

明 細 書

発明の名称：電子機器收容装置および電子機器冷却システム

技術分野

[0001] 本発明は、電子機器收容装置および電子機器冷却システムに関し、例えば、ラックに收容された電子機器を冷却する技術に関する。

背景技術

[0002] 近年、インターネットサービスなどの拡充に伴い、情報処理を行うサーバやネットワーク機器を1箇所に集約したデータセンターの役割が、大きくなってきている。また、このデータセンターで扱う情報処理量が増大することに伴って、データセンターの電力消費量も増大してきている。

[0003] 特に、データセンターには電子機器が收容されており、このデータセンター内では電子機器を冷却するための空調機により消費される電力の割合が大きい。電子機器内には、中央演算処理装置（Central Processing Unit：CPU）や集積回路（Multi-chip Module：MCM）などの発熱素子を含む複数の電子部品が搭載されている。このような空調機は、データセンターの消費電力の約半分を消費している。

[0004] このため、データセンターの空調用の電力を削減することが要求されている。そこで、電子機器を收容する電子機器收容装置のラック本体から排出される排出熱を、空調機を介さずに、直接屋外へ輸送してから外気へ放熱する方法が、試みられている。この方法を採用することによって、データセンターの空調用の電力を低減することができる。

[0005] また、電子機器收容装置のラック本体から排気される排気熱を屋外へ輸送する方法として、外部から供給される冷水をポンプによって循環させる方法の他に、冷媒の相変化現象を利用する方法が、知られている。

[0006] この冷媒の相変化現象を利用する方法では、冷媒が液相から気相へ相変化する際に生じる蒸発現象や、冷媒が気相から液相へ相変化する際に生じる凝縮現象を、繰り返すことによって（この繰り返し動作は、蒸発凝縮サイクル

とも呼ばれる。)、冷媒を循環させている。この冷媒の相変化現象を利用する方法は、ポンプ等の外部駆動力を必要としない自然循環であることと、潜熱を利用することによる熱移動量が大きいことから、データセンターの空調用の電力の低減に寄与することが、期待されている。

[0007] 上述した冷媒の相変化現象を利用する方法(冷媒自然循環の冷却方式とも呼ばれる。)は、例えば、特許文献1に開示されている。

[0008] 特許文献1の冷媒自然循環の冷却方式では、サーバラック26に搭載された電子機器の排気熱を、ラック背面側に実装された蒸発器34へ、冷媒を介して輸送する。そして、蒸発器34に輸送された電子機器の排気熱は、冷媒が液体から気体へ相変化する際に、気化熱として奪われ、屋外の冷却塔38、76へ熱輸送される。これにより、サーバールーム内の温度を下げることができる。また、蒸発器34には、フレキシブルな蒸気管78および液管80が接続されている。蒸気管78は、蒸気を流すために設けられている。液管80は、液を流すために設けられている。

先行技術文献

特許文献

[0009] 特許文献1：特開2011-165707号公報

発明の概要

発明が解決しようとする課題

[0010] しかしながら、特許文献1に記載の技術では、冷媒自然循環の冷却システムを運搬または輸送した後や、保守管理等のために蒸発器34の内部を真空抜きする作業を行った後に当該冷却システムを作動させた際の初期段階に、次のような課題が生じた。

[0011] 第1の課題は、冷却システムの動作初期段階において、冷却性能が悪化してしまう点である。

[0012] すなわち、特許文献1に記載の技術において、サーバラック26の背面に設けられた蒸発器34が電子機器の排気熱を受けると、冷媒が液体から気体

へ相変化し、蒸気（気相冷媒）となって蒸気管 78 を通って冷却塔 38、76 へ流れる。また、冷媒は、冷却塔 38、76 で冷却された後に、冷媒液（液相冷媒）となって液管 80 を介して冷却塔 38、76 から再び蒸発器 34 内に還流してくる。

[0013] ここで、蒸発器 34 は、サーバパック 26 の背面に配列された複数の受熱部（不図示）を有しているものと想定する。この動作状態では、冷媒液は複数の受熱部に均等に分配されている。このとき、複数の受熱部は、サーバパック 26 の背面の鉛直上下方向全面から電子機器の排気熱を受けることができる。これにより、電子機器の排気熱を冷却塔 38、76 へ多く輸送できる。

[0014] しかし、自然循環による冷媒流動を冷媒の相変化により引き起こすには、この冷却システムを真空状態にして、飽和蒸気圧環境下にする必要がある。このため、冷却システムに冷媒を注入した後に、真空ポンプ（不図示）を用いて真空引きを行う。この際、注入した冷媒も、内部空気と一緒に蒸気管 78 を通って、吸引方向に流動してしまう。このため、真空引き作業終了後の冷却システムの動作初期状態では、冷媒液が、複数の受熱部のうちで、サーバパック 26 の鉛直方向の下部側の受熱部に偏って溜まってしまう。このような状態にあった場合、サーバパック 26 の鉛直方向の下部側の受熱部は、冷媒が過剰な状態となる。このため、液溜まりも、蒸気と一緒に、蒸気管 78 内を上昇流動する。しかし、サーバパック 26 から冷却塔 38、76 までの輸送距離が長いと、この液溜まりは、冷却塔 36、78 に到達できず、再び蒸気管 78 を通って下降する。このとき、下降する液溜まりは、逆に上昇してくる蒸気の流れと衝突してしまう。このため、蒸気の流動を阻害し、熱輸送能力を悪化してしまっていた。

[0015] さらに、この冷却システムの動作初期状態の段階では、サーバパック 26 の鉛直方向上方に設けられている受熱部は、内部に冷媒を有していないため、冷媒の相変化は生じない。このため、サーバパック 26 の上部部は、電子機器の排気熱をそのままサーバパック 26 の外部へ放出することになる。こ

の結果、冷却システムの冷却性能が悪化してしまっていた。

[0016] 第2の課題は、冷却システムが最大熱輸送量で動作するまでに時間がかかってしまう点である。

[0017] すなわち、冷媒液は、冷却塔38、76から液管80を通して、蒸発器34内に供給される。蒸発器34内では、冷媒液が、サーバラック26の鉛直方向上方から順に、複数の受熱部に供給される。このため、冷却システムの動作初期状態の段階では、サーバラック26の下方側の受熱部に溜まっていた冷媒は、時間が経てば、複数の受熱部に均等に分配されている。このとき、複数の受熱部は、サーバラック26の背面の鉛直方向上下方向全面から電子機器の排気熱を受けることができる。これにより、電子機器の排気熱を最大限に冷却塔38、76へ多く輸送できる。しかし、液溜まりが蒸気管78内に存在するため、液溜まりが、逆に上昇してくる蒸気の流れを阻害してしまう。この結果、冷媒の循環が遅くなり、全数の受熱部が動作するまでに時間が多くかかってしまう。

[0018] 本発明は、このような事情を鑑みてなされたものであり、本発明の目的は、短時間で、冷媒を効率よく輸送できる技術を提供することにある。

課題を解決するための手段

[0019] 本発明の電子機器収容装置は、発熱部品を有する電子機器を収容するラックと、前記ラックの背面に鉛直方向に沿って配列され、前記電子機器の熱を受熱する複数の受熱部と、前記複数の受熱部の各々により受熱された前記電子機器の熱を放熱する放熱部と、前記複数の受熱部の各々とを接続する蒸気管と、前記放熱部と、前記複数の受熱部の各々とを接続する液管と、前記蒸気管および前記液管を接続するバイパス管と、前記バイパス管の管内流路を開閉するバルブと、前記蒸気管および前記バイパス管を接続する第1の接続部と、前記液管および前記バイパス管を接続する第2の接続部とを備え、前記第1の接続部は、前記第2の接続部よりも、高い位置に配置されている。

[0020] 本発明の電子機器冷却システムは、発熱部品を有する電子機器を収容するラックと、前記ラックの背面に鉛直方向に沿って配列され、前記電子機器の

熱を受熱する複数の受熱部と、前記複数の受熱部の各々により受熱された前記電子機器の熱を放熱する放熱部と、前記放熱部と、前記複数の受熱部の各々とを接続する蒸気管と、前記放熱部と、前記複数の受熱部の各々とを接続する液管と、前記蒸気管および前記液管を接続するバイパス管と、前記バイパス管の管内流路を開閉するバルブと、前記蒸気管および前記バイパス管を接続する第１の接続部と、前記液管および前記バイパス管を接続する第２の接続部とを備え、前記第１の接続部は、前記第２の接続部よりも、高い位置に配置されている。

発明の効果

- [0021] 本発明にかかる電子機器収容装置および電子機器冷却システムによれば、短時間で、冷媒を効率よく輸送できる。

図面の簡単な説明

- [0022] [図1]本発明の第１の実施の形態における電子機器冷却システムの構成を概略的に示す斜視図である。
- [図2]本発明の第１の実施の形態における電子機器冷却システムの構成を概略的に示す側面図である。
- [図3]本発明の第１の実施の形態における電子機器冷却システムの受熱部周辺の冷媒の流れを説明するための図である。
- [図4]本発明の第１の実施の形態における電子機器冷却システムの受熱部周辺の冷媒の流れを説明するための図である。
- [図5]本発明の第１の実施の形態における電子機器冷却システムの受熱部周辺の冷媒の流れを説明するための図である。
- [図6]本発明の第１の実施の形態における電子機器冷却システムの蒸気管、液管およびバイパス管周辺を概略的に透過して示す拡大斜視図である。
- [図7]本発明の第１の実施の形態における電子機器冷却システムの蒸気管、液管およびバイパス管周辺を概略的に拡大して示す断面図である。
- [図8]本発明の第２の実施の形態における電子機器冷却システムの蒸気管、液管およびバイパス管周辺を概略的に透過して示す拡大斜視図である。

[図9]本発明の第3の実施の形態における電子機器冷却システムの蒸気管、液管およびバイパス管周辺を概略的に透過して示す拡大斜視図である。

[図10]本発明の第4の実施の形態における電子機器冷却システムの蒸気管、液管およびバイパス管周辺を概略的に拡大して示す断面図である。

[図11]本発明の第5の実施の形態における電子機器冷却システムの蒸気管、液管およびバイパス管周辺を概略的に拡大して示す断面図である。

[図12]本発明の第6の実施の形態における電子機器冷却システムの構成を示す図である。

[図13]本発明の第7の実施の形態における電子機器冷却システムの構成を示す図である。

発明を実施するための形態

[0023] <第1の実施の形態>

第1の実施の形態における電子機器冷却システム1000の構成について説明する。図1は、電子機器冷却システム1000の構成を概略的に示す斜視図である。図2は、電子機器冷却システム1000の構成を概略的に示す側面図である。なお、図1および図2には、説明の便宜上、鉛直方向Gを示す。

[0024] 図1および図2に示されるように、電子機器冷却システム1000は、電子機器収容装置100と、放熱部200とを備えている。

[0025] 図1および図2に示されるように、電子機器収容装置100は、電子機器300を収容することができる。また、図1および図2に示されるように、電子機器収容装置100は、サーバラック101と、複数の受熱部102と、蒸気管103と、液管104と、バイパス管105と、バルブ106と、第1の接続部107と、第2の接続部108とを備えている。サーバラック101は、本発明のラックに対応する。サーバラック101は、図1および図2に示されるように、サーバラック前面101aと、サーバラック背面101bと、サーバラック上面101cと、サーバラック底面101dと、2枚のサーバラック側面101eとを備えている。

- [0026] 電子機器300は、CPUやMCMなどの発熱部品を有する。電子機器300は、例えば、サーバやルータなどのネットワーク機器などである。電子機器300は、電子機器収容装置100内で、様々なデータ処理を行う。電子機器300は、データ処理の負荷により、内部の発熱部品が熱を発生する。このため、電子機器300は、サーバラック前面101aから外部の空気を吸気し、サーバラック背面101b側へ排気する。
- [0027] サーバラック101は、箱状に形成されており、発熱部品を有する電子機器300を収容する。サーバラック101の材料には、例えば、アルミニウム合金等が、用いられる。
- [0028] 図1および図2に示されるように、複数の受熱部102は、サーバラック背面101bに鉛直方向Gに沿って配列されている。複数の受熱部102は、蒸気管103および液管104を介して、放熱部200と接続されている。複数の受熱部102の各々は、容器を有しており、この容器内に冷媒を封入した状態で蓄溜する。また、複数の受熱部102の各々は、放熱部200の熱を、冷媒を介して受熱する。すなわち、複数の受熱部102の各々は、電子機器300がサーバラック背面101b側へ排気する熱を、電子機器300の熱として、冷媒を介して受熱する。図1および図2では、受熱部102が3個の例を示した。しかしながら、本発明では、受熱部102は、2個であっても、4個以上であってもよい。
- [0029] 冷媒は、例えば高分子材料などにより構成されており、高温になると気化し、低温になると液化する特性を有している。冷媒には、例えば、ハイドロフルオロカーボンやハイドロフルオロエーテルなどの低沸点の冷媒を用いる。また、冷媒は、複数の受熱部102、放熱部200、蒸気管103、液管104およびバイパス管105で密閉された構造（以下、冷却構造という）内で、複数の受熱部102および放熱部200の間を、蒸気管103および液管104を介して、循環する。この密閉空間内を真空引きすることにより、複数の受熱部102、放熱部200、蒸気管103および液管104の内部は、飽和蒸気圧下とする。

- [0030] 冷媒を本実施形態の電子機器冷却システム１０００に搭載するには、まず、前記冷却構造の空間内に冷媒を注入する。次に、真空ポンプ（不図示）などを用いて、前記冷却構造の空間内から空気を排除して、この当該空間内に冷媒を密閉する。これにより、前記冷却構造の空間内の圧力が飽和蒸気圧となり、当該空間内に密閉された冷媒の沸点が常温となる。冷却構造が常温の環境下に置かれたとき、電子機器３００の発熱部品（不図示）が発熱すると同時に冷媒が沸騰し、蒸気が発生する。この結果、前記冷却構造が冷却モジュールとして機能し、電子機器３００の発熱を冷却し始める。
- [0031] 図１および図２に示されるように、蒸気管１０３は、放熱部２００と複数の受熱部１０２の各々とを接続する。また、蒸気管１０３は、受熱部１０２で発熱により気化した冷媒を複数の受熱部１０２の各々から放熱部２００へ流すために設けられている。蒸気管１０３は、例えば、アルミニウム合金等の金属や、ゴム部材等により、形成されている。
- [0032] 図１および図２に示されるように、液管１０４は、放熱部２００と複数の受熱部１０２の各々とを接続する。また、液管１０４は、放熱部２００で液化した冷媒を放熱部２００から複数の受熱部１０２の各々へ流すために設けられている。液管１０４は、例えば、アルミニウム合金等の金属や、ゴム部材等により、形成されている。
- [0033] なお、蒸気管１０３や液管１０４の接続には、カプラやフランジなどが用いられる。
- [0034] 図１および図２に示されるように、バイパス管１０５は、蒸気管１０３および液管１０４を接続する。バイパス管１０５は、例えば、アルミニウム合金等の金属や、ゴム部材等により、形成されている。
- [0035] 図１および図２に示されるように、バルブ１０６は、バイパス管１０５上に、設けられている。バルブ１０６は、バイパス管１０５の管内流路を開閉する。
- [0036] 図１および図２に示されるように、第１の接続部１０７は、蒸気管１０３およびバイパス管１０５を接続する。第１の接続部１０７は、鉛直方向Ｇに

て、第2の接続部108よりも、高い位置に配置されている。

[0037] 図1および図2に示されるように、第2の接続部108は、液管104およびバイパス管105を接続する。第2の接続部108は、鉛直方向Gにて、第1の接続部107よりも、低い位置に配置されている。

[0038] 図1および図2に示されるように、放熱部200は、電子機器収容装置100よりも、鉛直方向Gの上方に、設けられている。また、図2に示されるように、放熱部200は、例えば、データセンター等の居室の天井500裏に設けられている。このように、放熱部200を天井500裏に配置することにより、複数の受熱部102を放熱部200よりも鉛直方向Gで下方に簡単に配置することができる。放熱部200は、蒸気管103および液管104を介して、複数の受熱部102の各々と接続されている。また、放熱部200は、複数の受熱部102により受熱された電子機器300の熱を放熱する。ここでは、放熱部200は、例えば、対空冷式のものや水熱交換式のものをを用いる。

[0039] 以上、電子機器冷却システム1000の構成について説明した。

[0040] 次に、電子機器冷却システム1000の動作について説明する。

[0041] 電子機器300が作動すると、電子機器300の発熱部品（不図示）が発熱する。電子機器300は、発熱部品の発熱を排気熱として、サーバラック101内へ排気する。

[0042] 複数の受熱部102の各々は、電子機器300の排気熱を吸熱することにより、電子機器300の発熱部品の熱を受熱する。

[0043] 図3～図5は、電子機器冷却システム1000の受熱部102周辺の冷媒の流れを説明するための図である。なお、図3～図5には、説明の便宜上、鉛直方向Gを示す。

[0044] 複数の受熱部102の各々が電子機器300の発熱部品の熱を受熱すると、各受熱部102内に蓄溜されている冷媒が液体から気体へ相変化して、気相冷媒となる。そして、図3の矢印Aで示されるように、気相冷媒は、各受熱部102から鉛直方向Gの上方へ上昇し、蒸気管103内へ流れる。次に

、図3の矢印Bに示されるように、気相冷媒は、蒸気管103内を、鉛直方向Gの上方へ向けて上昇し、放熱部200（図3にて不図示）内へ流れ込む。なお、図3の矢印Aおよび矢印Bの冷媒流れを、蒸気流れと呼ぶことがある。

[0045] 気相冷媒は、放熱部200に流れ込むと、放熱部200により冷却され、液に相変化して、液相冷媒となる。次に、図3の矢印Cに示されるように、液相冷媒は、放熱部200から、液管104内へ流れ、さらに液管104内を、鉛直方向Gの下方へ向けて下降する。そして、図3の矢印Dに示されるように、液相冷媒は、液管104から再び蒸発部102へ流れ込む。なお、図3の矢印Cおよび矢印Dの冷媒流れを、液戻りと呼ぶことがある。

[0046] このように、複数の受熱部102の各々および放熱部200の間に冷媒を相変化（液相 $\leftrightarrow$ 気相）させながら循環させることにより、電子機器300の発熱部品の発熱を冷却することができる。

[0047] 図4は、液相冷媒が液管104から再び蒸発部102へ流れ込んだ後の状態を示している。図4に示されるように、液相冷媒600が、液面600aを形成して各受熱部102内に蓄溜される。

[0048] ところが、電子機器冷却システム1000全体あるいは電子機器収容装置100を運搬または輸送した後や、保守作業等で冷却構造の内部を真空抜きした後では、液相冷媒600が鉛直方向Gの下方側の受熱部102に偏って蓄溜されてしまう場合がある。

[0049] 図5は、液相冷媒600が鉛直方向Gの下方側の受熱部102に偏って蓄溜された状態を示している。図5に示されるように、液相冷媒600が、鉛直方向Gの下方側の受熱部102に偏って蓄溜されている。図5の例では、鉛直方向Gの一番下方側の受熱部102には、液相冷媒600が充填されている。また、鉛直方向Gの中央の受熱部102には、適度の量の液相冷媒600が、液面600aを形成して蓄溜される。鉛直方向Gの一番上方側の受熱部102には、液相冷媒600が蓄溜されていない。

[0050] このため、電子機器冷却システム1000の動作を開始するときに、鉛直

方向Gの一番下方側の受熱部102を集中的に動作させるか、鉛直方向Gの一番下方側の受熱部102をヒータや温風機などで温めるなどして、サーバラック101の下部（特に鉛直方向Gの一番下方側の受熱部102）に溜まった液相冷媒を強制的に循環させる必要があった。図4に示されるように、液相冷媒600が液面600aを形成して各受熱部102内に蓄溜される状態に戻さなければ、サーバラック101の上部に実装された電子機器300の排気熱が受熱部102により受熱されず、空調機の電力削減効果が小さくなってしまっていた。

[0051] 図6は、本発明の実施の形態における電子機器冷却システム1000の蒸気管103、液管104およびバイパス管105周辺を概略的に透過して示す拡大斜視図である。図7は、本発明の実施の形態における電子機器冷却システム1000の蒸気管103、液管104およびバイパス管105周辺を概略的に拡大して示す断面図である。なお、図6および図7には、説明の便宜上、鉛直方向Gが示されている。

[0052] 前述のように、サーバラック101の下部（特に鉛直方向Gの一番下方側の受熱部102）に溜まった液相冷媒を強制的に循環させると、図6および図7に示されるように、サーバラック101の下部に溜まっている液相冷媒は蒸気とともに蒸気管104を液相冷媒600の液溜まり601となって上昇する。

[0053] ここで図6および図7に示されるように、バイパス管105が蒸気管103および液管104の間を接続している。また、蒸気管103およびバイパス管105を接続する第1の接続部107は、鉛直方向Gにて、液管104およびバイパス管105を接続する第2の接続部108よりも、高い位置に配置されている。

[0054] したがって、図6および図7に示されるように、バイパス管105に取り付けられたバルブ106（図6および図7にて不図示。図1および図2を参照。）を開くことにより、気相冷媒と比較して重力の大きい液体冷媒の液溜まり601は、バイパス管105を通して、蒸気管103から液管104へ

環流する。また、図6の矢印XA1～XA4や図7のXB1～XB4に示されるように、サーバラック101の外部に設置した放熱部200まで到達せずに逆流した冷媒の液戻りも、バイパス管105を通して、蒸気管103から液管104へ環流する。

[0055] そして、液相冷媒が複数の受熱部102の各々へ行きわたり、図4に示される状態になったら、バルブ106を閉める。これにより、蒸気管103と、液管104が、分離される。この結果、冷媒（特に、気相冷媒）がバイパス管105を通して蒸気管103から液管104へ流入することを抑止できる。

[0056] バルブ106の開閉制御方法は、例えば、次の通り行う。蒸気管103および液管104の温度差をモニターして、温度差が安定した場合に、バルブ106を閉じる。あるいは、各受熱部102の中央部付近の吸気側と排気側の温度をそれぞれモニターして、各受熱部102が動作し始めた後に吸気側と排気側の温度差が生じたらバルブ106を閉じる。

[0057] 以上の通り、本発明の第1の実施の形態における電子機器収容装置100は、サーバラック101と、複数の受熱部102と、蒸気管103と、液管104と、バイパス管105と、バルブ106と、第1の接続部107と、第2の接続部108とを備えている。

[0058] サーバラック101は、発熱部品を有する電子機器300を収容する。複数の受熱部102は、サーバラック101の背面に鉛直方向Gに沿って配列されている。また、複数の受熱部102は、電子機器300の熱を受熱する。

[0059] 蒸気管103は、放熱部200と、複数の受熱部102の各々とを接続する。なお、放熱部200は、複数の受熱部102の各々により受熱された電子機器300の熱を放熱する。液管104は、放熱部200と、複数の受熱部102の各々とを接続する。なお、蒸気管103は、受熱部102で発熱により気化した冷媒を複数の受熱部102の各々から放熱部200へ流すために設けられている。液管104は、放熱部200で液化した冷媒を放熱部

200から複数の受熱部102の各々へ流すために設けられている。

[0060] バイパス管105は、蒸気管103および液管104を接続する。バルブ106は、バイパス管105の管内流路を開閉する。第1の接続部107は、蒸気管103およびバイパス管105を接続する。第2の接続部108は、液管104およびバイパス管105を接続する。そして、第1の接続部107は、第2の接続部108よりも、高い位置に配置されている。

[0061] このように、本発明の第1の実施の形態における電子機器収容装置100では、バイパス管105は、蒸気管103および液管104を接続する。また、蒸気管103およびバイパス管105を接続する第1の接続部107は、鉛直方向Gにて、液管104およびバイパス管105を接続する第2の接続部108よりも、高い位置に配置されている。

[0062] このため、バイパス管105に取り付けられたバルブ106を開くことにより、気相冷媒と比較して重力の大きい液体冷媒は、バイパス管105を通過して、蒸気管103から液管104へ環流することができる。また、放熱部200まで到達せずに逆流した冷媒の液戻りも、バイパス管105を通過して、蒸気管103から液管104へ環流することができる。そして、液相冷媒が複数の受熱部102の各々へ行きわたる。これにより、液相冷媒が、液面600aを形成して各受熱部102内に蓄溜される。

[0063] サーバラック101の下部側（特に鉛直方向Gの一番下方側の受熱部102）に溜まった冷媒を、バイパス管105を介して、蒸気管103から液管104へ環流させることができるため、短時間で、装置内へ冷媒を効率よく輸送できる。これにより、例えば、電子機器冷却システム1000の動作の初期段階における性能悪化を防ぐことができ、最大熱輸送で動作するまでにかかる時間を大幅に短縮することができる。

[0064] 上述の通り、本発明の第1の実施の形態における電子機器収容装置100によれば、冷却システムの動作初期段階における冷却性能の悪化を防ぐことができる。その理由は、次の通りである。すなわち、蒸気と一緒に上昇する液溜まりが、放熱部200に到達せずに液戻りとなって環流した際に、バイ

パス管１０５を通して環流する。このため、蒸気と液戻りの衝突を避けることができ、蒸気流動が阻害されることが無くなる。

[0065] また、バイパス管１０５を通して液管１０４に環流した冷媒は、サーバラック１０１上段の受熱部１０２から順次流入する。そして、受熱部１０２は、電子機器３００の排気熱を受熱し始める。このため、冷媒がサーバラック１０１の上段側の受熱部１０２に全く蓄溜されない状態を回避できる。この結果、電子機器冷却システム１０００の冷却性能が悪化することを防ぐことができる。

[0066] また、本発明の第１の実施の形態における電子機器収容装置１００によれば、冷却システムが最大輸送量で動作するまでの時間を大幅に短縮することができる。その理由は、次の通りである。すなわち、複数の受熱部１０２の各々では、サーバラック１０１の下方に溜まった液相冷媒が電子機器３００の排気熱を吸熱する。これにより、液相冷媒が相変化し、気相冷媒が蒸気となって発生する。この蒸気は、蒸気管１０３を通して、放熱部２００まで輸送される。放熱部２００では、気相冷媒が相変化（凝縮）し、再び液相冷媒となる。バイパス管１０５によって蒸気管１０３および液管１０４を接続することにより、放熱部２００で生じた液相冷媒は、サーバラック１０１の上方の受熱部１０２から順次流入するのではなく、サーバラック１０１の直上のバイパス管１０５によって蒸気と一緒に上昇した液相冷媒を、サーバラック１０１の上方の受熱部１０２に環流することができる。このため、短時間で、全ての受熱部１０２に液相冷媒を満たすことができる。この結果、最大熱輸送量で、電子機器冷却システム１０００を動作させることができる。

[0067] 本発明の第１の実施の形態における電子機器冷却システム１０００は、サーバラック１０１と、複数の受熱部１０２と、放熱部２００と、蒸気管１０３と、液管１０４と、バイパス管１０５と、バルブ１０６と、第１の接続部１０７と、第２の接続部１０８とを備えている。

[0068] サーバラック１０１は、発熱部品を有する電子機器３００を収容する。複数の受熱部１０２は、冷媒を蓄溜する。また、複数の受熱部１０２は、サー

バラック１０１の背面に鉛直方向Ｇに沿って配列されている。また、複数の受熱部１０２は、電子機器３００の熱を、冷媒を介して受熱する。放熱部２００は、複数の受熱部１０２の各々により受熱された電子機器３００の熱を放熱する。蒸気管１０３は、放熱部２００と、複数の受熱部１０２の各々とを接続する。蒸気管１０３は、受熱部１０２で発熱により気化した冷媒を複数の受熱部１０２の各々から放熱部２００へ流すために設けられている。液管１０４は、放熱部２００と、複数の受熱部１０２の各々とを接続する。液管１０４は、放熱部２００で液化した冷媒を放熱部２００から複数の受熱部１０２の各々へ流すために設けられている。バイパス管１０５は、蒸気管１０３および液管１０４を接続する。バルブ１０６は、バイパス管１０５の管内流路を開閉する。第１の接続部１０７は、蒸気管１０３およびバイパス管１０５を接続する。第２の接続部１０８は、液管１０４およびバイパス管１０５を接続する。そして、第１の接続部１０７は、鉛直方向Ｇにて、第２の接続部１０８よりも、高い位置に配置されている。

[0069] 電子機器冷却システム１０００でも、前述した電子機器収容装置１００と同様の効果を奏する。

[0070] <第２の実施の形態>

次に、本発明の第２の実施の形態における電子機器冷却システムの構成を説明する。図８は、本発明の第２の実施の形態における電子機器冷却システムの蒸気管１０３、液管１０４およびバイパス管１０５周辺を概略的に透過して示す拡大斜視図である。なお、図８では、説明の便宜上、鉛直方向Ｇが示されている。

[0071] 本発明の第２の実施の形態における電子機器冷却システムも、本発明の第１の実施の形態における電子機器冷却システム１０００と同様の構成を有する。

[0072] 図８に示されるように、本発明の第２の実施の形態における電子機器冷却システムでは、蒸気管１０３および液管１０４は、鉛直方向Ｇに対して略垂直方向に沿って配置された水平区間Ｈ１、Ｈ２をそれぞれ有する。

[0073] また、水平区間H 1、H 2の受熱部1 0 2側の端部M 1、M 2側およびサーバラック1 0 1の上端部の間では略鉛直方向Gに延在するように設けられている。同様に、水平区間H 1、H 2の放熱部2 0 0側の端部N 1、N 2側および放熱部2 0 0の間では略鉛直方向Gに延在するように設けられている。すなわち、蒸気管1 0 3および液管1 0 4は、サーバラック1 0 1から天井5 0 0（図2参照）の間に、少なくとも鉛直方向Gに対して、略平行方向と略垂直方向に、1回折り曲げられている。そして、バイパス管1 0 5は、水平区間H 1、H 2内に設けられ、蒸気管1 0 3および液管1 0 4を接続する。

[0074] なお、より好ましくは、図8に示されるように、バイパス管1 0 5は、蒸気管1 0 3および液管1 0 4の水平区間H 1、H 2のうち、少なくとも放熱部2 0 0側の端部N 1、N 2側で、蒸気管1 0 3および液管1 0 4を接続する。すなわち、前述の折り曲げ部の近傍にバイパス管1 0 5が設けられている。

[0075] 以上の通り、本発明の第2の実施の形態における電子機器収容装置において、蒸気管1 0 3および液管1 0 4は、鉛直方向Gに対して略垂直方向に沿って配置された水平区間H 1、H 2をそれぞれ有する。また、蒸気管1 0 3および液管1 0 4は、水平区間H 1、H 2の受熱部1 0 2側の端部M 1、M 2側およびサーバラック1 0 1の上端部の間では鉛直方向Gに対して略水平方向に延在するように設けられている。同様に、蒸気管1 0 3および液管1 0 4は、水平区間H 1、H 2の放熱部2 0 0側の端部N 1、N 2側および放熱部2 0 0の間では鉛直方向Gに対して略水平方向に延在するように設けられている。そして、バイパス管1 0 5は、水平区間H 1、H 2内で、蒸気管1 0 3および液管1 0 4を接続する。

[0076] これにより、サーバラック1 0 1の下部側に溜まった冷媒（特に鉛直方向Gの一番下方側の受熱部1 0 2）を、図8の矢印XC 1～XC 4に示されるように、バイパス管1 0 5を介して、蒸気管1 0 3から液管1 0 4へより効率よく環流させることができるため、より、短時間で、装置内へ冷媒を効率

よく輸送できる。

[0077] また、本発明の第2の実施の形態における電子機器収容装置において、バイパス管105は、蒸気管103および液管104の水平区間H1、H2のうち、少なくとも放熱部200側の端部N1、N2側で、蒸気管103および液管104を接続する。

[0078] これにより、鉛直方向Gで生じた液戻り602が、重力によってバイパス管105に環流しやすくなる。この結果、電子機器冷却システムが最大熱輸送量で動作するまでにかかる時間をより短縮することができる。

[0079] <第3の実施の形態>

次に、本発明の第3の実施の形態における電子機器冷却システムの構成を説明する。図9は、本発明の第3の実施の形態における電子機器冷却システムの蒸気管103、液管104およびバイパス管105周辺を概略的に透過して示す拡大斜視図である。なお、図9では、説明の便宜上、鉛直方向Gが示されている。

[0080] ここで、図8と図9を対比すると、バイパス管105の配置位置が、図8および図9の間で、互いに異なる。

[0081] 図9に示されるように、本発明の第3の実施の形態における電子機器冷却システムにおいて、蒸気管103および液管104は、蒸気管103および液管104の水平区間H1、H2のうち、少なくとも放熱部200側の端部N1、N2側に、曲管C1、C2を有している。そして、バイパス管105は、少なくとも、蒸気管103および液管104の曲管C1、C2を構成する曲面に接するように、蒸気管103および液管104に接続されている。

[0082] これにより、鉛直方向Gで生じた液戻り602が、図9の矢印XD1～XD4に示されるように、重力によってバイパス管105に環流する際の流動圧損を減らすことができる。この結果、電子機器冷却システムが最大熱輸送量で動作するまでにかかる時間をより短縮することができる。

[0083] <第4の実施の形態>

次に、本発明の第4の実施の形態における電子機器冷却システムの構成を

説明する。図10は、本発明の第4の実施の形態における電子機器冷却システムの蒸気管103、液管104およびバイパス管105周辺を概略的に拡大して示す断面図である。なお、図10では、説明の便宜上、鉛直方向Gが示されている。

[0084] ここで、図7と図10を対比する。図10は、ガイド部109が設けられている点で、図7と相違する。

[0085] 図10に示されるように、本発明の第4の実施の形態における電子機器冷却システムにおいて、ガイド部109は、蒸気管103内であって第1の接続部107に突出するように設けられている。また、ガイド部109は、蒸気管103内の冷媒が複数の受熱部102側へ向かって流れることを抑止する。

[0086] これにより、液戻り602が、図10の矢印XE1～XE4に示されるように、ガイド部109に沿ってバイパス管105に環流しやすくなる。この結果、電子機器冷却システムが最大熱輸送量で動作するまでにかかる時間をより短縮することができる。

[0087] <第5の実施の形態>

次に、本発明の第5の実施の形態における電子機器冷却システムの構成を説明する。図11は、本発明の第5の実施の形態における電子機器冷却システムの蒸気管103、液管104およびバイパス管105A周辺を概略的に拡大して示す断面図である。なお、図11では、説明の便宜上、鉛直方向Gが示されている。

[0088] ここで、図7と図11を対比する。図7と図11とでは、バイパス管105とバイパス管105Aの形状が互いに異なる。

[0089] 図11に示されるように、本発明の第5の実施の形態における電子機器冷却システムにおいて、バイパス管105A内の断面積は、第1の接続部107から第2の接続部108へ向かうにつれて、徐々に小さくなるように設定されている。すなわち、バイパス管105Aは、蒸気管103と接続する部分（第1の接続部107）の断面積が、液管104と接続する部分（第2の

接続部１０８）の断面積よりも、大きくなるように形成されている。このようにして、バイパス管１０５Ａには、テーパＴが形成される。

[0090] これにより、液戻り６０２が、図１１の矢印XF１～XF４に示されるように、テーパＴに沿って、バイパス管１０５Ａに環流しやすくなる。この結果、電子機器冷却システムが最大熱輸送量で動作するまでにかかる時間をより短縮することができる。

[0091] ＜第６の実施の形態＞

次に、本発明の第６の実施の形態における電子機器冷却システム１０００Ａの構成を説明する。図１２は、本発明の第６の実施の形態における電子機器冷却システムの構成を示す図である。なお、図１２では、説明の便宜上、鉛直方向Ｇが示されている。

[0092] 図１２に示されるように、本発明の第６の実施の形態における電子機器冷却システム１０００Ａにおいて、蒸気管１０３および液管１０４は、少なくともサーバラック１０１の上端部側より鉛直方向Ｇの上方では略鉛直方向Ｇに延在するように設けられている。また、第１の接続部１０７は、鉛直方向Ｇにて、第２の接続部１０８よりも、高い位置に配置されている。すなわち、蒸気管１０３および液管１０４は、サーバラック１０１から鉛直方向Ｇに対して略平行方向に延在するように、設けられている。また、蒸気管１０３およびバイパス管１０５が接続される第１の接続部１０７が、液管１０４およびバイパス管１０５が接続される第２の接続部１０８よりも、鉛直方向Ｇで上方に設けられている。これにより、バルブ１０６の開閉の作業性を向上することができる。

[0093] ＜第７の実施の形態＞

次に、本発明の第７の実施の形態における電子機器冷却システム１０００Ｂの構成を説明する。図１３は、本発明の第７の実施の形態における電子機器冷却システムの構成を示す図である。なお、図１３では、説明の便宜上、鉛直方向Ｇが示されている。

[0094] ここで、図１２と図１３を対比する。図１２では、バイパス管１０５およ

びバルブ１０６は、サーバラック１０１の外に設けられている。これに対して、図１３では、バイパス管１０５およびバルブ１０６は、サーバラック１０１内に設けられている。また、バイパス管１０５およびバルブ１０６は、サーバラック背面１０１ｂ（一主面）内に設けられている。これらの点で、図１２と図１３は互いに相違する。

[0095] 図１３に示されるように、本発明の第７の実施の形態における電子機器冷却システム１０００Ｂにおいて、第１の接続部１０７および第２の接続部１０８は、サーバラック１０１内に收容されている。また、バイパス管１０５およびバルブ１０６は、サーバラック背面１０１ｂ（一主面）内に設けられている。すなわち、蒸気管１０３および液管１０４は、サーバラック１０１のサーバラック背面１０１ｂ内で、バイパス管１０５と接続する。これにより、バルブ１０６を簡単に設置でき、また、バルブ１０６の開閉作業をより簡単に行うことができる。

産業上の利用可能性

[0096] 本発明は、例えば、サーバラック全面で排気熱を受熱して、データセンターの空調電力の削減を行うといった用途に、適用することができる。

[0097] 以上、実施の形態をもとに本発明を説明した。実施の形態は例示であり、本発明の主旨から逸脱しない限り、上述各実施の形態に対して、さまざまな変更、増減、組合せを加えてもよい。これらの変更、増減、組合せが加えられた変形例も本発明の範囲にあることは当業者に理解されるところである。

[0098] 以上、上述した実施形態を模範的な例として本発明を説明した。しかしながら、本発明は、上述した実施形態には限定されない。即ち、本発明は、本発明のスコープ内において、当業者が理解し得る様々な態様を適用することができる。

[0099] この出願は、２０１３年１１月２０日に出願された日本出願特願２０１３－２３９９７５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。

符号の説明

[0100]	1 0 0	電子機器収容装置
	1 0 1	サーバラック
	1 0 1 a	サーバラック前面
	1 0 1 b	サーバラック背面
	1 0 1 c	サーバラック上面
	1 0 1 d	サーバラック底面
	1 0 1 e	サーバラック側面
	1 0 2	受熱部
	1 0 3	蒸気管
	1 0 4	液管
	1 0 5、1 0 5 A	バイパス管
	1 0 6	バルブ
	1 0 7	第 1 の接続部
	1 0 8	第 2 の接続部
	1 0 9	ガイド部
	2 0 0	放熱部
	3 0 0	電子機器
	6 0 0	液相冷媒
	6 0 0 a	液面
	6 0 1	液溜まり
	6 0 2	液戻り

請求の範囲

- [請求項1] 発熱部品を有する電子機器を収容するラックと、
前記ラックの背面に鉛直方向に沿って配列され、前記電子機器の熱を受熱する複数の受熱部と、
前記複数の受熱部の各々により受熱された前記電子機器の熱を放熱する放熱部と、前記複数の受熱部の各々とを接続する蒸気管と、
前記放熱部と、前記複数の受熱部の各々とを接続する液管と、
前記蒸気管および前記液管を接続するバイパス管と、
前記バイパス管の管内流路を開閉するバルブと、
前記蒸気管および前記バイパス管を接続する第1の接続部と、
前記液管および前記バイパス管を接続する第2の接続部とを備え、
前記第1の接続部は、前記第2の接続部よりも、高い位置に配置されている電子機器収容装置。
- [請求項2] 前記蒸気管および前記液管は、鉛直方向に対して略垂直方向に沿って配置された水平区間をそれぞれ有しつつ、前記水平区間の前記受熱部側の端部側および前記ラックの上端部の間と、前記水平区間の前記放熱部側の端部側および前記放熱部の間では略鉛直方向に延在するように設けられ、
前記バイパス管は、前記水平区間内で、前記蒸気管および前記液管を接続する請求項1に記載の電子機器収容装置。
- [請求項3] 前記バイパス管は、前記蒸気管および前記液管の前記水平区間のうち、少なくとも前記放熱部側の端部側で、前記蒸気管および前記液管を接続する請求項2に記載の電子機器収容装置。
- [請求項4] 前記蒸気管および前記液管は、前記蒸気管および前記液管の前記水平区間のうち、少なくとも前記放熱部側の端部側に、曲管を有しており、
前記バイパス管は、少なくとも前記蒸気管および前記液管の前記曲管を構成する曲面に接するように、前記蒸気管および前記液管に接続

されている請求項 3 に記載の電子機器収容装置。

[請求項5] 前記蒸気管内であって前記第 1 の接続部に突出するように設けられ、前記蒸気管内の前記冷媒が前記複数の受熱部側へ向かって流れることを抑止するガイド部を備えた請求項 1 ～ 4 のいずれか 1 項に記載の電子機器収容装置。

[請求項6] 前記バイパス管内の断面積は、前記第 1 の接続部から前記第 2 の接続部へ向かうにつれて、徐々に小さくなるように設定されている請求項 1 ～ 5 のいずれか 1 項に記載の電子機器収容装置。

[請求項7] 前記蒸気管および前記液管は、少なくとも前記ラックの上端部側より鉛直方向で上方では略鉛直方向に延在するように設けられ、
前記第 1 の接続部は、鉛直方向にて、前記第 2 の接続部よりも、高い位置に配置されている請求項 1 に記載の電子機器収容装置。

[請求項8] 前記第 1 の接続部および前記第 2 の接続部は、前記ラック内に収容され、
前記バイパス管および前記バルブは、前記ラックの一主面内に設けられている請求項 1 または請求項 7 に記載の電子機器収容装置。

[請求項9] 請求項 1 ～ 8 に記載のいずれか 1 項に記載の電子機器収容装置と、
前記放熱部とを備えた電子機器冷却システム。