

(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 1
G 06 F 1/20 (2006.01)	G 06 F 1/20
H 05 K 7/20 (2006.01)	G 06 F 1/20 H 05 K 7/20

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こ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、

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ーが供給されるエリアと、ラックから高温のエアー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。低温のエアー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、高温のエアー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る。

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。

【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。

【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ーを供給し、この低温のエアー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ーが回り込んだり、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。

【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】

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ー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、それにともなって消費電力も多くなる。

【0018】

10

20

30

40

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、低温のエアーが供給される。

【0022】

空調機13の送風口からフリーアクセスフロア31に供給されたエアーは、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ーは、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ーは、排気流路32を通って空調機13の吸気口に移動する。そして、吸気口から空調機13内に入ったエアーは、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

【0030】

図3に示すように、光ファイバ20は、温度分布測定装置(Distributed Temperature Sensor: DTS)21に接続されている。また、温度分布測定装置21は、制御装置22に接続されている。制御装置22は、コンピュータを含んで構成されている。

【0031】

温度分布測定装置21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20の端部から光ファイバ20内に進入する。温度分布測定装置21は、光ファイバ20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20の長さ方向の温度分布を取得する。

【0032】

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10cm~数10cm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。

【0033】

本実施形態においても、温度分布測定装置21で取得した温度分布のデータは制御装置22に送られ、制御装置22で伝達関数を用いた補正計算が行われる。

【0034】

また、制御装置22には、予め光ファイバ20の敷設状態のデータが記憶されている。そして、制御装置22は、光ファイバ20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20の敷設状態のデータとを使用して、各ラック11の吸気面の二次元温度分布と、ラック11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。

【0035】

図4は、温度分布測定装置21で取得した温度分布のデータを制御装置22でデータ処理して得たラック11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11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21で取得した温度分布のデータを制御装置22でデータ処理して得たラック11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。

【0036】

制御装置22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。

【0037】

制御装置22は、各ラック11の吸気面の二次元温度分布とラック11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17の設置位置を決定する。

【0038】

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。

【0039】

まず、ステップS11において、オペレータにより、制御装置22に、設置する床下ファン17の数Nと、管理基準温度とが設定される。

【0040】

床下ファン17の数Nがラック11の数に比べて極端に少ないと、全てのラック11内の計算機12を許容上限温度以下に維持することが難しくなる。

【0041】

一方、床下ファン17の数Nをラック11の数と同程度まで増やすと、全てのラック11内の計算機12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17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。

【0042】

このため、床下ファン17の数Nは、ラック11の数の1/10~3/4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S12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使用して、各ラック11の吸気面における二次元温度分布と、ラック11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する。

【0045】

次に、ステップS13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S14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、その差が予め設定された設定値（例えば20%）以上か否かを判定する。

【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ことができる。この場合はステップS15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S16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S14に戻って処理を継続する。しかし、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。

【0049】

一方、ステップS14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S17に移行する。

【0050】

ステップS17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。

【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11aで示すラックを注目ラックとした場合、符号11bで示すラックが隣接ラックである。

10

20

30

40

50

【0054】

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11a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18b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。

【0055】

ステップS17でラック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 とを抽出した後、ステップS18に移行する。ステップS18において、制御装置22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、10）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11があるか否かを判定する。

【0056】

一般的に、ラック11の吸気面側の下方に床下ファン17を設置してそのラック11への冷気供給量を増やすと、トレードオフとして他のラック11の吸気面側への冷気供給量が減少する。そして、吸気面側への冷気供給量が減少したラック11では、排気面側から吸気面側への排気（高温のエアー）の回り込みが増加し、ラック11内の計算機12を適切に冷却することが困難になってしまう。

【0057】

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11がない場合（NOの場合）は、ステップS19に移行する。この場合、あるラック11の前に床下ファン17を設置しても、排気の回り込みに起因する他のラック11の吸気面の温度上昇は少ないと考えられる。

【0058】

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17の設置位置を決定すればよい。すなわち、制御装置22は、吸気面上部温度 T_B が最も高いラック11の前を、床下ファン17の設置位置に決定する。その後、ステップS16に移行する。

【0059】

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11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14を介して吸気面側に供給される冷気の量が減少すると、ラック11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。

【0060】

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S18でYESの場合）は、ステップS18からステップS20に移行する。そして、ステップS20において、制御装置22は、上記の条件を満たすラックが1つか否かを判定する。

【0061】

上記の条件を満たすラックが1つであると制御装置22が判定した場合（YESの場合）、ステップS20からステップS21に移行する。そして、制御装置22は、上記の条件を満たすラック11の前を、床下ファン17の設置位置に決定する。その後、ステップS16に移行する。

【0062】

また、ステップS20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S22に移行する。この場合、制御装置22は、排気面側から吸気面側に回り込むエアーの温度が高温である可能性が高いラック11、すなわち周囲上部温度 T_C が高いほうのラック11の前を、床下ファン17の設置位置に決定する。その後、ステップS16に移行する。

10

20

30

40

50

【0063】

ステップS16では、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の配置が決定していないと制御装置22が判定した場合（NOの場合）は、ステップS14に戻って処理を継続する。但し、既に床下ファン17の設置が決定しているラック11は処理の対象から除外する。

【0064】

一方、ステップS16において、N個全ての床下ファン17の設置位置が決定していると制御装置22が判定した場合（YESの場合）は、処理を終了する。

【0065】

本実施形態では、各ラック11の吸気面における二次元温度分布と、ラック11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17の設置位置を決定する。これにより、ラック11の数よりも少ない数の床下ファン17で、全てのラック11内の計算機12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。

10

【0066】

なお、上述の実施形態では温度分布の測定に光ファイバ20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11の吸気面の温度分布及びラック11の上方の空間の温度分布を取得するようにしてもよい。

【0067】

20

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。

【0068】

（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41～43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。

【0069】

まず、ラック41～43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26とした。

【0070】

30

図10（a）はラック41～43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41～43の管理基準温度以上の面積割合を示す図である。図10（a）中の（）は、光ファイバ20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。

【0071】

図10（b）に示すように、ラック41の面積割合は15%、ラック42の面積割合は0%、ラック43の面積割合が14%である。従って、面積割合が最大のラック41と2番目のラック43との差は1%しかなく、設定値（20%）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S14からステップS17に移行する。

【0072】

40

ステップS17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41～43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。

【0073】

図11（a）はラック41～43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41～43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。

【0074】

図11（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件

50

件を満たすのは、ラック41のみである。

【0075】

従って、実施例ではステップS18からステップS20に移行し、更にステップS21に移行して、ラック41の前を、床下ファンの設置位置に決定した。

【0076】

図12(a)はラック41の前のグリル14の下方に床下ファン17を設置してラック41~43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)はそのときのラック41~43の管理基準温度以上の面積割合を示す図である。

【0077】

また、図13(a)は同じくそのときのラック41~43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41~43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。

【0078】

図11(a), (b)と図13(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17の設置位置を決定した場合は、ラック43の吸気最高温度 T_A は殆ど変らず、ラック41の吸気最高温度 T_A を1.5低下させることができた。

【0079】

一方、比較例として、吸気最高温度 T_A が最も高いラック43の前に床下ファン17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。

【0080】

図14(a)はラック43の前のグリル14の下方に床下ファン17を設置してラック41~43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)はそのときのラック41~43の管理基準温度以上の面積割合を示す図である。また、図15(a)は同じくそのときのラック41~43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41~43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。

【0081】

図11(a), (b)と図15(a), (b)との比較からわかるように、比較例では、ラック43の吸気最高温度 T_A は低下したものの、ラック41の吸気最高温度 T_A は2.5も上昇してしまった。

【0082】

以上の諸実施形態に関し、更に以下の付記を開示する。

【0083】

(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

を有することを特徴とするファン設置位置決定方法。

【0084】

(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。

【0085】

(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

10

20

30

40

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气面上部温度との差が所定値以下であり、且つ前記吸气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、前記吸气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气面上部温度との差が所定値以下であり、且つ前記吸气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气面側を、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气面上部温度との差が所定値以下であり、且つ前記吸气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气面側を、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气面側に、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】

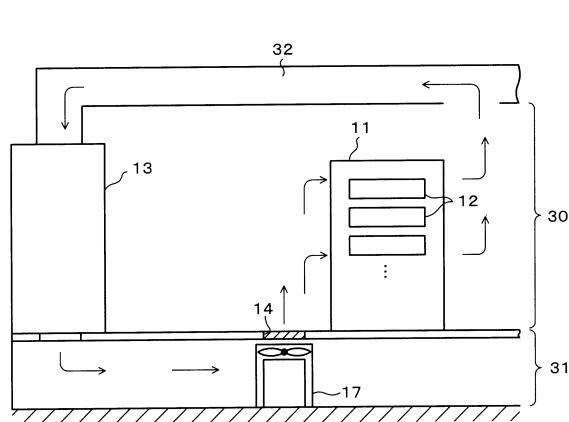
(付記9) 前記データセンターに設置する前記ファンの数は、前記ラックの数の1/10乃至3/4であることを特徴とする付記1乃至8のいずれか1項に記載のファン設置位置決定方法。

【符号の説明】

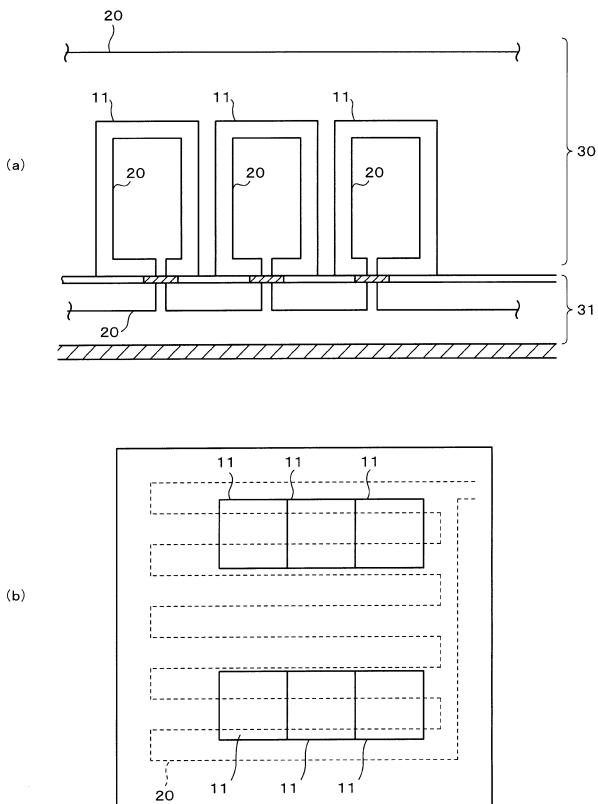
【0092】

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

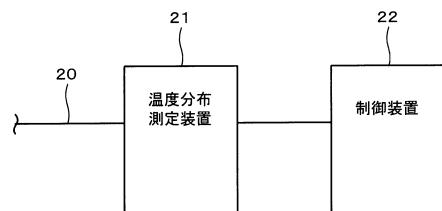
【図1】



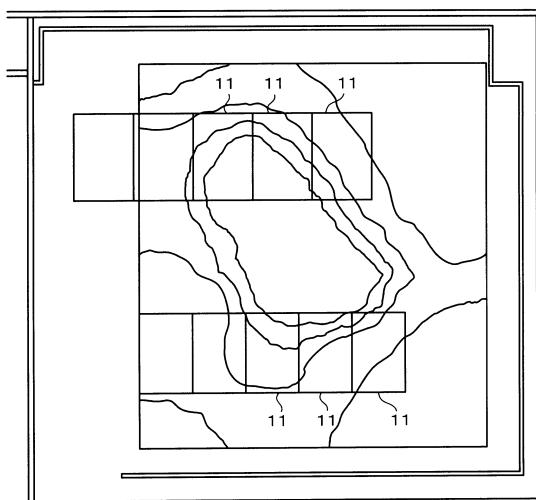
【図2】



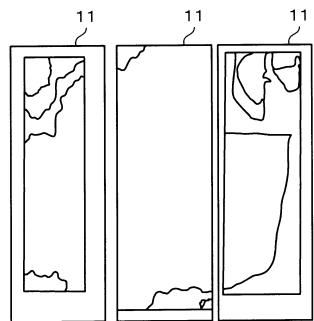
【図3】



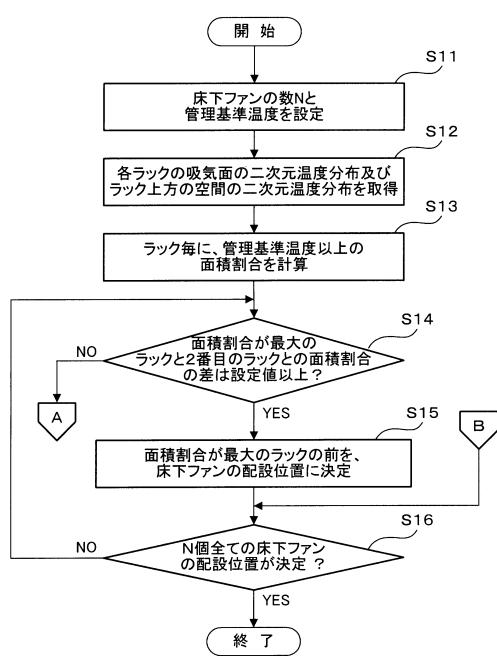
【図5】



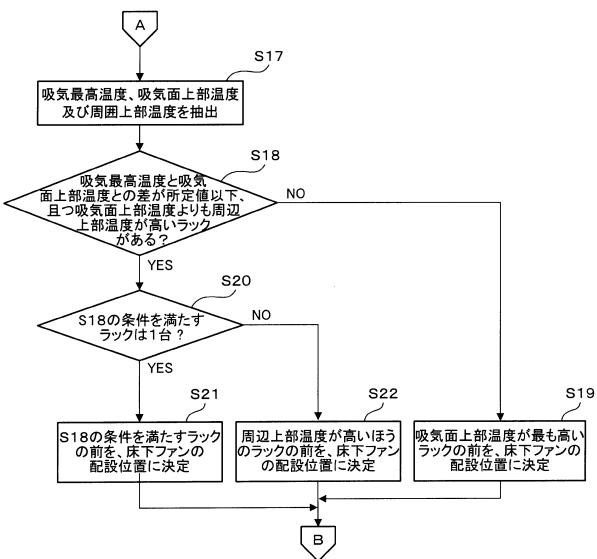
【図4】



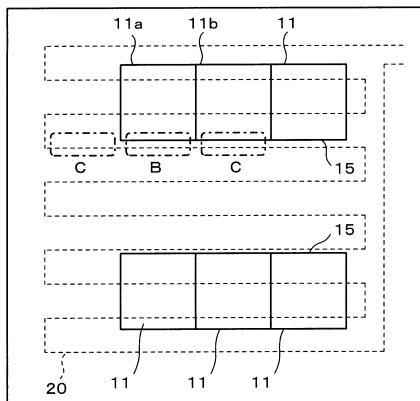
【図6】



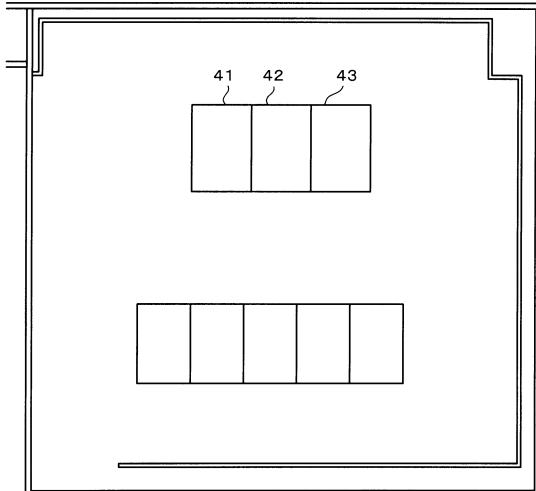
【図7】



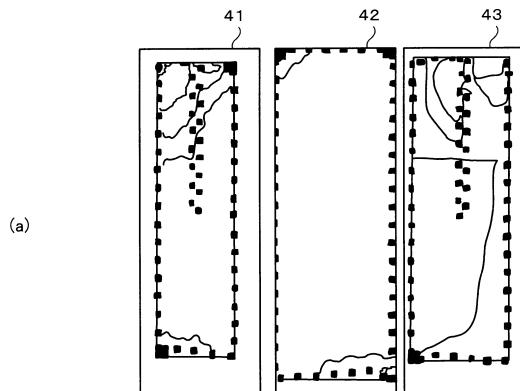
【図8】



【図9】

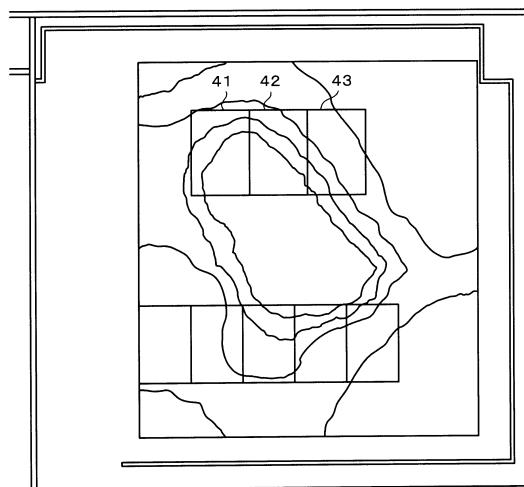


【図10】



(a)

【図11】



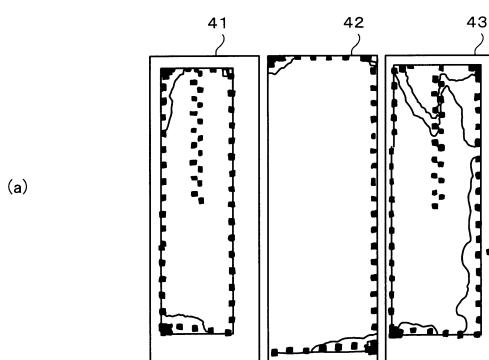
(a)

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 (%)

(b)

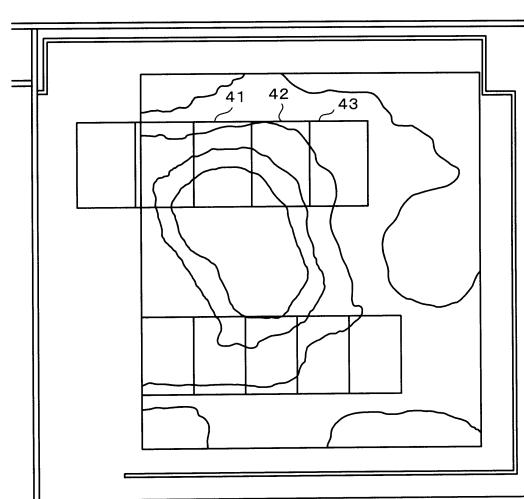
	吸気最高温度 T_A	吸気面上部温度 T_B	周辺上部温度 T_c
ラック41	27.1 (°C)	27.3 (°C)	28.1 (°C)
ラック42	25.4 (°C)	26.8 (°C)	29.3 (°C)
ラック43	27.2 (°C)	29.3 (°C)	30.4 (°C)

【図12】



(a)

【図13】



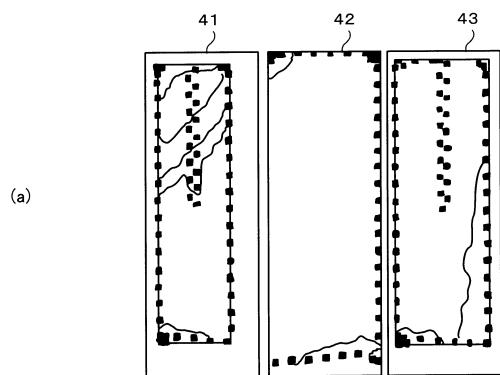
(a)

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 (%)

(b)

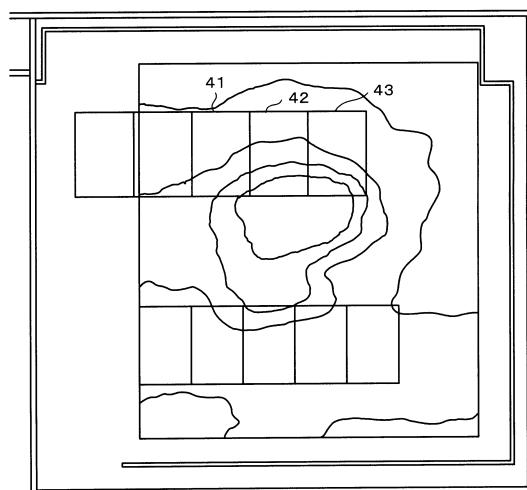
	吸気最高温度 T_A	吸気面上部温度 T_B	周辺上部温度 T_c
ラック41	25.6 (°C)	26.2 (°C)	27.7 (°C)
ラック42	25.1 (°C)	27.2 (°C)	29.6 (°C)
ラック43	27.4 (°C)	29.6 (°C)	30.7 (°C)

【図14】



(a)

【図15】



(a)

(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 (%)

(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、B U S I N E

S S C O M M U N I C A T I O N , 日本, 株式会社ビジネスコミュニケーション社, 201

3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)

G 06 F 1 / 2 0

H 05 K 7 / 2 0