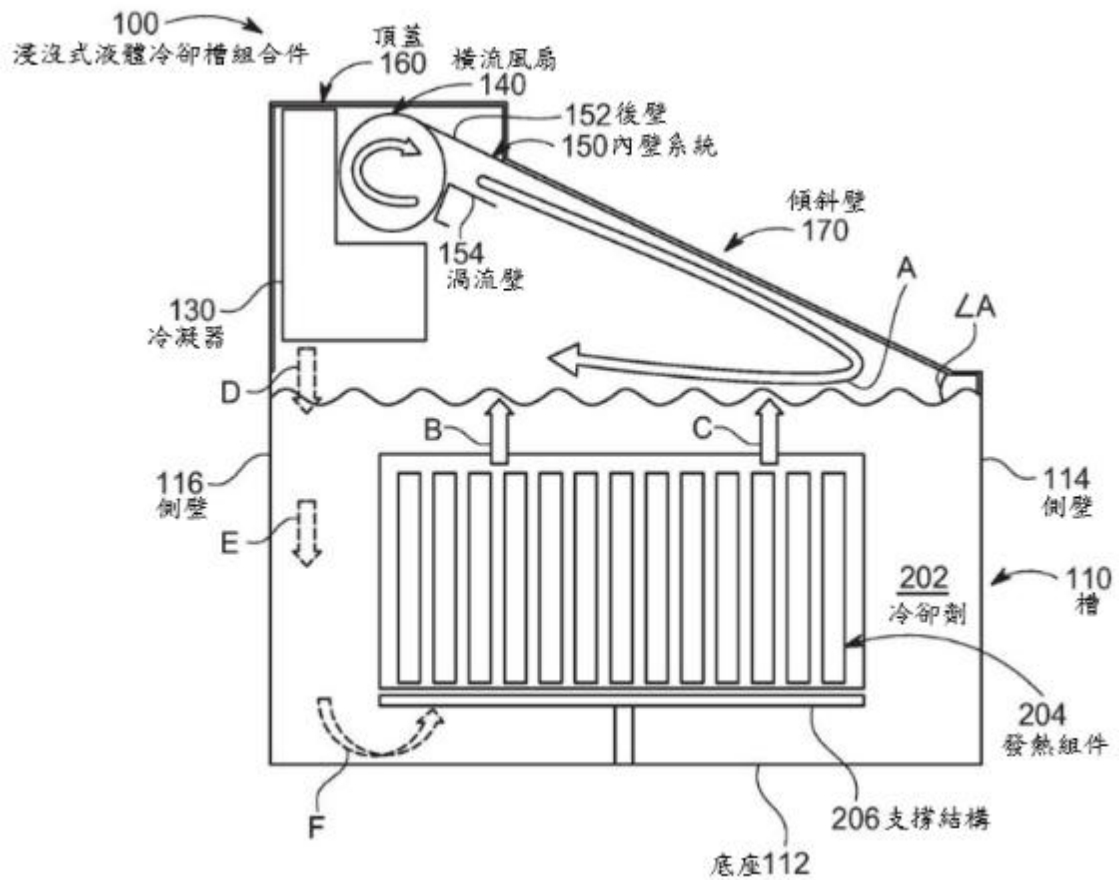


圖 72 浸沒式相變結合風扇加速冷凝循環系統

【達成功效】

本案透過橫流風扇(140)及內壁系統(150)產生之氣流封閉迴圈，將氣態冷卻劑引導至冷凝器(130)，加速氣態冷卻劑凝結回液態的速度，進而達到提升散熱效率之功效。

案例四：浸沒式雙冷卻液循環系統

專利名稱：Immersion Cooling System

公告/公開號：US 2022/0264768 A1

引用數：15

專利家族：US 11800683 B2、US 2022/0264768 A1

【先前技術】

雙相浸沒式冷卻被視為高效率的散熱方式，然其所需之雙相冷卻液價格昂貴，在資料中心中大規模運用會是一筆相當可觀的成本。

【實施方式】

如圖 73 所示，密封槽(1)中裝有較昂貴之第一工作液體(L1)(紅色虛線)及較廉價之第二工作液體(L2)(藍色虛線)，其中第二工作液體(L2)之沸點高於第一工作液體(L1)之沸點，電子設備 E 浸沒在第二工作液體(L2)中，使熱源(H)將熱量傳遞至第二工作液體(L2)中，另外，第一工作液體(L1)自第一端口(411)進入循環管路(41)(綠色虛線)中，並在吸熱段(41a)吸收來自熱源(H)的熱量蒸發，加速電子設備(E)的冷卻速度，蒸發後的第一工作液體(L1)在冷凝段(41b)被冷凝器(42)及風扇(43)冷卻變回液態，經由回流段(41c)自第二端口(412)回到循環層(2)。

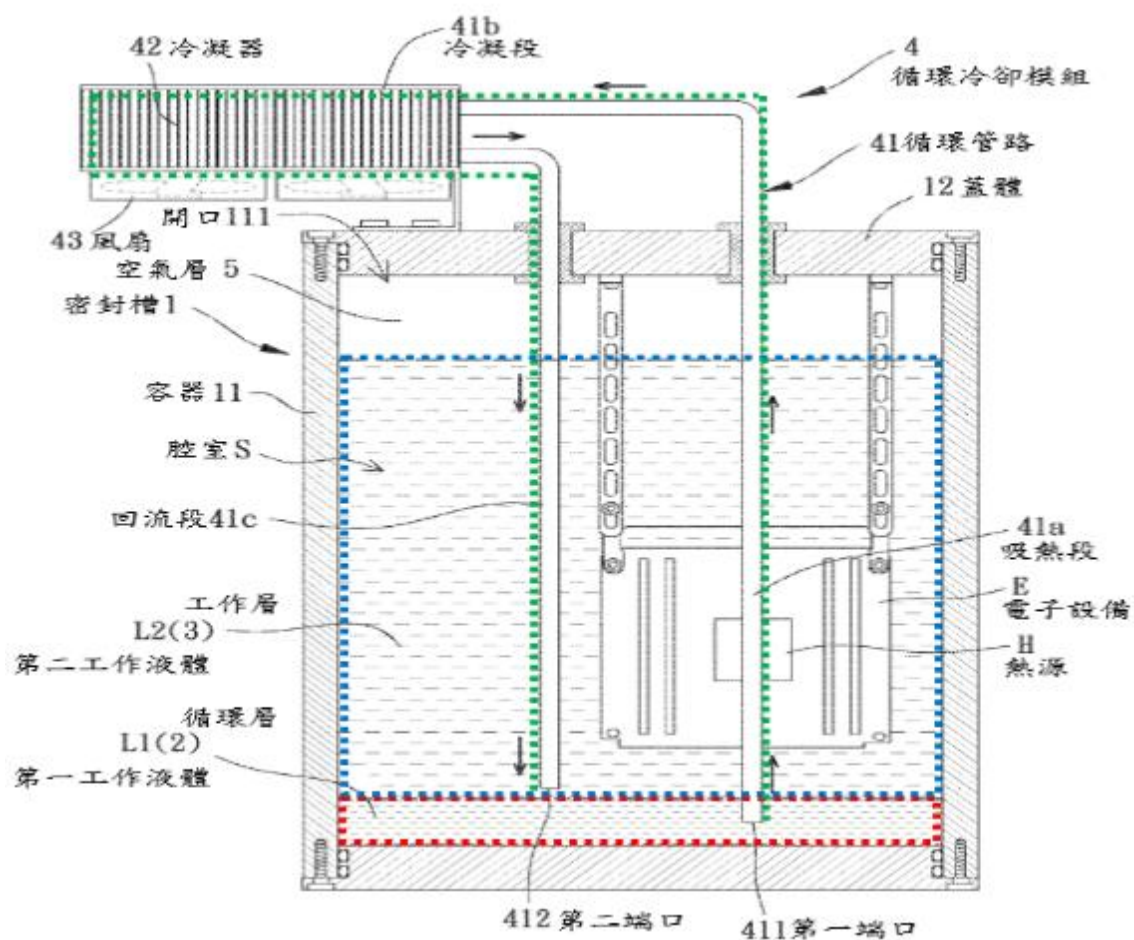


圖 73 浸沒式雙冷卻液循環系統

【達成功效】

透過將傳熱性好、較昂貴的第一工作液體僅於循環管路中進行熱交換，電子設備則浸沒在較便宜的第二工作液體，本案藉此達到節省成本之功效。

三、資料中心及伺服器創新成熟度矩陣分析

觀察過去十年資料中心的散熱及熱管理應用區域，以及伺服器散熱方式的專利動能，使用 WIPO 提出的創新成熟度矩陣⁴³，透過專利家族數量以及相對新進度因子來了解該技術的專利動能情形，其中散熱及熱管理應用區域包含空調及冷熱通道與溫度控制方法二個應用區域，而應用於伺服器的散熱方式包含氣冷、間接液冷-液相、間接液冷-相變、浸沒液冷-液相及浸沒液冷-相變五個伺服器散熱主題。

資料中心及伺服器散熱創新成熟度矩陣如圖 74 所示，可明顯看出分為四個區塊，其中右上角區塊的伺服器散熱的間接液冷-液相散熱技術，代表為目前的熱門領域，當前擁有大量的專利，並且在近年的專利趨勢具有高度成長的動能情形；左上角區域區塊的伺服器散熱的氣冷散熱技術，代表為目前的成熟領域，雖然擁有累積大量的專利，但是在近年的專利趨勢成長動能呈現放緩；右下角區塊包含資料中心的溫度控制方法，以及伺服器散熱的間接液冷-相變、浸沒液冷-液相及浸沒液冷-相變散熱技術，雖然累積的專利數量較少，但是在近年的與這些技術相關的專利趨勢具有高度成長的動能情形；最後是左下角區塊的資料中心散熱及熱管理應用領域之空調及冷熱通道，其累積數量較少，且近年專利趨勢成長動能未明顯看見增長，其可能原因其技術週期到了最後階段，即衰退階段，或是該技術仍處於長時間的探索階段，但是在本分析報告統計的區間仍尚未受到產業關注。

綜上所述，當前產業熱門關注的技術在伺服器間接液冷-液相散熱技術，而伺服器氣冷散熱技術雖近期成長動能放緩，

⁴³ Mapping Innovations: Patents and the Sustainable Development Goals 文章中提出創新成熟度矩陣數學模型及架構,WIPO,
https://www.wipo.int/en/web/patent-analytics/mapping-innovations-patents-sustainable-development-goals?utm_source=chatgpt.com

但仍保有大量累積的專利數量，該技術在產業已具有相當成熟度，在新興區域中的資料中心散熱及熱管理應用領域之溫度控制方法，以及伺服器散熱的間接液冷-相變、浸沒液冷-液相及浸沒液冷-相變散熱技術，係未來可持續關注的新興領域，隨著資料中心與 AI 算力伺服器的增長，新興領域的技術是否會逐漸取代當前熱門領域之技術可持續的觀察，透過分析內容，提供給產業瞭解資料中心與伺服器的散熱技術發展動能方向。

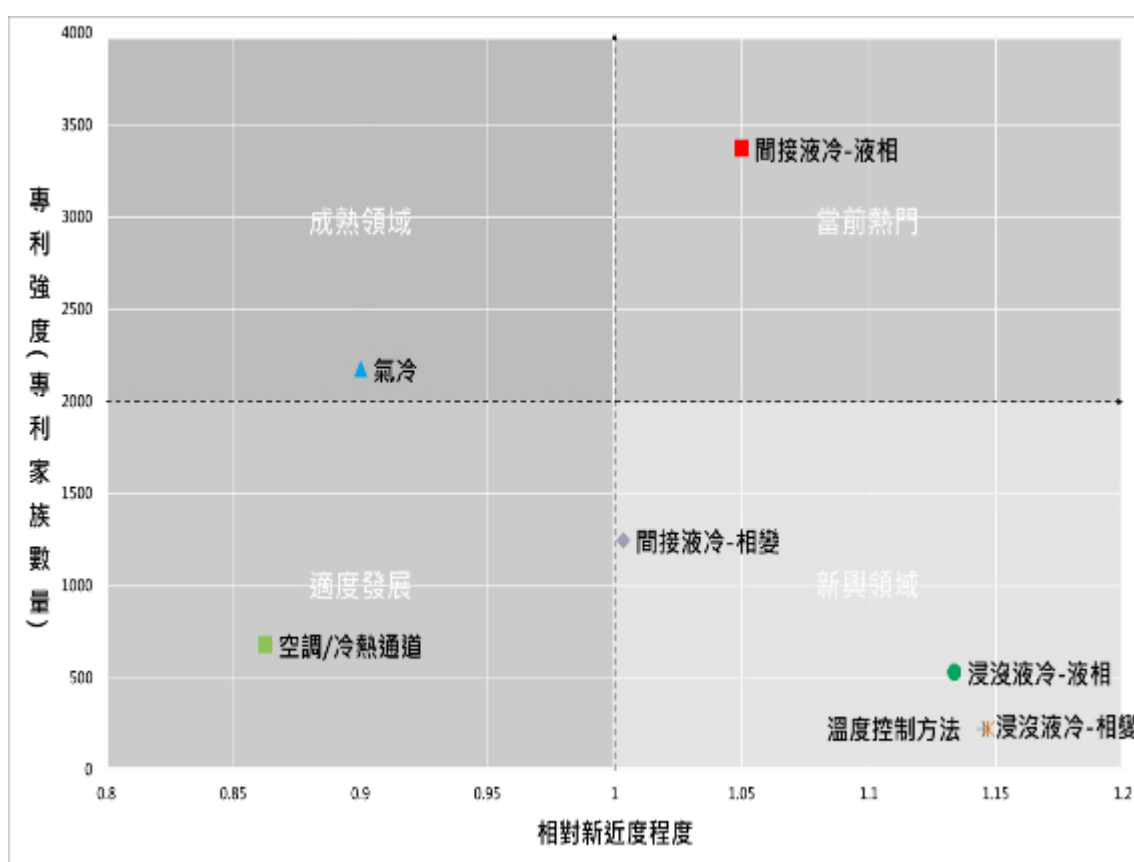


圖 74 創新成熟度矩陣

陸、結論

一、全球趨勢綜合分析

全球資料中心散熱及熱管理技術專利近十年專利公開量及申請人數目呈現明顯上升之發展趨勢，其全球專利上升趨勢大致可分為四個階段，分別為 2016~2018 年第一階段穩定成長期、2019 年第二階段的成長停滯期、2020 至 2021 年第三階段明顯成長期，以及 2022 至 2024 年第四階段爆發成長期。在第一階段成長期中，CN 專利為唯一明顯成長者，在第二階段全球各地區專利皆陷入成長停滯期中，在第三階段明顯成長期中，CN 專利為唯一明顯成長者，最後在第四階段爆發成長期中，各地區專利數量皆呈現明顯成長趨勢，推測為生成式 AI 的興起，導致全球地區專利產生明顯增長，此外近十年全球專利主要分布在 CN(53%)與 US(22%)。

IPC 三、四階分類號統計分析中，資料中心散熱及熱管理技術 IPC 分類主要集中於 H05K0007(電氣設備通用的結構零部件)與 G06F0001(電子數位資料處理結構零部件)，從三階分類號趨勢中觀察發現，G06F 分類號專利數量從 2017 年開始皆呈現穩定成長趨勢至今，H05K 分類號專利數量成長趨勢與全球專利趨勢相同。

在申請人類型分析部分，近十年全球接近 9 成的專利由企業提出，而學術機構與研究單位僅佔約 6%，顯示在資料中心散熱領域係由產業界主導創新，對比全球前二十大申請人也發現申請人皆來自於產業界，且主要皆來自 CN、US 及 TW 三個地區。

在國家/地區申請人影響力分析中，CN 申請人在專利布局策略上集中在 CN 地區布局，且在 CN 的專利布局數量也是最多，顯見 CN 申請人多以本地研發申請為主；US 申請人

在專利布局策略上分布在 CN、US、EU；JP 申請人在專利布局策略上分布在 US、JP、EU、CN；EU 申請人在專利布局策略上分布在 CN、US、EU；南韓申請人在專利布局策略上集中在 KR 地區；TW 申請人在專利布局策略上分布在 CN、US、TW；US、JP、EU、TW 申請人在專利布局策略共同涵蓋的國家/地區為 CN、US；JP、EU、TW 申請人在海外專利布局數量比例較高，顯見會積極將技術朝向其他地區進行布局。

前二十大申請人專利統計部分，專利持有最多的申請人為浪潮集團，前二十大 CN 申請人專利數量占比為 48%；國籍統計部分，US 申請人占 40%(8/20)、CN 申請人占 30%(6/20)、TW 申請人占 15%(3/20)、JP 申請人占 10%(2/20)、EU 申請人占 5%(1/20)。

前二十大申請人逐年趨勢部分，CN 申請人浪潮與百度集團，在 2015 至 2024 年專利趨勢呈現明顯成長趨勢，華為及河北秦淮在 2022 年後專利有明顯成長趨勢；US 申請人中 Intel 和 Nvidia 這兩家企業在 2022 年後專利有出現明顯成長趨勢，其他企業專利公開趨勢未出現明顯變化；TW 申請人廣達電腦在 2021 年後專利有出現明顯成長趨勢，英業達與鴻海科技在 2022 年後專利有出現明顯成長趨勢。

二、資料中心散熱及熱管理

綜合近十年的資料中心散熱及熱管理專利分析，伺服器散熱專利數量最多，累計達 7,546 件，近年持續快速增長，屬當前熱門領域，CAGR 約 18%，並於 2020 與 2022 年出現爆發性成長，顯示隨著 AI 與高效能運算需求推升，伺服器散熱已成為產業研發的核心焦點；空調與冷熱通道專利數累計 679 件，屬於相對成熟技術，過去多年成長幅度有限，直到 2024 年才有明顯提升，顯示該領域仍以局部優化與能效改善為主；溫度控制方法，雖僅累計 224 件，但近十年成長率最高，CAGR 約 24%，尤其 2022 年以後顯現爆發性成長，屬於新興興起的技術領域，這樣的趨勢顯示，資料中心散熱技術已逐步從硬體導向轉向結合智慧化的管理方式，其中以智慧演算法與即時控制技術為代表的新興解決方案，正快速成為產業競爭與專利布局的新焦點。

申請人類型統計與趨勢分析，可以清楚看出此領域的技術發展以公司主導為核心，無論是在伺服器、空調與冷熱通道，或是溫度控制方法三個應用領域，公司申請專利的比例皆達到 89% 以上，顯示散熱及熱管理已成為資料中心企業提升產品競爭力與布局未來市場的重要手段；學校與研究機構雖然占比僅在 4~7% 左右，但近年呈現逐步成長，顯示學校及研究機構逐漸從基礎研究走向應用技術，提供更多創新來源；個人申請人的專利數量在 2018~2022 年間曾有一定活躍度，尤其集中在伺服器散熱領域，但在 2023 年以後數量與占比均明顯下降；合作類型的申請人，雖在近年有零星成長，但整體占比仍低於 1%，代表跨界合作尚未成為主流，整體而言，近十年資料中心散熱及熱管理在三個應用領域的專利趨勢呈現公司領導、學研補充、個人逐漸式微、合作仍在萌芽

的格局。

全球前二十大申請人的專利分布來看，資料中心散熱及熱管理技術的核心仍集中於伺服器散熱，在此伺服器散熱領域，浪潮集團以 628 件專利居冠，顯示其在中國大陸內需市場與技術研發上的高度投入，其次為百度、IBM、FUJITSU 及 Dell，這些企業在伺服器散熱專利中的占比皆超過半數以上，部分甚至達到 100%，反映伺服器散熱已是各大科技公司布局的重點；在空調與冷熱通道領域，領先者除了浪潮外，Amazon、鴻海、百度與 Alphabet 亦進入前五，特別是 Amazon 的專利占比高達 45%，施耐德電機與 Alphabet 也分別達到 25%與 20%，代表以 US 及 TW 地區的跨國的企業或零組件供應商正積極投入此一方向；在溫度控制方法領域，專利總量雖相對有限，但浪潮仍以 23 件專利居首，施耐德電機則以 10 件位列第二，顯示智慧化與演算法導向的控制方法逐漸被納入專利布局之中。

三、伺服器散熱

綜合近十年伺服器散熱方式的專利統計與趨勢分析，可以明確看出資料中心散熱技術的重心已逐漸從傳統氣冷轉向液冷，伺服器液冷散熱專利總量達 7,546 件，其中以間接液冷-液相散熱專利最多，計有 3,371 件，從趨勢變化來看，自 2020 年後每年都有明顯性的成長，顯示此技術已成為當前產業熱門技術核心；其次是氣冷散熱，計有 2,175 件，從趨勢變化來看，2015~2017 年仍以氣冷專利為多，但自 2018 年起，間接液冷-液相的專利數量正式超越氣冷，象徵產業已進入技術轉型期，但因其廣泛的使用度，目前仍是產業的主要技術；間接液冷-相變散熱、浸沒液冷-液相散熱與浸沒液冷-相變散熱雖專利數量較少，但皆展現快速成長，尤其在 2022 年之後呈現明顯突破，屬於新興領域的散熱解決方案，因應 AI 資料中心的高運算能耗與可持續發展的挑戰，產業除了追求更高散熱效率，也在積極探索具前瞻性的創新技術，未來有機會在超大規模資料中心或高效能伺服器中成為關鍵解決方案。

綜合伺服器散熱方式的申請人類型分析可發現，公司是主導力量，在五種散熱方式中的占比皆超過 86%，其中浸沒液冷-液相與液冷-液相散熱更超過九成，顯示產業化研發投入集中且穩定；學校及研究機構雖然整體占比較低，但在間接液冷-相變（約 11%）與浸沒液冷-相變，分別占有 11%與 8%的占比，展現出較高參與度，尤其 2023、2024 年後在專利趨勢成長明顯，凸顯學校及研究機構在新興散熱技術上扮演創新來源；個人類型申請人則逐年萎縮，反映高門檻與高研發資源需求使個人創新逐漸式微；合作類型申請人在五種方式中均不到 1%，僅在個別年份零星出現，尚未形成產業

鏈整合趨勢。

全球前二十大申請人的伺服器散熱技術專利分布，涵蓋氣冷、間接液冷-液相、間接液冷-相變、浸沒液冷-液相及浸沒液冷-相變五大類，整體來看，多數申請人專利以液冷技術為主，僅 DELL 與廣達電腦氣冷專利比例超過液冷，浪潮集團在五個散熱主題中皆為專利數量領先，百度集團除氣冷外，其他四類皆為領先，FUJITSU 則在三類散熱主題中專利數量居前。

浸沒液冷-液相及-相變專利中，鴻海科技、INTEL、MICROSOFT 與百度表現突出；間接液冷-液相及-相變專利中，浪潮集團、百度、IBM、華為及 NVIDIA 專利數量居前。氣冷專利方面，浪潮、DELL 與 FUJITSU 占優勢。整體專利布局顯示，全球前二十大申請人主要集中於間接液冷-液相，其次為氣冷與間接液冷-相變，與全球伺服器散熱技術趨勢一致，反映出液冷技術仍是主要研發與應用方向。

四、建議

基於近十年全球資料中心散熱及熱管理技術專利分析，可對產業提出以下策略建議。首先，在布局地區上，企業應兼顧本土與海外市場，CN 與 US 專利量合計已占全球約八成，CN 企業多集中本地布局，而 US、JP、EU 及 TW 企業則積極將技術延伸至海外市場，尤其 CN、US 為核心重疊市場。因此，企業應在核心市場加強研發投入與專利保護，同時布局海外，以降低技術與市場單一依賴風險。

其次，在未來布局領域方面，伺服器散熱仍為核心焦點，其中液冷技術，特別是間接液冷-液相專利數量最高，建議持續加強研發與應用；氣冷技術雖已逐步被液冷取代，但因成熟度高且成本相對低廉，仍具策略性價值，可作為多樣化解

決方案補充；空調與冷熱通道、溫度控制方法等領域亦值得關注，尤其結合智慧化的溫度控制方法近年專利數量快速增長，已逐步成為產業競爭的新焦點。

有關新興技術領域，間接液冷-相變、浸沒液冷-液相及浸沒液冷-相變等新興散熱技術雖專利數量尚少，但近兩年增長迅速，顯示具高潛力的市場機會，企業應積極投資於前瞻性技術，探索可提升散熱效率及可持續性的創新方案，以因應 AI 資料中心與高效能運算需求。

最後，學研單位的創新崛起值得關注。雖然整體專利占比仍低於企業，但在間接液冷-相變、浸沒液冷-液相、浸沒液冷-相變等新興散熱技術，以及溫度控制方法等智慧化管理領域的專利參與度逐年提升，尤其 2023、2024 年後成長明顯，顯示學研機構已成為新技術的重要創新來源。企業可考慮與學研單位建立合作或策略聯盟，加速新技術研發與產業化，提升研發效率並搶占技術高地。

綜合而言，企業應以液冷技術為核心，加強核心市場專利布局，關注新興散熱技術與智慧化控制方法，並利用學研單位創新能力補充研發力量，以確保未來在資料中心散熱及熱管理領域保持競爭優勢。