

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 公開特許公報(A)

(11) 特許出願公開番号

特開2017-191431

(P2017-191431A)

(43) 公開日 平成29年10月19日(2017.10.19)

(51) Int.Cl.		F I		テーマコード (参考)
G06F 1/20	(2006.01)	G06F	1/20	D
H05K 7/20	(2006.01)	G06F	1/20	A
		H05K	7/20	N
				5E322

審査請求 未請求 請求項の数 9 O L (全 20 頁)

(21) 出願番号 特願2016-80193 (P2016-80193)
 (22) 出願日 平成28年4月13日 (2016.4.13)

(71) 出願人 000005223
 富士通株式会社
 神奈川県川崎市中原区上小田中4丁目1番1号
 (74) 代理人 100113608
 弁理士 平川 明
 (74) 代理人 100105407
 弁理士 高田 大輔
 (72) 発明者 稲野 聡
 神奈川県川崎市中原区上小田中4丁目1番1号 富士通株式会社内
 (72) 発明者 福田 裕幸
 神奈川県川崎市中原区上小田中4丁目1番1号 富士通株式会社内

最終頁に続く

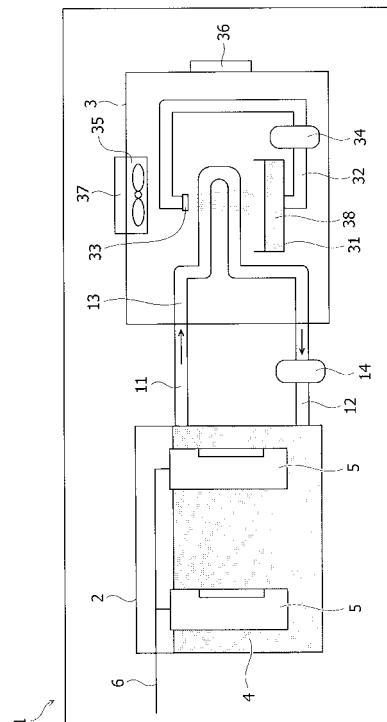
(54) 【発明の名称】 データセンタ及びデータセンタの制御方法

(57) 【要約】

【課題】 冷却液と冷却水との熱交換を行うことなく、コストを削減する。

【解決手段】 データセンタは、冷却液の中に情報処理装置を保持する液浸槽と、前記液浸槽からの冷却液が流れるとともに、外気に露出した配管を冷却する冷却装置と、前記冷却装置からの冷却液を前記液浸槽に送出するポンプ装置と、を有する。

【選択図】 図1



【特許請求の範囲】**【請求項 1】**

冷却液の中に情報処理装置を保持する液浸槽と、
前記液浸槽からの冷却液が流れるとともに、外気に露出した配管を冷却する冷却装置と

、
前記冷却装置からの冷却液を前記液浸槽に送出するポンプ装置と、
を有するデータセンタ。

【請求項 2】

前記データセンタはさらに、

前記液浸槽からの冷却液の温度である第 1 の温度を測定する第 1 の温度測定部と、

前記冷却装置からの冷却液の温度である第 2 の温度を測定する第 2 の温度測定部と、

前記第 1 の温度と前記第 2 の温度との温度差に基づき、前記ポンプ装置の流量を制御するポンプ制御部と、

前記第 2 の温度に基づき、前記冷却装置を制御する冷却装置制御部とを有する請求項 1 記載のデータセンタ。

10

【請求項 3】

前記情報処理装置が取り得る第 1 の温度範囲と、前記冷却液が取り得る第 2 の温度範囲とは範囲の一部が重複し、

前記外気が取り得る第 3 の温度範囲は、前記第 1 の温度範囲と前記第 2 の温度範囲の何れとも重複しない請求項 1 又は 2 記載のデータセンタ。

20

【請求項 4】

前記第 1 の温度範囲に、前記第 2 の温度範囲は包含される請求項 3 記載のデータセンタ

【請求項 5】

前記ポンプ制御部は、前記第 1 の温度と前記第 2 の温度との温度差が所定温度以下となるように、前記ポンプ装置の流量を制御する請求項 2 記載のデータセンタ。

【請求項 6】

前記冷却装置制御部は、前記第 2 の温度が目標温度よりも高い場合、前記冷却装置の動作率が増加するように前記冷却装置を制御し、前記第 2 の温度が目標温度よりも低い場合、前記冷却装置の動作率が減少するように前記冷却装置を制御する請求項 2 又は 5 記載のデータセンタ。

30

【請求項 7】

前記冷却装置はさらに、

前記配管に対して散水を行う散水装置を有する請求項 1 から 6 の何れか一項記載のデータセンタ。

【請求項 8】

前記冷却装置はさらに、

前記配管に対して送風を行う送風装置を有する請求項 1 から 6 の何れか一項記載のデータセンタ。

【請求項 9】

40

液浸槽と、冷却装置と、ポンプ装置とを有するデータセンタの制御方法であって、

前記データセンタが有する冷却装置制御部が、冷却液の中に情報処理装置を保持する前記液浸槽からの冷却液が流れるとともに、外気に露出した配管を冷却する前記冷却装置を制御し、

前記データセンタが有するポンプ制御部が、前記冷却装置からの冷却液を前記液浸槽に送出する前記ポンプ装置を制御する、

データセンタの制御方法。

【発明の詳細な説明】**【技術分野】****【0001】**

50

本発明は、データセンタ及びデータセンタの制御方法に関する。

【背景技術】

【0002】

データセンタでは、サーバ等のICT (Information and Communication Technology) 機器の導入から運用までのトータルコストの削減が求められている。具体的なコスト削減としては、下記の(1)又は(2)の手法が考えられる。

(1)サーバ等の情報処理装置 (ICT機器) の高集積化、冷却機器の縮小化及び最適化による冷却機器の設置コストの削減

(2)情報処理装置の高効率排熱による冷却機器の運用コスト及び冷却コストの削減

上記の(1)又は(2)の手法を実現するため、情報処理装置の冷却方式及び実装方式として、液浸冷却が注目されている。絶縁油が満たされたタンクに半導体スタックを収容し、半導体スタックの熱が絶縁油に放熱され、絶縁油がタンク内で自然対流あるいはポンプにより強制対流し、タンクに付設したラジエータを通じた大気との熱交換により絶縁油を冷却する技術が知られている (特許文献1参照)。油浸ラック、熱交換器及び冷却塔を用いた液浸冷却技術及び外気冷却技術が知られている (非特許文献1参照)。

【先行技術文献】

【特許文献】

【0003】

【特許文献1】特開平8-97338号公報

【非特許文献】

【0004】

【非特許文献1】遠藤 敏夫、外2名、“TSUBAME-KFC: 液浸冷却を用いたウルトラグリーンパソコン研究設備”、[online]、東京工業大学学術国際情報センター、[平成28年4月8日検索]、インターネット URL: <http://www.el.gsic.titech.ac.jp/~endo/publication/endo-hokke13-slides.pdf>

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

【0005】

液浸冷却は、液浸槽の冷却液又は冷媒の中に情報処理装置が浸漬されている。液浸冷却では、液浸槽の冷却液を冷却するための熱交換器と、熱交換器の冷却水を冷却するためのチラーやクーリングタワーとを使用する。これらの液浸冷却は、液浸槽の冷却液を冷却するための熱交換器を使用するため、導入時の初期コストや運用コストが大きいという課題がある。本発明は、冷却液と冷却水との熱交換を行うことなく、コストを削減する技術を提供することを目的とする。

【課題を解決するための手段】

【0006】

本発明の一観点によるデータセンタは、冷却液の中に情報処理装置を保持する液浸槽と、前記液浸槽からの冷却液が流れるとともに、外気に露出した配管を冷却する冷却装置と、前記冷却装置からの冷却液を前記液浸槽に送出するポンプ装置と、を有する。

【発明の効果】

【0007】

本発明によれば、冷却液と冷却水との熱交換を行うことなく、コストを削減することができる。

【図面の簡単な説明】

【0008】

【図1】図1は、実施例1に係るデータセンタの構成の一例を示す図である。

【図2】図2は、液浸槽及び情報処理装置の斜視図である。

【図3A】図3Aは、液浸槽の平面図である。

【図3B】図3Bは、図3Aの一点鎖線A-Aから見た液浸槽の断面図である。

【図3C】図3Cは、液浸槽の内部における側面図である。

【図 4】図 4 は、実施例 1 に係るデータセンタの温度ダイアグラムの一例を示す図である。

【図 5】図 5 は、実施例 2 に係るデータセンタの構成の一例を示す図である。

【図 6】図 6 は、ポンプ装置の流量の制御フローの一例を示す図である。

【図 7】図 7 は、第 1 の温度と第 2 の温度との温度差と、ポンプ回転率との関係を示す特性図である。

【図 8】図 8 は、クーリングタワーの制御フローの一例を示す図である。

【図 9】図 9 は、第 2 の温度とクーリングタワーの動作率との関係を示す特性図である。

【図 10】図 10 は、ON/OFF 制御信号、クーリングタワーの動作率、外気湿球温度及びクーリングタワーの熱交換量のタイムチャートの一例を示す図である。

10

【図 11】図 11 は、実施例 2 に係るデータセンタの温度ダイアグラムの一例を示す図である。

【図 12】図 12 は、実施例 1、2 に係るデータセンタの電力と、比較例 1 に係る液浸冷却システムの電力とを示す図である。

【図 13】図 13 は、比較例 1 に係る液浸冷却システムの構成図である。

【図 14】図 14 は、比較例 1 に係る液浸冷却システムの温度ダイアグラムである。

【図 15】図 15 は、比較例 2 に係る液浸冷却システムの構成図である。

【図 16】図 16 は、比較例 2 に係る液浸冷却システムの温度ダイアグラムである。

【発明を実施するための形態】

【0009】

20

以下、図面を参照して実施形態に係るデータセンタ及びデータセンタの制御方法について説明する。以下に示すデータセンタ及びデータセンタの制御方法の構成は例示であり、本発明は、実施形態に係るデータセンタ及びデータセンタの制御方法の構成に限定されない。

【0010】

図 13 ~ 図 16 を参照して、比較例 1, 2 について説明する。図 13 は、比較例 1 に係る液浸冷却システム 101 の構成図である。図 13 に示すように、液浸槽 102 と熱交換器 103 とが接続され、熱交換器 103 とチラー 104 とが接続されている。液浸槽 102 内に冷却液 111 が収容され、冷却液 111 の中に一つ又は複数の情報処理装置 112 が保持されている。情報処理装置 112 は、例えば、パーソナルコンピュータやサーバ等の ICT 機器である。情報処理装置 112 は、基板と、基板上に搭載されたプロセッサ等の CPU (Central Processing Unit)、メモリ及びインターフェース等の電子部品とを備えている。情報処理装置 112 及び電子部品は、液浸槽内 102 内の冷却液 111 によって冷却される。

30

【0011】

液浸槽 102 に接続された配管 113 は、熱交換器 103 の内部を通っている。冷却液 111 は、配管 113 及びポンプ 114 によって、液浸槽 102 と熱交換器 103 とを循環している。液浸槽 102 内の冷却液 111 は、ポンプ 114 が駆動することにより、配管 113 を流れて液浸槽 102 内に供給される。

【0012】

40

チラー 104 は、コンプレッサー 115 を有している。チラー 104 は、コンプレッサー 115 によって冷却水を冷却した後、熱交換器 103 に冷却水を供給し、熱交換器 103 から冷却水を回収する。冷却水が流れる配管 116 が、熱交換器 103 内及びチラー 104 内を通っている。冷却水は、配管 116 を介して、熱交換器 103 とチラー 104 とを循環している。熱交換器 103 から回収された冷却水の熱は、外気に排出される。熱交換器 103 内では、冷却液 111 と冷却水との熱交換が行われ、液浸槽 102 から回収された冷却液 111 が、チラー 104 から供給される冷却水によって冷却される。

【0013】

熱交換器 103 から液浸槽 102 に供給される冷却液 111 の温度は、15 以上 20 以下程度である。周囲温度の上昇により、情報処理装置 112 のプロセッサ等の電子デ

50

バイスのリーク電流が増大し、情報処理装置 1 1 2 の消費電力が増大する。また、情報処理装置 1 1 2 の動作時の温度上昇により情報処理装置 1 1 2 の寿命が短くなる。情報処理装置 1 1 2 の消費電力の増大や情報処理装置 1 1 2 の寿命の影響を考慮して、情報処理装置 1 1 2 を積極的に冷却している。液浸槽 1 0 2 内の冷却液 1 1 1 については、冷却性能や保守性能を優先して、フロリナート（登録商標）等のフッ素系不活性液が使用されている。また、熱交換器 1 0 3 とチラー 1 0 4 とを循環する冷却水に替えて、代替フロン（R 4 0 7 C）を使用する場合もある。

【 0 0 1 4 】

図 1 4 は、比較例 1 に係る液浸冷却システム 1 0 1 の温度ダイアグラムである。図 1 4 の一番右の部分に外気の温度範囲が示され、図 1 4 の右から 2 番目の部分に冷却水の温度範囲が示され、図 1 4 の左から 2 番目の部分に冷却液 1 1 1 の温度範囲が示され、図 1 4 の一番左の部分に情報処理装置 1 1 2 の温度範囲が示されている。情報処理装置 1 1 2 の温度範囲は、例えば、情報処理装置 1 1 2 が備える CPU の温度範囲である。外気の温度範囲 H は、年間を通じての外気の湿球温度の範囲である。図 1 4 に示す例では、外気の温度範囲 H は、0 ~ 35 である。冷却水の温度範囲 I は、冷却水が取り得る温度範囲である。図 1 4 に示す例では、冷却水の温度範囲 I は、0 ~ 10 である。冷却液 1 1 1 の温度範囲 J は、冷却液 1 1 1 が取り得る温度範囲である。図 1 4 に示す例では、冷却液 1 1 1 の温度範囲 J は、15 ~ 25 である。情報処理装置 1 1 2 の温度範囲 K は、情報処理装置 1 1 2 が取り得る温度範囲である。図 1 4 に示す例では、情報処理装置 1 1 2 の温度範囲 K は、15 ~ 60 である。

10

20

【 0 0 1 5 】

比較例 1 に係る液浸冷却システム 1 0 1 では、冷却性能、保守性から冷却液 1 1 1 として高コストのフロリナートを用い、冷却液 1 1 1 と冷却水との熱交換を行う熱交換器 1 0 3 を使用している。そのため、比較例 1 に係る液浸冷却システム 1 0 1 は、設備導入時の初期コストが大きくなる。また、高コストのフロリナートの補充や交換を行うことにより、比較例 1 に係る液浸冷却システム 1 0 1 の運用コストが大きくなる。図 1 4 に示すように、冷却液 1 1 1 の温度範囲 J は 15 ~ 25 であるため、情報処理装置 1 1 2 の温度範囲 K が、15 ~ 60 となり、情報処理装置 1 1 2 が過冷却の状態となっている。冷却液 1 1 1 の温度範囲 J を 15 ~ 25 程度に維持するため、チラー 1 0 4 によって冷却水の温度範囲 I を 0 ~ 10 程度まで冷却している。そのため、チラー 1 0 4 の稼働が必要以上に行われることになり、チラー 1 0 4 の無駄な電力コストが発生している。

30

【 0 0 1 6 】

図 1 5 は、比較例 2 に係る液浸冷却システム 2 0 1 の構成図であって、非特許文献 1 に記載された構成を示している（非特許文献 1、P 1 0 参照）。図 1 5 に示すように、液浸槽 2 0 2 と熱交換器 2 0 3 とが接続され、熱交換器 2 0 3 とクーリングタワー 2 0 4 とが接続されている。液浸槽 2 0 2 内に冷却液 2 1 1 が収容され、冷却液 2 1 1 の中に一つ又は複数の情報処理装置 2 1 2 が保持されている。情報処理装置 2 1 2 は、例えば、パーソナルコンピュータやサーバ等の ICT 機器である。情報処理装置 2 1 2 は、基板と、基板上に搭載されたプロセッサ等の CPU、メモリ及びインターフェース等の電子部品とを備えている。情報処理装置 2 1 2 及び電子部品は、液浸槽内 2 0 2 内の冷却液 2 1 1 によって冷却される。冷却液 2 1 1 は、PAO（ポリ - - オレフィン系合成油）等の油である。

40

【 0 0 1 7 】

液浸槽 2 0 2 に接続された配管 2 1 3 は、熱交換器 2 0 3 の内部を通っている。冷却液 2 1 1 は、配管 2 1 3 及びポンプ 2 1 4 によって、液浸槽 2 0 2 と熱交換器 2 0 3 とを循環している。液浸槽 2 0 2 内の冷却液 2 1 1 は、ポンプ 2 1 4 が駆動することにより、配管 2 1 3 を流れて液浸槽 2 0 2 内に供給される。

【 0 0 1 8 】

冷却水が流れる配管 2 1 6 が、熱交換器 2 0 3 内及びクーリングタワー 2 0 4 内を通っている。クーリングタワー 2 0 4 は、開放型散水送風冷却式の冷却装置である。クーリン

50

グタワー 204 は、冷却水 217 を冷却した後、熱交換器 203 に冷却水 217 を供給し、熱交換器 203 から冷却水 217 を回収する。ポンプ 218 が駆動することによって、冷却水 217 が散水ノズル 219 から散布される。冷却水 217 を散布することにより、冷却水 217 の気化熱を利用して冷却水 217 を冷却する。散布された冷却水 217 は、水槽 220 内に溜まる。送風ファン 221 が駆動することにより、クーリングタワー 204 内に外気が取り込まれ、冷却水 217 の排熱が行われる。熱交換器 203 内では、冷却液 211 と冷却水 217 との熱交換が行われ、液浸槽 202 から回収された冷却液 211 が、クーリングタワー 204 から供給される冷却水 217 によって冷却される。

【0019】

図 16 は、比較例 2 に係る液浸冷却システム 201 の温度ダイアグラムである。図 16 の一番右の部分に外気の温度範囲が示され、図 16 の右から 2 番目の部分に冷却水 217 の温度範囲が示され、図 16 の左から 2 番目の部分に冷却液 211 の温度範囲が示され、図 16 の一番左の部分に情報処理装置 212 の温度範囲が示されている。情報処理装置 212 の温度範囲は、例えば、情報処理装置 212 が備える CPU の温度範囲である。外気の温度範囲 H は、年間を通じての外気の湿球温度の範囲である。図 16 に示す例では、外気の温度範囲 H は、0 ~ 35 である。冷却水 217 の温度範囲 L は、冷却水 217 が取り得る温度範囲である。図 16 に示す例では、冷却水 217 の温度範囲 L は、25 ~ 35 である。冷却液 211 の温度範囲 M は、冷却液 211 が取り得る温度範囲である。図 16 に示す例では、冷却液 211 の温度範囲 M は、35 ~ 45 である。情報処置装置 212 の温度範囲 N は、情報処置装置 212 が取り得る温度範囲である。図 16 に示す例では、情報処置装置 212 の温度範囲 N は、60 ~ 80 である。

【0020】

比較例 2 に係る液浸冷却システム 201 では、冷却液 211 と冷却水 217 との熱交換を行う熱交換器 203 を使用している。そのため、比較例 2 に係る液浸冷却システム 201 は、設備導入時の初期コストが大きくなる。図 16 に示すように、冷却水 217 の温度範囲 L は 25 ~ 35 である。冷却水 217 の温度範囲 L を 25 ~ 35 程度に維持するには、外気の温度範囲が 0 ~ 25 程度である必要がある。そのため、比較例 2 に係る液浸冷却システム 201 では、外気の温度範囲が 26 ~ 35 程度である場合、冷却水 217 の温度範囲 L を 25 ~ 35 程度に維持することができない。すなわち、比較例 2 に係る液浸冷却システム 201 では、情報処理装置 212 を冷却可能な外気の温度の上限は 25 程度である。したがって、比較例 2 に係る液浸冷却システム 201 では、年間を通じて情報処理装置 212 を冷却可能とするためには、冷却水 217 を冷却するためのチラーを併設する等の対策が必要となり、設備導入時の初期コストが大きくなるとともに、運用コストが大きくなる。

【0021】

実施例 1

図 1 ~ 図 4 を参照して、実施例 1 に係るデータセンタ 1 について説明する。図 1 は、実施例 1 に係るデータセンタ 1 の構成の一例を示す図である。データセンタ 1 は、液浸槽 2 と、液浸槽 2 に接続されたクーリングタワー 3 とを備える。液浸槽 2 内に冷却液 4 が収容され、冷却液 4 の中に一つ又は複数の情報処理装置 5 が保持されている。図 1 に示す構成例では、冷却液 4 に複数の情報処理装置 5 が浸漬している。冷却液 4 は、例えば、PAO (ポリ - オレフィン系合成油) 等の油である。情報処理装置 5 は、例えば、パーソナルコンピュータやサーバ等の ICT 機器である。情報処理装置 5 は、ネットワーク 6 を介して外部接続されている。

【0022】

液浸槽 2 とクーリングタワー 3 とは、液浸槽 2 とクーリングタワー 3 との間に配置された配管 11 及び配管 12 を介して接続されている。クーリングタワー 3 内に配置された配管 13 の一方の端部が配管 11 に連結され、配管 13 の他方の端部が配管 12 に連結されている。したがって、液浸槽 2 からの冷却液 4 が、配管 11 ~ 13 を流れることにより、クーリングタワー 3 から液浸槽 2 に冷却液 4 が供給される。ポンプ装置 14 が、配管 12

に設けられている。ポンプ装置 1 4 は、クーリングタワー 3 からの冷却液 4 を液浸槽 2 に送出する。ポンプ装置 1 4 が駆動することにより、液浸槽 2 内の冷却液 4 が、配管 1 1 ~ 1 3 を介して、液浸槽 2 とクーリングタワー 3 とを循環する。図 1 に示す構成例では、ポンプ装置 1 4 を配管 1 2 に設けている例を示しているが、図 1 に示す構成例に限定されず、ポンプ装置 1 4 を配管 1 1 又は配管 1 3 に設けてもよい。

【 0 0 2 3 】

クーリングタワー 3 は、密閉型散水送風冷却式の冷却装置である。クーリングタワー 3 は、配管 1 3、水槽 3 1、散水管 3 2、散水ノズル 3 3、散水ポンプ 3 4、送風ファン 3 5、外気取り入れ口 3 6 及び排出口 3 7 を備えている。水槽 3 1、散水管 3 2、散水ノズル 3 3 及び散水ポンプ 3 4 は、散水装置の一例である。散水管 3 2 に設けられた散水ポンプ 3 4 が駆動することにより、水槽 3 1 内の水 3 8 が散水管 3 2 内を通過して散水ノズル 3 3 から配管 1 3 に散布される。クーリングタワー 3 は、配管 1 3 に対して散水を行うことにより、水 3 8 の気化熱を利用して配管 1 3 及び配管 1 3 内を流れる冷却液 4 を冷却する。配管 1 3 に散布された水 3 8 は、水槽 3 1 内に溜まる。

10

【 0 0 2 4 】

送風ファン 3 5 は、配管 1 3 に対して送風を行う。送風ファン 3 5 が駆動することにより、外気取り入れ口 3 6 からクーリングタワー 3 内に外気が取り込まれ、クーリングタワー 3 内に取り込まれた外気が排出口 3 7 から排出される。配管 1 3 は、クーリングタワー 3 内に取り込まれた外気に露出した状態となっている。したがって、配管 1 3 及び配管 1 3 内を流れる冷却液 4 から外気に対して排熱が行われ、配管 1 3 及び配管 1 3 内を流れる冷却液 4 が冷却される。

20

【 0 0 2 5 】

図 2 は、液浸槽 2 及び情報処理装置 5 の斜視図である。情報処理装置 5 は、基板 5 1 上にプロセッサ等の CPU 5 2、メモリ 5 3、ストレージ 5 4、インターフェース部 5 5 及び PSU (Power Supply Unit) 5 6 等の電子デバイスが露出した状態で実装されている。CPU 5 2 等の電子デバイスは、基板 5 1 の片面又は両面に実装される。メモリ 5 3 は、例えば、ROM (Read Only Memory) 及び RAM (Random Access Memory) である。ストレージ 5 4 は、例えば、HDD (Hard Disk Drive) 及び SSD (Solid State Drive) 等の記憶装置の一例である。インターフェース部 5 5 は、LAN や外部インターフェースに接続される。インターフェース部 5 5 には、例えば、モデムや LAN アダプタが採用される。液浸槽 2 内の冷却液 4 に情報処理装置 5 を浸漬した場合、冷却液 4 が電子デバイスの内部に入ることにより電子デバイスの動作に影響を及ぼすことがある。液浸槽 2 内の冷却液 4 に情報処理装置 5 を浸漬しても電子デバイスの動作に影響を受けないように、電子デバイスは密封されている。

30

【 0 0 2 6 】

液浸槽 2 の上部には、開閉式の蓋が設けられている。液浸槽 2 の上部から液浸槽 2 内の冷却液 4 の中に情報処理装置 5 を浸漬する。液浸槽 2 内の冷却液 4 によって情報処理装置 5 の CPU 5 2 等の発熱体を効率良く直接冷却するため、液浸槽 2 内の冷却液 4 の循環の妨げとなる外装シャーシは情報処理装置 5 に実装されていない。また、冷却液 4 の中で動作できないファン等は情報処理装置 5 には実装されていない。液浸槽 2 内を冷却液 4 が循環できるように、液浸槽 2 内の各区画の間には仕切り等が設けられていない。

40

【 0 0 2 7 】

図 3 A は、液浸槽 2 の平面図である。図 3 B は、図 3 A の一点鎖線 A - A から見た液浸槽 2 の断面図である。図 3 C は、液浸槽 2 の内部における側面図である。情報処理装置 5 の上部には、ハンドル 5 7 と、ロック機構である固定ネジ 5 8 とが設けられている。液浸槽 2 の底面には、複数の保持レール 2 1 が固定されている。複数の保持レール 2 1 を跨ぐ固定金具 2 2 が、液浸槽 2 の上部に配置されている。固定金具 2 2 は、保持レール 2 1 の上面に固定されるとともに、液浸槽 2 の側面に固定されている。保持レール 2 1 の側面には実装溝 (切欠き部) 2 3 が設けられ、保持レール 2 1 の上面にはネジ穴 2 4 が設けられている。

50

【0028】

保持レール21の実装溝23に情報処理装置5の両端部を挿し込み、保持レール21のネジ穴24に情報処理装置5の固定ネジ58を嵌め込むことで、情報処理装置5が保持される。保持レール21の実装溝23は、液浸槽2の底面までは伸びていないため、情報処理装置5の下部と液浸槽2の底面との間にはスペースが設けられている。また、複数の保持レール21の間にはスペースが設けられている。情報処理装置5の下部と液浸槽2の底面との間のスペースや、複数の保持レール21の間のスペースを冷却液4が通ること、液浸槽2内を冷却液4が循環する。情報処理装置5のハンドル57を上方に引っ張ることにより、液浸槽2から情報処理装置5を取り出すことが可能である。なお、図3A～図3Cにおける点線で囲まれた領域59は、CPU52等の電子デバイスが実装される領域である。

10

【0029】

図4は、実施例1に係るデータセンタ1の温度ダイアグラムの一例を示す図である。図4の右部分に外気の温度範囲が示され、図4の中央部分に冷却液4の温度範囲が示され、図4の左部分に情報処理装置5の温度範囲が示されている。情報処理装置5の温度範囲は、例えば、CPU52の温度範囲であってもよい。外気の温度範囲Aは、年間を通じての外気の湿球温度の範囲である。図4に示す例では、外気の温度範囲Aは、0～35である。例えば、夏季等の第1の所定時期における外気の湿球温度の範囲は25～35であり、冬季等の第2の所定時期における外気の湿球温度の範囲は0～10である。冷却液4の温度範囲Bは、第1の所定時期における冷却液4が取り得る温度範囲である。図4に示す例では、冷却液4の温度範囲Bは、35～45である。冷却液4の温度範囲Cは、第2の所定時期における冷却液4が取り得る温度範囲である。図4に示す例では、冷却液4の温度範囲Cは、10～20である。図4に示すように、外気の湿球温度の変化に応じて冷却液4の温度が変化する。したがって、外気の湿球温度の変化に対応した冷却液4の温度で、クーリングタワー3から液浸槽2に冷却液4を供給することができる。

20

【0030】

情報処理装置5の温度範囲Dは、第1の所定時期における情報処理装置5が取り得る温度範囲である。図4に示す例では、情報処理装置5の温度範囲Dは、35～80である。情報処理装置5の温度範囲Eは、第2の所定時期における情報処理装置5が取り得る温度範囲である。図4に示す例では、情報処理装置5の温度範囲Eは、10～55である。図4に示すように、冷却液4の温度の変化に応じて情報処理装置5の温度が変化する。したがって、外気の湿球温度の変化に対応した冷却液4の温度で、クーリングタワー3から液浸槽2に冷却液4を供給することにより、外気の湿球温度の変化に応じて冷却された冷却液4によって情報処理装置5を冷却することができる。このように、外気の湿球温度の変化に応じて情報処理装置5を冷却することにより、情報処理装置5の冷却環境をより良い環境にすることができる。

30

【0031】

比較例1に係る液浸冷却システム101では、冷却液111と冷却水との熱交換を行う熱交換器103を使用している。比較例2に係る液浸冷却システム201では、冷却液211と冷却水217との熱交換を行う熱交換器203を使用している。実施例1に係るデータセンタ1では、冷却液4と冷却水との間の熱交換を行う熱交換器を使用していないため、冷却液4と冷却水との間の熱交換を行うことなく、導入時の初期コストや運用コストを削減することができる。

40

【0032】

実施例2

図5～図11を参照して、実施例2に係るデータセンタ1について説明する。なお、実施例1と同一の構成要素については、実施例1と同一の符号を付し、その説明を省略する。図5は、実施例2に係るデータセンタ1の構成の一例を示す図である。図5に示すデータセンタ1は、図1に示すデータセンタ1と比較して、更に、温度センサ15、16と、制御部17、18と、を備える。温度センサ15は、液浸槽2からの冷却液4の温度であ

50

る第1の温度(T_1)を測定する。温度センサ15は、第1の温度測定部の一例である。温度センサ16は、クーリングタワー3からの冷却液4の温度である第2の温度(T_2)を測定する。温度センサ16は、第2の温度測定部の一例である。

【0033】

制御部17は、第1の温度(T_1)と第2の温度(T_2)との温度差(差分)に基づいて、ポンプ装置14の流量を制御する。制御部17は、ポンプ制御部の一例である。制御部17が、ポンプ装置14に制御信号を出力し、ポンプ装置14の流量が制御されることで、冷却液4の流量が制御される。制御部17は、例えば、ポンプ回転数、ポンプ回転率又は周波数を制御することにより、ポンプ装置14の流量を制御してもよい。ポンプ回転数は、単位時間当たりにおけるポンプ装置14の回転数である。ポンプ回転率は、単位時間当たりにおけるポンプ装置14の回転数をポンプ装置14の最大回転数で割った値である。周波数は、ポンプ装置14に接続されるインバータの周波数である。

10

【0034】

制御部18は、第2の温度(T_2)に基づいて、クーリングタワー3を制御する。制御部18は、冷却装置制御部の一例である。制御部18が、クーリングタワー3に制御信号を出力し、クーリングタワー3の動作が制御されることで、クーリングタワー3から液浸槽2に供給される冷却液4の温度が制御される。制御部18は、例えば、クーリングタワー3の動作率を制御することにより、クーリングタワー3から液浸槽2に供給される冷却液4の温度を制御してもよい。クーリングタワー3の動作時は、散水ポンプ34及び送風ファン35が駆動し、クーリングタワー3の停止時は、散水ポンプ34及び送風ファン35が停止する。

20

【0035】

制御部17、18は、図示しないCPUや、ROM(Read Only Memory)及びRAM(Random Access Memory)等のメモリ等を有する。制御部17、18は、メモリに実行可能に展開されたコンピュータプログラムにしたがって、各種の処理を実行する。CPUは、プロセッサとも呼ばれる。ただし、CPUは、単一のプロセッサに限定される訳ではなく、マルチプロセッサ構成であってもよい。また、単一のソケットで接続される単一のCPUがマルチコア構成であってもよい。制御部17、18は、例えば、ネットワークを介してクーリングタワー3と接続されたサーバ又はパーソナルコンピュータであってもよい。また、制御部17、18は、クーリングタワー3に設けられた制御装置であってもよい。図5では、制御部17と制御部18とが別個の装置である例を示しているが、図5に示す例に限定されず、制御部17及び制御部18が一つの装置であってもよい。

30

【0036】

ポンプ装置14の流量の制御フロー

図6は、ポンプ装置14の流量の制御フローの一例を示す図である。図6に示す制御フローは、ユーザからの指示に基づいて開始されてもよいし、情報処理装置5に電力が供給されたことを契機に開始されてもよい。制御部17は、温度センサ15から第1の温度(T_1)を取得し、温度センサ16から第2の温度(T_2)を取得する(ステップS1)。制御部17は、第1の温度(T_1)と第2の温度(T_2)との温度差($T_1 - T_2$)を算出する(ステップS2)。この場合、第1の温度(T_1)から第2の温度(T_2)を減算した値を、第1の温度(T_1)と第2の温度(T_2)との温度差($T_1 - T_2$)とする。制御部17は、ステップS2で算出された温度差が、所定温度(V_1)以下であるか否かを判定する(ステップS3)。所定温度(V_1)は、例えば、5であるが、この値に限定されず、他の値であってもよい。

40

【0037】

ステップS2で算出された温度差($T_1 - T_2$)が、所定温度(V_1)以下である場合(ステップS3: YES)、制御部17は、ポンプ装置14に対する第1流量を算出する(ステップS4)。一方、ステップS2で算出された温度差($T_1 - T_2$)が、所定温度(V_1)を超える場合(ステップS3: NO)、制御部17は、ポンプ装置14に対する第2流量を算出する(ステップS5)。第2流量は、第1流量よりも大きい値である。制

50

制御部 17 は、温度差 ($T_1 - T_2$) に応じて第 1 流量及び第 2 流量を算出する。例えば、制御部 17 は、温度差 ($T_1 - T_2$) が小さい場合、第 2 流量として相対的に小さい流量を算出し、温度差 ($T_1 - T_2$) が大きい場合、第 2 流量として相対的に大きい流量を算出する。

【 0038 】

制御部 17 は、図 7 に示す比例特性に基づいて、第 1 流量及び第 2 流量を算出してもよい。図 7 は、第 1 流量及び第 2 流量としてポンプ回転率を用いる場合の一例である。図 7 の縦軸は、ポンプ回転率を示し、図 7 の横軸は、第 1 の温度 (T_1) と第 2 の温度 (T_2) との温度差 ($T_1 - T_2$) を示している。図 7 に示す比例特性のデータは、制御部 17 のメモリに格納されている。例えば、所定温度 (V_1) が 5 であり、ステップ S 2 で算出された温度差 ($T_1 - T_2$) が 5 である場合、制御部 17 は、図 7 に示す比例特性に基づいて、第 1 流量として、ポンプ回転率 50 % を算出してもよい。例えば、所定温度 (V_1) が 5 であり、ステップ S 2 で算出された温度差 ($T_1 - T_2$) が 10 である場合、制御部 17 は、図 7 に示す比例特性に基づいて、第 2 流量として、ポンプ回転率 75 % を算出してもよい。例えば、所定温度 (V_1) が 5 であり、ステップ S 2 で算出された温度差 ($T_1 - T_2$) が 15 である場合、制御部 17 は、図 7 に示す比例特性に基づいて、第 2 流量として、ポンプ回転率 100 % を算出してもよい。

10

【 0039 】

制御部 17 は、下記の (式 1) 及び (式 2) に基づいて、第 1 流量及び第 2 流量を算出してもよい。下記の (式 1) 及び (式 2) は、所定温度 (V_1) が 5 であり、第 1 流量としてポンプ回転率 を算出し、第 2 流量としてポンプ回転率 を算出する場合の一例である。

20

$$(\text{式 1}) \text{ ポンプ回転率} = 50 \%$$

$$(\text{式 2}) \text{ ポンプ回転率} = (5 \times (\text{温度差} (T_1 - T_2) - 5) + 50) \%$$

上記の (式 2) によって算出された値が 100 % を超える場合、制御部 17 は、ポンプ回転率 を 100 % としてもよい。

【 0040 】

制御部 17 は、第 1 流量又は第 2 流量を流量制御信号に変換し、流量制御信号をポンプ装置 14 に対して出力する (ステップ S 6)。ポンプ装置 14 に流量制御信号が入力されることで、第 1 流量又は第 2 流量がポンプ装置 14 に設定される。制御部 17 は、流量制御信号が出力されてからの経過時間が所定時間未満であるか否かを判定する (ステップ S 7)。所定時間は、例えば、10 分であるが、この値に限定されず、他の値であってもよい。経過時間が所定時間に達する場合 (ステップ S 7 : NO)、制御部 17 は、処理をステップ S 1 に進める。一方、経過時間が所定時間未満である場合 (ステップ S 7 : YES)、制御部 17 は、経過時間が所定時間に達するまでステップ S 7 の処理を繰り返す。ポンプ装置 14 の流量が変更される場合、一定時間が経過することにより、温度差 ($T_1 - T_2$) に変化が生じる。そのため、制御部 17 は、流量制御信号が出力されてからの経過時間が所定時間未満であるか否かを判定することにより、ポンプ装置 14 の流量が反映され、温度差 ($T_1 - T_2$) に変化が生じるまで待機する。

30

【 0041 】

温度差 ($T_1 - T_2$) が所定温度 (V_1) 以下である場合、制御部 17 は、第 1 流量をポンプ装置 14 に設定する。第 1 流量がポンプ装置 14 に設定される場合、液浸槽 2 とクーリングタワー 3 との間を冷却液 4 が滞留することなく循環し、局所的に冷却液 4 の温度が上昇する現象 (ホットスポット) の発生が抑止される。温度差 ($T_1 - T_2$) が所定温度 (V_1) を越える場合、制御部 17 は、第 1 流量よりも大きい第 2 流量をポンプ装置 14 に設定する。制御部 17 が、温度差 ($T_1 - T_2$) に応じて第 2 流量を算出するため、液浸槽 2 とクーリングタワー 3 との間を循環する冷却液 4 の流量は、温度差 ($T_1 - T_2$) に応じて増減する。制御部 17 が、温度差 ($T_1 - T_2$) に基づいて、ポンプ装置 14 の流量を増減することにより、温度差 ($T_1 - T_2$) を一定範囲内に収束させることができる。

40

50

【 0 0 4 2 】

例えば、情報処理装置 5 の CPU 5 2 の使用率が上昇し、情報処理装置 5 の CPU 5 2 の発熱量が大きくなると、第 1 の温度 (T 1) が上がるため、温度差 (T 1 - T 2) が大きくなる。また、例えば、外気の湿球温度が下がると、第 2 の温度 (T 2) が下がるため、温度差 (T 1 - T 2) が大きくなる。温度差 (T 1 - T 2) が所定温度 (V 1) 以上である場合、第 2 流量がポンプ装置 1 4 に設定される。第 2 流量がポンプ装置 1 4 に設定されることにより、ポンプ装置 1 4 の流量が増加する場合、液浸槽 2 とクーリングタワー 3 との間を循環する冷却液 4 の流量が増加する。これにより、情報処理装置 5 の CPU 5 2 の排熱が促進される。ポンプ装置 1 4 の流量を増加することで、温度差 (T 1 - T 2) が所定温度 (V 1) 未満となる場合、第 1 流量がポンプ装置 1 4 に設定される。第 2 流量から第 1 流量に変更することで、ポンプ装置 1 4 の消費電力が抑制され、その結果、データセンタ 1 の運用コストが削減される。

10

【 0 0 4 3 】

クーリングタワー 3 の制御フロー

図 8 は、クーリングタワー 3 の制御フローの一例を示す図である。図 8 に示す制御フローは、ユーザからの指示に基づいて開始されてもよいし、情報処理装置 5 に電力が供給されたことを契機に開始されてもよい。制御部 1 8 は、温度センサ 1 6 から第 2 の温度 (T 2) を取得する (ステップ S 1 1) 。制御部 1 8 は、第 2 の温度 (T 2) と目標温度 (V 2) とを比較し、第 2 の温度 (T 2) と目標温度 (V 2) との差分 (T 2 - V 2) が、所定範囲内に収まっているか否かを判定する (ステップ S 1 2) 。例えば、目標温度 (V 2) は、3 0 であるが、この値に限定されず、他の値であってもよい。例えば、所定範囲は、- 0 . 5 以上 + 0 . 5 以下の範囲であるが、この値に限定されず、他の値であってもよい。

20

【 0 0 4 4 】

差分 (T 2 - V 2) が所定範囲内に収まっていない場合 (ステップ S 1 2 : N O) 、制御部 1 8 は、クーリングタワー 3 の制御量を算出する (ステップ S 1 3) 。制御部 1 8 は、図 9 に示す比例特性に基づいて、クーリングタワー 3 の制御量を算出してもよい。図 9 は、クーリングタワー 3 の制御量としてクーリングタワー 3 の動作率を用いる場合の一例である。図 9 の縦軸は、クーリングタワー 3 の動作率を示し、図 9 の横軸は、第 2 の温度 (T 2) を示している。図 9 に示す例では、第 2 の温度 (T 2) が 3 0 である場合、クーリングタワー 3 の動作率が 5 0 % であり、第 2 の温度 (T 2) が 3 5 である場合、クーリングタワー 3 の動作率が 7 5 % であり、第 2 の温度 (T 2) が 4 0 である場合、クーリングタワー 3 の動作率が 1 0 0 % である。図 9 に示す比例特性のデータは、制御部 1 8 のメモリに格納されている。クーリングタワー 3 の動作率が 5 0 % の場合、単位時間当たりにおけるクーリングタワー 3 の動作時間が 5 0 % であり、単位時間当たりにおけるクーリングタワー 3 の停止時間が 5 0 % である。

30

【 0 0 4 5 】

例えば、目標温度 (V 2) が 3 5 であり、第 2 の温度 (T 2) が 4 0 である場合、制御部 1 8 は、図 9 に示す比例特性に基づいて、クーリングタワー 3 の制御量として、クーリングタワー 3 の動作率 = 1 0 0 % を算出する。この場合、制御部 1 8 は、目標温度 (V 2) = 3 5 に対応する値 (クーリングタワー 3 の動作率 = 7 5 %) よりも高い値 (クーリングタワー 3 の動作率 = 1 0 0 %) を、クーリングタワー 3 の制御量として算出する。例えば、目標温度 (V 2) が 3 5 であり、第 2 の温度 (T 2) が 3 0 である場合、制御部 1 8 は、図 9 に示す比例特性に基づいて、クーリングタワー 3 の制御量として、クーリングタワー 3 の動作率 = 5 0 % を算出する。この場合、制御部 1 8 は、目標温度 (V 2) = 3 5 に対応する値 (クーリングタワー 3 の動作率 = 7 5 %) よりも低い値 (クーリングタワー 3 の動作率 = 5 0 %) を、クーリングタワー 3 の制御量として算出する。このように、制御部 1 8 は、第 2 の温度 (T 2) が目標温度 (V 2) より高い場合、クーリングタワー 3 の動作率が所定値よりも大きくなるようにクーリングタワー 3 の制御量を算出する。また、制御部 1 8 は、第 2 の温度 (T 2) が目標温度 (V 2) より低い場合、ク

40

50

ーリングタワー 3 の動作率が所定値よりも小さくなるようにクーリングタワー 3 の制御量を算出する。例えば、所定値は、目標温度 (V 2) に対応するクーリングタワー 3 の動作率である。

【 0 0 4 6 】

制御部 1 8 は、下記の (式 3) に基づいて、クーリングタワー 3 の制御量を算出してもよい。下記の (式 3) は、クーリングタワー 3 の制御量としてクーリングタワー 3 の動作率を算出する場合の一例である。

(式 3) クーリングタワー 3 の動作率 = (5 × (第 2 の温度 (T 2) - 目標温度 (V 2)) + 5 0) %

上記の (式 3) によって算出された値が 1 0 0 % を超える場合、制御部 1 8 は、クーリングタワー 3 の動作率 = 1 0 0 % を算出する。上記の (式 3) によって算出された値がマイナスである場合、制御部 1 8 は、クーリングタワー 3 の動作率 = 0 % を算出する。

10

【 0 0 4 7 】

制御部 1 8 は、第 2 の温度 (T 2) が目標温度 (V 2) より高い場合、クーリングタワー 3 の動作率が増加するようにクーリングタワー 3 の制御量を算出する。例えば、制御部 1 8 は、第 2 の温度 (T 2) が目標温度 (V 2) より高い場合、クーリングタワー 3 の動作率が所定値 (例えば、5 0 %) よりも大きくなるようにクーリングタワー 3 の制御量を算出する。また、制御部 1 8 は、第 2 の温度 (T 2) が目標温度 (V 2) より低い場合、クーリングタワー 3 の動作率が減少するようにクーリングタワー 3 の制御量を算出する。例えば、制御部 1 8 は、第 2 の温度 (T 2) が目標温度 (V 2) より低い場合、クーリングタワー 3 の動作率が所定値 (例えば、5 0 %) よりも小さくなるようにクーリングタワー 3 の制御量を算出する。

20

【 0 0 4 8 】

制御部 1 8 は、クーリングタワー 3 の制御量を ON / OFF 制御信号に変換する (ステップ S 1 4)。ON / OFF 制御信号は、クーリングタワー 3 の動作を開始 (ON) 又は停止 (OFF) させるための制御信号である。制御部 1 8 は、ON / OFF 制御信号をクーリングタワー 3 に対して出力する (ステップ S 1 5)。クーリングタワー 3 に ON / OFF 制御信号が入力されることで、クーリングタワー 3 の制御量がクーリングタワー 3 に設定される。

【 0 0 4 9 】

差分 (T 2 - V 2) が所定範囲内に収まっている場合 (ステップ S 1 2 : YES)、制御部 1 8 は、前回出力された ON / OFF 制御信号と同一の ON / OFF 制御信号をクーリングタワー 3 に対して出力する (ステップ S 1 6)。クーリングタワー 3 に ON / OFF 制御信号が入力されることで、クーリングタワー 3 の動作率がクーリングタワー 3 に設定される。なお、ON / OFF 制御信号がクーリングタワー 3 に対して初めて出力される場合、制御部 1 8 は、処理をステップ S 1 3 に進める。差分 (T 2 - V 2) が所定範囲内に収まっている場合は、第 2 の温度 (T 2) が目標温度 (V 2) と一致又は近似しているため、制御部 1 8 は、ON / OFF 制御信号を変更せずに、前回出力された ON / OFF 制御信号と同一の ON / OFF 制御信号をクーリングタワー 3 に対して出力する。

30

【 0 0 5 0 】

制御部 1 8 は、ON / OFF 制御信号が出力されてからの経過時間が所定時間未満であるか否かを判定する (ステップ S 1 7)。所定時間は、例えば、1 0 分であるが、この値に限定されず、他の値であってもよい。経過時間が所定時間に達する場合 (ステップ S 1 7 : NO)、制御部 1 8 は、処理をステップ S 1 1 に進める。一方、経過時間が所定時間未満である場合 (ステップ S 1 7 : YES)、制御部 1 8 は、経過時間が所定時間に達するまでステップ S 1 7 の処理を繰り返す。クーリングタワー 3 の制御量に変更される場合、一定時間が経過することにより、第 2 の温度 (T 2) に変化が生じる。そのため、制御部 1 8 は、ON / OFF 制御信号が出力されてからの経過時間が所定時間未満であるか否かを判定することにより、クーリングタワー 3 の制御量が反映され、第 2 の温度 (T 2) に変化が生じるまで待機する。

40

50

【 0 0 5 1 】

第 2 の温度 (T 2) と目標温度 (V 2) との差分 (T 2 - V 2) が所定範囲内でなく、かつ、第 2 の温度 (T 2) が目標温度 (V 2) より低い場合、制御部 1 8 は、第 1 制御量を算出し、第 1 制御量をクーリングタワー 3 に設定する。クーリングタワー 3 に第 1 制御量が設定されることで、クーリングタワー 3 の動作率が所定値よりも小さくなり、第 2 の温度 (T 2) が上昇する。第 2 の温度 (T 2) と目標温度 (V 2) との差分 (T 2 - V 2) が所定範囲内でなく、かつ、第 2 の温度 (T 2) が目標温度 (V 2) より高い場合、制御部 1 8 は、第 2 制御量を算出し、第 2 制御量をクーリングタワー 3 に設定する。クーリングタワー 3 に第 2 制御量が設定されることで、クーリングタワー 3 の動作率が所定値よりも大きくなり、第 2 の温度 (T 2) が下降する。制御部 1 8 が、第 2 の温度 (T 2) に基づいてクーリングタワー 3 の制御量を算出し、クーリングタワー 3 を制御することにより、第 2 の温度 (T 2) と目標温度 (V 2) との差分 (T 2 - V 2) が所定範囲内に収まる。したがって、制御部 1 8 は、第 2 の温度 (T 2) と目標温度 (V 2) とが一致又は近似するように、クーリングタワー 3 を制御することにより、第 2 の温度 (T 2) を一定に制御することができる。一定の温度の冷却液 4 が液浸槽 2 に供給されるため、情報処理装置 5 を一定の温度の冷却液 4 で冷却することができる。

10

【 0 0 5 2 】

図 1 0 は、ON / OFF 制御信号、クーリングタワー 3 の動作率、外気湿球温度及びクーリングタワー 3 の熱交換量のタイムチャートの一例を示す図である。図 1 0 の横軸は経過時間を示しており、クーリングタワー 3 の動作率が反映される間隔を 1 0 分としている。図 1 0 の下段には、ON / OFF 制御信号のデューティ比が示されている。図 1 0 の中段には、クーリングタワー 3 の動作率が示されている。図 1 0 に示すように、ON / OFF 制御信号のデューティ比と、クーリングタワー 3 の動作率とが対応している。例えば、ON / OFF 制御信号のデューティ比が 5 0 % である場合、クーリングタワー 3 の動作率は 5 0 % である。図 1 0 の上段には、外気湿球温度の変化及びクーリングタワー 3 の熱交換量の変化が示されている。図 1 0 の上段の点線 A で示す箇所及び点線 B で示す箇所では、クーリングタワー 3 の動作率が 5 0 % で同じであるが、外気湿球温度の違いによりクーリングタワー 3 の熱交換量に差が生じている。これは、外気湿球温度が低い場合、クーリングタワー 3 の熱交換量が大きくなり、外気湿球温度が高い場合、クーリングタワー 3 の熱交換量が小さくなるためである。

20

30

【 0 0 5 3 】

制御部 1 8 が、第 2 の温度 (T 2) に基づいてクーリングタワー 3 を制御することにより、外気の湿球温度の変化に対応して、クーリングタワー 3 から液浸槽 2 に冷却液 4 を供給することができる。例えば、外気の湿球温度が下がることにより、クーリングタワー 3 から液浸槽 2 に供給される冷却液 4 の温度が下がる。この場合、クーリングタワー 3 の動作率を下げることで、クーリングタワー 3 から液浸槽 2 に供給される冷却液 4 の温度を上げることにより、第 2 の温度 (T 2) を一定に制御する。クーリングタワー 3 の動作率が下がるため、クーリングタワー 3 の消費電力が低下し、データセンタ 1 の運用コストを削減することができる。

【 0 0 5 4 】

図 1 1 は、実施例 2 に係るデータセンタ 1 の温度ダイアグラムの一例を示す図である。図 1 1 の右部分に外気の温度範囲が示され、図 1 1 の中央部分に冷却液 4 の温度範囲が示され、図 1 1 の左部分に情報処理装置 5 の温度範囲が示されている。情報処理装置 5 の温度範囲は、例えば、CPU 5 2 の温度範囲であってもよい。外気の温度範囲 A は、外気を取り得る範囲であり、例えば、年間を通じての外気の湿球温度の範囲である。図 1 1 に示す例では、外気の温度範囲 A は、0 ~ 3 5 である。冷却液 4 の温度範囲 F は、冷却液 4 が取り得る温度範囲である。図 1 1 に示す例では、冷却液 4 の温度範囲 F は、3 6 ~ 4 6 である。したがって、図 1 1 に示す例では、第 1 の温度 (T 1) が取り得る最低温度が 3 6 であり、第 2 の温度 (T 2) が取り得る最高温度が 4 6 である。情報処理装置 5 の温度範囲 G は、情報処理装置 5 が取り得る温度範囲である。図 1 1 に示す例では、情報

40

50

処理装置 5 の温度範囲 G は、36 ~ 80 である。図 1 1 に示す例では、情報処理装置 5 の温度範囲 G に冷却液 4 の温度範囲 F が包含されている。図 1 1 に示す例に限定されず、冷却液 4 が取り得る温度範囲の一部と情報処理装置 5 が取り得る温度範囲の一部とが重複してもよい。すなわち、冷却液 4 が取り得る温度範囲と情報処理装置 5 が取り得る温度範囲とは範囲の一部が重複してもよい。図 1 1 に示す例では、外気の温度範囲 A は、冷却液 4 の温度範囲 F と情報処理装置 5 の温度範囲 G の何れとも重複していない。図 1 1 に示す例に限定されず、外気が取り得る範囲の一部と冷却液 4 が取り得る温度範囲の一部とが重複してもよい。

【 0 0 5 5 】

比較例 1 に係る液浸冷却システム 1 0 1 では、冷却液 1 1 1 と冷却水との熱交換を行う熱交換器 1 0 3 を使用している。比較例 2 に係る液浸冷却システム 2 0 1 では、冷却液 2 1 1 と冷却水 2 1 7 との熱交換を行う熱交換器 2 0 3 を使用している。実施例 2 に係るデータセンタ 1 では、冷却液 4 と冷却水との間の熱交換を行う熱交換器を使用していないため、冷却液 4 と冷却水との間の熱交換を行うことなく、導入時の初期コストや運用コストを削減することができる。

10

【 0 0 5 6 】

実施例 1、2 に係るデータセンタ 1 における冷却液 4 の温度上昇による情報処理装置 5 のリーク電流の増加及び電力消費量の増加は、データセンタ 1 の実稼働状態では問題がないことが確認された。また、実施例 1、2 に係るデータセンタ 1 における情報処理装置 5 が取り得る温度も規定温度以下であり、情報処理装置 5 の装置寿命も実用上問題がないことが確認された。冬季等では冷却液 4 の温度が下がり、情報処理装置 5 の冷却環境をより良い環境にすることができるため、データセンタ 1 の長期稼働では、情報処理装置 5 のリーク電流の増加及び電力消費量の増加が抑えられる。

20

【 0 0 5 7 】

比較例 2 に係る液浸冷却システム 2 0 1 では、情報処理装置 2 1 2 を冷却可能な外気の温度の上限は 25 程度である。実施例 1、2 に係るデータセンタ 1 によれば、比較例 2 に係る液浸冷却システム 2 0 1 と比べて、情報処理装置 5 を冷却可能な外気の温度の上限を引き上げることが可能であり、年間を通じて情報処理装置 5 を冷却することが可能である。クーリングタワー 3 は低コストであるため、高コストのチラーを導入する場合と比べて、データセンタ 1 における設備導入時の初期コストを抑えることができる。冷却液 4 として用いる P A O 等の油は低コストであるため、高コストのフロリナートを用いる場合と比べて、データセンタ 1 における設備導入時の初期コストを抑えることができる。フロリナートの密度は 1880 kg/m^3 であり、P A O の密度は 833 kg/m^3 である。低密度の冷却液 4 を用いることで、ポンプ装置 1 4 の性能の縮小化を図ることができ、データセンタ 1 における設備導入時の初期コストを抑えることができる。

30

【 0 0 5 8 】

図 1 2 は、実施例 1、2 に係るデータセンタ 1 の電力と、比較例 1 に係る液浸冷却システム 1 0 1 の電力とを示す図である。図 1 2 に示す例では、冷却液 4 の温度範囲は 35 ~ 45 であり、冷却液 4 の流量は 50 L/min である。図 1 2 に示す例では、冷却液 1 1 1 の温度範囲は 35 ~ 45 であり、冷却液 1 1 1 の流量は 50 L/min である。図 1 2 に示すように、実施例 1、2 に係るデータセンタ 1 の液浸冷却系の合計電力が、比較例 1 に係る液浸冷却システム 1 0 1 の液浸冷却系の合計電力よりも 3.55 kW 減少している。そのため、図 1 2 に示すように、実施例 1、2 に係るデータセンタ 1 の全体電力が、比較例 1 に係る液浸冷却システム 1 0 1 の全体電力よりも 3.55 kW 減少している。この結果、実施例 1、2 に係るデータセンタ 1 の P U E (Power Usage Effectiveness) が、比較例 1 に係る液浸冷却システム 1 0 1 の P U E よりも 0.237 減少している。P U E は、例えば、I C T 機器と冷却設備の全体の消費電力を I C T 機器の消費電力で除算した値である。

40

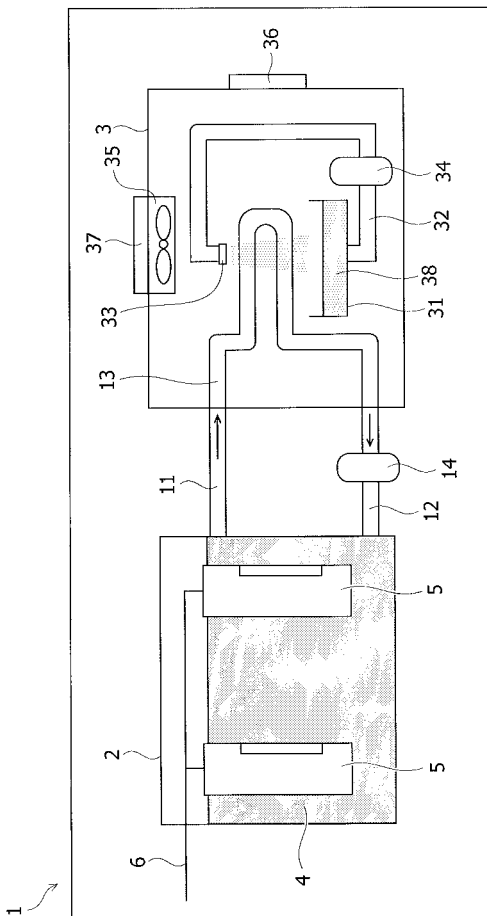
【 符号の説明 】

【 0 0 5 9 】

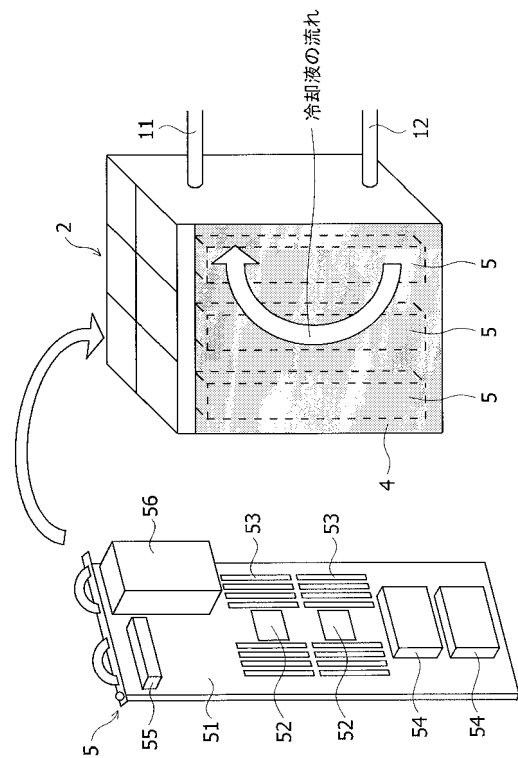
50

- 1 データセンタ
- 2 液浸槽
- 3 クーリングタワー
- 4 冷却液
- 5 情報処理装置
- 6 ネットワーク
- 11 ~ 13 配管
- 14 ポンプ装置
- 15、16 温度センサ
- 17、18 制御部
- 31 水槽
- 32 散水管
- 33 散水ノズル
- 34 散水ポンプ
- 35 送風ファン
- 36 外気取り入れ口
- 37 排出口
- 38 水

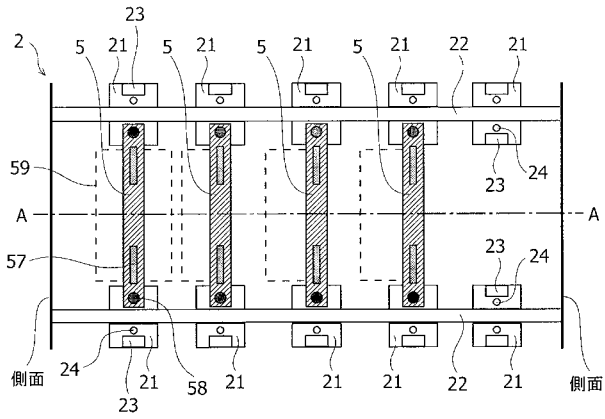
【 図 1 】



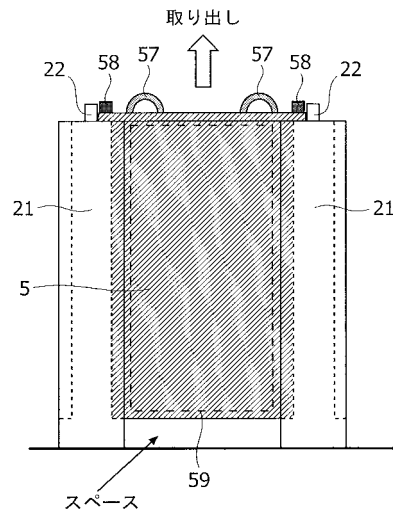
【 図 2 】



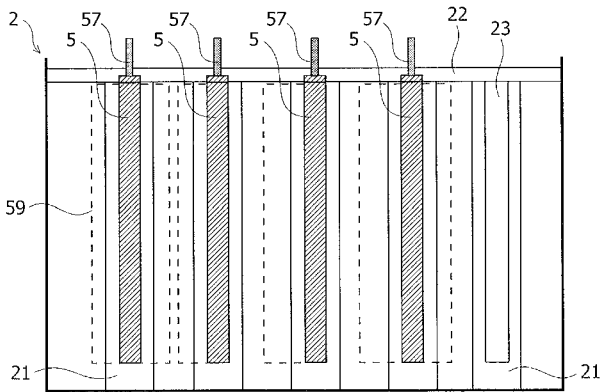
【図3A】



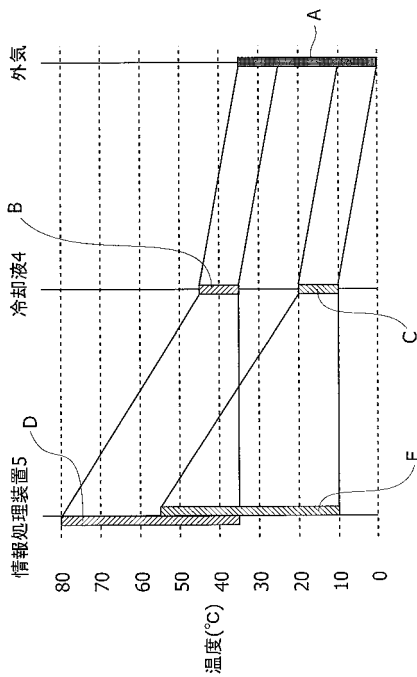
【図3C】



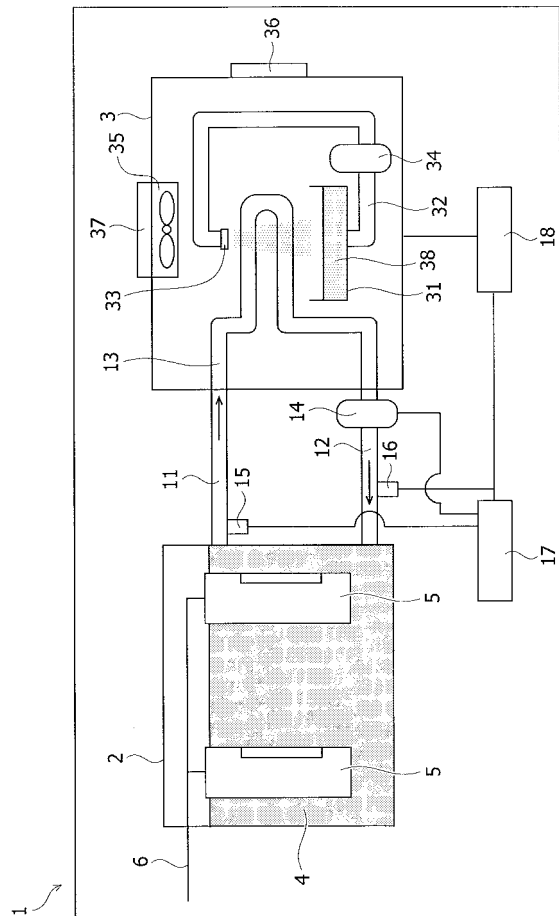
【図3B】



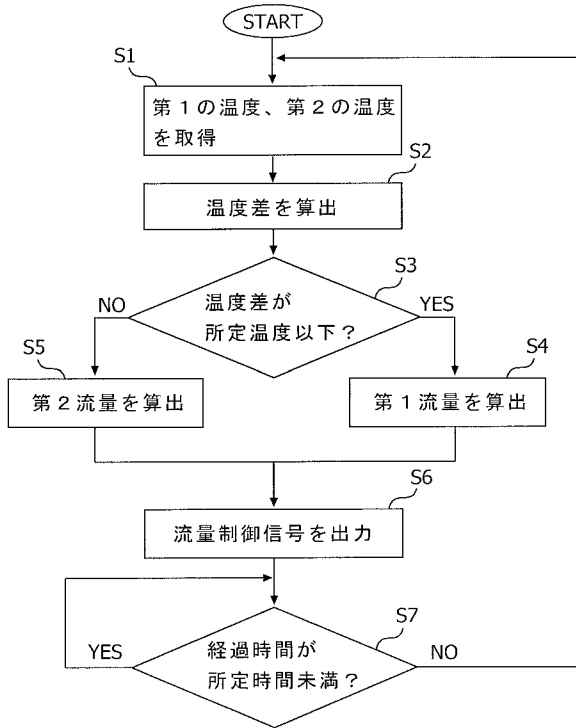
【図4】



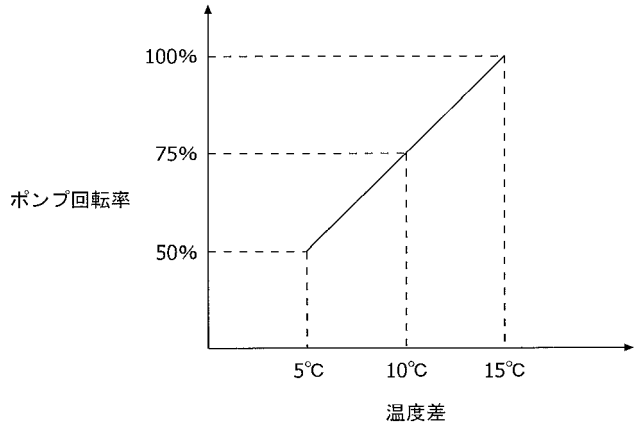
【図5】



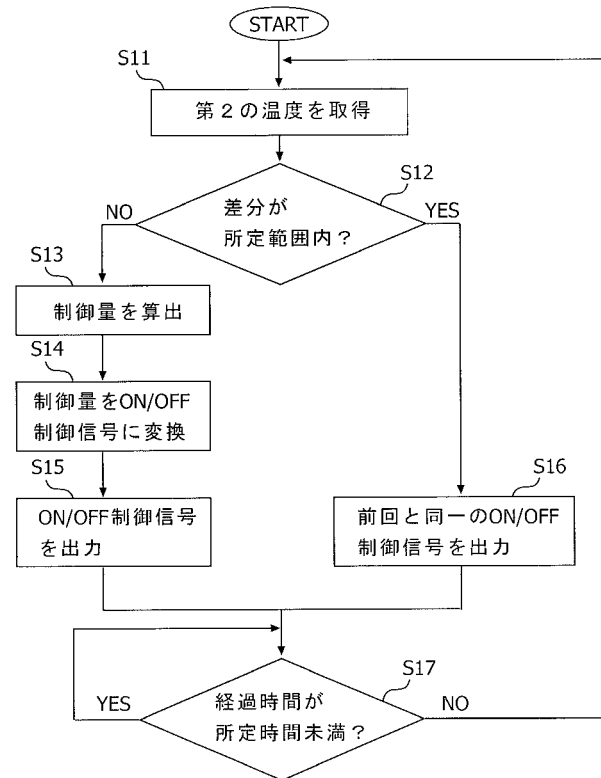
【図6】



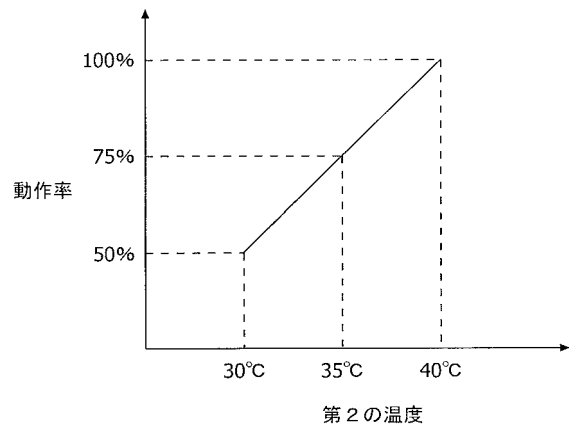
【図7】



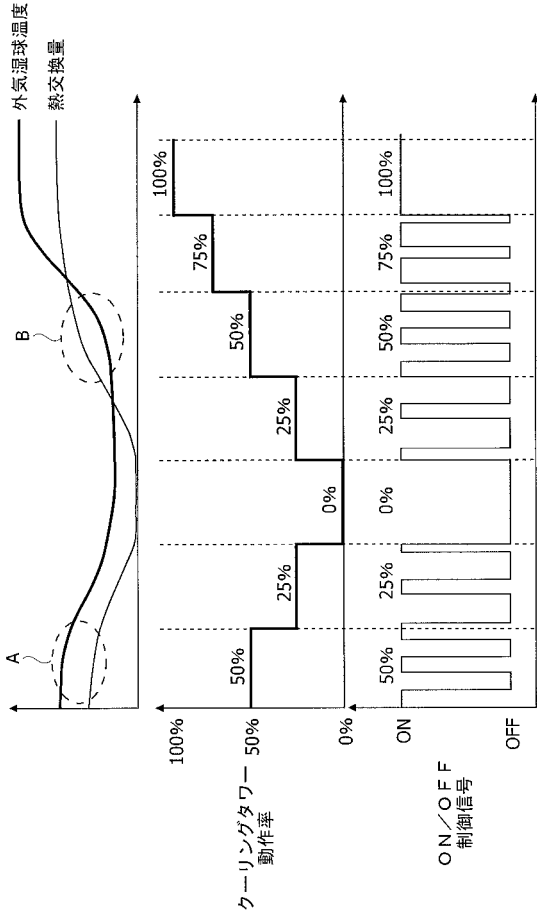
【図8】



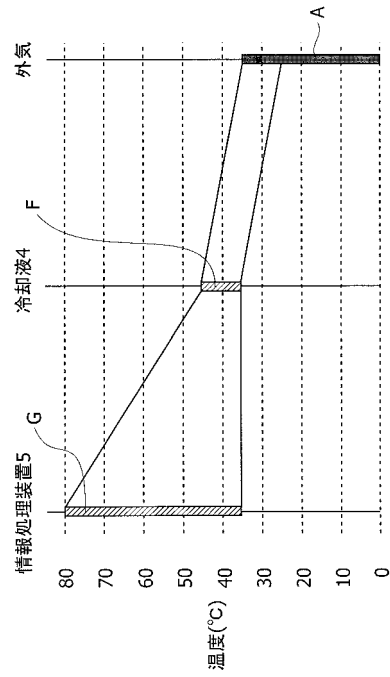
【図9】



【図 1 0】



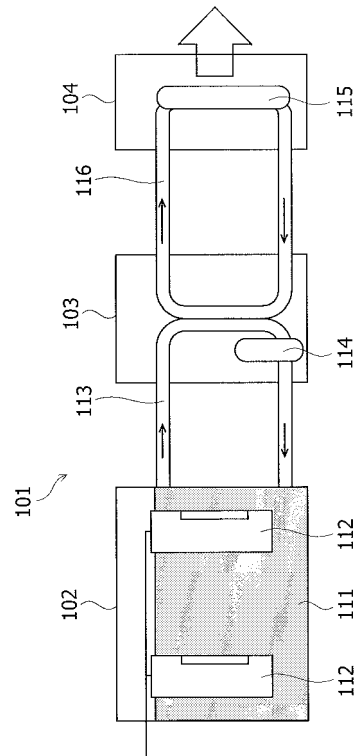
【図 1 1】



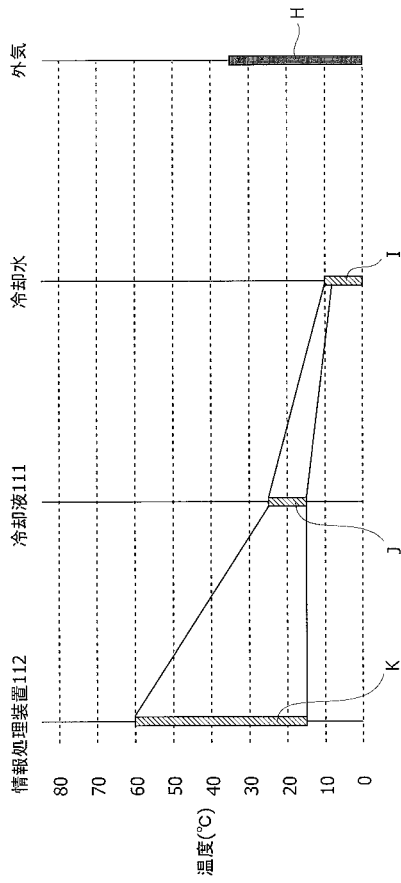
【図 1 2】

電力項目 (kw)	実施例 1, 2	比較例 1
情報処理装置の合計電力	15	15
液浸冷却系の合計電力	2.25	5.8
ポンプ装置	1.5	2.2
クーリングタワー	—	3.6
チラー	0.75	—
全体電力	17.25	20.8
PUE	1.150	1.387

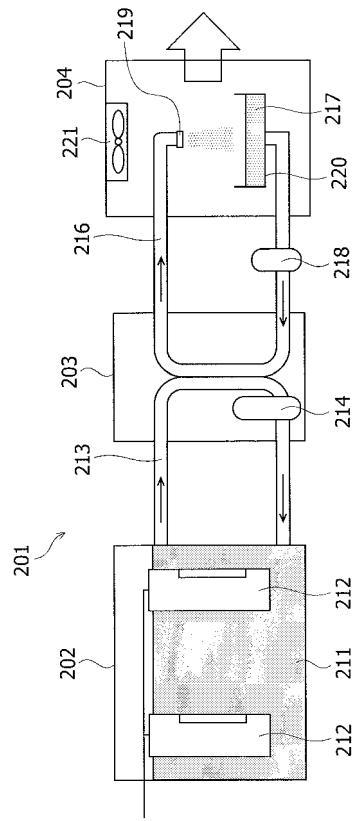
【図 1 3】



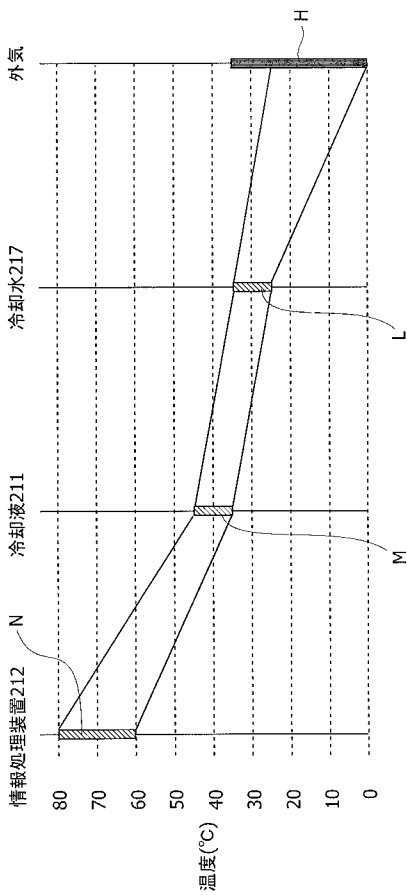
【 図 1 4 】



【 図 1 5 】



【 図 1 6 】



フロントページの続き

- (72)発明者 児玉 宏喜
神奈川県川崎市中原区上小田中4丁目1番1号 富士通株式会社内
- (72)発明者 遠藤 浩史
神奈川県川崎市中原区上小田中4丁目1番1号 富士通株式会社内
- (72)発明者 脇野 有希子
神奈川県川崎市中原区上小田中4丁目1番1号 富士通株式会社内
- Fターム(参考) 5E322 AA09 AA10 DA01 DA04