

明 細 書

発明の名称：サーバ冷却システム

技術分野

[0001] 本開示は、サーバ冷却システムに関する。

本願は、2023年10月23日に日本に出願された特願2023-181545号について優先権を主張し、その内容をここに援用する。

背景技術

[0002] サーバは熱に弱いため、サーバルーム内で高温の状態が続くと、サーバの故障や、サーバの寿命が短くなる等の不具合が生じる。サーバを安全に管理するためには、サーバが設置されるサーバルーム内の空調をコントロールして、サーバルーム内を冷却する必要がある。

[0003] 特許文献1には、住宅との全館冷暖房における空調ダクトシステムが開示されている。この空調ダクトシステムでは、1階から屋根までを貫通して屋根上に上端部が突出したチムニーが形成されている。さらに、該チムニー内に垂直方向ダクトが配設されている。

先行技術文献

特許文献

[0004] 特許文献1：特開平7-4732号公報

発明の概要

発明が解決しようとする課題

[0005] 特許文献1に開示されるような垂直方向ダクトが、例えばサーバルーム内の排気に用いられる場合、サーバルーム内からの高温の排気によって、ダクト内がダクト外よりも高温となる。これにより、ダクト内の空気がダクト外の空気よりも軽くなり、ダクト内に上昇流が発生する。ダクト内に生じた上昇流によって、ダクト外の空気がダクト内に引き込まれる。この現象は、煙突効果と呼ばれる。この煙突効果によって、サーバルーム内の高温の空気がダクト内に引き込まれて排気される。しかしながら、煙突効果による排気流

量は少なく、サーバールーム内を十分に冷却することができないとされていた。

[0006] 本開示は、上記課題を解決するためになされたものであって、十分な冷却性能を確保することができるサーバ冷却システム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

[0007] 上記課題を解決するために、本開示に係るサーバ冷却システムは、上下方向に延びる筒状をなして、上部に空気排出口が形成されたダクトと、前記ダクトにおける前記空気排出口よりも下方の部分に、サーバールームからの排気を導入する排気導入部と、前記ダクトに設けられて、前記空気排出口から空気が排出されるように回転駆動されるファンと、制御装置と、を備え、前記制御装置は、前記排気が前記ダクトに導入された際に、前記ファンを停止状態から回転させるファン稼働部と、前記ファンが回転した後に、自然循環条件が満たされた際に前記ファンを停止させるファン停止部と、を有する。

[0008] 本開示に係るサーバ冷却システムは、上下方向に延びる筒状をなして、下部に空気導入口が形成されているとともに上部に空気排出口が形成されたダクトと、前記ダクトにおける前記空気導入口と前記空気排出口との間に、サーバールームからの循環冷媒を導入する冷媒導入部と、前記ダクトに設けられて、前記空気排出口から空気が排出されるように回転駆動されるファンと、制御装置と、を備え、前記冷媒導入部は、前記ダクト内に配置されて前記循環冷媒と前記ダクト内の空気との間で熱交換を行わせる熱交換部を有し、前記制御装置は、前記循環冷媒が前記ダクトに導入された際に、前記ファンを停止状態から回転させるファン稼働部と、前記ファンが回転した後に、自然循環条件が満たされた際に前記ファンを停止させるファン停止部と、を有する。

発明の効果

[0009] 本開示のサーバ冷却システムによれば、十分な冷却性能を確保することができる。

図面の簡単な説明

- [0010] [図1]本開示の第1実施形態に係るサーバ冷却システムの構成図である。
- [図2]本開示の第1実施形態に係るダクトの概形を図示した斜視図である。
- [図3]本開示の第1実施形態に係る制御装置の機能ブロック図である。
- [図4]本開示の第1実施形態に係るサーバ冷却システムの動作手順を示すフローチャートである。
- [図5]本開示の第1実施形態に係る排気流路とダクト温度の時間変化を示す図である。
- [図6]本開示の第2実施形態に係るサーバ冷却システムの構成図である。
- [図7]本開示の第2実施形態に係る制御装置の機能ブロック図である。
- [図8]本開示の第2実施形態に係るサーバ冷却システムの動作手順を示すフローチャートである。
- [図9]本開示の第2実施形態の変形例に係る冷媒導入部の構成図である。
- [図10]本開示の第3実施形態に係るサーバ冷却システムの構成図である。
- [図11]本開示の第3実施形態に係るサーバ冷却システムの動作手順を示すフローチャートである。
- [図12]本開示の第3実施形態の変形例に係るサーバ冷却システムの構成図である。
- [図13]本開示のその他の実施形態に係るサーバ冷却システムの構成図である。
- 。
- [図14]本開示のその他の実施形態に係るサーバ冷却システムの構成図である。
- 。
- [図15]本開示のその他の実施形態に係るダクトの水平面に沿う断面図である。
- 。
- [図16]本開示のその他の実施形態に係るサーバ冷却システムの構成図である。
- 。
- [図17]本開示の各実施形態に係るコンピュータの構成を示すハードウェア構成図である。

発明を実施するための形態

[0011] <第1実施形態>

(サーバ冷却システムの構成)

以下、本開示の第1実施形態に係るサーバ冷却システム100について、図1～図5を参照して説明する。図1、図2には、空気の流れが矢印で図示されている。

サーバルーム1内には、サーバ2が設置されている。サーバ2は稼働時に発熱する。サーバルーム1内は、このサーバ2の熱によって高温となる。サーバ冷却システム100は、サーバルーム1の冷却に用いられている。図1に示すように、サーバ冷却システム100は、ダクト10と、排気導入部20と、ファン3と、ダンパ30と、温度センサ4と、制御装置40と、表示部5と、を備える。

サーバルーム1には、吸気口1bが形成されている。サーバルーム1内には、この吸気口1bからサーバルーム1外の空気が供給される。サーバ2によって加熱されたサーバルーム1内の高温の空気は、後述する排気導入部20、及びダクト10を通して排気される。

[0012] (ダクト)

ダクト10は、上下方向Dvに延びる筒状をなしている。このダクト10は、サーバルーム1の上下方向Dvに延びる側壁1aに沿うように配置されている。ダクト10の長さは、適宜変更可能である。ただし、ダクト10の長さは、例えば1m以上500m以下であることが好ましい。本実施形態では、ダクト10の下端部が閉塞されている。ダクト10の上部には、空気排出口11が形成されている。ダクト10は、第1筒部10aと、第2筒部10bと、を有する。第1筒部10aは、サーバルーム1の側壁1aに沿って、上下方向Dvに延びている。第2筒部10bは、第1筒部10aの上端に設けられている。第2筒部10bは、第1筒部10aと連通している。第2筒部10bは、第1筒部10aの上端から上方に延びている。第2筒部10bは、上方に向かうにしたがって漸次水平方向で側壁1aから離間する方向

に向くように延びている。第2筒部10bは、第1筒部10aとは反対側の端部に、開口部を有している。この開口部が、ダクト10の空気排出口11である。空気排出口11は、僅かに下方を向いている。すなわち、空気排出口11の開口方向は、下向きの方成分を有している。

[0013] ダクト10は、第2筒部10bにファン排出口12を有する。ファン排出口12は、空気排出口11とは別に、サーバルーム1の側壁1aを向く方向に設けられている。ファン排出口12は、ダクト10を貫通するように設けられ、ダクト10の内外を連通させている。ファン排出口12は、水平方向に複数（本実施形態では、4個）配置されている。

[0014] （排気導入部）

排気導入部20は、サーバルーム1の内側からダクト10の第1筒部10aに延びている。排気導入部20は、サーバルーム1の側壁1aを貫通する配管である。排気導入部20は、ダクト10における空気排出口11よりも下方の部分に、サーバルーム1からの高温の排気を導入する。本実施形態では、排気導入部20は、水平方向に延びる管状に形成されている。図2に示すように、排気導入部20は、水平方向に複数（本実施形態では、4本）配置されている。排気導入部20は、ダクト10と連通している。

[0015] （ファン）

ファン3は、ダクト10の第2筒部10bに設けられている。ファン3は、サーバルーム1の側壁1aを向くように配置されている。また、ファン3は、各ファン排出口12に取り付けられ、水平方向に複数（本実施形態では、4個）配置されている。ファン3は、空気排出口11から空気が排出されるように回転駆動される。

[0016] （ダンパ）

ダンパ30は、空気排出口11に設けられ、空気排出口11を開閉する。ここで、ダンパ30が空気排出口11を開放する状態を開放状態とし、ダンパ30が空気排出口11を閉塞する状態を閉塞状態とすると、図1では、ダンパ30の開放状態が実線で図示され、ダンパ30の閉塞状態が破線で図示

されている。

[0017] (温度センサ)

温度センサ４は、ダクト１０内の温度を検出する。温度センサ４は、ダクト１０の第１筒部１０ａの内面に取り付けられている。

[0018] (制御装置)

制御装置４０は、サーバ２と、ファン３と、ダンパ３０と、温度センサ４と、電氣的に接続されている。図３に示すように、制御装置４０は、取得部４１と、判定部４２と、ファン稼働部４３と、ファン停止部４４と、ダンパ閉塞部４５と、ダンパ開放部４６と、の各機能部を有する。

[0019] 取得部４１は、外部からの情報を取得する。例えば、取得部４１は、サーバ２が稼働中か否かの情報を取得する。また、取得部４１は、温度センサ４が検出したダクト１０内の温度を取得する。

[0020] 判定部４２は、自然循環条件が満たされたか否かを判定する。自然循環条件とは、ダクト１０内がダクト１０外よりも高温となることにより生じる煙突効果のみによって、サーバ２を十分に冷却できる風量の空気がダクト１０内を自然循環できる条件である。本実施形態の判定部４２は、温度センサ４が検出した温度が所定の閾値を超えた際に自然循環条件が満たされたと判定する。

[0021] ファン稼働部４３は、排気がダクト１０に導入された際に、ファン３を停止状態から回転させる。また、ファン稼働部４３は、ファン３の回転数を調整して、ファン３による排気流量を調整することができる。

ファン停止部４４は、ファン３が回転した後に、自然循環条件が満たされた際にファン３を停止させる。

[0022] ダンパ閉塞部４５は、例えばファン３が回転を始める前に、ダンパ３０を稼働させて空気排出口１１を閉塞させる。

ダンパ開放部４６は、例えばファン３が回転した後に、ダンパ３０を稼働させて空気排出口１１を開放させる。

[0023] (表示部)

表示部 5 は、制御装置 40 に接続されている。表示部 5 には、サーバ冷却システム 100 の状態がリアルタイムで表示される。表示部 5 に表示される情報として、例えば、温度センサ 4 が検出したダクト 10 の温度や、ダクト 10 内を流れる風量等が挙げられる。本実施形態では、ファン 3 による排気流量と、煙突効果による排気流量とが区別して表示される。

[0024] (サーバ冷却システムの動作)

続いて、図 4 のフローを参照して、サーバ冷却システム 100 の動作手順を説明する。

サーバ 2 が稼働すると、サーバ 2 の熱よりサーバルーム 1 の室温が上昇する。そして、高温の排気がサーバルーム 1 からダクト 10 内に導入される。取得部 41 は、サーバ 2 が稼働した情報を取得する（ステップ S11）。ステップ S11 の後、即座に、または所定の時間経過後に、ダンパ閉塞部 45 が、ダンパ 30 を稼働させて空気排出口 11 を閉塞する（ステップ S12）。その後即座に、ファン稼働部 43 が、停止状態のファン 3 を回転させる（ステップ S13）。ファン 3 の回転によって、サーバルーム 1 内の高温の空気がダクト 10 内に導入される。ダクト 10 内に導かれた高温の排気は、ファン排出口 12 からサーバルーム 1 外に排気される。このように、サーバ 2 の稼働直後は、ファン 3 による強制排気によって、サーバルーム 1 内の高温の空気が強制的に排気される。

[0025] ここで、ステップ S13 からのダクト 10 の排気流量と温度の時間変化は、図 5 のようになる。図 5 の横軸は経過時間であり、図 5 の縦軸は、ダクト 10 の温度若しくは、ダクト 10 の排気流量である。図 5 では、ダクト 10 の温度が実線で表示されている。また、図 5 では、ファン 3 による排気流量が破線で表示され、煙突効果による排気流量が一点鎖線で表示されている。図 5 に示すようなダクト 10 の排気流量と温度の時間変化は、例えば表示部 5 に表示される。

[0026] 本実施形態では、ダクト 10 の室内温度を監視しながら、ファン 3 による排気流量をコントロールする。ファン 3 の回転が開始されると、図 5 に示す

ように、ファン３による排気流量が急激に上昇する。これにより、サーバルーム１からダクト１０に送られる排気流量が増大し、ダクト１０内の温度が上昇する。ダクト１０内の温度が上昇すると、ダクト１０内に熱対流による上昇流が生じ、ダクト１０の排気流量が増大する（煙突効果）。

[0027] ファン３の回転開始から所定の時間が経過した時、ファン３の回転数を落とす。これにより、ファン３による排気流量が徐々に減少する。また、温度上昇に伴い、ダンパ開放部４６が、ダンパ３０を稼働させて空気排出口１１の開度を徐々に大きくする（ステップＳ１４）。これにより、煙突効果による排気流量が徐々に増大する。このように、ファン３による強制排気と、煙突効果による自然排気とが併用され、時間経過とともに、煙突効果による自然排気の割合が増大する。

[0028] その後、判定部４２が、煙突効果のみによって、サーバ２を十分に冷却できる風量の空気がダクト１０内を自然循環できる自然循環条件を満たしたか否かを判定する（ステップＳ１５）。本実施形態では、時間経過に伴ってダクト１０内の温度がほぼ一定の値（例えば４０℃）となる。判定部４２は、この一定となったダクト１０内の温度を閾値として、温度センサ４が検出した温度が所定の閾値を超えた際に自然循環条件が満たされたと判定する。この閾値は、条件に応じて適宜変更可能である。

[0029] 自然循環条件が満たされた場合（ステップＳ１５；ＹＥＳ）、ダンパ開放部４６がダンパ３０を稼働して空気排出口１１を完全に開放させる（ステップＳ１６）。その後、ファン停止部４４がファン３を停止させる（ステップＳ１７）。ステップＳ１７により、ファン３による強制排気から煙突効果による自然排気に完全に切り替わる。ステップＳ１７後は、煙突効果によるダクト１０内の空気の自然循環により、サーバルーム１内の高温の空気が排気される。これにより、サーバルーム１内が冷却され、サーバルーム１の室温が一定に保たれる。

以上の手順で、冷却システムが動作する。

[0030] サーバ冷却システム１００の動作手順は、適宜変更可能である。例えば、

ステップS 1 2とステップS 1 3とは同時に行われてもよい。また、ステップS 1 6とステップS 1 7とは、同時に行われてもよい。

[0031] (作用効果)

本実施形態では、サーバ冷却システム100は、ダクト10と、排気導入部20と、ファン3と、制御装置40と、を備える。ダクト10は、上下方向Dvに延びる筒状をなしている。ダクト10の上部には、空気排出口11が形成されている。排気導入部20は、ダクト10における空気排出口11よりも下方の部分に設けられている。排気導入部20は、サーバルーム1からの排気を導入する。ファン3は、ダクト10に設けられている。ファン3は、空気排出口11から空気が排出されるように回転駆動される。制御装置40は、ファン稼働部43と、ファン停止部44と、を有する。ファン稼働部43は、サーバルーム1からの排気がダクト10に導入された際に、ファン3を停止状態から回転させる。ファン停止部44は、ファン3が回転した後に、自然循環条件が満たされた際にファン3を停止させる。

[0032] 上記構成によれば、サーバルーム1からの高温の排気がダクト10に導入された際、制御装置40が停止状態のファン3を回転させる。これにより、排気開始後しばらくの間は、サーバルーム1内の空気がファン3の送風力によって強制的に排気される。

ダクト10内には、サーバルーム1からの高温の排気が供給されるため、ダクト10内はダクト10外よりも高温となる。これにより、ダクト10内に上昇流が生じる。この上昇流によって、サーバルーム1内の空気がダクト10内に引き込まれる。このような現象は、煙突効果と呼ばれる。排気開始直後は煙突効果による排気流量が少ないが、ファン3によって強制的に高温の排気がダクト10内に多量に供給される。これにより、ダクト10の温度が急激に上昇し、煙突効果による排気流量が増大する。その後、煙突効果による排気流量のみによって、サーバルーム1内から十分に排気されるようになる。このような状態となる条件を、自然循環条件とする。本態様では、この自然循環条件が満たされた際、制御装置40がファン3を停止させる。こ

れにより、煙突効果のみによってサーバルーム 1 内の高温の空気が十分に排気され、サーバルーム 1 内が十分に冷却されるようになる。よって、本実施形態によれば、最終的に、煙突効果による空気の自然循環を利用して十分な冷却性能を確保することが可能となる。

[0033] 本実施形態では、サーバ冷却システム 100 は、ダクト 10 内の温度を検出する温度センサ 4 をさらに備える。制御装置 40 は、自然循環条件が満たされたか否かを判定する判定部 42 を有する。判定部 42 は、温度センサ 4 が検出した温度が所定の閾値を超えた際に自然循環条件が満たされたと判定する。

[0034] これにより、判定部 42 は、ダクト 10 の温度から自然循環条件が満たされたか否かを判定することができる。よって、制御装置 40 が、自然循環条件の判定を精度良く行うことができる。

[0035] なお、温度センサ 4 は、設けられていなくてもよい。この場合、例えば、判定部 42 は、ファン 3 が回転を始めてから所定の時間が経過した際に自然循環条件が満たされたと判定してもよい。

[0036] この場合、判定部 42 は、ファン 3 の回転開始後に経過した時間から自然循環条件が満たされたか否かを判定することができる。自然循環条件の判定のために、別の装置を設ける必要がなくなり、サーバ冷却システム 100 の構成を簡素化できる。

[0037] 本実施形態では、サーバ冷却システム 100 は、空気排出口 11 を開閉するダンパ 30 をさらに備える。ダクト 10 は、空気排出口 11 とは別に設けられたファン排出口 12 をさらに有する。ファン排出口 12 には、ファン 3 が取り付けられている。制御装置 40 は、ダンパ閉塞部 45 と、ダンパ開放部 46 と、をさらに有する。ダンパ閉塞部 45 は、ファン 3 が回転を始める前に、ダンパ 30 を稼働させて空気排出口 11 を閉塞させる。ダンパ開放部 46 は、ファン 3 が回転した後に、ダンパ 30 を稼働させて空気排出口 11 を開放させる。

[0038] これにより、ファン 3 の回転時には、サーバ冷却システム 100 は、ファ

ン3が設置されたファン排出口12をメインの排出口として、ダクト10内の空気を排出することができる。よって、サーバ冷却システム100は、ファン3による排気を効率良く行うことができる。

また、煙突効果による排気流量が十分に増大した後は、ファン3を停止して、空気排出口11を開口してファン排出口12と空気排出口11の両方からダクト10内の空気が排気される。よって、ファン3の停止時には、サーバ冷却システム100は、排出口の開口面積を増大させ、排気流量を増大させることができる。

よって、本実施形態によれば、サーバ冷却システム100は、タイミングに応じてダクト10内の空気を効率良く排気することが可能となり、サーバ冷却システム100の冷却効率がより一層向上される。

[0039] 本実施形態では、ダクト10は、上下方向Dvに延びる第1筒部10aと、第1筒部10aの上端に設けられ、第1筒部10aと連通する第2筒部10bと、を有する。第2筒部10bは、上方に向かうにしたがって漸次水平方向で側壁1aから離間する方向に向くように延びている。第2筒部10bは、第1筒部10aとは反対側の端部に、空気排出口11を有している。空気排出口11は、僅かに下方を向くように、第2筒部10bは湾曲されている。

これにより、雨水等が空気排出口11を通してダクト10内に侵入することが抑制される。

[0040] <第2実施形態>

(サーバ冷却システムの構成)

以下、本開示の第2実施形態に係るサーバ冷却システム200について、図6～図8を参照して説明する。前述した実施形態と同様の構成については、同一の名称、同一の符号を付す等して説明を適宜省略する。図6には、空気の流れに加えて、後述する循環冷媒Rの流れが、矢印で図示されている。

[0041] 本実施形態では、サーバルーム1には、吸気口1bに加えて、排気口1cが形成されている。排気口1cは、サーバルーム1内の高温の空気をサーバ

ルーム 1 外に排気する。

[0042] また、ダクト 10 は、上部に形成された空気排出口 11 に加えて、下部に形成された空気導入口 13 を有する。空気導入口 13 は、ダクト 10 の第 1 筒部 10a の下端に設けられている。空気導入口 13 は、第 1 筒部 10a を上下方向 Dv に貫通している。空気導入口 13 は、外気をダクト 10 内に供給する。空気導入口 13 からダクト 10 内に導入された空気は、空気排出口 11 を通ってダクト 10 外に排出される。

[0043] (冷媒導入部)

また、サーバ冷却システム 200 は、排気導入部 20 に代えて、冷媒導入部 50 を備える。冷媒導入部 50 は、上下方向 Dv で空気導入口 13 と空気排出口 11 との間に、サーバルーム 1 からの循環冷媒 R を導入する。循環冷媒 R は、サーバルーム 1 内の熱を吸収した後、ダクト 10 内に供給される。循環冷媒 R は、例えばサーバ 2 と直接熱交換を行った後にダクト 10 内に供給される。

[0044] 冷媒導入部 50 は、熱交換部 51 と、冷媒供給管 52 と、冷媒排出管 53 と、を有する。

熱交換部 51 は、ダクト 10 内に配置されて循環冷媒 R とダクト 10 内の空気との間で熱交換を行わせる。本実施形態では、熱交換部 51 は、ダクト 10 の第 1 筒部 10a 内に配置されている。

[0045] 冷媒供給管 52 は、サーバルーム 1 内から水平方向に延び、熱交換部 51 に接続されている。冷媒供給管 52 は、サーバルーム 1 の側壁 1a と、ダクト 10 の第 1 筒部 10a とを貫通している。冷媒供給管 52 は、サーバルーム 1 の熱を吸収した循環冷媒 R を熱交換部 51 に供給する。

冷媒排出管 53 は、熱交換部 51 から水平方向延び、サーバルーム 1 内に延びている。冷媒排出管 53 は、サーバルーム 1 の側壁 1a と、ダクト 10 の第 1 筒部 10a とを貫通している。冷媒排出管 53 は、熱交換部 51 でサーバ 2 内の空気と熱交換を行って冷却された循環冷媒 R をサーバルーム 1 内に戻す。冷媒排出管 53 からサーバルーム 1 内に戻された循環冷媒 R は、再

び、サーバルーム 1 内の熱を吸収した後、冷媒供給管 5 2 を通って熱交換部 5 1 に供給される。

[0046] (制御装置)

図 7 に示すように、制御装置 4 0 は、機能部として、冷媒操作部 4 7 をさらに有する。

冷媒操作部 4 7 は、冷媒導入部 5 0 を稼働させて循環冷媒 R をダクト 1 0 内に導入する。

また、本実施形態のファン稼働部 4 3 は、循環冷媒 R がダクト 1 0 内に導入された際に、ファン 3 を停止状態から回転させる。

[0047] (サーバ冷却システムの動作)

続いて、図 8 のフローを参照して、サーバ冷却システム 2 0 0 の動作手順を説明する。

サーバ 2 が稼働すると、サーバ 2 の熱よりサーバルーム 1 の室温が上昇する。取得部 4 1 は、サーバ 2 が稼働した情報を取得する（ステップ S 2 1）。ステップ S 2 1 の後、即座に、冷媒操作部 4 7 が、冷媒導入部 5 0 を稼働させて、循環冷媒 R をダクト 1 0 内に導入する（ステップ S 2 2）。その後、即座に、または所定の時間経過後に、ダンパ閉塞部 4 5 が、ダンパ 3 0 を稼働させて空気排出口 1 1 を閉塞する（ステップ S 2 3）。その後即座に、ファン稼働部 4 3 が、停止状態のファン 3 を回転させる（ステップ S 2 4）。ファン 3 の回転によって、空気導入口 1 3 からダクト 1 0 内へ外気が導入される。ダクト 1 0 内に導入された空気は、ファン排出口 1 2 から排出される。このように、サーバ 2 の稼働直後は、ファン 3 による強制排気によって、ダクト 1 0 の空気を強制的に排気する。ダクト 1 0 内に導かれた外気は、冷媒導入部 5 0 によってダクト 1 0 内に導入された循環冷媒 R を冷却する。ダクト 1 0 内で冷却された循環冷媒 R は、サーバルーム 1 内に戻される。

[0048] 循環冷媒 R から伝達される熱によって、サーバルーム 1 からダクト 1 0 に送られる排気流量が増大し、ダクト 1 0 内の温度が上昇する。ダクト 1 0 内の温度が上昇すると、ダクト 1 0 内に熱対流による上昇流が生じ、ダクト 1

0の排気流量が増大する（煙突効果）。

[0049] 本実施形態でも、ダクト10の室内温度を監視しながら、ファン3による排気流量をコントロールする。

ファン3の回転開始から所定の時間が経過した時、ファン3の回転数を落とす。これにより、ファン3による排気流量が徐々に減少する。また、温度上昇に伴い、ダンパ開放部46が、ダンパ30を稼働させて空気排出口11の開度を徐々に大きくする（ステップS25）。これにより、煙突効果による排気流量が徐々に増大する。このように、ファン3による強制排気と、煙突効果による自然排気とが併用され、時間経過とともに、煙突効果による自然排気の割合が増大する。

[0050] その後、判定部42が、煙突効果のみによって、サーバ2を十分に冷却できる風量の空気がダクト10内を自然循環できる自然循環条件を満たしたか否かを判定する（ステップS26）。本実施形態でも、第1実施形態と同様に、判定部42は、温度センサ4が検出した温度が所定の閾値を超えた際に自然循環条件が満たされたと判定する。

[0051] 自然条件が満たされた場合（ステップS26；YES）、ダンパ開放部46がダンパ30を稼働して空気排出口11を完全に開放させる（ステップS27）。その後、ファン停止部44がファン3を停止させる（ステップS28）。ステップS28により、ファン3による強制排気から煙突効果による自然排気に完全に切り替わる。ステップS28後は、煙突効果によるダクト10内の空気の自然循環により、ダクト10内に新鮮な空気が供給され続ける。これにより、サーバルーム1の熱を吸収した循環冷媒がダクト10内で十分に冷却される。ダクト10内で冷却された循環冷媒Rは、サーバルーム1内に戻され、サーバルーム1を冷却する。これにより、サーバルーム1の室温が一定に保たれる。

以上の手順で、冷却システムが動作する。

[0052] サーバ冷却システム200の動作手順は、適宜変更可能である。例えば、ステップS23とステップS24とは同時に行われてもよい。また、ステッ

プS 2 7とステップS 2 8とは、同時に行われてもよい。

[0053] (作用効果)

本実施形態では、サーバ冷却システム200は、ダクト10と、冷媒導入部50と、ファン3と、制御装置40と、を備える。ダクト10は、上下方向Dvに延びる筒状をなしている。ダクト10の下部には、空気導入口13が形成され、ダクト10の上部には、空気排出口11が形成されている。冷媒導入部50は、ダクト10における空気導入口13と空気排出口11との間に、サーバルーム1からの循環冷媒Rを導入する。冷媒導入部50は、ダクト10内に配置されて循環冷媒Rとダクト10内の空気との間で熱交換を行わせる熱交換部51を有する。ファン3は、ダクト10に設けられている。ファン3は、空気排出口11から空気が排出されるように回転駆動される。制御装置40は、ファン稼働部43と、ファン停止部44と、を有する。ファン稼働部43は、循環冷媒Rがダクト10に導入された際に、ファン3を停止状態から回転させる。ファン停止部44は、ファン3が回転した後に、自然循環条件が満たされた際にファン3を停止させる。

[0054] 上記構成によれば、サーバルーム1から高温の循環冷媒がダクト10内に導入された際、制御装置40が停止状態のファン3を回転させる。これにより、排気開始後しばらくの間は、ファン3の送風力によって強制的にダクト10内を排気することができる。

循環冷媒Rはサーバルーム1内の熱を回収した状態で、ダクト10内に供給される。ダクト10内に供給された冷媒は、熱交換部51によってダクト10内の空気に熱を供給する。この熱により、ダクト10内の空気が加熱され、ダクト10内はダクト10外よりも高温となる。これにより、ダクト10内に上昇流が生じる。この上昇流によって、サーバルーム1内の空気がダクト10内に引き込まれる(煙突効果)。排気開始直後は煙突効果による排気流量が少ないが、循環冷媒Rの熱がダクト10内を加熱し、ダクト10の温度が急激に上昇する。これにより、煙突効果による排気流量が増大する。その後、煙突効果による排気流量のみによって、ダクト10内から十分に排

気されるようになり、自然循環条件が満たされる。本実施形態では、この自然循環条件が満たされた際、制御装置40がファン3を停止させる。これにより、煙突効果のみによってダクト10内の空気が十分に排気される。このため、循環冷媒Rと空気との熱交換が効率良く行われるようになり、サーバルーム1内を、循環冷媒Rを介してダクト10内を流れる空気によって十分に冷却することができる。

よって、本実施形態によれば、最終的に、煙突効果による空気の自然循環を利用して十分な冷却性能を確保することが可能となる。

[0055] また、図9に示すように、冷媒導入部50は、熱交換部51の外面に設けられたフィン57をさらに有してもよい。具体的に、冷媒導入部50は、供給側ヘッダ54と、排出側ヘッダ55と、接続管56と、フィン57と、を有する。

[0056] 供給側ヘッダ54は、冷媒供給管52に接続されている。供給側ヘッダ54には、循環冷媒が供給される。

排出側ヘッダ55は、冷媒排出管53に接続されている。排出側ヘッダ55は、熱交換部51でダクト10内の空気と熱交換を行い冷却された後の循環冷媒Rを冷媒排出管53に排出する。

[0057] 接続管56は、供給側ヘッダ54と、排出側ヘッダ55とを接続している。接続管56は、複数本設けられている。

フィン57は、接続管56の外周面から張り出すように取り付けられている。フィン57は板状に形成されている。フィン57は複数枚設けられている。各フィン57は、複数の接続管56に貫通されるように取り付けられている。

[0058] このように、本変形例では、冷媒導入部50は、熱交換部51の外面に設けられたフィン57をさらに有する。

[0059] これにより、フィン57が熱交換部51の表面積を増大させる。よって、熱交換部51の熱交換効率が向上する。したがって、サーバ冷却システム100の冷却性能がより一層向上する。

[0060] また、本実施形態でも、第1実施形態と同様に、温度センサ4が設けられていなくてもよい。この場合には、判定部42は、ファン3が回転を始めてから所定の時間が経過した際に自然循環条件が満たされたと判定してもよい。

[0061] <第3実施形態>

(サーバ冷却システムの構成)

以下、本開示の第3実施形態に係るサーバ冷却システム300について、図10～図11を参照して説明する。前述した実施形態と同様の構成については、同一の名称、同一の符号を付す等して説明を適宜省略する。図10には、空気の流れに加えて、後述する循環冷媒Rの流れが、矢印で図示されている。

[0062] 本実施形態では、図10に示すように、ダクト10の第1筒部10aの下端部は、第1実施形態と同様に閉塞されている。

また、本実施形態のサーバ冷却システム300は、第1実施形態と排気導入部20と、第2実施形態の冷媒導入部50と、を備える。

冷媒導入部50は、排気導入部20の下方に設けられている。冷媒導入部50は、第2実施形態と同様に、サーバルーム1の熱を吸収した循環冷媒Rをダクト10内に供給し、熱交換部51でダクト10内の空気と熱交換を行う。

[0063] ダクト10内に供給された循環冷媒Rは、ダクト10内の空気に熱を吸収されて冷却される。その後、再びサーバルーム1内に戻される。

循環冷媒Rがダクト10内で十分に冷却されない場合、冷媒排出管53をチラー等の別置の熱交換器（不図示）に接続して循環冷媒Rをさらに冷却してもよい。

[0064] 本実施形態のファン稼働部43は、サーバルーム1からの排気がダクト10に導入されるとともに循環冷媒Rがダクト10内に導入された際に、ファン3を停止状態から回転させる。

[0065] (サーバ冷却システムの動作)

続いて、図 11 のフローを参照して、サーバ冷却システム 300 の動作手順を説明する。

サーバ 2 が稼働すると、サーバ 2 の熱よりサーバルーム 1 の室温が上昇する。そして、高温の排気がサーバルーム 1 からダクト 10 内に導入される。取得部 41 は、サーバ 2 が稼働した情報を取得する（ステップ S31）。ステップ S31 の後、即座に、冷媒操作部 47 が、冷媒導入部 50 を稼働させて、循環冷媒をダクト 10 内に導入する（ステップ S32）。その後、即座に、または所定の時間経過後に、ダンパ閉塞部 45 が、ダンパ 30 を稼働させて空気排出口 11 を閉塞する（ステップ S33）。その後即座に、ファン稼働部 43 が、停止状態のファン 3 を回転させる（ステップ S34）。ファン 3 の回転によって、サーバルーム 1 内の高温の空気がダクト 10 内に導入される。ダクト 10 内に導かれた高温の排気は、ファン排出口 12 からサーバルーム 1 外に排気される。このように、サーバ 2 の稼働直後は、ファン 3 による強制排気によって、サーバルーム 1 内の高温の空気が強制的に排気される。

[0066] 本実施形態でも、ダクト 10 の室内温度を監視しながら、ファン 3 による排気流量をコントロールする。ファン 3 の回転が開始されると、サーバルーム 1 からダクト 10 に送られる排気流量が増大し、ダクト 10 内の温度が上昇する。

また、ダクト 10 内には、サーバルーム 1 の熱を吸収した循環冷媒 R が供給される。サーバルーム 1 からの循環冷媒 R によってダクト 10 内の空気が加熱され、ダクト 10 内の温度がさらに上昇する。

[0067] ダクト 10 内の温度が上昇すると、ダクト 10 内に熱対流による上昇流が生じ、ダクト 10 の排気流量が増大する（煙突効果）。

[0068] ファン 3 の回転開始から所定の時間が経過した時、ファン 3 の回転数を落とす。これにより、ファン 3 による排気流量が徐々に減少する。また、温度上昇に伴い、ダンパ開放部 46 が、ダンパ 30 を稼働させて空気排出口 11 の開度を徐々に大きくする（ステップ S35）。これにより、煙突効果によ

る排気流量が徐々に増大する。このように、ファン3による強制排気と、煙突効果による自然排気とが併用され、時間経過とともに、煙突効果による自然排気の割合が増大する。

[0069] ファン3の回転開始から所定の時間が経過した時、ファン3の回転数を落とす。これにより、ファン3による排気流量が徐々に減少する。また、温度上昇に伴い、ダンパ開放部46が、ダンパ30を稼働させて空気排出口11の開度を徐々に大きくする（ステップS35）。これにより、煙突効果による排気流量が徐々に増大する。このように、ファン3による強制排気と、煙突効果による自然排気とが併用され、時間経過とともに、煙突効果による自然排気の割合が増大する。

[0070] その後、判定部42が、煙突効果のみによって、サーバ2を十分に冷却できる風量の空気がダクト10内を自然循環できる自然循環条件を満たしたか否かを判定する（ステップS37）。本実施形態でも、第1実施形態と同様に、判定部42は、温度センサ4が検出した温度が所定の閾値を超えた際に自然循環条件が満たされたと判定する。

[0071] 自然条件が満たされた場合（ステップS37；YES）、ダンパ開放部46がダンパ30を稼働して空気排出口11を完全に開放させる（ステップS37）。その後、ファン停止部44がファン3を停止させる（ステップS38）。ステップS38により、ファン3による強制排気から煙突効果による自然排気に完全に切り替わる。ステップS38後は、煙突効果によるダクト10内の空気の自然循環により、サーバルーム1内の高温の空気が排気される。これにより、サーバルーム1内が冷却され、サーバルーム1の室温が一定に保たれる。

以上の手順で、冷却システムが動作する。

[0072] サーバ冷却システム300の動作手順は、適宜変更可能である。例えば、ステップS33とステップS34とは同時に行われてもよい。また、ステップS37とステップS38とは、同時に行われてもよい。

[0073] （作用効果）

本実施形態では、サーバ冷却システム300は、冷媒導入部50をさらに備える。冷媒導入部50は、ダクト10における空気排出口11の下方に、サーバルーム1からの循環冷媒Rを導入する。冷媒導入部50は、熱交換部51を有する。熱交換部51は、ダクト10内に配置されて循環冷媒Rとダクト10内の空気との間で熱交換を行わせる。ファン稼働部43は、サーバルーム1からの排気がダクト10に導入されるとともに循環冷媒Rがダクト10に導入された際に、ファン3を停止状態から回転させる。

[0074] これにより、循環冷媒Rはサーバルーム1内の熱を回収した状態で、ダクト10内に供給される。ダクト10内に供給された循環冷媒Rは、熱交換部51によってダクト10内の空気に熱を供給する。この熱により、ダクト10内の空気がさらに加熱され、煙突効果による排気流量が増大する。よって、ダクト10内からより多くの高温の空気を排気することが可能となり、冷却性能がより一層向上する。

[0075] また、図12に示すように、サーバ冷却システム300は、第1耐震部材6と、第2耐震部材7と、をさらに備えてもよい。

[0076] 第1耐震部材6は、排気導入部20とサーバルーム1の側壁1aとの接続部に設けられている。第1耐震部材6は、例えば排気導入部20の外周面に装着されたゴムダンパである。第1耐震部材6が、収縮することにより、側壁1aを介してダクト10に伝達される振動を吸収することができる。

[0077] 第2耐震部材7は、冷媒導入部50とサーバルーム1の側壁1aとの接続部に設けられている。第2耐震部材7は、例えば冷媒供給管52の外周面と冷媒排出管53の外周面に装着されたゴムダンパである。第2耐震部材7が、収縮することにより、例えば側壁1aを介してダクト10に伝達される振動を吸収することができる。

このように、ダクト10がサーバルーム1の側壁1aから離間して設けられている場合であっても、第1耐震部材6と第2耐震部材7にダクト10の振動を吸収させ、ダクト10の耐震性を確保することができる。

なお、第1耐震部材6と第2耐震部材7は、ゴムダンパに限られない。例

えば、第1耐震部材6と第2耐震部材7とは、じゃばら構造によって振動を吸収するものであってもよい。

[0078] 上述した第1耐震部材6は、第1実施形態のサーバ冷却システム100に適用可能である。また、第2耐震部材7は、第2実施形態のサーバ冷却システム200に適用可能である。

[0079] また、本実施形態でも、第1実施形態と同様に、温度センサ4が設けられていなくてもよい。この場合には、判定部42は、ファン3が回転を始めてから所定の時間が経過した際に自然循環条件が満たされたと判定してもよい。

[0080] また、本実施形態でも、第2実施形態と同様に、冷媒導入部50の熱交換部51は、外周面にフィン57を有してもよい。すなわち、熱交換部51は、供給側ヘッダ54と、排出側ヘッダ55と、接続管56と、フィン57と、を有してもよい。

[0081] (その他の実施形態)

以上、本開示の実施の形態について図面を参照して詳述したが、具体的な構成はこの実施の形態に限られるものではなく、本開示の要旨を逸脱しない範囲の設計変更等も含まれる。

[0082] 例えば、図13に示すように、サーバ冷却システム100は、断熱材8をさらに備えてもよい。断熱材8は、ダクト10の外周面のうち、サーバルーム1の側壁1aとは反対側を向く側面10cに設けられている。

[0083] 断熱材8がダクト10内の空気がダクト10外に放熱されることを抑制する。これにより、ダクト10内の空気の温度低下が抑制される。よって、本実施形態によれば、サーバ冷却システム100は、煙突効果による排気流量の減少を抑制することができる。

[0084] なお、断熱材8の設置個所は適宜変更可能である。例えば、断熱材8は、ダクト10の第1筒部10aの外周面の全周に設けられていてもよい。また、断熱材8は、ダクト10の内面に設けられていてもよい。

[0085] また例えば、図14に示すように、サーバ冷却システム100は、加熱機

構 6 0 をさらに備えてもよい。加熱機構 6 0 は、ダクト 1 0 の外周面のうち、サーバルーム 1 の側壁 1 a とは反対側を向く側面 1 0 c に設けられている。加熱機構 6 0 は、ダクト 1 0 内の空気を加熱する。加熱機構 6 0 は、例えば太陽光を吸収する吸収材 6 1 である。

[0086] 加熱機構 6 0 が、ダクト 1 0 内の空気を加熱する。これにより、ダクト 1 0 内の空気の温度低下が抑制される。よって、本実施形態によれば、サーバ冷却システム 1 0 0 は、煙突効果による排気流量の減少を抑制することができる。

また、本変形例の加熱機構 6 0 は、太陽光を吸収する吸収材 6 1 である。このため、太陽光のエネルギーによってダクト 1 0 内の空気を加熱することができる。

[0087] また、図 1 5 に示すように、吸収材 6 1 が設置されるダクト 1 0 の側面 1 0 c は、湾曲している。これにより、側面 1 0 c が平坦面である場合と比較して、吸収材 6 1 の表面積を増大させることができる。よって、吸収材 6 1 は、より多くの太陽光を吸収することができる。

[0088] なお、吸収材 6 1 の設置個所は適宜変更可能である。例えば、吸収材 6 1 は、ダクト 1 0 の第 1 筒部 1 0 a の外周面の全周に設けられていてもよい。

また、加熱機構 6 0 として、吸収材 6 1 に代えて、ヒータを設けてもよい。また、このヒータは、例えばダクト 1 0 内に設置されてもよい。

[0089] また例えば、図 1 6 に示すように、サーバ冷却システム 1 0 0 は、太陽光パネル 9 をさらに備えてもよい。太陽光パネル 9 は、ダクト 1 0 の外周面のうち、サーバルーム 1 の側壁 1 a とは反対側を向く側面 1 0 c に設けられている。太陽光パネル 9 は、ダクト 1 0 の外部から照射される太陽光を電力に変換し、ファン 3 に電力を供給する。

[0090] これにより、サーバ冷却システム 1 0 0 は、ファン 3 の稼働に必要な電力の少なくとも一部を太陽光発電により賄うことができる。

[0091] また、太陽光パネル 9 が設置されるダクト 1 0 の側面 1 0 c を図 1 5 のように湾曲させてもよい。この場合、太陽光パネル 9 の表面積が増大するため

、太陽光パネル 9 の発電量を増大させることができる。

また、太陽光パネル 9 の設置個所は適宜変更可能である。例えば、太陽光パネル 9 は、ダクト 10 の第 1 筒部 10 a の外周面の全周に設けられていてもよい。

[0092] なお、上述した断熱材 8、加熱機構 60、太陽光パネル 9 は、第 1 実施形態のサーバ冷却システム 100 だけでなく、第 2、第 3 実施形態のサーバ冷却システム 200、300 にも適用個可能である。

[0093] 上記各実施形態では、サーバ冷却システム 100、200、300 がダンパ 30 を備える場合について説明したが、これに限られない。サーバ冷却システム 100、200、300 は、ダンパ 30 を備えていなくてもよい。

[0094] (ハードウェア構成)

上述の各実施形態及び各変形例の制御装置 40 は、図 17 に示すコンピュータ 1100 に実装される。コンピュータ 1100 は、プロセッサ 1110、メインメモリ 1120、ストレージ 1130、インタフェース 1140 を備える。

[0095] そして、制御装置 40 の上述した各処理部の動作は、プログラムの形式でストレージ 1130 に記憶されている。プロセッサ 1110 は、プログラムをストレージ 1130 から読み出してメインメモリ 1120 に展開し、当該プログラムに従って上記処理を実行する。また、プロセッサ 1110 は、プログラムに従って、上述した記憶部に対応する記憶領域をメインメモリ 1120 に確保する。

[0096] プログラムは、コンピュータ 1100 に発揮させる機能の一部を実現するためのものであってもよい。例えば、プログラムは、ストレージ 1130 に既に記憶されている他のプログラムとの組み合わせ、又は他の装置に実装された他のプログラムとの組み合わせによって機能を発揮させるものであってもよい。また、コンピュータ 1100 は、上記構成に加えて、又は上記構成に代えて PLD (Programmable Logic Device) などのカスタム LSI (Large Scale Integrated Circuit) を備えてもよい。PLD の例としては、PA

L (Programmable Array Logic)、G A L (Generic Array Logic)、C P L D (Complex Programmable Logic Device)、F P G A (Field Programmable Gate Array) が挙げられる。この場合、プロセッサ 1 1 1 0 によって実現される機能の一部又は全部が当該集積回路によって実現されてよい。

[0097] ストレージ 1 1 3 0 の例としては、磁気ディスク、光磁気ディスク、半導体メモリ等が挙げられる。ストレージ 1 1 3 0 は、コンピュータ 1 1 0 0 のバスに直接接続された内部メディアであってもよいし、インタフェース 1 1 4 0 又は通信回線を介してコンピュータ 1 1 0 0 に接続される外部メディアであってもよい。また、このプログラムが通信回線によってコンピュータ 1 1 0 0 に配信される場合、配信を受けたコンピュータ 1 1 0 0 が当該プログラムをメインメモリ 1 1 2 0 に展開し、上記処理を実行してもよい。ストレージ 1 1 3 0 は、一時的でない有形の記憶媒体であってもよい。

[0098] また、当該プログラムは、前述した機能の一部を実現するためのものであってもよい。さらに、当該プログラムは、前述した機能をストレージ 1 1 3 0 に既に記憶されている他のプログラムとの組み合わせで実現するもの、いわゆる差分ファイル（差分プログラム）であってもよい。

[0099] <付記>

各実施形態に記載のサーバ冷却システム 1 0 0、2 0 0、3 0 0 は、例えば以下のように把握される。

[0100] (1) 第 1 の態様に係るサーバ冷却システム 1 0 0、3 0 0 は、上下方向 D v に延びる筒状をなして、上部に空気排出口 1 1 が形成されたダクト 1 0 と、前記ダクト 1 0 における前記空気排出口 1 1 よりも下方の部分に、サーバルーム 1 からの排気を導入する排気導入部 2 0 と、前記ダクト 1 0 に設けられて、前記空気排出口 1 1 から空気が排出されるように回転駆動されるファン 3 と、制御装置 4 0 と、を備え、前記制御装置 4 0 は、前記排気が前記ダクト 1 0 に導入された際に、前記ファン 3 を停止状態から回転させるファン稼働部 4 3 と、前記ファン 3 が回転した後に、自然循環条件が満たされた際に前記ファン 3 を停止させるファン停止部 4 4 と、を有する。

[0101] 上記構成によれば、サーバルーム1からの高温の排気がダクト10に導入された際、制御装置40が停止状態のファン3を回転させる。

ダクト10内には、サーバルーム1からの高温の排気が供給されるため、ダクト10内はダクト10外よりも高温となる。これにより、ダクト10内に上昇流が生じる。この上昇流によって、サーバルーム1内の空気がダクト10内に引き込まれる。このような現象は、煙突効果と呼ばれる。排気開始直後は煙突効果による排気流量が少ないが、ファン3によって強制的に高温の排気がダクト10内に多量に供給される。これにより、ダクト10の温度が急激に上昇し、煙突効果による排気流量が増大する。その後、煙突効果による排気流量のみによって、サーバルーム1内から十分に排気されるようになる。このような状態となる条件を、自然循環条件とする。本態様では、この自然循環条件が満たされた際、制御装置40がファン3を停止させる。これにより、煙突効果のみによってサーバルーム1内の高温の空気が十分に排気され、サーバルーム1内が十分に冷却されるようになる。

[0102] (2) 第2の態様のサーバ冷却システム100、300は、第1の態様のサーバ冷却システム100、300であって、前記排気導入部20と前記サーバルーム1との接続部に設けられ、振動を吸収可能な第1耐震部材6をさらに備えてもよい。

[0103] これにより、例えば地震が発生した際に、第1耐震部材6がダクト10に伝達される振動を吸収することができる。

[0104] (3) 第3の態様のサーバ冷却システム300は、第1又は第2の態様のサーバ冷却システム300であって、前記ダクト10における前記空気排出口11の下方に、前記サーバルーム1からの循環冷媒Rを導入する冷媒導入部50をさらに備え、前記冷媒導入部50は、前記ダクト10内に配置されて前記循環冷媒Rと前記ダクト10内の空気との間で熱交換を行わせる熱交換部51を有し、前記ファン稼働部43は、前記排気が前記ダクト10に導入されるとともに前記循環冷媒Rが前記ダクト10に導入された際に、前記ファン3を停止状態から回転させてもよい。

- [0105] これにより、循環冷媒Rはサーバールーム1内の熱を回収した状態で、ダクト10内に供給される。ダクト10内に供給された循環冷媒Rは、熱交換部51によってダクト10内の空気に熱を供給する。この熱により、ダクト10内の空気がさらに加熱され、煙突効果による排気流量が増大する。
- [0106] (4) 第4の態様に係るサーバ冷却システム200は、上下方向Dvに延びる筒状をなして、下部に空気導入口13が形成されているとともに上部に空気排出口11が形成されたダクト10と、前記ダクト10における前記空気導入口13と前記空気排出口11との間に、サーバールーム1からの循環冷媒Rを導入する冷媒導入部50と、前記ダクト10に設けられて、前記空気排出口11から空気が排出されるように回転駆動されるファン3と、制御装置40と、を備え、前記冷媒導入部50は、前記ダクト10内に配置されて前記循環冷媒Rと前記ダクト10内の空気との間で熱交換を行わせる熱交換部51を有し、前記制御装置40は、前記循環冷媒Rが前記ダクト10に導入された際に、前記ファン3を停止状態から回転させるファン稼働部43と、前記ファン3が回転した後に、自然循環条件が満たされた際に前記ファン3を停止させるファン停止部44と、を有する。
- [0107] 上記構成によれば、サーバールーム1から高温の循環冷媒がダクト10内に導入された際、制御装置40が停止状態のファン3を回転させる。

循環冷媒Rはサーバールーム1内の熱を回収した状態で、ダクト10内に供給される。ダクト10内に供給された冷媒は、熱交換部51によってダクト10内の空気に熱を供給する。この熱により、ダクト10内の空気が加熱され、ダクト10内はダクト10外よりも高温となる。これにより、ダクト10内に上昇流が生じる。この上昇流によって、サーバールーム1内の空気がダクト10内に引き込まれる(煙突効果)。排気開始直後は煙突効果による排気流量が少ないが、循環冷媒Rの熱がダクト10内を加熱し、ダクト10の温度が急激に上昇する。これにより、煙突効果による排気流量が増大する。その後、煙突効果による排気流量のみによって、ダクト10内から十分に排気されるようになり、自然循環条件が満たされる。本態様では、この自然循

環境条件が満たされた際、制御装置40がファン3を停止させる。これにより、煙突効果のみによってダクト10内の空気が十分に排気される。このため、循環冷媒Rと空気との熱交換が効率良く行われるようになり、サーバルーム1内を、循環冷媒Rを介してダクト10内を流れる空気によって十分に冷却することができる。

[0108] (5) 第5の態様のサーバ冷却システム200、300は、第3又は第4の態様のサーバ冷却システム200、300であって、前記冷媒導入部50は、前記熱交換部51の外面に設けられたフィン57をさらに有してもよい。

[0109] これにより、フィン57が熱交換部51の表面積を増大させる。よって、熱交換部51の熱交換効率が向上する。

[0110] (6) 第6の態様のサーバ冷却システム200、300は、第3から第5の態様のいずれか1つのサーバ冷却システム200、300であって、前記冷媒導入部50と前記サーバルーム1との接続部に設けられ、振動を吸収可能な第2耐震部材7をさらに備えてもよい。

[0111] これにより、例えば地震が発生した際に、第2耐震部材7がダクト10に伝達される振動を吸収することができる。

[0112] (7) 第7の態様のサーバ冷却システム100、200、300は、第1から第6の態様のいずれか1つのサーバ冷却システム100、200、300であって、前記ダクト10内の温度を検出する温度センサ4をさらに備え、前記制御装置40は、前記自然循環条件が満たされたか否かを判定する判定部42を有し、前記判定部42は、前記温度センサ4が検出した温度が所定の閾値を超えた際に前記自然循環条件が満たされたと判定してもよい。

[0113] これにより、判定部42は、ダクト10の温度から自然循環条件が満たされたか否かを判定することができる。

[0114] (8) 第8の態様のサーバ冷却システム100、200、300は、第1から第6の態様のいずれか1つのサーバ冷却システム100、200、300であって、前記制御装置40は、前記自然循環条件が満たされたか否かを判定する判定部42を有し、前記判定部42は、前記ファン3が回転を始めて

から所定の時間が経過した際に前記自然循環条件が満たされたと判定してもよい。

[0115] これにより、判定部42は、ファン3の回転開始後に経過した時間から自然循環条件が満たされたか否かを判定することができる。

[0116] (9) 第9の態様のサーバ冷却システム100、200、300は、第1から第8の態様のいずれか1つのサーバ冷却システム100、200、300であって、前記空気排出口11を開閉するダンパ30をさらに備え、前記ダクト10は、前記空気排出口11とは別に設けられ、前記ファン3が取り付けられたファン排出口12をさらに有し、前記制御装置40は、前記ファン3が回転を始める前に、前記ダンパ30を稼働させて前記空気排出口11を閉塞させるダンパ閉塞部45と、前記ファン3が回転した後に、前記ダンパ30を稼働させて前記空気排出口11を開放させるダンパ開放部46と、をさらに有してもよい。

[0117] これにより、ファン3の回転時には、サーバ冷却システム100は、ファン3が設置されたファン排出口12をメインの排出口として、ダクト10内の空気を排出することができる。よって、サーバ冷却システム100は、ファン3による排気を効率良く行うことができる。

また、煙突効果による排気流量が十分に増大した後は、ファン3を停止して、空気排出口11を開口してファン排出口12と空気排出口11の両方からダクト10内の空気が排気される。よって、ファン3の停止時には、サーバ冷却システム100は、排出口の開口面積を増大させ、排気流量を増大させることができる。

[0118] (10) 第10の態様のサーバ冷却システム100、200、300は、第1から第9の態様のいずれか1つのサーバ冷却システム100、200、300であって、前記ダクト10に設けられた断熱材8をさらに備えてもよい。

[0119] 断熱材8がダクト10内の空気がダクト10外に放熱されることを抑制する。これにより、ダクト10内の空気の温度低下が抑制される。

- [0120] (11) 第11の態様のサーバ冷却システム100、200、300は、第1から第10の態様のいずれか1つのサーバ冷却システム100、200、300であって、前記ダクト10に設けられ、前記ダクト10内の空気を加熱する加熱機構60をさらに備えてもよい。
- [0121] 加熱機構60が、ダクト10内の空気を加熱する。これにより、ダクト10内の空気の温度低下が抑制される。
- [0122] (12) 第12の態様に係るサーバ冷却システム100、200、300は、第1から第11の態様のいずれか1つのサーバ冷却システム100、200、300であって、前記ダクト10に設けられ、前記ダクト10の外部から照射される太陽光を電力に変換する太陽光パネル9をさらに備え、前記太陽光パネル9は、前記ファン3に電力を供給してもよい。
- [0123] これにより、サーバ冷却システム100は、ファン3の稼働に必要な電力の少なくとも一部を太陽光発電により賄うことができる。

産業上の利用可能性

- [0124] 本開示のサーバ冷却システムによれば、十分な冷却性能を確保することができる。

符号の説明

- [0125] 1…サーバルーム 1a…側壁 1b…吸気口 1c…排気口 2…サーバ 3…ファン 4…温度センサ 5…表示部 6…第1耐震部材 7…第2耐震部材 8…断熱材 9…太陽光パネル 10…ダクト 10a…第1筒部 10b…第2筒部 10c…側面 11…空気排出口 12…ファン排出口 13…空気導入口 20…排気導入部 30…ダンパ 40…制御装置 41…取得部 42…判定部 43…ファン稼働部 44…ファン停止部 45…ダンパ閉塞部 46…ダンパ開放部 47…冷媒操作部 50…冷媒導入部 51…熱交換部 52…冷媒供給管 53…冷媒排出管 54…供給側ヘッダ 55…排出側ヘッダ 56…接続管 57…フィン 60…加熱機構 61…吸収材 100…サーバ冷却システム 200…サーバ冷却システム 300…サーバ冷却システム 1100…コンピュータ 1

1 1 0…プロセッサ 1 1 2 0…メインメモリ 1 1 3 0…ストレージ 1
1 4 0…インタフェース D v…上下方向

請求の範囲

- [請求項1] 上下方向に延びる筒状をなして、上部に空気排出口が形成されたダクトと、
- 前記ダクトにおける前記空気排出口よりも下方の部分に、サーバールームからの排気を導入する排気導入部と、
- 前記ダクトに設けられて、前記空気排出口から空気が排出されるように回転駆動されるファンと、
- 制御装置と、
- を備え、
- 前記制御装置は、
- 前記排気が前記ダクトに導入された際に、前記ファンを停止状態から回転させるファン稼働部と、
- 前記ファンが回転した後に、自然循環条件が満たされた際に前記ファンを停止させるファン停止部と、
- を有するサーバ冷却システム。
- [請求項2] 前記排気導入部と前記サーバールームとの接続部に設けられ、振動を吸収可能な第1耐震部材をさらに備える請求項1に記載のサーバ冷却システム。
- [請求項3] 前記ダクトにおける前記空気排出口の下方に、前記サーバールームからの循環冷媒を導入する冷媒導入部をさらに備え、
- 前記冷媒導入部は、前記ダクト内に配置されて前記循環冷媒と前記ダクト内の空気との間で熱交換を行わせる熱交換部を有し、
- 前記ファン稼働部は、前記排気が前記ダクトに導入されるとともに前記循環冷媒が前記ダクトに導入された際に、前記ファンを停止状態から回転させる、請求項1に記載のサーバ冷却システム。
- [請求項4] 上下方向に延びる筒状をなして、下部に空気導入口が形成されているとともに上部に空気排出口が形成されたダクトと、
- 前記ダクトにおける前記空気導入口と前記空気排出口との間に、サ

ーバルームからの循環冷媒を導入する冷媒導入部と、
前記ダクトに設けられて、前記空気排出口から空気が排出されるように回転駆動されるファンと、
制御装置と、
を備え、
前記冷媒導入部は、前記ダクト内に配置されて前記循環冷媒と前記ダクト内の空気との間で熱交換を行わせる熱交換部を有し、
前記制御装置は、
前記循環冷媒が前記ダクトに導入された際に、前記ファンを停止状態から回転させるファン稼働部と、
前記ファンが回転した後に、自然循環条件が満たされた際に前記ファンを停止させるファン停止部と、
を有するサーバ冷却システム。

[請求項5] 前記冷媒導入部は、前記熱交換部の外面に設けられたフィンをさらに有する、請求項3又は4に記載のサーバ冷却システム。

[請求項6] 前記冷媒導入部と前記サーババルームとの接続部に設けられ、振動を吸収可能な第2耐震部材をさらに備える請求項3又は4に記載のサーバ冷却システム。

[請求項7] 前記ダクト内の温度を検出する温度センサをさらに備え、
前記制御装置は、
前記自然循環条件が満たされたか否かを判定する判定部を有し、
前記判定部は、前記温度センサが検出した温度が所定の閾値を超えた際に前記自然循環条件が満たされたと判定する、請求項1から4のいずれか1項に記載のサーバ冷却システム。

[請求項8] 前記制御装置は、
前記自然循環条件が満たされたか否かを判定する判定部を有し、
前記判定部は、前記ファンが回転を始めてから所定の時間が経過した際に前記自然循環条件が満たされたと判定する、請求項1から4の

いずれか 1 項に記載のサーバ冷却システム。

- [請求項9] 前記空気排出口を開閉するダンパをさらに備え、
前記ダクトは、前記空気排出口とは別に設けられ、前記ファンが取り付けられたファン排出口をさらに有し、
前記制御装置は、
前記ファンが回転を始める前に、前記ダンパを稼働させて前記空気排出口を閉塞させるダンパ閉塞部と、
前記ファンが回転した後に、前記ダンパを稼働させて前記空気排出口を開放させるダンパ開放部と、
をさらに有する請求項 1 から 4 のいずれか 1 項に記載のサーバ冷却システム。
- [請求項10] 前記ダクトに設けられた断熱材をさらに備える請求項 1 から 4 のいずれか 1 項に記載のサーバ冷却システム。
- [請求項11] 前記ダクトに設けられ、前記ダクト内の空気を加熱する加熱機構をさらに備える請求項 1 から 4 のいずれか 1 項に記載のサーバ冷却システム。
- [請求項12] 前記ダクトに設けられ、前記ダクトの外部から照射される太陽光を電力に変換する太陽光パネルをさらに備え、
前記太陽光パネルは、前記ファンに電力を供給する請求項 1 から 4 のいずれか 1 項に記載のサーバ冷却システム。