

(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2012-253191

(P2012-253191A)

(43) 公開日 平成24年12月20日(2012.12.20)

(51) Int.Cl.	F I	テーマコード (参考)
H05K 7/20 (2006.01)	H05K 7/20	U 5E322
F28D 15/02 (2006.01)	F28D 15/02	L 5F136
H01L 23/473 (2006.01)	H01L 23/46	Z

審査請求 未請求 請求項の数 6 O L (全 22 頁)

(21) 出願番号	特願2011-124528 (P2011-124528)	(71) 出願人	000005223
(22) 出願日	平成23年6月2日 (2011.6.2)		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	100091672
			弁理士 岡本 啓三
		(72) 発明者	梅宮 茂良
			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
		(72) 発明者	吉田 宏章
			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

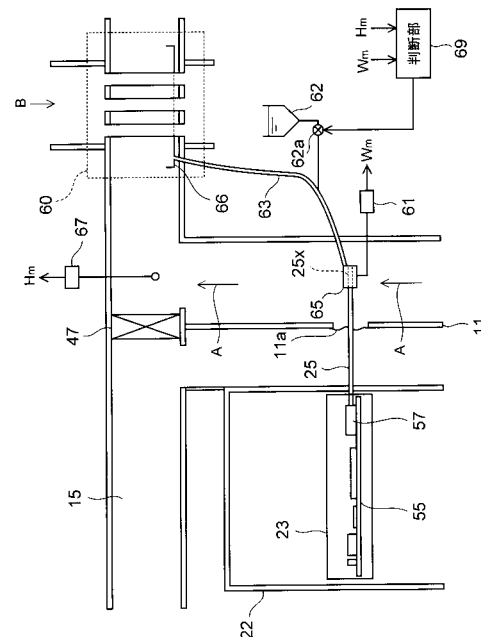
(54) 【発明の名称】 冷却システム

(57) 【要約】

【課題】 冷却システムにおいて、サーバラック等に搭載できる計算機の個数を増やすと共に、計算機を効率的に冷却すること。

【解決手段】 電子機器23が設置される機器設置エリア12と、機器設置エリア12内の空調を行う空調機21と、電子機器23内の発熱部品57と熱的に接続した伝熱部材25の先端部25xが配置される冷却エリア13と、機器設置エリア12と冷却エリア13とを分離する分離壁11と、一端が先端部25xに接続され、他端が冷却エリア13から出た気流Aを外気Bと熱交換する熱交換器60に接続されたドレインホース63とを有し、先端部25xに不織布65又は多孔質材65が配置される冷却システムによる。

【選択図】 図4



【特許請求の範囲】

【請求項 1】

電子機器が設置される機器設置エリアと、
前記機器設置エリア内の空調を行う空調機と、
前記電子機器内の発熱部品と熱的に接続した伝熱部材の先端部が配置される冷却エリアと、
前記機器設置エリアと前記冷却エリアとを分離する分離壁と、
一端が前記先端部に接続され、他端が前記冷却エリアから出た気流を外気と熱交換する熱交換器に接続されたドレインホースとを有し、
前記先端部に不織布又は多孔質材が配置されることを特徴とする冷却システム。

10

【請求項 2】

前記ドレインホースに接続され、前記不織布又は前記多孔質材に水を補充する給水部と、
前記水を補充すべきか否かを判断し、補充すべきと判断した場合に、前記給水部を制御することにより前記不織布又は前記多孔質材に前記水を補充する判断部とを更に有することを特徴とする請求項 1 に記載の冷却システム。

【請求項 3】

前記不織布又は前記多孔質材の水分値を測定する水分計を更に有し、
前記判断部は、前記水分計で測定された水分値を監視して、該水分値が所定水分値以下になったときに、前記水を補充すべきと判断することを特徴とする請求項 2 に記載の冷却システム。

20

【請求項 4】

外気の温度及び湿度を検出するセンサ部と、
前記空調機を制御するとともに、前記センサ部で検出した前記外気の温度及び湿度に応じて前記機器設置エリア及び前記冷却エリアに外気を導入するか否かを個別に判定する制御部とを更に有することを特徴とする請求項 1 乃至請求項 3 のいずれか 1 項に記載の冷却システム。

【請求項 5】

前記機器設置エリアの床下に設けられ、前記空調機の吹き出し口に連絡する第 1 の冷風流路と、

30

前記機器設置エリアの床に設けられて前記機器設置エリアと前記第 1 の冷風流路との間を連絡する第 1 の通風口と、

屋外に連絡する第 1 の給気ダクトと、

前記第 1 の冷風流路と前記第 1 の給気ダクトとの間に配置されて前記制御部により開閉状態が制御される第 1 のダンパーと、

前記機器設置エリアの天井裏に設けられ、前記空調機のエア取り入れ口に連絡する第 1 の温風流路と、

前記機器設置エリアの天井に設けられて前記機器設置エリアと前記第 1 の温風流路との間を連絡する第 1 の開口部と、

屋外に連絡する第 1 の排気ダクトと、

40

前記第 1 の温風流路と前記第 1 の排気ダクトとの間に配置されて前記制御部により開閉状態が制御される第 2 のダンパーと、

前記冷却エリアの床下に設けられた第 2 の冷風流路と、

前記冷却エリアの床に設けられて前記冷却エリアと前記第 2 の冷風流路との間を連絡する第 2 の通風口と、

屋外に連絡する第 2 の給気ダクトと、

前記第 2 の給気ダクトと前記第 2 の冷風流路との間に配置されて前記制御部により開閉状態が制御される第 3 のダンパーと、

前記冷却エリアの天井裏に設けられた第 2 の温風流路と、

前記冷却エリアの天井に設けられて前記冷却エリアと前記第 2 の温風流路との間を連絡

50

する第 2 の開口部と、

屋外に連絡する第 2 の排気ダクトと、

前記第 2 の温風流路と前記第 2 の排気ダクトとの間に配置されて前記制御部により開閉状態が制御される第 4 のダンパーと

を有することを特徴とする請求項 4 に記載の冷却システム。

【請求項 6】

電子機器と、

前記電子機器内の発熱部品と熱的に接続された伝熱部材と、

前記伝熱部材の先端部を水で冷却する水の循環系と、

前記循環系の途中に設けられ、前記水を噴射するシャワーヘッドと、

前記シャワーヘッドにより噴射された前記水に風をあてる送風機と、

を有することを特徴とする冷却システム。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は冷却システムに関する。

【背景技術】

【0002】

近年の情報技術の発達に伴い、データセンタ内で多量のデータが扱われるようになりつつある。そのようなデータ量の増大に対応すべく、データセンタ内に設置されるサーバラックにおいてはなるべく多くの計算機を搭載するのが好ましい。

【0003】

但し、各計算機の外形によっては、一つのサーバラックに搭載できる計算機の数制限されてしまう。更に、サーバラックに多数の計算機を搭載した場合であっても、各計算機を効率的に冷却できるようにするのが好ましい。

【先行技術文献】

【特許文献】

【0004】

【特許文献 1】実開 2010-98063 号公報

【特許文献 2】特開平 02-007456 号公報

【特許文献 3】特開平 04-369255 号公報

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

【0005】

冷却システムにおいて、サーバラック等に搭載できる計算機の個数を増やすと共に、計算機を効率的に冷却することを目的とする。

【課題を解決するための手段】

【0006】

以下の開示の一観点によれば、電子機器が設置される機器設置エリアと、前記機器設置エリア内の空調を行う空調機と、前記電子機器内の発熱部品と熱的に接続した伝熱部材の先端部が配置される冷却エリアと、前記機器設置エリアと前記冷却エリアとを分離する分離壁と、一端が前記先端部に接続され、他端が前記冷却エリアから出た気流を外気と熱交換する熱交換器に接続されたドレインホースとを有し、前記先端部に不織布又は多孔質材が配置される冷却システムが提供される。

【0007】

また、その開示の他の観点によれば、電子機器と、前記電子機器内の発熱部品と熱的に接続された伝熱部材と、前記伝熱部材の先端部を水で冷却する水の循環系と、前記循環系の途中に設けられ、前記水を噴射するシャワーヘッドと、前記シャワーヘッドにより噴射された前記水に風をあてる送風機とを有する冷却システムが提供される。

【発明の効果】

【0008】

以下の開示によれば、不織布又は多孔質材から気化した水の気化熱によって伝熱部材の先端部を冷却できるので、その伝熱部材に熱的に接続した発熱部品を選択的に冷却することができる。

【0009】

更に、このように水の気化熱を利用するため、冷却エリア内の気流との熱交換効率を高めるためのフィンを伝熱部材に設ける必要がなくなるので、サーバラック等に電子機器を高密度に搭載するのがフィンによって阻害されるのを防止できる。

【0010】

また、伝熱部材の先端部を水で冷却する水の循環系により当該先端部を効率的に冷却することができるので、上記と同様に伝熱部材にフィンを設ける必要がなく、サーバラック等に電子機器を高密度に搭載することができる。

【図面の簡単な説明】

【0011】

【図1】図1は、予備的事項に係るサーバラックの断面図である。

【図2】図2は、第1実施形態に係る冷却システムの模式図である。

【図3】図3は、外気の上流側から見た第1実施形態に係る熱交換器の平面図である。

【図4】図4は、第1実施形態に係るサーバラックとその周囲の拡大断面図である。

【図5】図5は、第1実施形態において、サーバラックに計算機を高密度に搭載することができることを説明するための断面図である。

【図6】図6は、第2実施形態に係るサーバラックとその周囲の拡大断面図である。

【図7】図7は、第2実施形態の第1変形例に係る計算機とその周囲の拡大断面図である。

【図8】図8は、第2実施形態の第2変形例に係る計算機を上から見た図である。

【図9】図9は、第3実施形態に係る冷却システムの運転条件を例示した図である。

【図10】図10は、第3実施形態のパターン1におけるエアの流れを表した模式図である。

【図11】図11は、第3実施形態のパターン2におけるエアの流れを表した模式図である。

【図12】図12は、第3実施形態のパターン3におけるエアの流れを表した模式図である。

【図13】図13は、第3実施形態のパターン4におけるエアの流れを表した模式図である。

【図14】図14は、第3実施形態のパターン5におけるエアの流れを表した模式図である。

【図15】図15は、第3実施形態のパターン6におけるエアの流れを表した模式図である。

【図16】図16は、第4実施形態に係るサーバラックとその周囲の側面断面図である。

【図17】図17は、第4実施形態に係るサーバラックとその周囲の正面断面図である。

【図18】図18は、第5実施形態に係るサーバラックとその周囲の側面断面図である。

【図19】図19は、第5実施形態に係るサーバラックとその周囲の正面断面図である。

【図20】図20は、第5実施形態の第1例に係る水冷ジャケットの側面断面図である。

【図21】図21(a)は、第5実施形態の第2例に係る水冷ジャケットの側面断面図であり、図21(b)はその正面断面図である。

【図22】図22(a)は、第5実施形態の第3例に係る水冷ジャケットの側面断面図であり、図22(b)はその正面断面図である。

【発明を実施するための最良の形態】

【0012】

本実施形態の説明に先立ち、本実施形態の基礎となる予備的事項について説明する。

【0013】

データセンタにおいてはサーバラック内の個々の計算機を冷却する空調設備が設けられるが、その空調設備の消費電力はデータセンタ内の全サーバラックにおける消費電力にも匹敵するといわれる。そのため、空調設備での消費電力を削減するには、サーバラックの個々の計算機の冷却効率を高めるのが好ましい。

【0014】

以下に、計算機の冷却方法の一例について説明する。

【0015】

図1は、サーバラック22の断面図である。

【0016】

サーバラック22には、複数の計算機23が高さ方向に並べて搭載される。計算機23は、例えばラックマウント型サーバであって、EIA（米国電子工業会）によってその高さUが約44mmに標準化されている。 10

【0017】

各々の計算機23はシステムボード55を収容し、そのシステムボード55にはCPU等の発熱部品57が実装される。

【0018】

その発熱部品57を冷却するため、発熱部品57には伝熱部材25として棒状のヒートパイプが熱的に接続される。ヒートパイプは、減圧されたパイプ内に水を封入してなり、その水がパイプ内で蒸発と凝縮とを繰り返すことにより、パイプの一端の熱を他端に移動させることができる。 20

【0019】

その伝熱部材25の先端には複数枚のフィン25aが設けられる。各フィン25aは外気等の気流Eに曝されており、これにより伝熱部材25と気流Eとの熱交換が促進される。

【0020】

この方法によれば、伝熱部材25によって発熱部品57を選択的に冷却することができ、計算機23の冷却効率を高めることができる。

【0021】

但し、上記のようにフィン25aを設けると発熱部品57の冷却効率は高められるものの、上下に隣接する計算機23のフィン25a同士が機械的に干渉してしまうため、計算機23同士の間隔を狭めることができない。 30

【0022】

例えば、伝熱部材25の長さLが400mm、直径Dが16mm、フィン25aの高さHが100mmの場合、一つの伝熱部材25の冷却能力は約200Wであり、これは二つのCPUを冷却できる能力に相当する。しかし、上下のフィン25a同士が干渉しないためには、2台の計算機23のトータルの高さを3U（132mm）以上にしなければならない。

【0023】

これでは、高さが42Uで42台の計算機23を収容可能なサーバラック22の場合でも14台（＝42U／3U）の計算機23しか収容できず、サーバラック22に高密度に計算機23を収容することができなくなってしまう。

【0024】

以下、実施形態について説明する。 40

【0025】

（第1実施形態）

図2は、第1実施形態に係る冷却システムの模式図である。なお、図2において、図1で説明したのと同じ要素には図1のけるのと同じ符号を付し、以下ではその説明を省略する。

【0026】

計算機室は、分離壁11により、計算機23を収納したサーバラック22が配置されるラック設置エリア（機器設置エリアの一例）12と、低温のエアが通る冷却エリア13とに分離されている。 50

【0027】

なお、図2ではサーバラック22を1台しか図示していないが、ラック設置エリア12には多数のラック22が設置されている。また、各サーバラック22にはそれぞれ複数の計算機23が収納されている。各計算機23には、ラック22の前面側（図2では左側）からエアーを導入し、背面側（図1では右側）から排出するファン（図示せず）が設けられている。計算機23は、電子機器の一例である。

【0028】

本実施形態では、図2に例示するように、各計算機23から水平方向に伝熱部材25が突出している。そして、分離壁11にはゴム製の膜11aで覆われた開口が形成されており、上記の伝熱部材25の先端部はその膜11aを貫通して冷却エリア13内に導出している。

10

【0029】

後述のように、伝熱部材25としてはヒートパイプを使用し得る。

【0030】

また、伝熱部材25の先端部には、予備的事項で説明したようなフィンに代えて、後述の吸水材65が設けられる。

【0031】

ラック設置エリア12の床下には冷風流路14が設けられている。また、ラック設置エリア12の床にはグリル（通風口）12aが設置されており、このグリル12aを介して冷風流路14からラック22の前面側に低温のエアーが供給される。

20

【0032】

一方、ラック設置エリア12の天井裏には温風流路15が設けられており、ラック22の背面側の天井にはラック設置エリア12と温風流路15との間を連絡する開口部12bが設けられている。

【0033】

なお、本実施形態では、グリル12aを介して低温のエアーが供給されるエリア（コールドアイル）と、ラック22から温風が排出されるエリア（ホットアイル）とが、仕切り24a、24bにより分離されている。但し、これらの仕切り24a、24bは必須ではなく、必要に応じて設置すればよい。

【0034】

冷風流路14は、空調機21のエアー吹き出し口に接続されているとともに、ダンパー44及びダクト31を介して給気ダクト（第1の給気ダクト）32に接続されている。この給気ダクト32は屋外に連絡しており、給気ダクト32内にはファン51が配置されている。このファン51の回転により、給気ダクト32内に外気Bが導入される。なお、空調機21の第1のエアー取り入れ口も、ダンパー43及びダクト35を介して給気ダクト32に接続されている。また、空調機21のエアー吹き出し口の下には、空調機21と連動して回転するファン52が配置されている。

30

【0035】

温風流路15は、ダンパー42及びダクト33を介して空調機21の第2のエアー取り入れ口に接続されているとともに、ダンパー41を介して排気ダクト（第1の排気ダクト）34に接続されている。この排気ダクト34は、屋外に連絡している。

40

【0036】

冷却エリア13の床下には冷風流路16が設けられており、天井裏には温風流路17が設けられている。冷却エリア13の床にはグリル（通風口）13aが配設されており、このグリル13aを介して冷風流路16から冷却エリア13に冷風が供給され、その冷風の気流Aに上記の吸水材65が曝される。

【0037】

また、冷却エリア13の天井には、冷却エリア13と温風流路17との間を連絡する開口部13bが設けられている。

【0038】

50

冷風流路 1 4 と冷風流路 1 6 と間にはダンパー 4 5 が配置されている。このダンパー 4 5 が開のときには冷風流路 1 4 と冷風流路 1 6 とが連絡し、閉のときには冷風流路 1 4 と冷風流路 1 6 との間が遮断される。また、温風流路 1 5 と温風流路 1 7 との間にはダンパー 4 7 が配置されている。このダンパー 4 7 が開のときには温風流路 1 5 と温風流路 1 7 とが連絡し、閉のときには温風流路 1 5 と温風流路 1 7 との間が遮断される。

【0039】

冷風流路 1 6 は、ダンパー 4 6 を介して給気ダクト（第 2 の給気ダクト）3 6 に接続されている。この給気ダクト 3 6 は屋外に連絡しており、ダンパー 4 6 の内側にはファン 5 3 が配置されている。このファン 5 3 の回転により、給気ダクト 3 6、ダンパー 4 6 及びグリル 1 2 a を介して冷却エリア 1 2 に外気 B が導入される。また、温風流路 1 7 は、ダンパー 4 8 を介して排気ダクト（第 2 の排気ダクト）3 7 に接続されている。この排気ダクト 3 7 は屋外に連絡している。

【0040】

更に、ダンパー 4 8 の手前の温風流路 1 7 には熱交換器 6 0 が設けられる。冷却エリア 1 3 から温風流路 1 7 に流入した気流 A は、その熱交換器 6 0 において外気 B と熱交換されて冷却された後、屋外に排出される。

【0041】

制御部 2 8 は、外気 B の温度及び湿度を検出するセンサ部 2 9 a と計算機室内の温度及び湿度を検出するセンサ部 2 9 b とに接続されている。制御部 2 8 は、これらのセンサ部 2 9 a、2 9 b の出力に応じてダンパー 4 1 ～ 4 8 の開閉状態、ファン 5 1 ～ 5 3 のオン／オフ及び空調機 2 1 を制御する。

【0042】

なお、本実施形態において空調機 2 1 は、エアー吹き出し口から供給するエアーの温度と湿度とを調整する機能を備えているものとする。但し、エアーの温度調整のみを行う空調機を使用し、この空調機とは別に加湿器及び除湿器を設けてもよい。また、屋外に連絡している給気ダクト 3 2、3 6 及び排気ダクト 3 4、3 7 には、室内への塵埃の侵入を防止するために、フィルタを配置しておくことが好ましい。

【0043】

図 3 は、外気 B の上流側から見た熱交換器 6 0 の平面図である。

【0044】

図 3 に示すように、熱交換器 6 0 は、外気 B が通る複数本の配管 6 0 b を有する。更に、各配管 6 0 b には、気流 A と外気 B との熱交換を促進する金属性のフィン 6 0 a が設けられる。

【0045】

図 4 は、サーバラック 2 2 とその周囲の拡大断面図である。

【0046】

図 4 に示すように、伝熱部材 2 5 の先端部 2 5 x には、水を保持した吸水材 6 5 が設けられる。その吸水材 6 5 としてはフェルト等の不織布を使用し得る。また、軽石や活性炭等の多孔質材を吸水材 6 5 として使用してもよい。

【0047】

また、熱交換器 6 0 の下部には防水パン 6 6 が設けられる。吸水材 6 5 に含まれていた水は、気化して気流 A に取り込まれた後、熱交換器 6 0 で冷却されて液化し、防水パン 6 6 で回収される。

【0048】

そして、防水パン 6 6 と吸収材 6 5 には、それぞれドレインホース 6 3 の両端が接続される。防水パン 6 6 で回収された水は、ドレインホース 6 3 を伝って吸水材 6 5 に戻される。

【0049】

このように、本実施形態では、吸水材 6 5 と熱交換器 6 0 との間を水が自立的に循環する。そして、吸水材 6 5 に含まれていた水の気化熱によって伝熱部材 2 5 が冷却され、そ

10

20

30

40

50

れによりCPU等の発熱部品57を選択的に冷却することができる。

【0050】

吸水材65に含ませる水の量は、伝熱部材25に求められる冷却能力に応じて設定される。水の蒸発潜熱は約 2500 J/g であるため、予備的事項のように 200 W の冷却能力を必要とする場合には、1秒あたり約 $0.08 (= 200 / 2500)\text{ g}$ の水が気化すればよく、気化を5分間継続させるには 24 g の水を吸水材65に含有させればよい。

【0051】

しかも、本実施形態に係る吸水材65は、フィン25a(図1参照)のように高さ方向のスペースを要しない。そのため、図5に示すように、上下に隣接する計算機23の吸水材65同士が干渉することがなく、サーバラック22に計算機23を高密度に搭載することができる。

10

【0052】

例えば、各計算機23の高さが2U(88mm)の場合、高さが42Uのサーバラック22に計算機23を21台搭載することができ、予備的事項におけるよりも搭載台数を1.5倍にすることができる。

【0053】

なお、吸水材65から気化した水の全てを熱交換器60で回収するのが困難な場合や、吸水材65における水の気化の継続時間が5分以上の場合は、吸水材65に含有される水の量が徐々に低下すると考えられる。

【0054】

この場合は、図4に示すように、ドレインホース63の中途部に給水部62を設けると共に、パーソナルコンピュータ等の判断部69を設けるのが好ましい。

20

【0055】

判断部69は、給水材65に水を補充すべきか否かを判断し、補充すべきと判断した場合に、給水部62に設けられた弁62aを制御して開状態にして、吸水材65に水を補充する機能を有する。その判断は、吸水材65の水分値を測定する水分計61か、伝熱部材25よりも下流側の気流Aの湿度を測定する湿度計67を利用して行うのが好ましい。

【0056】

水分計61を利用する場合は、判断部69が当該水分計61で測定された水分値 W_m を監視して、該水分値 W_m が所定水分値 W_0 以下になったときに、吸水材65に水を補充すべきと判断する。

30

【0057】

湿度計67を利用する場合は、判断部69が当該湿度計67で測定された湿度 H_m を監視して、該湿度 H_m が所定湿度 H_0 以下になったときに、吸水材65に水を補充すべきと判断する。

【0058】

このように給水部62から吸水材65に水を補給することにより、給水材65の水分含有量が低下するのを防止して、伝熱部材25の冷却効率を高い状態に維持できる。

【0059】

(第2実施形態)

40

図6は、本実施形態に係るサーバラック22とその周囲の拡大断面図である。なお、図6において、第1実施形態で説明したのと同じ要素には第1実施形態におけるのと同じ符号を付し、以下ではその説明を省略する。

【0060】

図6に示すように、本実施形態では、伝熱部材25の先端に金属製の複数のフィン25aを設ける。フィン25aの材料としては、他の金属と比較して熱伝導係数が高い銅やアルミニウムを使用し得る。

【0061】

なお、各フィン25aの高さ h は、計算機23の高さ H よりも低く設定される。

【0062】

50

更に、第1実施形態で説明した吸水材65を、伝熱部材25の先端部だけでなく、各フィン25aの表面にも設ける。これ以外は第1実施形態と同様である。

【0063】

本実施形態では、このようにフィン25aの表面にも吸水材65を設けるので、吸水材65で保持できる水の量を第1実施形態よりも増やすことができ、その水によって長時間にわたって安定的に伝熱部材25を冷却することができる。

【0064】

例えば、フィン25aを設けない場合は、伝熱部材25の先端部の長さ L_1 が50mm、伝熱部材25の直径 D が16mm、吸水材65の厚さ T が5mmのとき、吸水材65の体積は約 12.6 cm^3 ($= 50\text{ mm} \times 16\text{ mm} \times 3.14 \times 5\text{ mm}$) 程度の値となる。

10

【0065】

一方、本実施形態のようにフィン25aを設ける場合、各フィン25aの平面形状を一边が50mmの正方形にしたとき、吸水材65の体積を約 69.0 cm^3 程度にまで増大させることができる。なお、この吸水材65の体積の計算にあたっては、6枚のフィン25a同士の間隔を10mmとして、各フィン25aの片面のみに吸水材65を設けた場合を想定している。この場合、吸水材65において伝熱部材25が挿通されている部分の体積 ($0.5\text{ cm} \times (0.8\text{ cm})^2 \times 3.14$) を差し引くと、吸水材65の体積は $0.5\text{ cm} \times (5\text{ cm} \times 5\text{ cm} - (0.8\text{ cm})^2 \times 3.14) \times 6$ で上記のように約 69.0 cm^3 程度となる。

【0066】

次に、本実施形態の変形例について説明する。

20

【0067】

(第1変形例)

図7は、本変形例に係る計算機23とその周囲の拡大断面図である。

【0068】

図7に示すように、本例では、気流Aの上流側にある計算機23のフィン25a同士の間隔 P_1 を、気流Aの下流側にある計算機23のフィン25a同士の間隔 P_2 よりも狭くする。

【0069】

このようにすると、気流Aの流れが上流側の各フィンによって阻害され難くなるため、下流側の各フィン25aが気流Aに良好に曝され、下流側の伝熱部材25の冷却効率が低下するのを抑制できる。

30

【0070】

(第2変形例)

図8は、本変形例に係る各計算機23を上から見た図である。

【0071】

図8に示すように、本例では、各計算機23を上から見たときに、一の計算機23におけるフィン25aが、他の計算機23におけるフィン25aと重ならないようにする。

【0072】

このようにすると、一つの計算機23におけるフィン25aによって気流Aの流れが阻害されるのを抑制できるので、他の計算機23の伝熱部材25を気流Aによって冷却し易くなり、各伝熱部材25の冷却効率を高めることができる。

40

【0073】

(第3実施形態)

本実施形態では、図9～図15を参照して、第1～第2実施形態で説明した冷却システムの動作について説明する。

【0074】

ここでは、計算機23内の発熱部品57は 35°C 以上の温度になるものとする。また、ラック設置エリア12に導入するエアーの温度が 20°C 程度のときに計算機23から排出されるエアーの温度が 30°C 程度となるように、循環風量を設定するものとする。

【0075】

50

ラック設置エリア12への外気Bの導入は、外気Bの温度と湿度とにより決定する。ラック設置エリア12に外気Bを導入する場合、外気Bの温度は30℃まで許容するものとする。また、温度が20℃、相対湿度が50%のときの絶対湿度(0.0099kg/kg.D.A.)を標準湿度とし、ラック設置エリア12に外気Bを導入した場合に標準湿度になるように加湿又は除湿するのに要する電力が所定値以下となる湿度の範囲を基準範囲とした。

【0076】

制御部28は、外気Bの温度と湿度とに応じて空調機21、ダンパー41～48及びファン51～53を制御し、以下のパターン1～6のいずれかの動作状態とする。図9は、パターン1～6における運転条件を例示した図である。

【0077】

(パターン1)

パターン1は外気Bの温度が20℃未満であり、湿度が基準範囲から外れている場合である。この場合、制御部28は、ダンパー42、46、48を開、ダンパー41、43、44、45、47を閉とし、ファン52、53をオン、ファン51をオフとする。図10は、パターン1におけるエアーの流れを表した模式図である。

【0078】

外気Bの湿度が基準範囲から外れている場合、ラック設置エリア12に外気Bを導入すると、加湿又は除湿に要する電力が大きくなり、空調設備の消費電力を削減する効果を十分に得ることができなくなる。そのため、パターン1ではラック設置エリア12には外気Bを導入せず、空調機21によりラック設置エリア12内のエアーを冷却する。一方、外気Bの温度は十分に低いので、冷却エリア13には外気Bを導入し、伝熱部材25を介して計算機23の発熱部品57を冷却する。

【0079】

(パターン2)

パターン2は外気Bの温度が20℃未満であり、湿度が基準範囲内の場合である。この場合、制御部28は、ダンパー41、42、43、46、48を開、ダンパー44、45、47を閉とし、ファン51、52、53をオンとする。図11は、パターン2におけるエアーの流れを表した模式図である。

【0080】

パターン2では、外気Bの温度が低く、湿度が基準範囲内であるので、ラック設置エリア12内に外気Bを導入する。但し、外気Bをそのままラック設置エリア12に導入すると、温度上昇にともなって湿度が低下し、基準範囲から外れることが考えられる。そのため、パターン2では外気Bを空調機21を介して導入するとともに、温風流路15を通るエアーの一部を空調機21に取り入れ、空調機21により温度と湿度とを調整した後にラック設置エリア12に導入する。排気ダクト34からは、室内に導入したエアーの量に相当する量のエアーが排出される。

【0081】

一方、冷却エリア13には外気Bをそのまま導入し、伝熱部材25を介して計算機23内の発熱部品57を冷却する。

【0082】

(パターン3)

パターン3は、外気Bの温度が20℃～30℃であり、湿度が基準範囲から外れる場合である。この場合、制御部28は、ダンパー42、46、48を開、ダンパー41、43、44、45、47を閉とし、ファン52、53をオン、ファン51をオフとする。図12は、パターン3におけるエアーの流れを表した模式図である。

【0083】

パターン3では、外気Bの湿度が基準範囲から外れているので、ラック設置エリア12に外気Bを導入すると湿度の調整に要する電力が多くなり、空調設備の消費電力を削減する効果を十分に得ることができなくなる。そのため、パターン3ではラック設置エリア12への外気Bの導入は行わない。

10

20

30

40

50

【0084】

一方、外気Bの温度は計算機23内の発熱部品57を冷却するのに十分であるので、冷却エリア13には外気Bを導入し、伝熱部材25を介して計算機23内の発熱部品57を冷却する。

【0085】

(パターン4)

パターン4は、外気Bの温度が20℃～30℃であり、湿度が基準範囲内の場合である。この場合、制御部28は、ダンパー41、44、46、48を開、ダンパー42、43、45、47を閉とし、ファン51、53をオン、ファン52をオフとする。図13は、パターン4におけるエアーの流れを表した模式図である。

10

【0086】

パターン4では、外気Bの温度及び湿度が適正範囲内であるので、空調機21を介さずにラック設置エリア12に外気Bを導入し、その分のエアーを排気ダクト34から排出する。また、冷却エリア13にも外気Bを導入し、伝熱部材25を介して計算機23内の発熱部品57を冷却する。

【0087】

(パターン5)

パターン5は、外気Bの温度が30℃～35℃の場合である。この場合、制御部28は、ダンパー42、46、48を開、ダンパー41、43、44、45、47を閉とし、ファン52、53をオン、ファン51をオフとする。図14は、パターン5におけるエアーの流れを表した模式図である。

20

【0088】

パターン5では外気Bの温度が高いため、ラック設置エリア12に外気Bを導入しても空調設備の消費電力を削減する効果を十分に得ることができない。そのため、パターン5ではラック設置エリア12への外気Bの導入は行わない。しかし、外気Bの温度は発熱部品57の温度よりも低いので、冷却エリア13には外気Bを導入し、伝熱部材25を介して計算機23内の発熱部品57を冷却する。

【0089】

(パターン6)

パターン6は、外気Bの温度が35℃以上の場合である。この場合、制御部28は、ダンパー42、45、47を開、ダンパー41、43、44、46、48を閉とし、ファン52をオン、ファン51、53をオフとする。図15は、パターン6におけるエアーの流れを表した模式図である。

30

【0090】

パターン6では外気Bの温度が高いため、ラック設置エリア12及び冷却エリア13のいずれにも外気Bを導入しない。この場合、空調機21により温度及び湿度が調整されたエアーがラック設置エリア12及び冷却エリア13に供給される。

【0091】

以上のように、本実施形態に係る冷却システムでは、外気Bの温度と湿度とに応じて外気Bをラック設置エリア12及び冷却エリア13に適宜導入する。これにより、計算機室内の空調に要する電力を大幅に削減できる。本願発明者がシミュレーションしたところ、本実施形態に係る冷却システムでは、1年のうちラック設置エリア12内に80日程度外気Bを導入することができ、冷却エリア13には120日程度外気Bを導入することができる。

40

【0092】

また、本実施形態に係る冷却システムでは、ラック設置エリア12内に温度及び湿度が調整されたエアーが供給されるため、静電気や結露等による計算機23の誤動作及び故障が回避される。

【0093】

なお、風が強い日など外気Bを導入すると計算機室内に塵埃等が侵入して計算機23の

50

故障の原因となることがある。このため、計算機室内に塵埃等が侵入するおそれがあるときは、外気Bの温度及び湿度に拘わらず、パターン6で運転を行うことが好ましい。また、上述した動作パターンは一例であり、制御部28がダンパー41～48及びファン51～53を制御するときの温度及び湿度は適宜変更することができる。

【0094】

(第4実施形態)

第1～第3実施形態では、吸水材65に含ませた水の気化熱により伝熱部材25の先端部を冷却した。

【0095】

これに対し、本実施形態では、以下のように液体の水を循環させることで伝熱部材の先端部を冷却する。

【0096】

図16は、本実施形態に係るサーバラック22とその周囲の側面断面図である。なお、図16において、第1実施形態で説明したのと同じ要素には第1実施形態におけるのと同じ符号を付し、以下ではその説明を省略する。

【0097】

図16に示すように、本実施形態では、第1実施形態で説明した膜11a(図2参照)で塞がれた開口を分離壁11に設けない。

【0098】

図17は、このサーバラック22とその周囲の正面断面図である。

【0099】

図17に示すように、サーバラック22の周囲には水の循環系70が設けられる。循環系70は、配管71と、ポンプ72と、シャワーヘッド73とを有する。

【0100】

このうち、ポンプ72は、循環系70において冷却用の水Wを循環させるのに使用される。

【0101】

また、配管71は、例えばステンレス管であって、その内側を水Wが循環する。その配管71の中途部には開口71aが設けられており、ヒートパイプ等の伝熱部材25の先端がその開口71a内に挿入され、当該先端部が水Wによって直接冷却される。

【0102】

一方、シャワーヘッド73は、伝熱部材25との接触によって温められた水Wを噴射する。このようにシャワーヘッド73から噴射された水Wの一部は、送風機74で生成された風によって蒸発し、その蒸発潜熱によって冷却される。

【0103】

以上説明した本実施形態によれば、ヒートパイプ等の伝熱部材25の熱が水Wによって直接奪われるので、第1～第3実施形態のように伝熱部材25の先端部を空冷する場合と比較して、伝熱部材25の先端部を効率的に冷却することができる。

【0104】

そのため、伝熱部材25の先端部に予備的事項のフィン25a(図1参照)を設ける必要がなくなり、上下に隣接する計算機23同士の間隔がフィン25aによって制限されず、サーバラック22に高密度に計算機23を搭載できる。

【0105】

本実施形態のように伝熱部材25を水冷する場合、伝熱部材25の冷却能力は1kW以上となる。この値は、CPU等の発熱部品57を冷却するには十分である。

【0106】

なお、一つのサーバラック22に、発熱量が200Wの計算機23を21台搭載すると、その発熱量の総量は42kWとなる。この発熱量によって温度が上昇した水Wを元の温度に冷やすには、シャワーヘッド73から出た水Wを1秒あたり約1.6(=4200/2500)gだけ蒸発させればよい。

10

20

30

40

50

【0107】

また、このように水Wを蒸発させることで循環系70を流れる水Wの総量が次第に少なくなるため、循環系70に適宜水を補給するのが好ましい。

【0108】

更に、本実施形態では、送風機74で発生した風で水Wを冷却するので、チラーや冷凍機等のように消費電力の高い装置で水Wを冷却する場合と比較して、システム全体の省エネルギー化を実現することができる。

【0109】

(第5実施形態)

第4実施形態と同様に、本実施形態でも伝熱部材25の先端部を水冷する。

10

【0110】

図18は、本実施形態に係るサーバラック22とその周囲の側面断面図であり、図19はその正面断面図である。

【0111】

なお、図18及び図19において、第4実施形態で説明したのと同じ要素には第4実施形態におけるのと同じ符号を付し、以下ではその説明を省略する。

【0112】

図18に示すように、本実施形態では、伝熱部材25に金属性の水冷ジャケット80を設ける。

【0113】

その水冷ジャケット80は、図19に示すように、伝熱部材25の先端部に被せられる。また、水冷ジャケット80にはチューブ81が接続されており、配管71の途中からチューブ81に水Wが供給される。

20

【0114】

本実施形態に係るチューブ81は、水冷ジャケット80の各々に専用に設けられ、複数の水冷ジャケット80同士がチューブ81で接続されることはない。このように各伝熱部材25を並列的に水Wで冷却することで、一の水冷ジャケット80で温められた水Wがチューブ81を経由して他の水冷ジャケット80に供給されることがなく、複数の伝熱部材25の各々を冷たい水Wで効率的に冷却することができる。

【0115】

本実施形態で使用し得る水冷ジャケット80には様々なタイプがある。それらの一例を以下に説明する。

30

【0116】

(第1例)

図20は、第1例に係る水冷ジャケット80の側面断面図である。

【0117】

本例に係る水冷ジャケット80は、水Wの供給口80aと排水口80bとを有する。また、その水冷ジャケット80には、伝熱部材25の先端部が挿入される開口80eが形成されており、その開口80eと伝熱部材25の外周側面との間には水漏れを防止するためのOリング85が設けられる。

40

【0118】

このような水冷ジャケット80によれば、供給口80aから供給された水Wによって伝熱部材25の先端が直接曝され、その水Wによって伝熱部材25が冷却される。このように水Wに伝熱部材25を曝すことで、伝熱部材25の熱を水Wによって効率的に奪うことができる。

【0119】

(第2例)

図21(a)は、第2例に係る水冷ジャケット80の側面断面図であり、図21(b)はその正面断面図である。なお、図21(a)、(b)において、第1例と同じ要素には同じ符号を付し、以下ではその説明を省略する。

50

【0120】

本例では、水冷ジャケット80に、伝熱部材25の先端部を挿入可能な凹部80yを設ける。

【0121】

また、図21(b)に示すように、水冷ジャケット80には、上記の凹部80yに繋がるスリット80sが形成される。スリット80sの間隔はネジ88によって調節することができ、凹部80yに伝熱部材25が挿入された状態でネジ88を締め付けることで、伝熱部材25に水冷ジャケット80を機械的に強固に固定することができる。

【0122】

本例では、伝熱部材25から水冷ジャケット80を外してもこれらの間から水漏れが発生することがないので、第1例と比較してメンテナンスが容易となる。 10

【0123】

更に、伝熱部材25が直接水に曝されないので、伝熱部材25の表面が水で腐食するおそれがなく、腐食防止加工を伝熱部材25に施す必要がない。

【0124】

(第3例)

図22(a)は、第3例に係る水冷ジャケット80の側面断面図であり、図22(b)はその正面断面図である。

【0125】

本例では、水冷ジャケット80を上下二つに分割する。そして、上下の水冷ジャケット80の間にできる隙間80sの間隔を二つのネジ88によって狭める。 20

【0126】

本例でも、第2例と同様に、伝熱部材25と水冷ジャケット80との間で水漏れが発生しないためメンテナンスが容易であると共に、伝熱部材25が水に曝されないため腐食防止加工を伝熱部材25に施す必要がない。

【0127】

以上、各実施形態について詳細に説明したが、各実施形態は上記に限定されない。例えば、第4実施形態や第5実施形態のように伝熱部材25を水冷する場合でも、第3実施形態のパターン1～6(図9参照)の運転条件で冷却システムを動作させてもよい。

【0128】

以上説明した各実施形態に関し、更に以下の付記を開示する。 30

【0129】

(付記1) 電子機器が設置される機器設置エリアと、
前記機器設置エリア内の空調を行う空調機と、
前記電子機器内の発熱部品と熱的に接続した伝熱部材の先端部が配置される冷却エリアと、
前記機器設置エリアと前記冷却エリアとを分離する分離壁と、
一端が前記先端部に接続され、他端が前記冷却エリアから出た気流を外気と熱交換する熱交換器に接続されたドレインホースとを有し、
前記先端部に不織布又は多孔質材が配置されることを特徴とする冷却システム。 40

【0130】

(付記2) 前記ドレインホースに接続され、前記不織布又は前記多孔質材に水を補充する給水部と、

前記水を補充すべきか否かを判断し、補充すべきと判断した場合に、前記給水部を制御することにより前記不織布又は前記多孔質材に前記水を補充する判断部とを更に有することを特徴とする付記1に記載の冷却システム。

【0131】

(付記3) 前記不織布又は前記多孔質材の水分値を測定する水分計を更に有し、
前記判断部は、前記水分計で測定された水分値を監視して、該水分値が所定水分値以下になったときに、前記水を補充すべきと判断することを特徴とする付記2に記載の冷却シ 50

ステム。

【0132】

(付記4) 前記先端部よりも下流の前記気流の湿度を測定する湿度計を更に有し、
前記判断部は、前記湿度計で測定された湿度を監視して、該湿度が所定湿度以下になったときに、前記水を補充すべきと判断することを特徴とする付記2に記載の冷却システム。

【0133】

(付記5) 前記伝熱部材の前記先端部に設けられ、前記電子機器の高さよりも低い高さの複数の放熱フィンを更に有し、

前記放熱フィンの表面にも前記不織布又は前記多孔質材が設けられたことを特徴とする付記1～付記4のいずれかに記載の冷却システム。

10

【0134】

(付記6) 前記電子機器が高さ方向に複数設けられ、

複数の前記フィン同士の間隔が、前記気流の下流側にある前記電子機器におけるよりも、前記気流の上流側にある前記電子機器における方が広いことを特徴とする付記5に記載の冷却システム。

【0135】

(付記7) 前記電子機器が高さ方向に複数設けられ、

複数の前記電子機器を上から見たときに、一の前記電子機器における前記フィンが、他の前記電子機器における前記フィンと重ならないことを特徴とする付記5に記載の冷却システム。

20

【0136】

(付記8) 外気の温度及び湿度を検出するセンサ部と、

前記空調機を制御するとともに、前記センサ部で検出した前記外気の温度及び湿度に応じて前記機器設置エリア及び前記冷却エリアに外気を導入するか否かを個別に判定する制御部とを更に有することを特徴とする付記1～7のいずれかに記載の冷却システム。

【0137】

(付記9) 前記機器設置エリアの床下に設けられ、前記空調機の吹き出し口に連絡する第1の冷風流路と、

前記機器設置エリアの床に設けられて前記機器設置エリアと前記第1の冷風流路との間を連絡する第1の通風口と、

30

屋外に連絡する第1の給気ダクトと、

前記第1の冷風流路と前記第1の給気ダクトとの間に配置されて前記制御部により開閉状態が制御される第1のダンパーと、

前記機器設置エリアの天井裏に設けられ、前記空調機のエア取り入れ口に連絡する第1の温風流路と、

前記機器設置エリアの天井に設けられて前記機器設置エリアと前記第1の温風流路との間を連絡する第1の開口部と、

屋外に連絡する第1の排気ダクトと、

前記第1の温風流路と前記第1の排気ダクトとの間に配置されて前記制御部により開閉状態が制御される第2のダンパーと、

40

前記冷却エリアの床下に設けられた第2の冷風流路と、

前記冷却エリアの床に設けられて前記冷却エリアと前記第2の冷風流路との間を連絡する第2の通風口と、

屋外に連絡する第2の給気ダクトと、

前記第2の給気ダクトと前記第2の冷風流路との間に配置されて前記制御部により開閉状態が制御される第3のダンパーと、

前記冷却エリアの天井裏に設けられた第2の温風流路と、

前記冷却エリアの天井に設けられて前記冷却エリアと前記第2の温風流路との間を連絡する第2の開口部と、

50

屋外に連絡する第 2 の排気ダクトと、

前記第 2 の温風流路と前記第 2 の排気ダクトとの間に配置されて前記制御部により開閉状態が制御される第 4 のダンパーと、

を有することを特徴とする付記 8 に記載の冷却システム。

【0138】

(付記 10) 電子機器と、

前記電子機器内の発熱部品と熱的に接続された伝熱部材と、

前記伝熱部材の先端部を水で冷却する水の循環系と、

前記循環系の途中に設けられ、前記水を噴射するシャワーヘッドと、

前記シャワーヘッドにより噴射された前記水に風をあてる送風機と、

を有することを特徴とする冷却システム。

10

【0139】

(付記 11) 前記伝熱部材が複数設けられ、

前記循環系は、複数の前記伝熱部材の各々の前記先端部を前記水で並列的に冷却することを特徴とする付記 10 に記載の冷却システム。

【0140】

(付記 12) 前記先端部は、前記水に直接曝されないことを特徴とする付記 11 に記載の冷却システム。

【符号の説明】

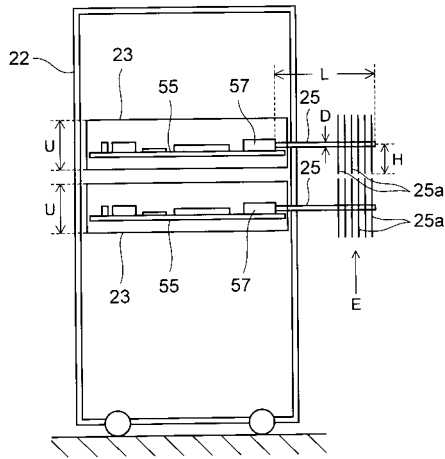
【0141】

20

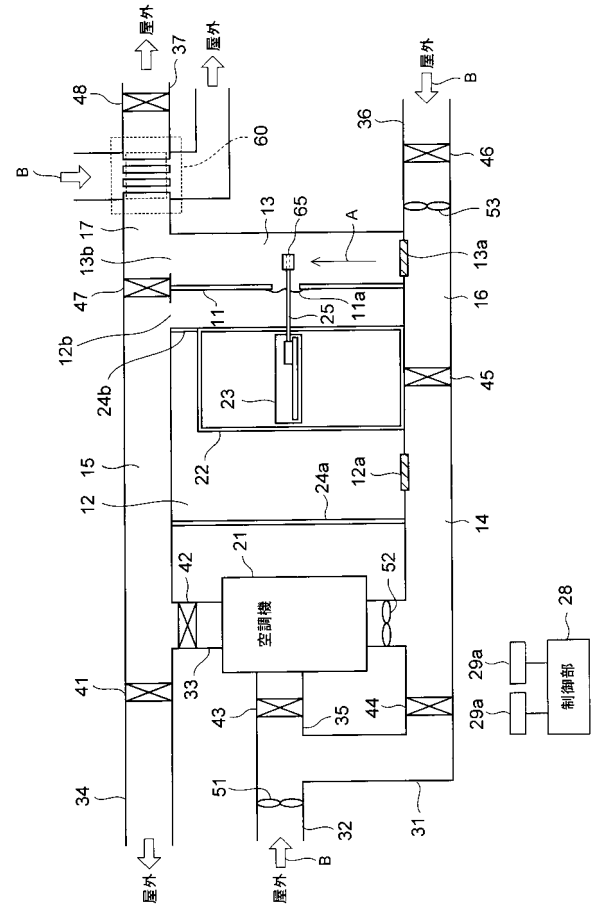
12…ラック設置エリア、12a…グリル、12b…開口部、13…冷却エリア、14、16…冷風流路、15、17…温風流路、21…空調機、22…サーバラック、23…計算機、24a、24b…仕切り、25…伝熱部材、25a…フィン、28…制御部、29a、29b…センサ部、31～37…ダクト、41～48…ダンパー、51～53…ファン、55…システムボード、57…発熱部品、60…熱交換器、60a…フィン、60b…配管、61…水分計、62…給水部、62a…弁、63…ドレインホース、65…給水材、66…防水パン、67…湿度計、69…判断部、70…循環系、71…配管、71a…開口、72…ポンプ、73…シャワーヘッド、74…送風機、80…水冷ジャケット、80a…給水口、80b…排水口、80e…開口、80s…スリット、80y…凹部、85…Oリング、88…ネジ。

30

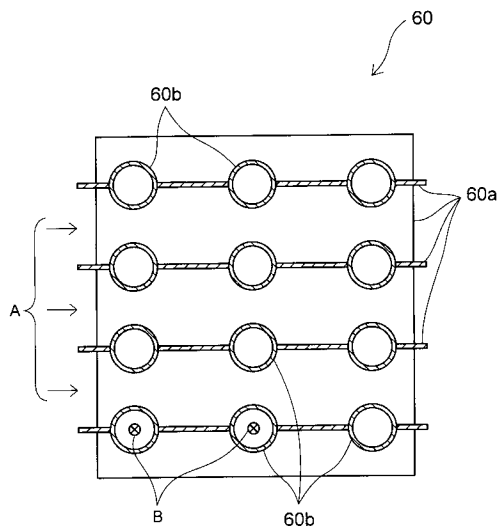
【図 1】



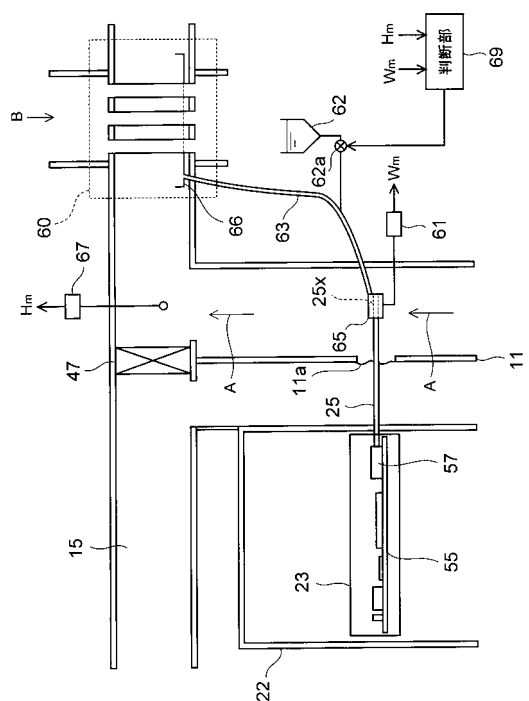
【図 2】



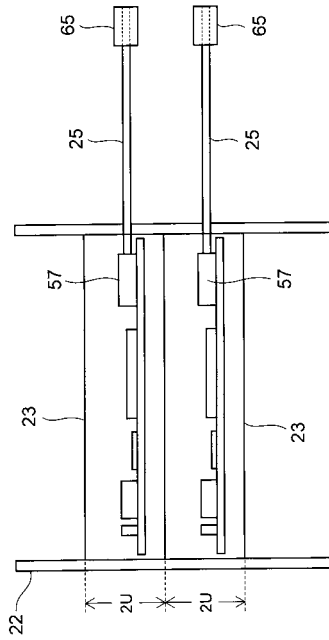
【図 3】



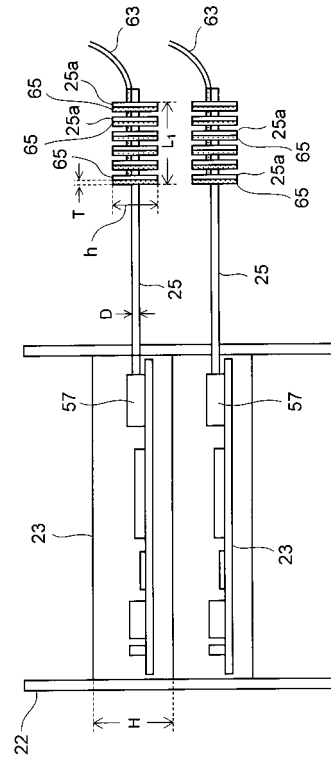
【図 4】



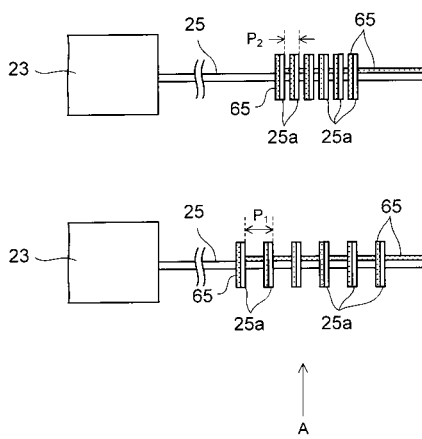
【図 5】



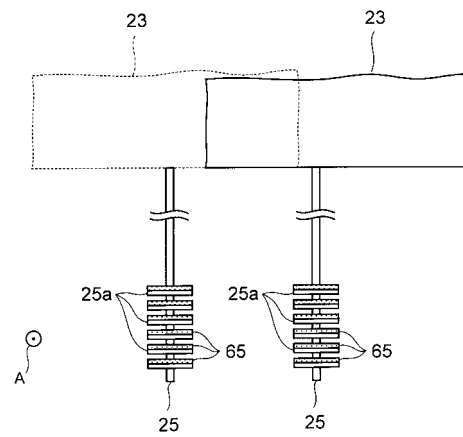
【図 6】



【図 7】



【図 8】

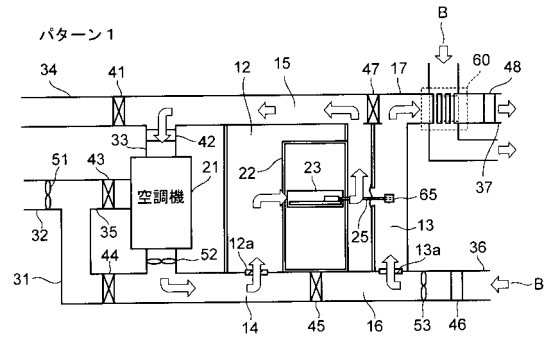


【図 9】

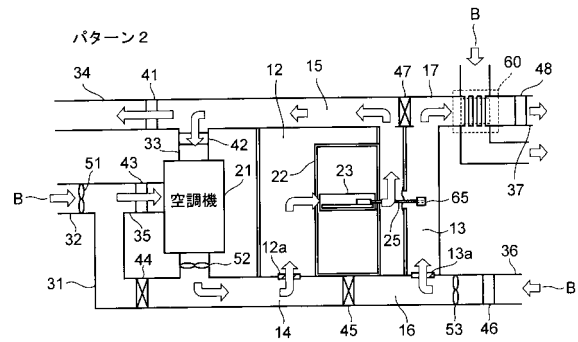
	外気の温度・湿度		ラック設置エリア		冷却エリア
	温度	湿度	外気導入	外気加湿	外気導入
パターン1	20℃未満	基準範囲外	なし	—	あり
パターン2	20℃未満	基準範囲内	あり	あり	あり
パターン3	20℃～30℃	基準範囲外	なし	—	あり
パターン4	20℃～30℃	基準範囲内	あり	なし	あり
パターン5	30℃～35℃	—	なし	—	あり
パターン6	35℃以上	—	なし	—	なし

	開閉ダンパー								ファン		
	41	42	43	44	45	46	47	48	51	52	53
パターン1	閉	開	閉	閉	閉	開	閉	開	OFF	ON	ON
パターン2	開	開	開	閉	閉	開	閉	開	ON	ON	ON
パターン3	閉	開	閉	閉	閉	開	閉	開	OFF	ON	ON
パターン4	開	閉	閉	開	閉	開	閉	開	ON	OFF	ON
パターン5	閉	開	閉	閉	閉	開	閉	開	OFF	ON	ON
パターン6	閉	開	閉	閉	閉	閉	閉	閉	OFF	ON	OFF

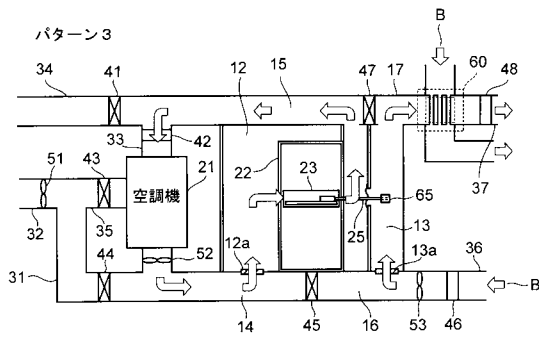
【図 10】



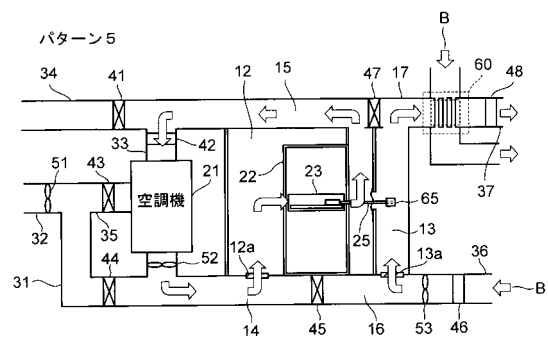
【図 11】



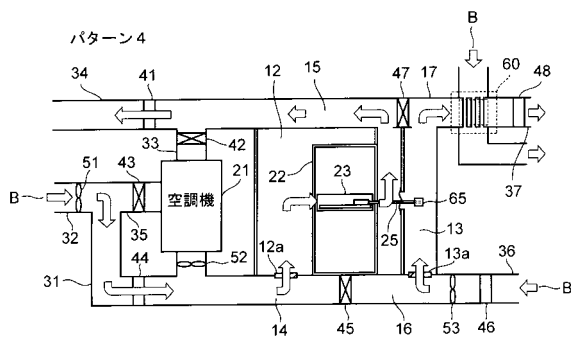
【図 12】



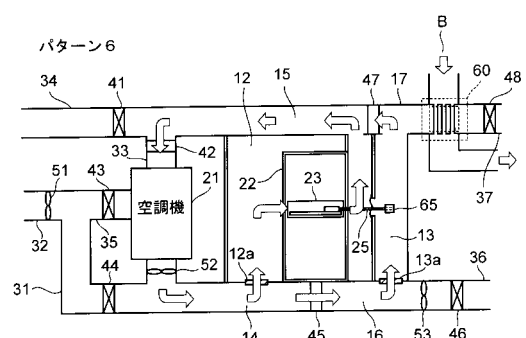
【図 14】



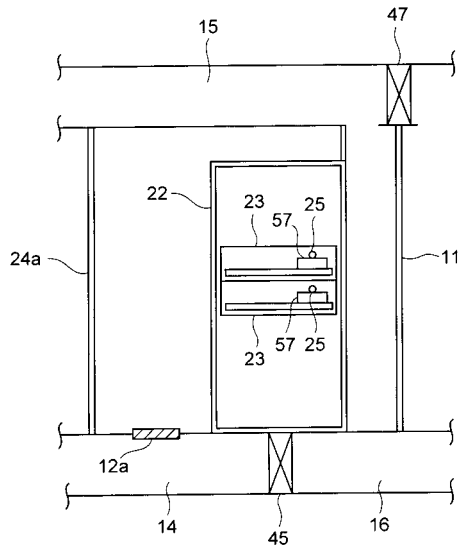
【図 13】



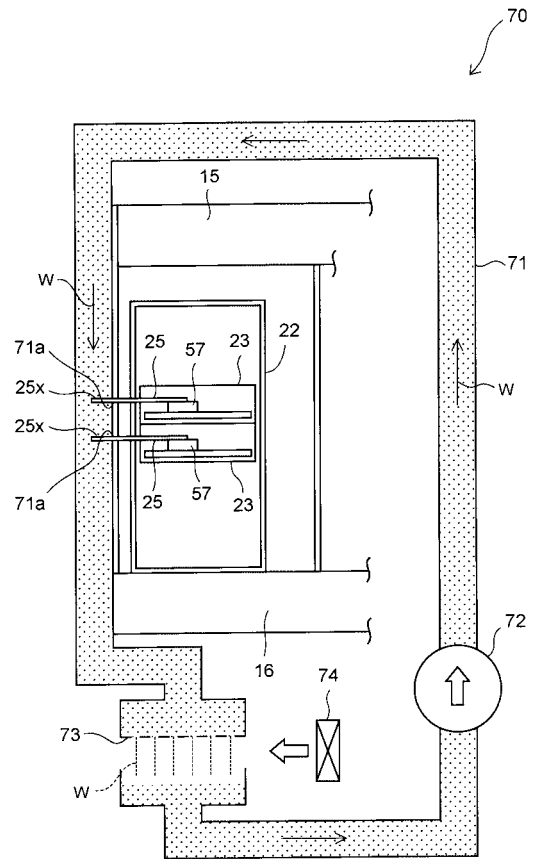
【図 15】



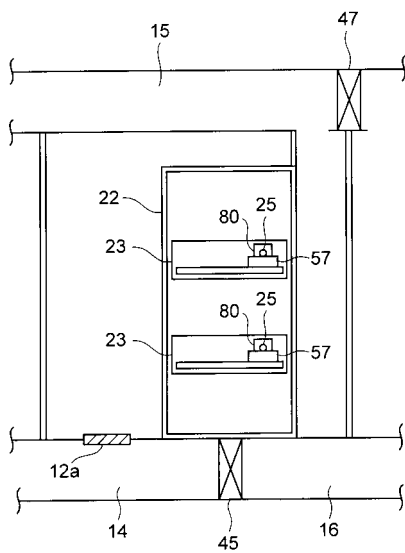
【図 16】



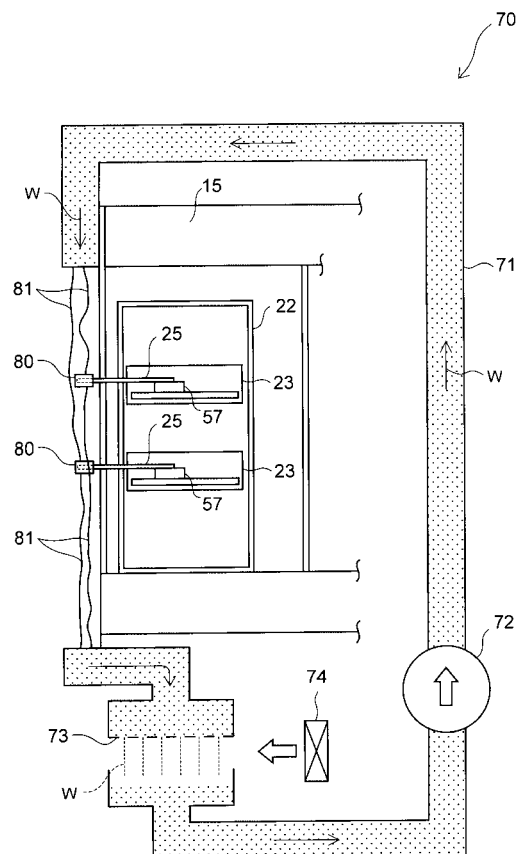
【図 17】



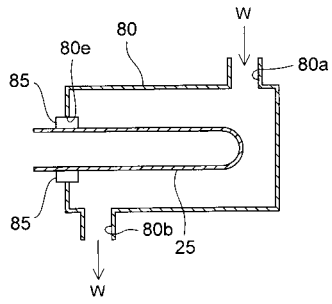
【図 18】



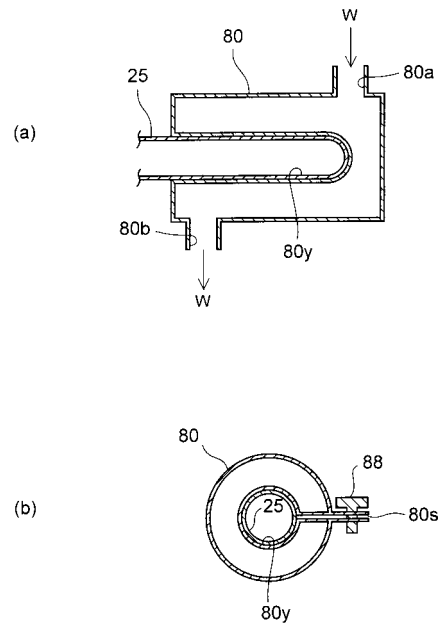
【図 19】



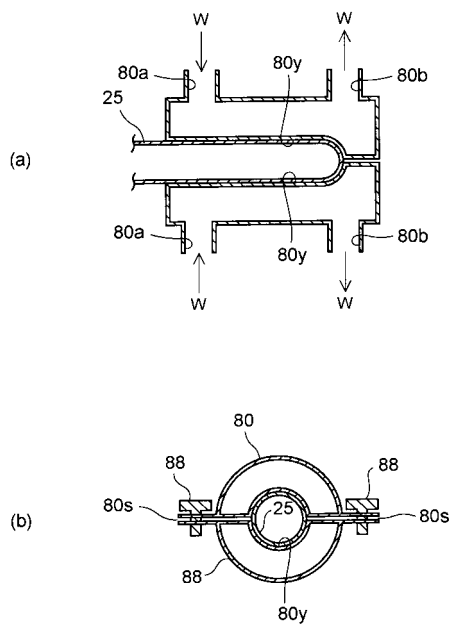
【図 20】



【図 21】



【図 22】



フロントページの続き

(72)発明者 菊地 ▲吉▼男

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 柄澤 一明

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 徳世 志野

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

Fターム(参考) 5E322 AA01 AA05 AA10 BA02 BA03 BA04 BB03 BB06 BB08 DA01

DB02 DB06 DB08 EA04 EA05 FA01 FA04

5F136 CC11 CC17 CC22 CC34 CC37 CC40 FA02 FA03