

明 細 書

発明の名称： 冷却装置および冷却システム

技術分野

[0001] 本発明は、冷却装置および冷却システムに関し、特に、複数の発熱源からの熱を冷却する冷却装置および冷却システムに関する。

背景技術

[0002] 近年、情報処理技術の向上やインターネット環境の発達に伴って、必要とされる情報処理量が増大している。このような動向に伴い、インターネットに用いるサーバ装置、通信装置、固定電話、IP（Internet Protocol）電話などの装置を設置し、運用するデータセンタビジネスが注目されている。

[0003] このデータセンタのサーバルームには、コンピュータ等の電子機器が多数設置されている。サーバルームに電子機器を設置する方式として、ラックマウント方式を用いることが主流になっている。ラックマウント方式とは、JIS（Japanese Industrial Standards）やEIA（Electronic Industries Alliance）で規格化された平型の電子機器をラックに段積みに設置する方式である。

[0004] サーバルームのスペースを十分に確保するためには、出来るだけ多くの電子機器をラックに搭載することが望まれる。そのため電子機器は、それぞれの高さを低くすることが必要となる。なお、一般にラックマウント型サーバと呼ばれる1U（Unit：ユニット）サーバやブレードサーバ等の電子機器の高さは40ミリメートル程度である。このラックマウント型サーバから排出される熱を冷却するには、積層された高さの異なる複数の熱源に対して同時に冷却を行う必要がある。

[0005] ラックマウント型サーバから排出される熱の冷却技術は、例えば、特許文献1に開示されている。特許文献1には、沸騰冷却方式を用いて上下2階のそれぞれのサーバルームに配置された高さの異なるサーバを冷却する技術が

開示されている。上下2階のサーバルームに配置されたサーバの排気口の近傍にはそれぞれ、蒸発器と温度センサとが配置されている。蒸発器内で気化した冷媒は、サーバルームの外側に配置された凝縮器内で冷却されることによって凝縮し、再び各蒸発器内に流れ込む。

[0006] 特許文献1の冷却装置においては、各温度センサで測定された測定温度がコントローラに入力されると、コントローラは測定温度に基づいて各蒸発部に設けられた流量調整バルブの開度をそれぞれ制御する。これにより、排気空気温度が同じになるための適切な流量の冷媒を、上層階と下層階の高さの異なる各蒸発器にそれぞれ供給することができる。この結果、サーバルームから蒸発器に排気される排気温度をサーバの運転に適した温度環境に調整することができ、冷媒流量が不足することによって冷却性能が低下することを抑制することができる。

先行技術文献

特許文献

[0007] 特許文献1：特開2010-190553（段落0039）

発明の概要

発明が解決しようとする課題

[0008] しかし特許文献1の冷却装置においては、高さの異なる蒸発器に対して、適切な流量の冷媒を供給するために、温度センサや、温度センサが測定した温度に基づいて制御される流量調整バルブや、流量調整バルブを制御するコントローラを配置する必要があり、構造が複雑になってしまうという課題があった。

[0009] 本発明の目的は、上述した課題を解決する冷却装置および冷却システムを提供することにある。

課題を解決するための手段

[0010] 本発明における冷却装置は、上下方向に配置され、冷媒を貯蔵するN個（Nは2以上の整数）の冷媒貯蔵部と、N個の冷媒貯蔵部の上方に配置された

凝縮部と、N個の冷媒貯蔵部から流出した気相冷媒を凝縮部へ流動させる蒸気管と、凝縮部から流出した液相冷媒を最上位置の冷媒貯蔵部へ流動させる液管と、上方に位置する冷媒貯蔵部から流出した液相冷媒を下方に位置する冷媒貯蔵部へ流動させる分離配管と、を備え、液相冷媒は、流入口を介して冷媒貯蔵部に流入すると共に流入口より下方に形成された第1接続口を介して該冷媒貯蔵部から流出する。

[0011] 本発明における冷却システムは、筐体と、電子機器と、電子機器を載置する複数段の載置棚と、上述の冷却装置と、を備え、蒸発部と電子機器とが対向するように載置棚上に配置され、凝縮部は、筐体の外側に配置されている。

発明の効果

[0012] 本発明における冷却装置、および冷却システムによれば、簡易な構造により、複数段に配置された電子機器を容易に冷却できる。

図面の簡単な説明

[0013] [図1]本発明の第1の実施形態に係る冷却装置の構成を示す断面図である。
[図2]本発明の第2の実施形態に係る冷却装置の構成を示す断面図である。
[図3]本発明の第2の実施形態に係る冷却装置の動作を示す断面図である。
[図4]本発明の第3の実施形態に係る冷却装置の構成を示す断面図である。
[図5]本発明の第4の実施形態に係る冷却装置の構成を示す断面図である。
[図6]本発明の第5の実施形態に係る冷却装置の構成を示す断面図である。
[図7]本発明の第6の実施形態に係る冷却システムの構成を示す断面図である。
[図8]本発明の第7の実施形態に係る冷却装置の構成を示す断面図である。
[図9]本発明の第7の実施形態に係る冷却装置の構成を示す断面図である。
[図10]本発明の第7の実施形態に係る冷却装置の合流部の構成を示す断面図である。
[図11]本発明の第7の実施形態に係る冷却装置の合流部の構成を示す断面図である。

[図12]本発明の第7の実施形態に係る冷却装置の合流部の動作を説明するための断面図である。

[図13]本発明の第7の実施形態に係る冷却装置の比較例の構成を示す断面図である。

[図14]本発明の第8の実施形態に係る冷却装置の構成を示す断面図である。

発明を実施するための形態

[0014] (第1の実施形態)

第1の実施形態について図面を参照して詳細に説明する。本実施形態における冷却装置20の断面図を図1に示す。図1に示すように、本実施形態における冷却装置20はそれぞれ、上下方向に積層された複数の電子機器に対応して配置され、冷媒貯蔵部10と、凝縮部2と、蒸気管4と、液管5と、分離配管8とを備えている。ここで、凝縮部2は冷媒貯蔵部10よりも上方に配置されている。

[0015] 冷媒貯蔵部10は冷媒を貯蔵する構造を有し、流入口6と第1接続口7aと流出口9とを備える。冷媒貯蔵部10は、流出口9および気相の冷媒が流動する蒸気管4を介して凝縮部2と接続されている。

[0016] また、最上部に位置する冷媒貯蔵部10は、流入口6および液相の冷媒が流動する液管5を介して凝縮部2と接続されると共に、第1接続口7aおよび分離配管8を介して下方に位置する別の冷媒貯蔵部10と接続されている。

[0017] 一方、最上部以外に位置する冷媒貯蔵部10は、流入口6および液相の冷媒が流動する分離配管8を介して上方に位置する別の冷媒貯蔵部10と接続されていると共に、第1接続口7aおよび分離配管8を介して下方に位置する別の冷媒貯蔵部10と接続されている。

[0018] ここで、冷媒貯蔵部10において、第1接続口7aは流出口9および流入口6のどちらよりも下方に配置されている。また、図1においては、最下部に配置されている冷媒貯蔵部10の第1接続口7aは閉塞されている。

[0019] 上記のように構成された冷却装置20によれば、電子機器から発せられた

熱を吸熱することによって冷媒貯蔵部 10 内において蒸発した冷媒の蒸気は、流出口 9 から流出し、蒸気管 4 を介して凝縮部 2 へ流入する。

[0020] 凝縮部 2 へ流入した冷媒の蒸気は、凝縮部 2 内において冷却され、凝縮することにより、液化した冷媒が液管 5 を介して流入口 6 から最上部の冷媒貯蔵部 10 へ流入する。最上部の冷媒貯蔵部 10 へ流入した液化した冷媒は、第 1 接続口 7 a が流出口 9 および流入口 6 よりも下方に配置されていることから、第 1 接続口 7 a より液面が高くなることにより、第 1 接続口 7 a から流出し、分離配管 8 を介して下方の冷媒貯蔵部 10 に流入する。そして、上下方向に積層した複数の冷媒貯蔵部 10 のそれぞれに、第 1 接続口 7 a の配置位置で定まる位置まで液化した冷媒が充填される。

[0021] 従って、本実施形態における冷却装置 20 は、簡易な構造により、複数段に配置された電子機器を容易に冷却できる。

[0022] (第 2 の実施形態)

第 2 の実施形態について説明する。本実施形態における冷却装置 20 の断面図を図 2 に示す。図 2 に示すように、本実施形態における冷却装置 20 は、鉛直方向に積層された複数の電子機器に対応して配置された蒸発部 1 および分離タンク 3 (3 a、3 b) と、凝縮部 2 と、蒸気管 4 と、液管 5 と、分離配管 8 とを備えている。なお、図 2 において、電子機器を点線で示す。

[0023] 蒸発部 1 は、密閉構造であり、内部に冷媒を貯蔵している。本実施形態では、具体的な冷媒として HFC (hydrofluorocarbon: ハイドロフルオロカーボン) や、HFE (hydrofluoro ether: ハイドロフルオロエーテル) を用いるが、冷媒の材料はこれに限定されない。蒸発部 1 が電子機器から排出された熱を受熱することにより、蒸発部 1 内に貯蔵された冷媒が沸騰して蒸発し、冷媒の蒸気が流出口 9 から流出する。

[0024] 蒸発部 1 において蒸発した冷媒の蒸気を凝縮部 2 に運ぶため、流出口 9 は蒸発部 1 の上部に配置されることが望ましい。本実施形態において、流出口 9 は蒸発部 1 の天面に配置されている。そして、下方に配置された蒸発部 1

で沸騰した冷媒の蒸気は、上方に配置された蒸発部 1 で沸騰した冷媒の蒸気と蒸気管 4 で合流し、凝縮部 2 まで運ばれる。

[0025] 凝縮部 2 は、金属性の筐体であり、流入した冷媒の蒸気を冷却する。凝縮部 2 は、蒸発部 1 よりも上方に配置され、蒸気管 4 と接続する接続口と、液管 5 と接続する接続口とを備える。凝縮部 2 における液管 5 との接続口は、蒸気管 4 との接続口よりも下方に配置されている。凝縮部 2 の材質は、熱伝導率が高いものであれば金属に限定されない。

[0026] 蒸気管 4 は、蒸発部 1 と凝縮部 2 とを接続し、蒸発部 1 において蒸発した冷媒の蒸気を凝縮部 2 に運ぶ。

[0027] 液管 5 は、凝縮部 2 と分離タンク 3 とを接続し、凝縮部 2 において凝縮して液化した冷媒を分離タンク 3 に運ぶ。

[0028] 分離タンク 3 は、鉛直方向に配置された各蒸発部 1 と略同一の高さ、つまり水平方向に対向する位置に配置されている。分離タンク 3 の下面部と、蒸発部 1 の下面部とが同じ高さに配置されていることが望ましい。以下、鉛直方向に並んで配置された分離タンク 3 を区別して説明する場合、上方に設けられた分離タンクを分離タンク 3 a、下方に設けられた分離タンクを分離タンク 3 b と記載する。上方の分離タンク 3 a は流入口 6 と、第 1 接続口 7 a と、第 2 接続口 7 b を備え、下方の分離タンク 3 b は流入口 6 と第 2 接続口 7 b を備える。

[0029] 上方の分離タンク 3 a の流入口 6 は、凝縮部 2 で液化した冷媒を輸送する液管 5 と接続している。下方の分離タンク 3 b の流入口 6 は、上方の分離タンク 3 から流出した冷媒を輸送する分離配管 8 と接続している。つまり流入口 6 は、凝縮部 2 で液化した冷媒を輸送する液管 5、もしくは上方の分離タンク 3 から流出した冷媒を輸送する分離配管 8 のいずれか一方と接続している。なお本実施形態では、流入口 6 を分離タンク 3 の上部に設けたが、これに限定されず側面に設けてもよい。

[0030] 第 1 接続口 7 a は、流入口 6 よりも下方の位置で分離タンク 3 の側面に設置されており、分離配管 8 を介して下方に配置された分離タンク 3 b の流入

口 6 と接続されている。

[0031] 上記の構成により、分離タンク 3 内に流入した冷媒は、液面が第 1 接続口 7 a の高さに達すると第 1 接続口 7 a から流出し、分離配管 8 を介して下方に配置された分離タンク 3 に流入する。つまり、最上部に配置された分離タンク 3 a には、凝縮部 2 において凝縮した液化した冷媒が液管 5 を介して流入口 6 から流入し、最上部以外に配置された分離タンク 3 b には、上方に配置された分離タンク 3 の第 1 接続口 7 a から流出した液化した冷媒が分離配管 8 を介して流入口 6 から流入する。

[0032] 第 2 接続口 7 b は、蒸発部 1 と接続されており、分離タンク 3 内に流入した冷媒を蒸発部 1 に流動させる。これにより、冷媒の気液界面は、蒸発部 1 と分離タンク 3 とにおいて等しくなる。なお本実施形態では、分離タンク 3 と蒸発部 1 とを、第 2 接続口 7 b を介して配管で接続したが、これに限定されない。分離タンク 3 と第 2 接続口 7 b と蒸発部 1 を同じ材質で成形してもよいし、第 1 の実施形態で説明した図 1 のように、分離タンク 3 の第 2 接続口 7 b と蒸発部 1 とを一体成形してもよい。

[0033] 分離タンク 3 は、凝縮部 2 もしくは上部に設けられた分離タンク 3 から流入した冷媒を、第 2 接続口 7 b を介して蒸発部 1 に流動させるとともに、第 1 接続口 7 a を介して下向に配置された分離タンク 3 b にも流動させる。

[0034] ここで、第 1 接続口 7 a は、第 2 接続口 7 b と等しい高さか、または第 2 接続口 7 b よりも上方の位置に設けられている。また流入口 6 は、第 1 接続口 7 a と第 2 接続口 7 b よりも上方の位置に設けられていることが望ましい。つまり鉛直方向の上から順に、流入口 6、第 1 接続口 7 a、第 2 接続口 7 b が配置される。

[0035] さらに第 1 接続口 7 a は流出口 9 および流入口 6 よりも下方に位置する。つまり第 1 接続口 7 a の下端は、第 2 接続口 7 b の下端と等しい高さか、もしくは第 2 接続口 7 b の下端より高い位置に設けられていることが望ましい。また第 1 接続口 7 a の上端は、第 2 接続口 7 b の上端と等しい高さか、もしくは第 2 接続口 7 b の上端より高い位置に設けられていることが望ましい。

- 。
- [0036] 次に、本実施形態における冷却装置 20 の動作について図 3 を用いて説明する。蒸発部 1 は、熱伝導性の高い材質であり、電子機器から排出された熱を受熱できる位置に配置されている。そのため電子機器から排熱される熱は、蒸発部 1 を介して、蒸発部 1 の内部に貯蔵された冷媒に伝わる。
- [0037] 冷媒は、電子機器が発する熱を受熱することにより沸騰する。蒸発部 1 の密閉空間に設けられた冷媒が沸騰することで発生した気相冷媒である蒸気は、気液密度の差による浮力により流出口 9 から流出し、蒸気管 4 を介して凝縮部 2 に運ばれる。
- [0038] 凝縮部 2 は、図示していないが放熱フィンなどを設けて表面積が大きい構造を有しており、外気と熱交換を効率よく行う。凝縮部 2 は、外気と熱交換を行うことで、蒸気管 4 から運ばれた冷媒の蒸気の熱を放熱する。
- [0039] 凝縮部 2 に運ばれた気相冷媒は、凝縮部 2 において放熱することで冷却され、凝縮して液化する。そして凝縮部 2 で液化した冷媒は、液管 5 を介して重力により分離タンク 3 に流入し、第 2 接続口 7 b を介して再び蒸発部 1 に流入する。
- [0040] ここで第 1 接続口 7 a および分離配管 8 を設けず、凝縮部で液化した冷媒を共通の液管を介して蒸発部に流入する場合を考える。この場合、凝縮部で液化した冷媒は、共通の液管を介して重力の作用により最初に最下部の蒸発部（分離タンク）に滞留し、その後、上方に位置する蒸発部（分離タンク）に順次充填される。
- [0041] 電子機器の排熱により蒸発部の冷媒が沸騰すると、液化した冷媒が減少し、気相冷媒である蒸気が増加する。そして冷媒の蒸気は、気液密度の差異による浮力により、上方に移動する。このとき、上記の構成では最下部に設けられた蒸発部には十分に冷媒が貯蔵されているが、上方に設けられた蒸発部には冷却に必要な冷媒は貯蔵されない。その結果、下方に設けられた電子機器を冷却することはできるが、上方に設けられた電子機器を冷却することができない。

[0042] そこで、本実施形態における冷却装置 20 は、第 1 接続口 7 a および分離配管 8 を設け、最初に最上部に配置された分離タンク 3 a 内に液化した冷媒を流動させ、最上部に配置された分離タンク 3 a から下方に配置された分離タンク 3 b へ冷媒を順次流動させる。すなわち、分離タンク 3 a、3 b 内において液化した冷媒の液面が第 1 接続口 7 a の高さを超えると、液化した冷媒は分離配管 8 を介してさらに下方の分離タンク 3 b に流動する。従って、液化した冷媒は第 1 接続口 7 a の高さを超えて分離タンク 3 内に貯蔵されることがなく、一つの分離タンク 3 内に滞留することなく複数の分離タンク 3 に分配される。

[0043] 以上のように、本実施形態における冷却装置 20 は、第 1 接続口 7 a および分離配管 8 を設け、第 1 接続口 7 a を配置した高さに応じて冷媒の量を適宜設定することにより、下方に設けられた電子機器と上方に設けられた電子機器とを共に冷却することができる。

[0044] また、本実施形態においては、分離タンク 3 の第 1 接続口 7 a と等しい高さか、または第 1 接続口 7 a よりも下方の位置に第 2 接続口 7 b を設け、分離タンク 3 と蒸発部 1 とを分離して、これらを第 2 接続口 7 b によって接続した。この構造により、蒸発部 1 内において冷媒の気液界面が第 2 接続口 7 b よりも上方に位置し、蒸発部 1 内で沸騰して蒸発した冷媒の蒸気が位置する空間を小さくすることができる。冷媒の蒸気が位置する空間を小さくすることにより気液密度の差による浮力が大きくなり、冷媒の蒸気がスムーズに流出口 9 から流出する。

[0045] ここで本実施形態では、電子機器と蒸発部 1 とをそれぞれ鉛直方向に 2 つ並んで配置したが、これに限定されない。3 つ以上の電子機器と蒸発部 1 とを鉛直方向にならんで配置することもできる。電子機器、電子機器と蒸発部 1 とを鉛直方向に 3 つ以上配置する場合、中段の分離タンク 3 b 内において液化した冷媒の液面が第 1 接続口 7 a の高さまで上昇することにより、溢れた冷媒は分離配管 8 を介してさらに下方の分離タンク 3 に流れ込み、第 2 接続口 7 b を介して蒸発部 1 に流れ込む。

[0046] 以上のように、本実施形態における冷却装置 20 では、上部の蒸発部 1 と下部の蒸発部 1 には、分離タンク 3 の第 1 接続口 7 a が設けられた高さまで液面が到達する量の冷媒が流入する。そのため、上方に位置する蒸発部 1 内に貯蔵されている冷媒の量が、下方に位置する蒸発部 1 に貯蔵されている冷媒の量と比較して少なくなることが抑制され、鉛直方向に複数段にわたって配置された電子機器を偏りなく冷却することができる。

[0047] 従って、本実施形態における冷却装置 20 は、分離配管 8 を有し鉛直方向の高さが異なる第 1 接続口 7 a と第 2 接続口 7 b を設けた分離タンク 3 を備えるという簡易な構造により、複数段に配置された電子機器を容易に冷却できる。

[0048] (第 3 の実施形態)

第 3 の実施形態について説明する。図 4 は、本実施形態における冷却装置 20 の断面図である。本実施形態における冷却装置 20 は、各蒸発部 1 がそれぞれ個別に独立した蒸気管 4 と接続している。それ以外の構造、接続関係は、第 1 の実施形態と同様であり、蒸発部 1 と、凝縮部 2 と、分離タンク 3 と、蒸気管 4 と、液管 5 とを備えている。

[0049] 蒸発部 1 は、密閉構造であり内部に冷媒を貯蔵しており、電子機器から排出された熱を受熱することで沸騰した気相冷媒を凝縮部 2 に運ぶ蒸気管 4 と接続される流出口 9 を備える。凝縮部 2 は、外気と熱交換を行うことで凝縮して液化した冷媒を分離タンク 3 に運ぶ液管 5 と接続されている。分離タンク 3 は、各蒸発部 1 と略同一の高さを有し、流入口 6 と、第 1 接続口 7 a と、第 2 接続口 7 b とを備える。

[0050] 分離タンク 3 は、各蒸発部 1 と水平方向に対向する位置に配置されている。最上部に設けられた分離タンク 3 の流入口 6 は、凝縮部 2 で液化した冷媒を輸送する液管 5 と接続されている。最上部以外の分離タンク 3 の流入口 6 は、上方の分離タンク 3 から流出した冷媒を輸送する分離配管 8 と接続されている。

[0051] 第 1 接続口 7 a は、分離配管 8 を介して下方に配置された分離タンク 3 の

流入口 6 と接続されている。

- [0052] 第 2 接続口 7 b は、蒸発部 1 と接続され、分離タンク 3 内に貯蔵された液化した冷媒を蒸発部 1 に流動させる。蒸発部 1 と分離タンク 3 の接続は、第 2 接続口 7 b を設けずに、蒸発部 1 と分離タンク 3 とを一体化してもよい。
- [0053] 第 2 接続口 7 b は、第 1 接続口 7 a と等しい高さか、または第 1 接続口 7 a より低い位置で分離タンク 3 に設けられている。また第 1 接続口 7 a は流出口 9 および流入口 6 よりも下方に位置している。つまり、鉛直方向に上から、流入口 6、第 1 接続口 7 a、第 2 接続口 7 b の順で分離タンク 3 に配置されている。
- [0054] ここで本実施形態における冷却装置 20 は、鉛直方向に並んで配置されている蒸発部 1 が、それぞれ独立した蒸気管 4 と個別に接続している。そして複数の蒸気管 4 は共通したひとつの凝縮部 2 と接続されている。つまり図 4 に示すように、上部に配置された蒸発部 1 と、中段に配置された蒸発部 1 と、下部に配置された蒸発部 1 とがそれぞれ異なる蒸気管 4 によって凝縮部 2 と接続されている。
- [0055] 上記のように構成された冷却装置 20 は、蒸発部 1 の内部に貯蔵されている冷媒が電子機器から排出された熱を受熱することにより沸騰する。そして冷媒が沸騰することによって発生した冷媒の蒸気は、気液密度の差による浮力により、蒸気管 4 を介して凝縮部 2 に運ばれる。凝縮部 2 が外気と熱交換を行うことで、蒸気管 4 より運ばれた冷媒の蒸気の熱が放熱され、冷媒が凝縮する。そして、凝縮部 2 で液化した冷媒は、液管 5 を介して分離タンク 3 に運ばれる。
- [0056] 分離タンク 3 に運ばれた冷媒は、第 2 接続口 7 b を介して水平方向に対向配置された蒸発部 1 に環流される。また、凝縮部 2 で液化した冷媒が分離タンク 3 に運ばれて分離タンク 3 および蒸発部 1 に貯蔵される冷媒の液面が第 1 接続口 7 a の高さに達することにより、溢れた冷媒が分離配管 8 を介して下方に配置された分離タンク 3 に流出する。
- [0057] そして下方に配置された分離タンク 3 も同様に、蒸発部 1 に冷媒を流動さ

せ、分離タンク 3 および蒸発部 1 に貯蔵される冷媒の液面が第 1 接続口 7 a の高さに達することにより、分離配管 8 を介してさらに下方の分離タンク 3 に冷媒が流出する。

[0058] なお本実施形態の冷却装置 20 は、電子機器と蒸発部 1 とをそれぞれ鉛直方向に 3 つ並んで配置したが、これに限定されない。2 つ、もしくは 4 つ以上の電子機器と蒸発部 1 とが、鉛直方向にならんで配置することもできる。

[0059] 次に本実施形態における冷却装置 20 の作用・効果について説明する。本実施形態において、鉛直方向に並んで配置された複数の蒸発部 1 はそれぞれ個別に蒸気管 4 と接続されている。そして複数の蒸気管 4 は共通した凝縮部 2 と接続されている。この場合、複数の蒸発部 1 が共通した 1 つの蒸気管 4 を介して凝縮部 2 と接続している場合と比べて、蒸気管 4 内を流動する気相冷媒の流速を遅くすることができる。

[0060] 上記作用について図 4 を用いて具体的に説明する。図 4 に示す構造では、3 つの蒸発部 1 で蒸発した蒸気は 3 本の蒸気管 4 でそれぞれ個別に凝縮部 2 と接続している。そのため、例えば 3 つの蒸発部 1 で蒸発した蒸気を共通した 1 本の蒸気管 4 内を流動させて凝縮部 2 に運ぶのに比べて、蒸気管 4 内を流動する気相冷媒の量も減り、気相冷媒の流速が遅くなる。その結果、蒸気管 4 内を流動する気相冷媒の圧力損失が小さくなることにより冷媒の沸点が低下し、蒸発部 1 や凝縮部 2 における熱交換性能を向上させることができる。

[0061] (第 4 の実施形態)

第 4 の実施形態について説明する。図 5 は、本実施形態における冷却装置 20 の断面図である。本実施形態における冷却装置 20 は、鉛直方向に配列された蒸発部 1 が、それぞれ独立した凝縮部 2 と蒸気管 4 を介して接続されている。それ以外の構造、接続関係は、第 1 の実施形態と同様であり、詳細な説明は省略する。なお図 5 では、電子機器と蒸発部 1 とをそれぞれ鉛直方向に 3 つ並べて配置したが、これに限定されない。2 つ、もしくは 4 つ以上の電子機器と蒸発部 1 とを、鉛直方向に配置することもできる。

[0062] 本実施形態における冷却装置 20 は、蒸発部 1 と同じ数だけの凝縮部 2 を独立に設け、鉛直方向に並んで配置されている蒸発部 1 は、対応する凝縮部 2 と蒸気管 4 を介して個別に接続されている。また、凝縮部 2 は、対応する分離タンク 3 と液管 5 を介して個別に接続されている。つまり、上部に配置された蒸発部 1 と、中段に配置された蒸発部 1 と、下部に配置された蒸発部 1 とは、3つの独立した凝縮部 2 と個別に蒸気管 4 を介して接続されている。ここで、全ての凝縮部 2 は、蒸発部 1 および分離タンク 3 より上方に配置されている。

[0063] 次に上記のように構成された冷却装置 20 の作用・効果について説明を行う。本実施形態における冷却装置 20 は、蒸発部 1 と同じ数の凝縮部 2 を独立して設けており、それぞれ凝縮部 2 が個別に蒸気管 4 を介して蒸発部 1 と接続している。この場合、凝縮部 2 において流入された冷媒と外気との熱交換性能を高めることができ、冷却性能を向上させることができる。

[0064] 詳細に説明すると、複数の蒸発部 1 と個別に接続する複数の蒸気管 4 が 1 つの大きな凝縮部 2 と接続している場合、凝縮部 2 に流入された気相冷媒は凝縮部 2 の全領域にわたって十分に拡散することができない。つまり凝縮部 2 に流入した気相冷媒は、凝縮部 2 の中心部においてしか外気と熱交換を十分に行うことができない。

[0065] 一方、本実施形態では蒸発部 1 と同じ数の凝縮部 2 を独立して設け、それぞれ複数の凝縮部 2 を複数の蒸気管 4 を介して蒸発部 1 を接続する。この構造により、凝縮部 2 に流入した気相冷媒は、それぞれの凝縮部 2 は細分化されて体積が小さいことから、凝縮部 2 内の全領域に拡散する。その結果、凝縮部 2 の全体を使って気相冷媒を冷却することができ、凝縮部 2 における冷却性能を向上させることができる。

[0066] (第 5 の実施形態)

第 5 の実施形態について説明する。図 6 は、本実施形態における冷却装置 20 の断面図である。本実施形態における冷却装置 20 は、流入口 6 と第 1 接続口 7 a と第 2 接続口 7 b とを分離タンク 3 の同じ側面に設けている。そ

れ以外の構造、接続関係は、第1の実施形態と同様であり、詳細な説明は省略する。なお図6では、電子機器と蒸発部1とをそれぞれ鉛直方向に3つ並べて配置したが、これに限定されない。2つ、もしくは4つ以上の電子機器と蒸発部1とを、鉛直方向に配置することもできる。

[0067] 本実施形態における冷却装置20において、図6に示すように、流入口6と第1接続口7aと第2接続口7bとは、分離タンク3の同一の側面に設けられている。さらに、本実施形態における冷却装置20において、流入口6と第1接続口7aと第2接続口7bとは、蒸発部1と対向する分離タンク3の側面に設けられている。

[0068] 次に上記のように構成された冷却装置20の作用・効果について説明を行う。本実施形態における冷却装置20は、図6に示すように蒸発部1は流入口6と第1接続口7aと第2接続口7bとを同じ側面に備えていることから、1つの側面にノズルを設けることができ、冷却装置20を小型化・低背化することができる。すなわち、流入口6を分離タンク3の蒸発部1と対向する側面に配置する場合、分離タンク3の上面に流入口6を配置する場合と比較して、冷却装置20を低背化できる。また分離タンク3の側面に配置された第1接続口7aと第2接続口7bを、分離タンク3の蒸発部1と対向する側の側面に配置する場合、第1接続口7a、第2接続口7b、液管5および分離配管8を蒸発部1と分離タンク3との間に収容することができ、冷却装置20を小型化できる。

[0069] (第6の実施形態)

第6の実施形態について説明する。図7は、本実施形態における冷却システム30の断面図である。本実施形態における冷却システム30は、冷却装置20と、ラック11と、電子機器12と、サーバルーム13とを備えている。冷却装置20は、第2の実施形態で説明した冷却装置20と同様であり、冷却装置20は蒸発部1と、凝縮部2と、分離タンク3と、蒸気管4と、液管5とを備えている。なお、蒸発部1と分離タンク3とは第1接続口7aの下方で接続されればよく、その接続方法は特に限定しない。図7では蒸発

部 1 と分離タンク 3 との接続部を第 2 接続口 7 b として記載する。

- [0070] 冷却システム 30 は、サーバルーム 13 内に複数のラック 11 を設けている。図 7 では、サーバルーム 13 に、2 つのラックを設けているが、これに限定されない。冷却装置 20 の蒸発部 1 と分離タンク 3 が、電子機器 12 を収納するラック 11 内に配置され、冷却装置 20 の凝縮部 2 がサーバルーム 13 の外側に配置されている。
- [0071] ラック 11 は、筐体 14 と、電子機器 12 を載置するための複数の載置棚 15 とを備えている。複数の載置棚 15 上のそれぞれに、蒸発部 1 と分離タンク 3 と電子機器 12 とが配置されている。なお蒸発部 1 は、電子機器 12 と略同一の高さ、つまり水平方向に対向する位置に設けられている。そして蒸発部 1 と凝縮部 2 とが蒸気管 4 で接続されており、凝縮部 2 と分離タンク 3 とが液管 5 で接続されている。
- [0072] 載置棚 15 には、電子機器 12 から排出された熱を冷却するための送風機 16 が搭載されている。電子機器 12 は、送風機 16 によって送出された空気が蒸発部 1 を介して筐体 14 の外に排出されるように載置棚 15 に配置されている。なお送風機 16 を電子機器 12 内に配置してもよい。
- [0073] 図 7 には記載していないが、筐体 14 には、蒸気管 4 と液管 5 とを挿通させるための貫通孔と、電子機器 12 から排出された空気を筐体 14 の外に排出するための複数の排気孔が設けられている。
- [0074] 蒸気管 4 と液管 5 は、上記の貫通孔を挿通することで、筐体 14 内に設けられた蒸発部 1 と筐体 14 外に設けられた凝縮部 2 との間で冷媒を流動させる。また筐体 14 は、排気孔を有することで、送風機 16 から送出された電子機器 12 を冷却する空気を、ラック 11 の外に排出することができる。
- [0075] 上記のように構成された冷却システム 30 において、サーバルーム 13 内に設けられた複数のラック 11 が動作すると、ラック 11 の載置棚 15 に配置された電子機器 12 も動作を始める。電子機器 12 は、動作を続けると内部の電子部品などが発熱する。ラック 11 内の温度が上昇することによって電子機器 12 が故障する確率が高くなることから、載置棚 15 に配置された

送風機 1 6 によって送風を行い、ラック 1 1 内温度の上昇を抑制する。

[0076] しかし、電子機器 1 2 から排出される空気は、電子部品の熱を奪うため高温であり、一般に、粉塵による電子機器 1 2 の故障を防ぐために、サーバルーム 1 3 は密閉性を有した構造を有する。従って、高温の空気はサーバルーム 1 3 内に充満し、サーバルーム 1 3 内の温度を上げてしまう。サーバルーム 1 3 内の温度が上がると、電子機器 1 2 の故障の原因となってしまうため、冷房などを用いてサーバルーム 1 3 内の温度を下げる必要があるが、その場合は電力を必要とする。

[0077] そこで本実施形態における冷却システム 3 0 は、ラック 1 1 の電子部品 1 2 が配置されている載置棚 1 5 に、蒸発部 1 を設け、蒸発部 1 内に貯蔵した冷媒によって電子機器 1 2 から排出された空気から吸熱する。電子機器 1 2 から排出された高温の空気は、冷媒に熱を奪われることで冷却される。

[0078] 一方、蒸発部 1 において吸熱によって蒸発した冷媒は、蒸気管 4 を介してラック 1 1 の外側に設置された凝縮部 2 に運ばれる。そして凝縮部 2 に運ばれた冷媒の蒸気は、サーバルーム 1 3 の外部の空気と熱交換を行うことで冷却されて凝縮する。凝縮した冷媒は、重力の作用により鉛直方向に並ぶそれぞれの分離タンク 3 を介して蒸発部 1 に環流する。そして冷媒は、蒸発部 1 において再び発熱体が発する熱により沸騰することで、冷却サイクルが継続して行われる。

[0079] つまり本実施形態における冷却システム 3 0 は、冷房などを用いることなく、電子機器 1 2 から排出される高温の空気によってサーバルーム 1 3 の温度が上昇するのを防ぐことができる。

[0080] 冷媒の循環に関しても、冷媒の沸騰と凝縮による気液密度の差を利用しているため、モータやポンプ等を設置して冷媒を循環する必要がない。つまり、電力を要しなくともサーバルーム 1 3 の温度が高温化するのを防止し、冷媒の循環を行うことができる。そのため、冷却システム 3 0 における節電およびコスト上昇の抑制を実現することができる。

[0081] また本実施形態における冷却システム 3 0 では、第 2 の実施形態で説明し

た冷却装置 20 が配置されている。つまり、分離配管 8 を有し鉛直方向の高さが異なる第 1 接続口 7 a と第 2 接続口 7 b を設けた分離タンク 3 を設け、凝縮部 2 において冷却された液化した冷媒は、最上部に位置する分離タンク 3 から順次下方に位置する分離タンク 3 へ流動すると共に、各分離タンク 3 から接続された蒸発部 1 へと流動する。従って、上方向に位置する蒸発部 1 と下方向に位置する蒸発部 1 とが異なる量の冷媒を貯蔵することなく、鉛直方向に複数段にわたって配置された電子機器を偏りなく冷却することができる。

[0082] 以上のように、本実施形態における冷却システム 30 では、分離配管 8 を有し鉛直方向の高さが異なる第 1 接続口 7 a と第 2 接続口 7 b を設けた分離タンク 3 を冷却装置 20 に設けるという簡易な構造により、複数段に配置された電子機器を容易に冷却できる。

[0083] (第 7 の実施形態)

第 7 の実施形態について説明する。図 8 は、本実施形態に係る冷却装置 20 の構成を示す断面図である。図 8 に示すように、本実施形態における冷却装置 20 は鉛直方向に積層された複数の電子機器に対応して配置され、それぞれ蒸発部 1 と、凝縮部 2 と、分離タンク 3 と、蒸気管 4 と、液管 5 とを備えている。

[0084] 本実施形態における冷却装置 20 は、蒸発部 1 と電子機器がそれぞれ鉛直方向に 3 つ以上並んでいる。また、各蒸発部 1 の流出口 9 から伸びる蒸気管 4 が合流部 17 で合流し、凝縮部 2 と接続されている。それ以外の構造、接続関係は、第 2 の実施形態と同様である。

[0085] ここで、図 9、図 10、図 11 を用いて各蒸発部 1 から伸びる蒸気管 4 の合流部 17 について説明する。図 9 は、本実施形態に係る冷却装置 20 の構成を示す断面図であり、図 10、図 11 は、本実施形態に係る冷却装置 20 の合流部の構成を示す断面図である。

[0086] 図 9 に示すように、合流部 17 は鉛直方向最上部に位置する流出口 9 よりも高い位置に設置されており、最上部の蒸発部 1 の流出口 9 から伸びる蒸気

管 4 a、および、その他の蒸発部 1 と連結する蒸気管 4 b が合流部 1 7 でまとめて接続されている。さらに、蒸気管 4 c は合流部 1 7 と凝縮部 2 を接続している。

[0087] 図 1 0 に示すように、各流出口 9 から伸びた蒸気管 4 a、4 b は合流部 1 7 に接続され、接続部における蒸気管 4 a、4 b は合流部 1 7 の内部に一部抜き出て接続されている。また、鉛直方向最上部に位置する流出口 9 と接続している蒸気管 4 a の接続端は、合流部 1 7 の内部において液体が発生した場合や、合流部 1 7 と凝縮部 2 を接続する蒸気管 4 c から合流部 1 7 の内部へ液体が流入した場合に、液体が溜まりやすい部分に接続されている。図 1 0 では、合流部 1 7 が水平方向に対して傾斜して配置された場合を示す。この場合、液体が溜まりやすい部位は、鉛直方向の最下部、すなわち同図では合流部 1 7 の左方部分となり、この位置に蒸気管 4 a が接続されている。

[0088] 一方、図 1 1 (a) に示すように、合流部 1 7 を略水平方向に配置し、鉛直方向最上部の蒸発部以外の蒸発部と接続している蒸気管 4 b の周りに、仕切り 1 8 を設けることもできる。この場合、液体が溜まりやすい部分は合流部 1 7 の仕切り 1 8 が設けられていない両端部（左方部分 1 7 a、右方部分 1 7 b）となる。図 1 1 (a) では、左方部分 1 7 a と蒸気管 4 a が接続している場合を示す。

[0089] なお、図 1 1 (a) の Z Z ' 断面図である図 1 1 (b) に示すように、仕切り 1 8 は蒸気管 4 b の上部は覆っておらず、蒸気が抜ける構造となっている。また、合流部 1 7 で凝縮した凝縮液 1 9 が蒸気管 4 a に循環し、凝縮液 1 9 が蒸気管 4 b には流れ込まないように仕切り 1 8 が形成されている。なお、この場合は、蒸気管 4 b が合流部 1 7 の内部に突き出ていなくともよい。蒸気管 4 b が突き出ていない場合の図 1 1 (a) の X X ' 断面から見た構成図を図 1 1 (c) に示す。

[0090] 上記のように構成された冷却装置 2 0 において、密閉構造である蒸発部 1 内に貯蔵されている冷媒は、電子機器からの排熱を受熱することで沸騰し、沸騰により発生した冷媒の蒸気は、気液密度の差による浮力により蒸気管 4

a、4 bを通過して合流部17に流入し、蒸気管4 cを通過して凝縮部2に流出する。蒸発部1と凝縮部2の間に合流部17を設置し、蒸気管をそれぞれ合流部17に接続する場合、合流部17に至る前に凝縮してしまった冷媒は各蒸発部1にスムーズに還元される。

[0091] 各々の蒸発部1の高さで蒸気管を合流させる場合と比較する。図13において、凝縮部2に到達する前に冷媒の蒸気が凝縮すると、重力のために凝縮した冷媒の大部分は鉛直方向最下部に位置する蒸発部1に流れ込む。蒸発部1に必要以上の液化した冷媒が溜まると、その重量によって冷媒気泡の発達抑制され、蒸発性能が低下する。本実施形態の冷却装置20は、合流部17を設けることにより、特定の蒸発部1に液化した冷媒が必要以上に溜まる状態を防ぎ、蒸発性能の悪化を防ぐことができる。

[0092] また、合流部17において合流した冷媒の蒸気は、図12(a)に示すように圧力勾配により蒸気管4 cへ流入する。図12は、本実施形態に係る冷却装置20の合流部17の動作を説明するための断面図である。このとき、合流部17の内部や、合流部17と凝縮部2の間で凝縮した冷媒の凝縮液19は、合流部17の内部に凝縮液19として溜まる。合流部17の内部に溜まった凝縮液19は、蒸気管4 aを経由して鉛直方向最上部に位置する蒸発部1へ還流させることができる。鉛直方向最上部に位置する蒸発部1は冷媒の量が増大したとしても、分離タンク3、分離配管8を通して、下部の分離タンク3ならびに蒸発部1へ冷媒を還流させることができる。従って、各蒸発部1における冷媒の液量を良好な状態に保ち、蒸発性能の劣化を防ぐことができる。

[0093] なお、上記の冷却装置20を第6の実施形態の冷却システム30に適用することができる。

[0094] (第8の実施形態)

第8の実施形態について説明する。図14は、本実施形態に係る冷却装置20の構成を示す断面図である。図14に示すように、本実施形態における冷却装置20は鉛直方向に積層された複数の電子機器に対応して配置され、

複数の電子機器に対して、複数の蒸発部 1 と、凝縮部 2 と、分離タンク 3 と、蒸気管 4 と、液管 5 とを備えている。

[0095] 本実施形態においては、凝縮部 2 に接続された液管 5 は複数本を有することを特徴とする。例えば、本実施形態では、1 個の凝縮部 2、9 個の分離タンク 3（蒸発器 1）に対して、3 本の液管 5 a、5 b、5 c を備える。これら 3 本の液管 5 a、5 b、5 c は、一端がそれぞれ凝縮部 2 に接続され、他端はそれぞれ異なる分離タンク 3 の流入口 6 に接続されている。

[0096] 図 1 4 の場合、液管 5 a は最も鉛直方向上部にある分離タンク 3 の流入口 6 に接続され、液管 5 b は最上部から 4 段目の分離タンク 3 の流入口 6 に接続され、液管 5 c は最上部から 7 段目の分離タンク 3 の流入口に接続されている。

[0097] さらに、図 1 4 に示すように、各々の液管 5 に接続された最下段の分離タンク 3、すなわち、最上部から 3 段目と 6 段目の分離タンク 3 の分離配管 8 は、直下の分離タンク 3、すなわち、液管 5 が接続されている 4 段目と 7 段目の分離タンク 3 の液管 5 に接続されている。

[0098] 本実施形態においては、液管 5 の本数を 3 本としたが、この限りではなく、例えば分離タンク 3（蒸発器 1）の個数と同等の 9 本としても良い。この場合、液管 5 の 1 本 1 本が、分離タンク 3 の流入口 6 に接続される。

[0099] 上記のように構成された冷却装置 20 は、以下のように動作する。すなわち、蒸発部 1 において気化した気相冷媒である蒸気は、気液密度の差による浮力により蒸気管 4 を通り凝縮部 2 へと流入する。そして、気相冷媒は凝縮部 2 において冷却されて凝縮液となる。

[0100] 冷媒の凝縮液は先ず、図 1 4 において、蒸気管 4 に最も近い（右側に位置する）液管 5 a に流入し、最上段の蒸発器 1 に設けられた分離タンク 3 へ供給される。最上段の分離タンク 3 へ流入した凝縮液は第 2 接続口 7 b を介して蒸発器 1 へと供給され、蒸発器 1 において再び気化する。そして、凝縮液の液面高さが第 2 接続口 7 a に達すると、凝縮液は分離配管 8 を介して下段に位置する分離タンク 3 へと供給される。さらに、凝縮液の液面高さが下段

に位置する分離タンク 3 において第 2 接続口 7 a に達した場合、さらに下方の分離タンク 3 へと供給される。

[0101] 次に、凝縮器 2 において、液管 5 a に流出しなかった凝縮液は、次に、凝縮器 2 の中心に位置する液管 5 b に流入する。液管 5 b に流入した凝縮液は、最上部から 4 段目の分離タンク 3 に供給され、液管 5 a に流入した凝縮液と同様に、蒸発器 1 および下方の分離タンク 3 に供給される。

[0102] さらに、凝縮器 2 において、液管 5 b に流出しなかった凝縮液は、蒸気管 4 から最も遠い（左側に位置する）液管 5 c から 7 段目の分離タンク 3 に供給される。7 段目の分離タンク 3 に供給された凝縮液も、上述の還流プロセスをとる。

[0103] 上記のように、本実施形態に係る冷却装置 20 は、液管 5 が複数本備えることにより、凝縮器 2 において冷却された冷媒の凝縮液は、複数の液管 5 により複数の分離タンク 3 に略同時に供給される。下段に配置された分離タンク 3 に対しても凝縮液を速やかに供給することができることから、下段に配置された蒸発器 1 において、冷媒の供給が不足して沸騰が起こらなくなる、ドライアウト現象を防ぐことができる。

[0104] ここで、上記の実施形態の一部又は全部は、以下の付記のようにも記載されうるが、以下には限られない。

[0105] （付記 1）冷媒を貯蔵する第 1 の蒸発部と、気相冷媒を凝縮させる凝縮部と、液相冷媒が注入される第 1 の分離タンクと、を備え、前記第 1 の分離タンクは、前記第 1 の蒸発部と接続される第 2 接続口と、該第 2 接続口と等しい高さか、もしくは該第 2 接続口より高い位置に設けられている第 1 接続口とを有し、前記凝縮部は、前記第 1 の蒸発部および前記第 1 の分離タンクとそれぞれ接続されている冷却装置。

[0106] （付記 2）前記第 1 の分離タンクの下方に第 2 の分離タンクを、また前記第 1 の蒸発部の下方に第 2 の蒸発部を備え、前記第 1 の分離タンクは、該第 1 の分離タンクの第 1 接続口を介して前記第 2 の分離タンクと接続され、前記第 2 の分離タンクは、該第 2 の分離タンクの第 2 接続口を介して前記第 2

の蒸発部と接続され、該第 2 の蒸発部は、前記凝縮部と接続されている付記に記載の冷却装置。

[0107] (付記 3) 前記第 2 の分離タンクの下方に第 3 の分離タンクを、また前記第 2 の蒸発部の下方に第 3 の蒸発部を備え、さらに、前記第 2 の分離タンクは、前記第 2 の分離タンクの第 2 接続口と等しい高さか、もしくは該第 2 接続口より高い位置に設けられている第 1 接続口を有し、該第 2 の分離タンクは、前記第 2 の分離タンクの第 1 接続口を介して前記第 3 の分離タンクと接続され、前記第 3 の分離タンクは、該第 3 の分離タンクの第 2 接続口を介して前記第 3 の蒸発部とは接続され、該第 3 の蒸発部は前記凝縮部と接続されている付記 1 もしくは 2 に記載の冷却装置。

[0108] (付記 4) 前記第 1 接続口の下端は、前記第 2 接続口の下端と等しい高さか、もしくは前記第 2 接続口の下端より高い位置に設けられており、前記第 1 接続口の上端は、前記第 2 接続口の上端と等しい高さか、もしくは前記第 2 接続口の上端より高い位置に設けられている付記 1 から 3 のいずれか一項に記載の冷却装置。

[0109] (付記 5) 前記分離タンクと前記蒸発部とは、水平方向に対向して配置されている付記 1 から 4 のいずれか一項に記載の冷却装置。

[0110] (付記 6) 前記凝縮部は、前記分離タンクおよび前記蒸発部より、上方に配置されている付記 1 から 5 のいずれか一項に記載の冷却装置。

[0111] (付記 7) 前記分離タンクと前記蒸発部の組が複数設けられ、前記複数の組は、それぞれ鉛直方向に並んで配置され、最上部に配置された前記分離タンクの流入口は、前記凝縮部と液管を介して接続し、最上部以外の前記分離タンクの流入口は、上方に配置された前記分離タンクの前記第 1 接続口と、分離配管を介して接続し、前記蒸発部は、蒸気管を介して前記凝縮部と接続する付記 1 から 6 のいずれか一項に記載の冷却装置。

[0112] (付記 8) 前記蒸発部は、それぞれ独立した個別の前記蒸気管を介して前記凝縮部と接続している付記 1 または 7 のいずれか一項に記載の冷却装置。

[0113] (付記 9) 複数の前記凝縮部を備え、前記蒸発部は、前記複数の凝縮部と

個別に前記蒸気管を介して接続している付記 1 から 8 のいずれか一項に記載の冷却装置。

[0114] (付記 1 0) 前記第 2 接続口は、配管を介して前記蒸発部と接続している付記 1 から 9 のいずれか一項に記載の冷却装置。

[0115] (付記 1 1) 前記第 2 接続口は、前記蒸発部と一体成形されている付記 1 から 9 のいずれか一項に記載の冷却装置。

[0116] (付記 1 2) 前記流入口と、前記第 1 接続口と、前記第 2 接続口は、前記分離タンクの同一の側面に配置されている付記 7 に記載の冷却装置。

[0117] (付記 1 3) 前記流入口と、前記第 1 接続口と、前記第 2 接続口は、前記分離タンクの前記蒸発部と対向する側面に配置されている付記 1 2 に記載の冷却装置。

[0118] (付記 1 4) 筐体と、電子機器と、前記電子機器を載置する複数段の載置棚とで構成されるラックを備え、前記蒸発部と前記電子機器とが対向するように前記載置棚上に配置され、前記凝縮部は、前記筐体の外側に配置されていることを特徴とする付記 1 から 1 3 のいずれか一項に記載の冷却システム。

[0119] (付記 1 5) 前記筐体は、前記蒸気管と前記液管とを挿通させるための貫通孔と、前記電子機器が送出する空気を外部に排出するための複数の排気孔を設けている付記 1 4 に記載の冷却システム。

[0120] (付記 1 6) 冷媒を貯蔵する複数の冷媒貯蔵部と、前記冷媒貯蔵部の上方に位置する凝縮部とを有し、前記複数の冷媒貯蔵部のうち、第 1 の冷媒貯蔵部は、前記凝縮部と接続し気相冷媒が流動する蒸気管が接続する流出口と、前記凝縮部と接続し液相冷媒が流動する液管、もしくは前記第 1 の冷媒貯蔵部の上方に位置する第 2 の冷媒貯蔵部と接続する第 1 の分離配管のいずれか一方と接続する流入口と、前記第 1 の冷媒貯蔵部の鉛直下方に位置する第 3 の冷媒貯蔵部と連結する第 2 の分離配管を接続する第 1 接続口とを備え、前記第 1 接続口は、前記流出口および前記流入口よりも鉛直下方に位置している冷却装置。

- [0121] (付記 17) 前記冷媒貯蔵部は、蒸発部と分離タンクとを備え、前記蒸発部は、前記流出口を備え、前記分離タンクは、前記流入口と前記第 1 接続口とを備え、前記蒸発部と前記分離タンクは前記第 1 接続口よりも下方の位置で連通する第 2 接続口を介して連通している付記 16 に記載の冷却装置。
- [0122] (付記 18) 前記複数の冷媒貯蔵部のうち、鉛直方向の最上部に位置する最上部冷媒貯蔵部と前記凝縮部の間に配置される合流部を有し、前記合流部は、前記複数の冷媒貯蔵部に接続している前記蒸気管と、前記凝縮部とに接続している付記 16 または 17 に記載した冷却装置。
- [0123] (付記 19) 前記合流部は水平方向に対して傾斜して配置され、前記最上部冷媒貯蔵部に接続する蒸気管は、その他の蒸気管のいずれよりも鉛直下方の位置で前記合流部と接続する付記 18 に記載した冷却装置。
- [0124] (付記 20) 前記合流部は仕切りを有し、前記仕切りは、前記最上部冷媒貯蔵部と接続する前記蒸気管を除いたその他の前記蒸気管が接続される接続口を囲んで配置している付記 18 に記載した冷却装置。
- [0125] (付記 21) 前記分離タンクと前記蒸発部の組が複数設けられ、前記複数の組は、それぞれ鉛直方向に並んで配置され、前記凝縮部から前記蒸発器と同等の個数またはそれ以下の液管が複数本配置されて、前記複数の液管は、前記複数の組の分離タンクの流入口に接続され、前記分離タンクの第一の接続口と前記分離タンクの下方に設置された分離タンクの流入口に接続され、前記液管と第一の接続口からの分離配管が接続されている付記 1 または 16 に記載の冷却システム。
- [0126] 本願発明は上記実施形態に限定されるものではなく、この発明の要旨を逸脱しない範囲の設計の変更等があってもこの発明に含まれる。また、本願発明は、2012 年 2 月 14 日に出願された日本出願特願 2012-029603 および 2012 年 11 月 1 日に提出された日本出願特願 2012-241992 を基礎とする優先権を主張し、その開示の全てをここに取り込む。

産業上の利用可能性

- [0127] 鉛直方向に複数段にわたって配置されている発熱部材を冷却する冷却装置

に広く適用することができる。

符号の説明

[0128]	1	蒸発部
	2	凝縮部
	3	分離タンク
	4	蒸気管
	5	液管
	6	流入口
	7 a	第1接続口
	7 b	第2接続口
	8	分離配管
	9	流出口
	10	冷媒貯蔵部
	11	ラック
	12	電子機器
	13	サーバルーム
	14	筐体
	15	載置棚
	16	送風機
	17	合流部
	18	仕切り
	19	凝縮液
	20	冷却装置
	30	冷却システム

請求の範囲

- [請求項1] 上下方向に配置され、冷媒を貯蔵するN個（Nは2以上の整数）の冷媒貯蔵部と、
前記N個の冷媒貯蔵部の上方に配置された凝縮部と、
前記N個の冷媒貯蔵部から流出した気相冷媒を前記凝縮部へ流動させる蒸気管と、
前記凝縮部から流出した液相冷媒を最上位置の冷媒貯蔵部へ流動させる液管と、
上方に位置する冷媒貯蔵部から流出した液相冷媒を下方に位置する冷媒貯蔵部へ流動させる分離配管と、
を備え、
前記液相冷媒は、流入口を介して冷媒貯蔵部に流入すると共に前記流入口より下方に形成された第1接続口を介して該冷媒貯蔵部から流出することを特徴とする冷却装置。
- [請求項2] 前記気相冷媒は、流出口を介して冷媒貯蔵部から前記凝縮部へ流出し、
前記第1接続口は前記流出口より下方に形成されている、請求項1に記載の冷却装置。
- [請求項3] 前記N個の冷媒貯蔵部はそれぞれ、前記液管または分離配管と接続された分離タンクおよび前記蒸気管と接続された蒸発部を備え、
前記分離タンクと蒸発部とは、前記第1接続口より下方に形成された第2接続口を介して互いに接続される、請求項1または2に記載の冷却装置。
- [請求項4] 前記分離タンクと前記蒸発部とは、水平方向に対向して配置されている請求項3に記載の冷却装置。
- [請求項5] 前記分離タンクと前記蒸発部とは、配管によって接続される、請求項3または4に記載の冷却装置。
- [請求項6] 前記分離タンク、前記蒸発部および前記第2接続口を含む接続部は、

一体成形されている、請求項 3 または 4 に記載の冷却装置。

[請求項 7] 前記流入口と、前記第 1 接続口と、前記第 2 接続口は、前記分離タンクの同一の側面に形成されている請求項 3 乃至 6 のいずれか 1 項記載の冷却装置。

[請求項 8] 前記流入口と、前記第 1 接続口と、前記第 2 接続口は、前記分離タンクの前記蒸発部と対向する側面に配置されている請求項 7 に記載の冷却装置。

[請求項 9] 前記第 1 接続口の下端は、前記第 2 接続口の下端と等しい高さかもしくは前記第 2 接続口の下端より高い位置に設けられており、前記第 1 接続口の上端は、前記第 2 接続口の上端と等しい高さかもしくは前記第 2 接続口の上端より高い位置に設けられている、請求項 1 乃至 8 のいずれか 1 項記載の冷却装置。

[請求項 10] 最下部に位置する冷媒貯蔵部の第 1 接続口は閉塞されている、請求項 1 乃至 9 のいずれか 1 項記載の冷却装置。

[請求項 11] 前記蒸気管は N 個あり、対応する冷媒貯蔵部を前記凝縮部と接続する、請求項 1 乃至 10 のいずれか 1 項記載の冷却装置。

[請求項 12] 前記凝縮部は N 個あり、対応する蒸気管によって対応する冷媒貯蔵部と接続される、請求項 11 に記載の冷却装置。

[請求項 13] 前記最上位置の冷媒貯蔵部と前記凝縮部の間に配置され、前記最上位置の冷媒貯蔵部に接続している第 1 蒸気管、前記最上位置の冷媒貯蔵部以外の冷媒貯蔵部に接続している ($N - 1$) 個の第 2 蒸気管および前記凝縮部に接続している第 3 蒸気管に接続している合流部をさらに備え、前記第 1 蒸気管の接続口は前記 ($N - 1$) 個の第 2 蒸気管の接続口より下方に位置し、前記第 3 蒸気管の接続口は前記 ($N - 1$) 個の第 2 蒸気管の接続口より上方に位置する、請求項 1 乃至 10 のいずれか 1 項記載の冷却装置。

[請求項 14] 前記合流部は水平方向に対して傾斜している、請求項 13 に記載の冷

- 却装置。
- [請求項15] 前記合流部は、前記 (N-1) 個の第2蒸気管の接続口の周囲に配置された仕切りを備える、請求項13に記載の冷却装置。
- [請求項16] 前記液管は n ($2 \leq n \leq N$) 本あり、前記 n 本の液管のうち1本は前記凝縮部から流出した液相冷媒を最上位置の冷媒貯蔵部へ流動させ、残りの $n-1$ 本の液管は、 $n-1$ 個の冷媒貯蔵部において前記分離配管の代わりに接続され、前記凝縮部から流出した液相冷媒を接続された $n-1$ 個の冷媒貯蔵部へ流動させる、請求項1乃至15のいずれか1項記載の冷却装置。
- [請求項17] 前記残りの $n-1$ 本の液管は、直上に位置する冷媒貯蔵部の分離配管と接続される、請求項16記載の冷却装置。
- [請求項18] 筐体と、電子機器と、前記電子機器を載置する複数段の載置棚と、請求項1乃至17のいずれか1項に記載の冷却装置と、を備え、前記蒸発部と前記電子機器とが対向するように前記載置棚上に配置され、前記凝縮部は、前記筐体の外側に配置されていることを特徴とする冷却システム。
- [請求項19] 前記筐体は、前記蒸気管と前記液管とを挿通させるための貫通孔と、前記電子機器が送出する空気を外部に排出するための複数の排気孔を設けている、請求項18に記載の冷却システム。