

(19) 日本国特許庁 (JP)

(12) 特 許 公 報 (B2)

(11) 特許番号

特許第6160314号
(P6160314)

(45) 発行日 平成29年7月12日 (2017. 7. 12)

(24) 登録日 平成29年6月23日 (2017. 6. 23)

(51) Int. Cl.

F I

G 0 6 F 1/20 (2006. 01)

G 0 6 F 1/20 D

H 0 5 K 7/20 (2006. 01)

G 0 6 F 1/20 B

H 0 5 K 7/20 U

請求項の数 5 (全 16 頁)

(21) 出願番号 特願2013-142256 (P2013-142256)
 (22) 出願日 平成25年7月8日 (2013. 7. 8)
 (65) 公開番号 特開2015-14971 (P2015-14971A)
 (43) 公開日 平成27年1月22日 (2015. 1. 22)
 審査請求日 平成28年4月5日 (2016. 4. 5)

(73) 特許権者 000005223
 富士通株式会社
 神奈川県川崎市中原区上小田中4丁目1番
 1号
 (74) 代理人 100091672
 弁理士 岡本 啓三
 (72) 発明者 笠嶋 丈夫
 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 宇野 和史
 神奈川県川崎市中原区上小田中4丁目1番
 1号 富士通株式会社内
 (72) 発明者 石鍋 稔
 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】 ファン設置位置決定方法

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項 1】

複数のラックの吸気面側の床にそれぞれ設けられた通風口を介して前記ラック内に収納された電子機器に冷気を供給する構造のデータセンターにおいてファンの設置位置を決定する方法であって、

温度センサにより前記ラックの吸気面の複数の温度測定点における温度を取得する工程と、

前記温度センサが取得した前記吸気面の複数の温度測定点における温度に基づいて制御装置が前記吸気面の二次元温度分布を取得する工程と、

前記吸気面の二次元温度分布に基づいて前記制御装置が前記吸気面における管理基準温度以上のエリアの面積割合が最も大きいラックと2番目に大きいラックとを抽出してそれらのラックの面積割合の差を取得する工程と、

前記面積割合の差が設定値以上のときに、前記制御装置が前記ファンの設置位置を前記面積割合が最も大きいラックの吸気面側であると決定する工程と、

を有することを特徴とするファン設置位置決定方法。

【請求項 2】

温度センサにより前記ラックの上方の空間の複数の温度測定点における温度を取得する工程と、

前記温度センサが取得した前記上方の空間の複数の温度測定点における温度に基づいて前記制御装置が前記ラックの上方の空間の二次元温度分布を取得する工程とを更に有し、

10

20

前記制御装置は、前記面積割合が最も大きいラックと２番目に大きいラックとの面積割合の差が前記設定値よりも小さいときに、前記ラックの吸気面の二次元温度分布と前記ラックの上方の空間の二次元温度分布とから、ラック毎に前記吸気面内の吸気最高温度と、前記吸気面の上方の吸気面上部温度及び周囲上部温度とを抽出し、

前記吸気最高温度と前記吸気面上部温度との差が所定値以下であり、且つ前記吸気面上部温度よりも前記周囲上部温度が高いという条件を満たすラックがないときに、前記吸気面上部温度が最も高いラックの吸気面側を、前記ファンの設置位置とすることを特徴とする請求項 1 に記載のファン設置位置決定方法。

【請求項 3】

前記制御装置は、前記吸気最高温度と前記吸気面上部温度との差が所定値以下であり、且つ前記吸気面上部温度よりも前記周囲上部温度が高いという条件を満たすラックが 1 台のみのときに、前記条件を満たすラックの吸気面側を、前記ファンの設置位置とすることを特徴とする請求項 2 に記載のファン設置位置決定方法。

【請求項 4】

前記制御装置は、前記吸気最高温度と前記吸気面上部温度との差が所定値以下であり、且つ前記吸気面上部温度よりも前記周囲上部温度が高いという条件を満たすラックが複数あるときに、前記周囲上部温度が最も高いラックの吸気面側を、前記ファンの設置位置とすることを特徴とする請求項 2 又は 3 に記載のファン設置位置決定方法。

【請求項 5】

前記データセンターに設置する前記ファンの数は、前記ラックの数の $1 / 10$ 乃至 $3 / 4$ であることを特徴とする請求項 1 乃至 4 のいずれか 1 項に記載のファン設置位置決定方法。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は、ファン設置位置決定方法に関する。

【背景技術】

【0002】

近年、高度情報化社会の到来にともなって計算機（コンピュータ装置）で多量のデータが取り扱われるようになり、多数の計算機を同一室内に設置して一括管理することが多くなっている。例えばデータセンターでは、計算機室内に多数のラック（サーバーラック）を設置し、それぞれのラックに複数の計算機を収納している。そして、それらの計算機にジョブを有機的に配分し、大量のジョブを効率的に処理している。

【0003】

データセンターでは、ジョブの処理にともなって計算機から多量の熱が発生する。このため、熱による計算機の故障、誤動作及び処理能力の低下を回避するために、計算機を冷却する手段が必要となる。

【0004】

一般的なデータセンターの室内は、ラックを設置する機器設置エリアと、機器設置エリアの床下に設けられて電力ケーブルや通信ケーブル等が配置されるフリーアクセスフロアとに分離されている。フリーアクセスフロアには空調機から低温のエアーが供給され、この低温のエアーは機器設置エリアの床に設けられたグリル（通風口）を介して機器設置エリアに送られる。

【0005】

機器設置エリアには、多数のラックが列毎に並んで配置される。一般的なラックでは、ラックの前面から低温のエアーを導入して計算機を冷却し、それにより温度が上昇したエアーを背面から排出するようになっている。以下、ラックの前面（吸気側の面）を吸気面と呼び、ラックの背面（排気側の面）を排気面と呼ぶ。

【0006】

ところで、省エネルギー及び地球温暖化防止の観点から、データセンターで消費する電

10

20

30

40

50

力の削減が要望されている。データセンターでは、計算機を冷却するために多大な電力を消費しており、空調機自体の省電力化とともに、ラックの配置を工夫して効率的な冷却が行われるようにしている。例えば、一般的なデータセンターでは多数のラックを列毎に並べ、且つ隣り合う列のラックを吸気面と吸気面又は排気面と排気面とが向き合うように配置し、吸気面側の床にグリルを配置している。

【0007】

このように、グリルを介して低温のエアが供給されるエリアと、ラックから高温のエアが排出されるエリアとを空間的に分離することにより、冷却効率の向上を図っている。低温のエアが供給されるラック吸気面側のエリアはコールドアイルと呼ばれており、高温のエアが排出されるラック排気面側のエリアは、ホットアイルと呼ばれている。

10

【先行技術文献】

【特許文献】

【0008】

【特許文献1】特開2003-166729号公報

【特許文献2】特開2009-265077号公報

【特許文献3】特開2009-299919号公報

【特許文献4】特開2009-193247号公報

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

【0009】

20

データセンター内においてラックの数よりも少ないファンでラック内の電子機器を効率よく冷却できるファン設置位置決定方法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】

【0010】

開示の技術の一観点によれば、複数のラックの吸気面側の床にそれぞれ設けられた通風口を介して前記ラック内に収納された電子機器に冷気を供給する構造のデータセンターにおいてファンの設置位置を決定する方法であって、温度センサにより前記ラックの吸気面の複数の温度測定点における温度を取得する工程と、

前記温度センサが取得した前記吸気面の複数の温度測定点における温度に基づいて制御装置が前記吸気面の二次元温度分布を取得する工程と、前記吸気面の二次元温度分布に基づいて前記制御装置が前記吸気面における管理基準温度以上のエリアの面積割合が最も大きいラックと2番目に大きいラックとを抽出してそれらのラックの面積割合の差を取得する工程と、前記面積割合の差が設定値以上のときに、前記制御装置が前記ファンの設置位置を前記面積割合が最も大きいラックの吸気面側であると決定する工程とを有するファン設置位置決定方法が提供される。

30

【発明の効果】

【0011】

上記一観点に係るファン設置位置決定方法によれば、ラックの数よりも少ない数のファンで、全てのラック内の電子機器を十分に冷却することができ、その結果データセンターの設備コスト及びランニングコストが低減される。

40

【図面の簡単な説明】

【0012】

【図1】図1は、実施形態に係るファン設置位置決定方法により床下ファンの設置位置を決定するデータセンターの室内を表した模式断面図である。

【図2】図2(a)は光ファイバの敷設状態を示す計算機室の模式断面図であり、図2(b)は同じくその計算機室の上面図である。

【図3】図3は、光ファイバ、温度分布測定装置及び制御装置の接続関係を示す模式図である。

【図4】図4は、ラックの吸気面の二次元温度分布の例を示す図である。

【図5】図5は、ラックの上方の空間の水平面における二次元温度分布の例を示す図であ

50

る。

【図6】図6は、実施形態に係るファン設置位置決定方法を示すフローチャート（その1）である。

【図7】図7は、実施形態に係るファン設置位置決定方法を示すフローチャート（その2）である。

【図8】図8は、計算機室の上面図である。

【図9】図9は、実施例及び比較例を説明する計算機室の平面図である。

【図10】図10（a）はラックの吸気面における二次元温度分布を示す図であり、図10（b）はラックの管理基準温度以上の面積割合を示す図である。

【図11】図11（a）はラックの上方の空間の水平面における二次元温度分布を示す図であり、図11（b）は各ラックの吸気最高温度、吸気面上部温度、及び周囲上部温度を示す図である。

10

【図12】図12（a）は実施例で決定したラックの前のグリルの下方に床下ファンを設置して各ラックの吸気面における二次元温度分布を調べた結果を示す図であり、図12（b）はそのときの各ラックの管理基準温度以上の面積割合を示す図である。

【図13】図13（a）は同じくそのときのラックの上方の空間の水平面における二次元温度分布を示す図であり、図13（b）は各ラックの吸気最高温度、吸気面上部温度、及び周囲上部温度を示す図である。

【図14】図14（a）は比較例で決定したラックの前のグリルの下方に床下ファンを設置して各ラックの吸気面における二次元温度分布を調べた結果を示す図であり、図14（b）はそのときの各ラックの管理基準温度以上の面積割合を示す図である。

20

【図15】図15（a）は同じくそのときのラックの上方の空間の水平面における二次元温度分布を示す図であり、図15（b）は各ラックの吸気最高温度、吸気面上部温度、及び周囲上部温度を示す図である。

【発明を実施するための形態】

【0013】

以下、実施形態について説明する前に、実施形態の理解を容易にするための予備的事項について説明する。

【0014】

前述したように、一般的なデータセンターでは、グリルを介してフリーアクセスフロアから機器設置エリアに低温のエアを供給し、この低温のエアをラック内に取り込んで計算機を冷却している。しかし、ホットアイルからコールドアイルに高温のエアが回り込んだり、計算機の稼働状態に応じて計算機の発熱量が変化するため、全ての計算機を許容上限温度以下に維持することは簡単ではない。

30

【0015】

全ての計算機を許容上限温度以下に維持するために、例えば最も高温の計算機の温度が許容上限温度以下となるように、空調機の設定温度を低くしたり、空調機の吹き出し風量を多くしたりすることが考えられる。しかし、その場合は他の計算機が過剰に冷却されることになり、電力が無駄に消費されてしまう。

【0016】

40

そこで、多くのデータセンターでは、グリルの下に床下ファンと呼ばれる送風機を配置している。そして、例えばラックの吸気面又は排気面の温度に応じて床下ファンの稼働状態を制御し、各計算機の温度が許容上限温度を超えないようにしている。

【0017】

このようなデータセンターにおいて、各ラックの吸気面側のグリルの下にそれぞれ床下ファンを配置すれば、各ラックの吸気面又は排気面の温度に応じてエアの供給量を細かく調整することができる。しかし、その場合はラックの数と同じ数の床下ファンが必要となり、設備コストが高くなる。また、床下ファンの数が多くなると、それによっても消費電力も多くなる。

【0018】

50

以下の実施形態では、データセンター内においてラックの数よりも少ないファンでラック内の電子機器を効率よく冷却できるファン設置位置決定方法について説明する。

【0019】

(実施形態)

図1は、実施形態に係るファン設置位置決定方法により床下ファンの設置位置を決定するデータセンターの室内を表した模式断面図である。

【0020】

機器設置エリア30には複数のラック11が設置されている。それらのラック11は列毎に並んでおり、隣り合う列のラック11は吸気面と吸気面又は排気面と排気面とが向き合うように配置されている。また、各ラック11には、それぞれ複数の計算機12が収納されている。なお、計算機12は電子機器の一例である。

10

【0021】

機器設置エリア30の下にはフリーアクセスフロア31が設けられている。このフリーアクセスフロア31には、電源ケーブルや通信ケーブルが配置されている。また、空調機13の送風口からフリーアクセスフロア31に、低温のエアが供給される。

【0022】

空調機13の送風口からフリーアクセスフロア31に供給されたエアは、機器設置エリア30の床に設けられたグリル(通風口)14を介して機器設置エリア30内に移動する。そして、ラック11の吸気面側からラック11内に入り、ラック11内の計算機12を冷却する。計算機12を冷却することにより温度が上昇したエアは、ラック11の排気面側から排出される。

20

【0023】

機器設置エリア30の上方には排気流路32が設けられている。ラック11から排出されたエアは、排気流路32を通過して空調機13の吸気口に移動する。そして、吸気口から空調機13内に入ったエアは、空調機13により冷却された後、再度送風口からフリーアクセスフロア31に供給される。

【0024】

図1に示すように、グリル14の下方には床下ファン17が配置されている。但し、床下ファン17の数はラック11の数よりも少なく、後述の方法により床下ファン17の配設配置が決定される。

30

【0025】

本実施形態では、床下ファン17の設置位置を決定するために、ラック11の吸気面の温度分布と、ラック11の上方の空間の温度分布とを測定する。そして、本実施形態では、それらの温度分布の測定のために、温度センサとして光ファイバを使用する。

【0026】

図2(a)は光ファイバの敷設状態を示す計算機室の模式断面図であり、図2(b)は同じくその計算機室の上面図である。

【0027】

図2(a)に例示するように、光ファイバ20の一部はフリーアクセスフロア31を通り、ラック11毎にフリーアクセスフロア31からラック11内に引き出され、ラック11の吸気面を一周するように敷設されている。

40

【0028】

また、図2(a)、(b)に例示するように、光ファイバ20の他の一部は、ラック11の上方の空間の温度分布を検出すべく、ラック11から所定の距離だけ上方に離れた空間に水平面に沿ってジグザグに敷設されている。本実施形態では、ラック11の約30cm上方に光ファイバ20を張り巡らしているものとする。

【0029】

なお、本実施形態では、1本の光ファイバ20の一部をラック11の吸気面に敷設し、他の一部をラック11の上方に敷設している。しかし、2本の光ファイバを使用し、その一方をラック11の吸気面に敷設し、他方をラック11の上方に敷設してもよい。

50

【 0 0 3 0 】

図 3 に示すように、光ファイバ 2 0 は、温度分布測定装置 (Distributed Temperature Sensor : D T S) 2 1 に接続されている。また、温度分布測定装置 2 1 は、制御装置 2 2 に接続されている。制御装置 2 2 は、コンピュータを含んで構成されている。

【 0 0 3 1 】

温度分布測定装置 2 1 はレーザ光源を備え、レーザ光源から出射されたレーザ光は光ファイバ 2 0 の端部から光ファイバ 2 0 内に進入する。温度分布測定装置 2 1 は、光ファイバ 2 0 内をレーザ光が通る際に発生する反射光 (ラマン散乱光) を検出し、その反射光の強度と時間とから、光ファイバ 2 0 の長さ方向の温度分布を取得する。

【 0 0 3 2 】

ところで、本願発明者らは、温度分布測定装置で取得した光ファイバの長さ方向の温度分布に対し、伝達関数を用いた補正計算を行う温度測定方法を提案している (特許文献 2 等)。この方法によれば、光ファイバの長さ方向に沿って 1 0 c m ~ 数 1 0 c m の間隔で設定された測定ポイントの温度を精度よく検出することができる。

【 0 0 3 3 】

本実施形態においても、温度分布測定装置 2 1 で取得した温度分布のデータは制御装置 2 2 に送られ、制御装置 2 2 で伝達関数を用いた補正計算が行われる。

【 0 0 3 4 】

また、制御装置 2 2 には、予め光ファイバ 2 0 の敷設状態のデータが記憶されている。そして、制御装置 2 2 は、光ファイバ 2 0 の長さ方向の各測定ポイントの温度のデータと、光ファイバ 2 0 の敷設状態のデータとを使用して、各ラック 1 1 の吸気面の二次元温度分布と、ラック 1 1 の上方の空間の水平面における二次元温度分布とを計算する。

【 0 0 3 5 】

図 4 は、温度分布測定装置 2 1 で取得した温度分布のデータを制御装置 2 2 でデータ処理して得たラック 1 1 の吸気面の二次元温度分布の例を示す図である。図 4 では、3 台のラック 1 1 の吸気面の二次元温度分布を示している。また、図 5 は、温度分布測定装置 2 1 で取得した温度分布のデータを制御装置 2 2 でデータ処理して得たラック 1 1 の上方の空間の水平面における二次元温度分布の例を示している。

【 0 0 3 6 】

制御装置 2 2 により計算された二次元温度分布を画像化すると、温度を色で表したサーモグラフィのような画像が得られる。但し、図 4 , 図 5 では、便宜上、温度分布を等温線で表わしている。

【 0 0 3 7 】

制御装置 2 2 は、各ラック 1 1 の吸気面の二次元温度分布とラック 1 1 の上方の空間の水平面における二次元温度分布とを取得した後、床下ファン 1 7 の設置位置を決定する。

【 0 0 3 8 】

図 6 , 図 7 は、本実施形態に係るファン設置位置決定方法を示すフローチャートである。

【 0 0 3 9 】

まず、ステップ S 1 1 において、オペレータにより、制御装置 2 2 に、設置する床下ファン 1 7 の数 N と、管理基準温度とが設定される。

【 0 0 4 0 】

床下ファン 1 7 の数 N がラック 1 1 の数に比べて極端に少ないと、全てのラック 1 1 内の計算機 1 2 を許容上限温度以下に維持することが難しくなる。

【 0 0 4 1 】

一方、床下ファン 1 7 の数 N をラック 1 1 の数と同程度まで増やすと、全てのラック 1 1 内の計算機 1 2 を許容上限温度以下に冷却することは容易になるものの、床下ファン 1 7 の設置に要する設備コスト及びランニングコストが上昇する。

【 0 0 4 2 】

このため、床下ファン 1 7 の数 N は、ラック 1 1 の数の $1 / 1 0 \sim 3 / 4$ 程度とするこ

10

20

30

40

50

とが好ましい。本実施形態は、床下ファン 17 の数 N を、ラック 11 の数の $1/2$ 程度に設定するものとする。

【0043】

管理基準温度は、ラック 11 の吸気面に供給するエアーの上限温度に基づいて決定される。また、ラック 11 の吸気面に供給するエアーの上限温度は、データセンターの運用ルールにしたがって決定される。ここでは、管理基準温度を 26 とする。

【0044】

次に、ステップ S 12 において、制御装置 22 は、温度分布測定装置 21 から、光ファイバ 20 の長さ方向の温度分布のデータを取得する。そして、制御装置 22 は、温度分布測定装置 21 から取得した温度分布のデータと、光ファイバ 20 の敷設状態のデータとを
10

【0045】

次に、ステップ S 13 に移行し、制御装置 22 は、ラック毎 11 に、吸気面の面積（二次元温度分布を計算したエリアの面積）に対する吸気面内の管理基準温度以上のエリアの面積の割合（以下、「面積割合」という）を計算する。

【0046】

次に、ステップ S 14 に移行し、制御装置 22 は、面積割合が最大のラック 11（以下、「1 番目のラック」ともいう）と、2 番目に大きいラック 11（以下、「2 番目のラック」という）とを抽出し、それらの面積割合の差を計算する。そして、その差が予め設定
20

【0047】

1 番目のラックと 2 番目のラックとの面積割合の差が設定値以上である場合（YES の場合）、1 番目のラックの面積割合が突出して大きいとすることができる。この場合はステップ S 15 に移行し、制御装置 22 は、1 番目のラックの前を、床下ファン 17 の設置位置に決定する。

【0048】

次に、ステップ S 16 に移行し、制御装置 22 は、 N 個全ての床下ファン 17 の設置位置が決定したか否かを判定する。ここで、 N 個全ての床下ファン 17 の設置位置が決定していないと判定した場合（NO の場合）は、ステップ S 14 に戻って処理を継続する。但し、既に床下ファン 17 の配設が決定しているラック 11 は処理の対象から除外する。
30

【0049】

一方、ステップ S 14 で 1 番目のラック 11 と 2 番目のラック 11 との面積割合の差が設定値よりも小さいと判定した場合（NO の場合）には、ステップ S 17 に移行する。

【0050】

ステップ S 17 において、制御装置 22 は、ラック 11 毎に、吸気最高温度 T_A と、吸気面上部温度 T_B と、周囲上部温度 T_C とを抽出する。

【0051】

ここで、吸気最高温度 T_A は、注目するラック 11（以下、「注目ラック」という）の吸気面における最高温度である。この吸気最高温度 T_A は、注目ラックの吸気面の二次元温度分布（図 4 参照）から抽出する。
40

【0052】

また、吸気面上部温度 T_B は、注目ラックの吸気面の上方の空間の温度である。更に、周囲上部温度 T_C は、注目ラックに隣接するラック（以下、「隣接ラック」という）又は隣接する空間（隣にラックがない場合）の吸気面側の上方の空間の温度である。これらの吸気面上部温度 T_B 及び周囲上部温度 T_C は、注目ラックの上方の空間の水平面における二次元温度分布（図 5 参照）から抽出する。

【0053】

図 8 は、計算機室の上面図である。この図 8 中に符号 11 a で示すラックを注目ラックとした場合、符号 11 b で示すラックが隣接ラックである。
50

【 0 0 5 4 】

また、図 8 中に B で示す一点鎖線で囲んだ部分（注目ラック 1 1 a の吸気面側の上方の部分）が、吸気面上部温度 T_B を取得するエリアである。更に、図 8 中に C で示す一点鎖線で囲んだ部分（隣接ラック 1 8 b 又は隣接する空間の吸気面側の部分）が、周囲上部温度 T_C を取得するエリアである。各エリア内の最高温度又は平均温度を、吸気面上部温度 T_B 又は周囲上部温度 T_C とする。

【 0 0 5 5 】

ステップ S 1 7 でラック 1 1 毎に吸気最高温度 T_A と、吸気面上部温度 T_B と、周囲上部温度 T_C とを抽出した後、ステップ S 1 8 に移行する。ステップ S 1 8 において、制御装置 2 2 は、吸気最高温度 T_A と吸気面上部温度 T_B との温度差が所定値（例えば、1 ）以下であり、且つ吸気面上部温度 T_B よりも周囲上部温度 T_C のほうが温度が高いラック 1 1 があるか否かを判定する。

10

【 0 0 5 6 】

一般的に、ラック 1 1 の吸気面側の下方に床下ファン 1 7 を設置してそのラック 1 1 への冷氣供給量を増やすと、トレードオフとしてその他のラック 1 1 の吸気面側への冷氣供給量が減少する。そして、吸気面側への冷氣供給量が減少したラック 1 1 では、排気面側から吸気面側への排気（高温のエア）の回り込みが増加し、ラック 1 1 内の計算機 1 2 を適切に冷却することが困難になってしまう。

【 0 0 5 7 】

上記の条件、すなわち吸気最高温度 T_A と吸気面上部温度 T_B との温度差が所定値以下であり、且つ吸気面上部温度 T_B よりも周囲上部温度 T_C のほうが温度が高いという条件を満たすラック 1 1 がいない場合（NO の場合）は、ステップ S 1 9 に移行する。この場合、あるラック 1 1 の前に床下ファン 1 7 を設置しても、排気の回り込みに起因する他のラック 1 1 の吸気面の温度上昇は少ないと考えられる。

20

【 0 0 5 8 】

従って、この場合は、排気の回り込みを考慮せず、吸気面上部温度 T_B のみで床下ファン 1 7 の設置位置を決定すればよい。すなわち、制御装置 2 2 は、吸気面上部温度 T_B が最も高いラック 1 1 の前を、床下ファン 1 7 の設置位置に決定する。その後、ステップ S 1 6 に移行する。

【 0 0 5 9 】

一方、吸気面最高温度 T_A と吸気面上部温度 T_B との差が小さく、且つ吸気面上部温度 T_B よりも周囲上部温度 T_C のほうが高温であるという条件を満たすラック 1 1 では、吸気面に供給されている気流が周囲の高温排気と連結していることが多い。その場合、グリル 1 4 を介して吸気面側に供給される冷氣の量が減少すると、ラック 1 1 内に進入する高温の排気の流量が増加する可能性が高い。

30

【 0 0 6 0 】

そこで、上記の条件を満たすラックがあると判定した場合（ステップ S 1 8 で YES の場合）は、ステップ S 1 8 からステップ S 2 0 に移行する。そして、ステップ S 2 0 において、制御装置 2 2 は、上記の条件を満たすラックが 1 つか否かを判定する。

【 0 0 6 1 】

上記の条件を満たすラックが 1 つであると制御装置 2 2 が判定した場合（YES の場合）、ステップ S 2 0 からステップ S 2 1 に移行する。そして、制御装置 2 2 は、上記の条件を満たすラック 1 1 の前を、床下ファン 1 7 の設置位置に決定する。その後、ステップ S 1 6 に移行する。

40

【 0 0 6 2 】

また、ステップ S 2 0 で上記の条件を満たすラックが複数あると判定した場合（NO の場合）は、ステップ S 2 2 に移行する。この場合、制御装置 2 2 は、排気面側から吸気面側に回り込むエアの温度が高温である可能性が高いラック 1 1、すなわち周囲上部温度 T_C が高いほうのラック 1 1 の前を、床下ファン 1 7 の設置位置に決定する。その後、ステップ S 1 6 に移行する。

50

【 0 0 6 3 】

ステップ S 1 6 では、N 個全ての床下ファン 1 7 の設置位置が決定したか否かを判定する。ここで、N 個全ての床下ファン 1 7 の配置が決定していないと制御装置 2 2 が判定した場合（N O の場合）は、ステップ S 1 4 に戻って処理を継続する。但し、既に床下ファン 1 7 の設置が決定しているラック 1 1 は処理の対象から除外する。

【 0 0 6 4 】

一方、ステップ S 1 6 において、N 個全ての床下ファン 1 7 の設置位置が決定していると制御装置 2 2 が判定した場合（Y E S の場合）は、処理を終了する。

【 0 0 6 5 】

本実施形態では、各ラック 1 1 の吸気面における二次元温度分布と、ラック 1 1 の上方の空間の水平面における二次元温度分布とから、排気面側から吸気面側への高温排気の回り込みを考慮しつつ、床下ファン 1 7 の設置位置を決定する。これにより、ラック 1 1 の数よりも少ない数の床下ファン 1 7 で、全てのラック 1 1 内の計算機 1 2 を十分に冷却することができる。その結果、データセンターの設備コスト及びランニングコストを低減できるという効果を奏する。

【 0 0 6 6 】

なお、上述の実施形態では温度分布の測定に光ファイバ 2 0 を使用しているが、熱電対又はその他の温度センサを用いて各ラック 1 1 の吸気面の温度分布及びラック 1 1 の上方の空間の温度分布を取得するようにしてもよい。

【 0 0 6 7 】

また、上述の実施形態は、既に床下ファンを設置して運用しているデータセンターにおいて、床下ファンの数を増減する場合にも適用できる。

【 0 0 6 8 】

（実施例及び比較例）

以下、図 9 に平面図を示す計算機室内の 3 台のラック 4 1 ~ 4 3 に対し、1 台の床下ファンの設置位置を決定する場合の実施例及び比較例について説明する。

【 0 0 6 9 】

まず、ラック 4 1 ~ 4 3 について、吸気面の二次元温度分布と、ラック上方の空間の水平面における二次元温度分布を測定した。なお、管理基準温度は 2 6 とした。

【 0 0 7 0 】

図 1 0 (a) はラック 4 1 ~ 4 3 の吸気面における二次元温度分布を示す図であり、図 1 0 (b) はラック 4 1 ~ 4 3 の管理基準温度以上の面積割合を示す図である。図 1 0 (a) 中の は、光ファイバ 2 0 の長さ方向に沿って設定された測定ポイントを示している。

【 0 0 7 1 】

図 1 0 (b) に示すように、ラック 4 1 の面積割合は 1 5 %、ラック 4 2 の面積割合は 0 %、ラック 4 3 の面積割合が 1 4 % である。従って、面積割合が最大のラック 4 1 と 2 番目のラック 4 3 との差は 1 % しかなく、設定値（ 2 0 % ）よりも低いので、実施例では図 6 , 図 7 のフローチャートに従い、ステップ S 1 4 からステップ S 1 7 に移行する。

【 0 0 7 2 】

ステップ S 1 7 では、吸気面における二次元温度分布と、ラック上方の空間の水平面における二次元温度分布から、ラック 4 1 ~ 4 3 毎に、吸気最高温度 T_A 、吸気面上部温度 T_B 、及び周囲上部温度 T_C を抽出する。

【 0 0 7 3 】

図 1 1 (a) はラック 4 1 ~ 4 3 の上方の空間の水平面における二次元温度分布を示す図であり、図 1 1 (b) は各ラック 4 1 ~ 4 3 の吸気最高温度 T_A 、吸気面上部温度 T_B 、及び周囲上部温度 T_C を示す図である。

【 0 0 7 4 】

図 1 1 (b) からわかるように、吸気最高温度 T_A と吸気面上部温度 T_B の差が所定値（ 1 ）以下であり、且つ吸気面上部温度 T_B よりも周囲上部温度 T_C のほうが高いという条

10

20

30

40

50

件を満たすのは、ラック 4 1 のみである。

【 0 0 7 5 】

従って、実施例ではステップ S 1 8 からステップ S 2 0 に移行し、更にステップ S 2 1 に移行して、ラック 4 1 の前を、床下ファンの設置位置に決定した。

【 0 0 7 6 】

図 1 2 (a) はラック 4 1 の前のグリル 1 4 の下方に床下ファン 1 7 を設置してラック 4 1 ~ 4 3 の吸気面における二次元温度分布を調べた結果を示す図であり、図 1 2 (b) はそのときのラック 4 1 ~ 4 3 の管理基準温度以上の面積割合を示す図である。

【 0 0 7 7 】

また、図 1 3 (a) は同じくそのときのラック 4 1 ~ 4 3 の上方の空間の水平面における二次元温度分布を示す図であり、図 1 3 (b) は各ラック 4 1 ~ 4 3 の吸気最高温度 T_A 、吸気面上部温度 T_B 、及び周囲上部温度 T_C を示す図である。

10

【 0 0 7 8 】

図 1 1 (a) , (b) と図 1 3 (a) , (b) との比較からわかるように、実施例により床下ファン 1 7 の設置位置を決定した場合は、ラック 4 3 の吸気最高温度 T_A は殆ど変わらず、ラック 4 1 の吸気最高温度 T_A を 1 . 5 低下させることができた。

【 0 0 7 9 】

一方、比較例として、吸気最高温度 T_A が最も高いラック 4 3 の前に床下ファン 1 7 を設置し、管理基準温度以上の面積割合、吸気最高温度 T_A 、吸気面上部温度 T_B 及び周囲上部温度 T_C を測定した。

20

【 0 0 8 0 】

図 1 4 (a) はラック 4 3 の前のグリル 1 4 の下方に床下ファン 1 7 を設置してラック 4 1 ~ 4 3 の吸気面における二次元温度分布を調べた結果を示す図であり、図 1 4 (b) はそのときのラック 4 1 ~ 4 3 の管理基準温度以上の面積割合を示す図である。また、図 1 5 (a) は同じくそのときのラック 4 1 ~ 4 3 の上方の空間の水平面における二次元温度分布を示す図であり、図 1 5 (b) は各ラック 4 1 ~ 4 3 の吸気最高温度 T_A 、吸気面上部温度 T_B 、及び周囲上部温度 T_C を示す図である。

【 0 0 8 1 】

図 1 1 (a) , (b) と図 1 5 (a) , (b) との比較からわかるように、比較例では、ラック 4 3 の吸気最高温度 T_A は低下したものの、ラック 4 1 の吸気最高温度 T_A は 2 . 5 も上昇してしまった。

30

【 0 0 8 2 】

以上の諸実施形態に関し、更に以下の付記を開示する。

【 0 0 8 3 】

(付記 1) 複数のラックの吸気面側の床にそれぞれ設けられた通風口を介して前記ラック内に収納された電子機器に冷気を供給する構造のデータセンターにおいてファンの設置位置を決定する方法であって、

前記ラックの吸気面の温度分布と前記ラックの上方の空間の温度分布とを取得する工程と、

前記ラックの吸気面の温度分布と前記ラックの上方の空間の温度分布とに基づいて制御装置により前記ファンの設置位置を決定する工程と

40

を有することを特徴とするファン設置位置決定方法。

【 0 0 8 4 】

(付記 2) 前記制御装置は、前記ラックの吸気面及び前記ラックの上方の空間に敷設された光ファイバに接続された温度分布測定装置から前記光ファイバの長さ方向の温度分布のデータを取得し、前記光ファイバの長さ方向の温度分布のデータと前記光ファイバの敷設状態のデータとから前記ラックの吸気面の二次元温度分布及び前記ラックの上方の空間の二次元温度分布を取得することを特徴とする付記 1 に記載のファン設置位置決定方法。

【 0 0 8 5 】

(付記 3) 前記制御装置は、前記吸気面の二次元温度分布から前記吸気面における管理

50

基準温度以上のエリアの面積割合が最も大きいラックと2番目に大きいラックとを抽出し、それらのラックの面積割合の差が設定値以上のときに、前記面積割合が最も大きいラックの吸気面側を前記ファンの設置位置とすることを特徴とする付記1又は2に記載のファン設置位置決定方法。

【0086】

(付記4) 前記制御装置は、前記面積割合が最も大きいラックと2番目に大きいラックとの面積割合の差が前記設定値よりも小さいときに、前記ラックの吸気面の二次元温度分布と前記ラックの上方の空間の二次元温度分布とから、ラック毎に前記吸気面内の吸気最高温度と、前記吸気面の上方の吸気面上部温度及び周囲上部温度とを抽出し、

前記吸気最高温度と前記吸気面上部温度との差が所定値以下であり、且つ前記吸気面上部温度よりも前記周囲上部温度が高いという条件を満たすラックがないときに、前記吸気面上部温度が最も高いラックの吸気面側を、前記ファンの設置位置とすることを特徴とする付記3に記載のファン設置位置決定方法。

10

【0087】

(付記5) 前記制御装置は、前記吸気最高温度と前記吸気面上部温度との差が所定値以下であり、且つ前記吸気面上部温度よりも前記周囲上部温度が高いという条件を満たすラックが1台のみのときに、前記条件を満たすラックの吸気面側を、前記ファンの設置位置とすることを特徴とする付記4に記載のファン設置位置決定方法。

【0088】

(付記6) 前記制御装置は、前記吸気最高温度と前記吸気面上部温度との差が所定値以下であり、且つ前記吸気面上部温度よりも前記周囲上部温度が高いという条件を満たすラックが複数あるときに、前記周囲上部温度が最も高いラックの吸気面側を、前記ファンの設置位置とすることを特徴とする付記4又は5に記載のファン設置位置決定方法。

20

【0089】

(付記7) 前記ファンが、前記通風口の下に配置される床下ファンであることを特徴とする付記1乃至6のいずれか1項に記載のファン設置位置決定方法。

【0090】

(付記8) 前記通風口から前記ラックの吸気面側に、空調機により冷却されたエアーが供給されることを特徴とする付記1乃至7のいずれか1項に記載のファン設置位置決定方法。

30

【0091】

(付記9) 前記データセンターに設置する前記ファンの数は、前記ラックの数の1/10乃至3/4であることを特徴とする付記1乃至8のいずれか1項に記載のファン設置位置決定方法。

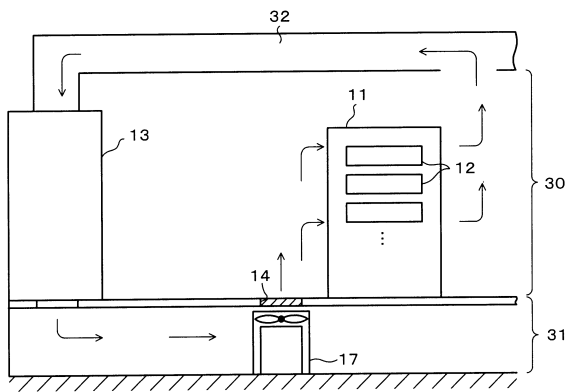
【符号の説明】

【0092】

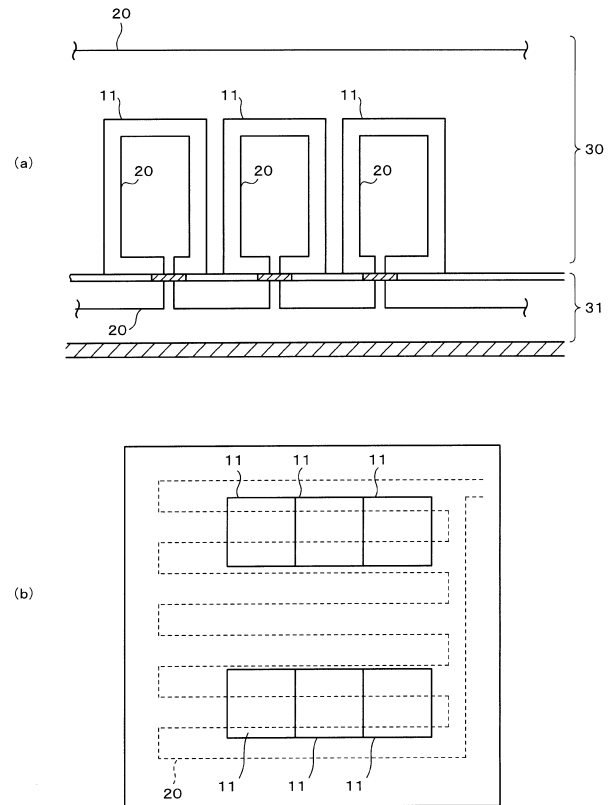
11, 41 ~ 43 ... ラック、12 ... 計算機、13 ... 空調機、14 ... グリル(通風口)、17 ... 床下ファン、18a ... 注目ラック、18b ... 隣接ラック、20 ... 光ファイバ、21 ... 温度分布測定装置、22 ... 制御装置、30 ... 機器設置エリア、31 ... フリーアクセスフロア、32 ... 排気流路。

40

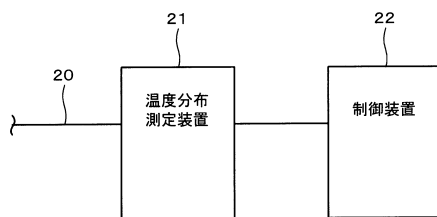
【図 1】



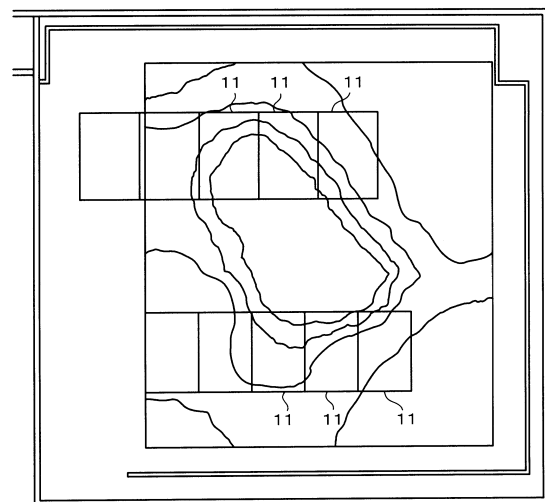
【図 2】



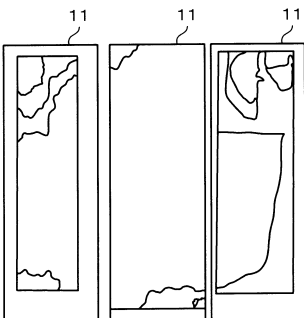
【図 3】



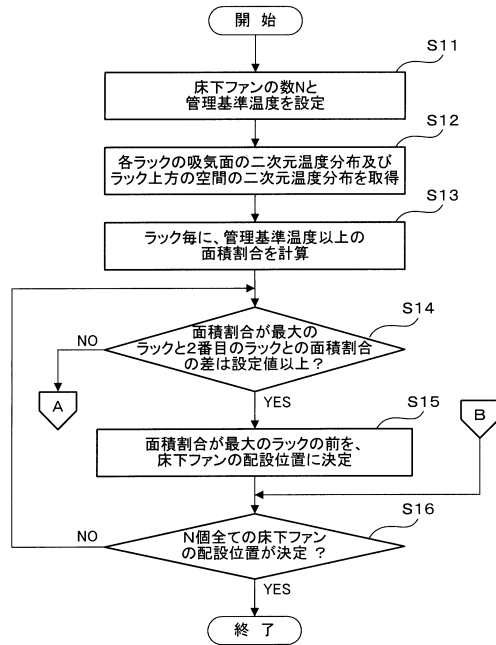
【図 5】



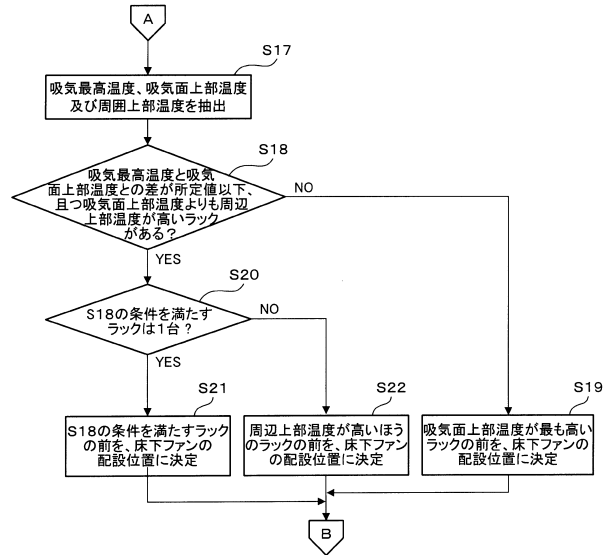
【図 4】



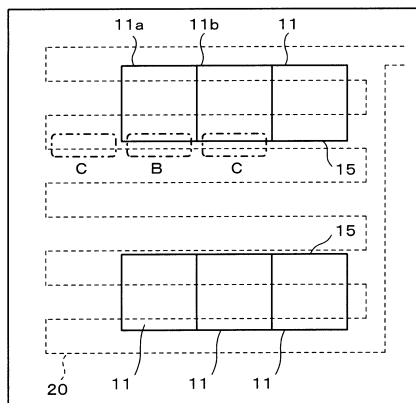
【図 6】



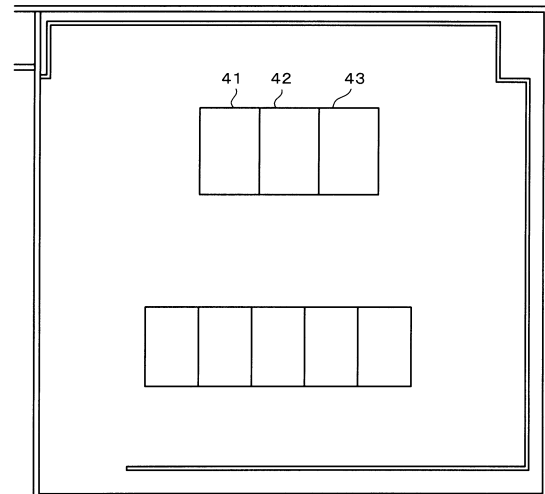
【図 7】



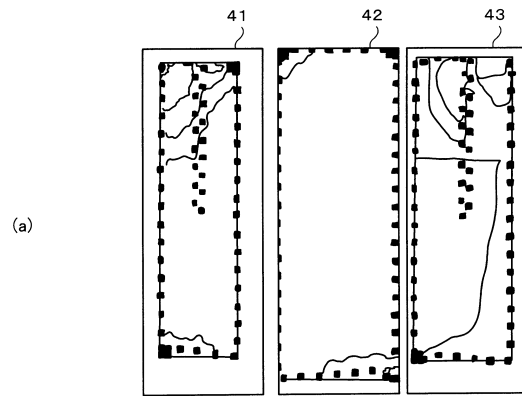
【図 8】



【図 9】



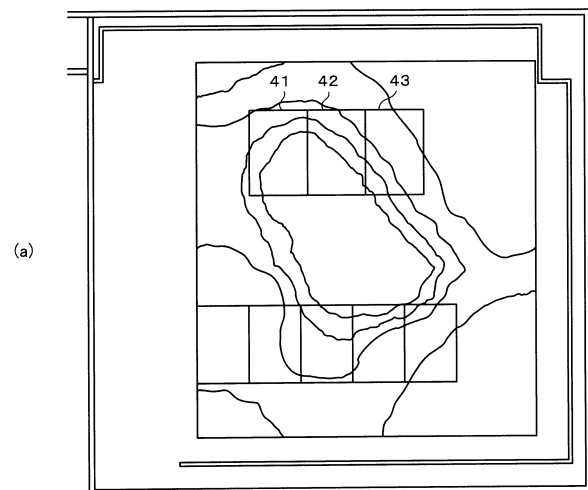
【図 10】



(b)

	管理基準温度以上の面積割合
ラック41	15 (%)
ラック42	0 (%)
ラック43	14 (%)

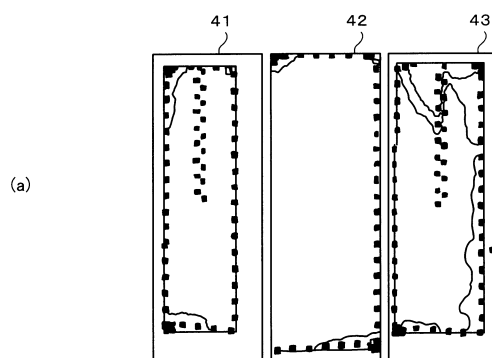
【図 11】



(b)

	吸気最高温度 T_A	吸気面上部温度 T_B	周辺上部温度 T_C
ラック41	27.1 (°C)	27.3 (°C)	28.1 (°C)
ラック42	25.4 (°C)	26.8 (°C)	29.3 (°C)
ラック43	27.2 (°C)	29.3 (°C)	30.4 (°C)

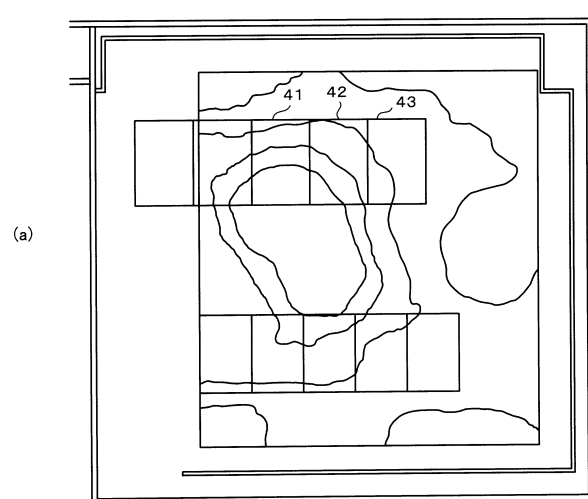
【図 12】



(b)

	管理基準温度以上の面積割合
ラック41	0 (%)
ラック42	0 (%)
ラック43	14 (%)

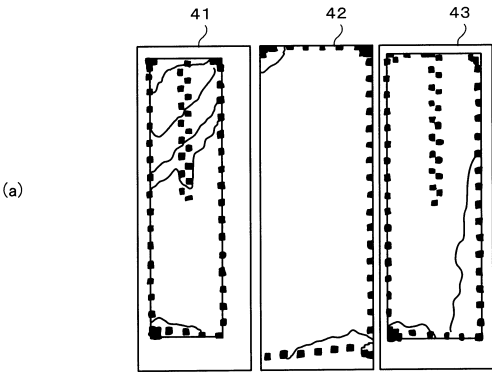
【図 13】



(b)

	吸気最高温度 T_A	吸気面上部温度 T_B	周辺上部温度 T_C
ラック41	25.6 (°C)	26.2 (°C)	27.7 (°C)
ラック42	25.1 (°C)	27.2 (°C)	29.6 (°C)
ラック43	27.4 (°C)	29.6 (°C)	30.7 (°C)

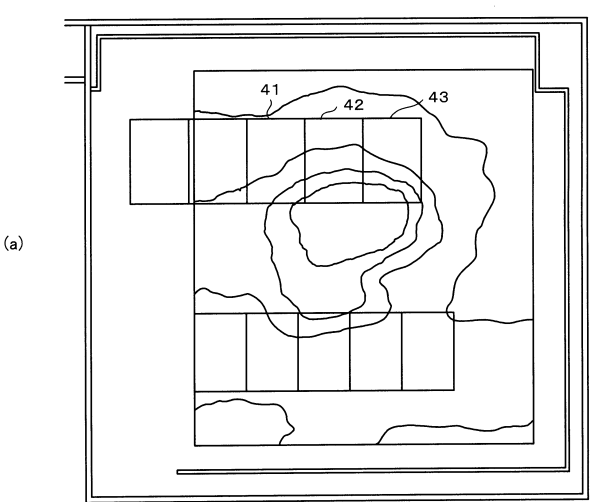
【図 14】



(b)

	管理基準温度以上の面積割合
ラック41	26 (%)
ラック42	0 (%)
ラック43	0 (%)

【図 15】



(b)

	吸気最高温度 T_A	吸気面上部温度 T_B	周辺上部温度 T_C
ラック41	28.1 (°C)	28.2 (°C)	28.6 (°C)
ラック42	25.2 (°C)	26.6 (°C)	28.2 (°C)
ラック43	25.8 (°C)	27.3 (°C)	29.5 (°C)

フロントページの続き

- (72)発明者 只木 恭子
神奈川県川崎市中原区上小田中4丁目1番1号 富士通株式会社内
- (72)発明者 武井 文雄
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

審査官 山崎 誠也

- (56)参考文献 特開2011-238764(JP,A)
特開2009-299919(JP,A)
特開2008-082597(JP,A)
米国特許出願公開第2007/0032979(US,A1)
米国特許第7979250(US,B2)
米国特許第7856495(US,B2)
米国特許第7739073(US,B2)
米国特許出願公開第2013/0166258(US,A1)
ICT機器や空調の稼働を制御し、通信ビル・データセンターの消費電力を削減, BUSINESS COMMUNICATION, 日本, 株式会社ビジネスコミュニケーション社, 2013年 2月 1日, 第50巻 第2号, p. 12-14

- (58)調査した分野(Int.Cl., DB名)
- | | |
|------|------|
| G06F | 1/20 |
| H05K | 7/20 |