

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特 許 公 報(B2)

(11) 特許番号

特許第5407977号
(P5407977)

(45) 発行日 平成26年2月5日(2014.2.5)

(24) 登録日 平成25年11月15日(2013.11.15)

(51) Int.Cl.		F 1	
F 2 4 F	3/044	(2006.01)	F 2 4 F 3/044
F 2 4 F	11/02	(2006.01)	F 2 4 F 11/02 C
F 2 4 F	13/08	(2006.01)	F 2 4 F 13/08 Z

請求項の数 6 (全 16 頁)

(21) 出願番号	特願2010-70019 (P2010-70019)	(73) 特許権者	000005223 富士通株式会社
(22) 出願日	平成22年3月25日 (2010.3.25)		神奈川県川崎市中原区上小田中4丁目1番1号
(65) 公開番号	特開2011-202871 (P2011-202871A)	(74) 代理人	100091672 弁理士 岡本 啓三
(43) 公開日	平成23年10月13日 (2011.10.13)	(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
審査請求日	平成25年2月6日 (2013.2.6)	(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	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

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 空調システム及び空調方法

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項 1】

計算機が収納され、前記計算機を冷却するエア-を取り込む吸気面と取り込んだエア-を排出する排出面とを有する複数のラックと、

前記複数のラックが列毎に並んで配置された機器設置エリアと、

前記機器設置エリアの床下に設けられた床下空間と、

前記ラックの前記吸気面側の床に設けられて前記床下空間と前記機器設置エリアとを連絡する通風口と、

前記機器設置エリアのエア-を吸気し、前記床下空間に温度調整されたエア-を排出する空調機と、

前記ラックの列間の空間に展開可能に配置され、前記列間の空間のうち前記通風口を介して前記機器設置エリアに導入されたエア-が通流可能な空間の容積を調整する空間容積調整部材と、

前記空間容積調整部材を展開・収納する展開・収納装置とを有することを特徴とする空調システム。

【請求項 2】

前記空間容積調整部材はエア-の注入により伸長するエア-バッグであることを特徴とする請求項 1 に記載の空調システム。

【請求項 3】

前記空間容積調整部材は、展開時に前記通風口の上方に配置されることを特徴とする請

求項 1 又は 2 に記載の空調システム。

【請求項 4】

更に、前記計算機の温度を測定する温度センサと、

前記温度センサによる温度測定値に基づいて前記展開・収納装置を制御する制御部とを有し、

前記制御部は前記温度測定値が設定温度よりも高いときに前記展開・収納装置を制御して前記空間容積調整部材を前記列間の空間に展開し、

前記温度測定値が前記設定温度以下のときに前記展開・収納装置を制御して前記空間容積調整部材を前記列間の空間から撤収することを特徴とする請求項 1 乃至 3 のいずれか 1 項に記載の空調システム。

10

【請求項 5】

更に、前記計算機の発熱量を予測する計算機動作状態判定部と、

前記計算機動作状態判定部による発熱量予測値に基づいて前記展開・収納装置を制御する制御部とを有し、

前記制御部は前記計算機動作状態判定部による発熱量予測値が設定値よりも高いときに前記展開・収納装置を制御して前記空間容積調整部材を前記列間の空間に展開し、

前記計算機動作状態判定部による発熱量予測値が前記設定値以下のときに前記展開・収納装置を制御して前記空間容積調整部材を前記列間の空間から撤収し収納することを特徴とする請求項 1 乃至 3 のいずれか 1 項に記載の空調システム。

20

【請求項 6】

計算機が収納され、前記計算機を冷却するエアを取り込む吸気面と取り込んだエアを排出する排出面とを有する複数のラックが列毎に並んで配置された機器設置エリアと、前記機器設置エリアの床下に設けられた床下空間と、前記機器設置エリアと前記床下空間とを連絡する通風口と、前記機器設置エリアのエアを吸気し、前記床下空間に温度調整されたエアを排出する空調機とを有する計算機室の空調方法であって、

前記計算機が稼働しているときには前記ラックの列間の空間に、前記列間の空間のうち前記通風口を介して前記機器設置エリアに導入されたエアが通流可能な空間の容積を調整する空間容積調整部材を配置し、

前記計算機が停止しているときには前記ラックの列間の空間から前記空間容積調整部材を撤収することを特徴とする空調方法。

30

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は、計算機室を空調する空調システム及び空調方法に関する。

【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

40

【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や誤動作を回避するために、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が供給され、この低温のエア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

50

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を導入して計算機内を冷却し、それにより温度が上昇したエアを背面又は上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力の削減が要望されている。データセンターでは、計算機で消費する電力とほぼ同程度の電力を、空調機を含む空調設備で消費しているといわれている。このため、空調機自体を省電力化するとともに、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背面と背面とが向き合うように配置している。そして、吸気面側の床にグリル（通風口）を配置している。

10

【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、冷却効果の低下を抑制している。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背面側のエリアは、ホットアイルと呼ばれている。

【先行技術文献】

20

【特許文献】

【0008】

【特許文献1】特開2009-257730号公報

【特許文献2】特開平6-193947号公報

【特許文献3】特表2008-538406号公報

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

【0009】

上述したように、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ている。この場合、各列の間には、ラック及び計算機のメンテナンス等を容易に行うことができるように、ある程度の広さ（例えば、幅1m以上）が必要となる。しかし、ラックの列間に広い幅の空間があると、グリルから導入された低温のエアの多くがラック内に入ることなく上昇してホットアイル側に移動して、冷却効率が低下することがある。また、ホットアイル側の高温のエアがコールドアイル側に回り込んでラック内に取り込まれるエアの温度が上昇し、冷却効率が低下することもある。更に、天井やラック等からの輻射熱によりコールドアイルのエアの温度が上昇して、冷却効率が低下することもある。

30

【0010】

以上から、ラック列の間にメンテナンス等に必要な空間を確保しつつ、計算機をより一層効率よく冷却できる空調システム及び空調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】

40

【0011】

一観点によれば、計算機が収納され、前記計算機を冷却するエアを取り込む吸気面と取り込んだエアを排出する排出面とを有する複数のラックと、前記複数のラックが列毎に並んで配置された機器設置エリアと、前記機器設置エリアの床下に設けられた床下空間と、前記ラックの前記吸気面側の床に設けられて前記床下空間と前記機器設置エリアとを連絡する通風口と、前記機器設置エリアのエアを吸気し、前記床下空間に温度調整されたエアを排出する空調機と、前記ラックの列間の空間に展開可能に配置され、前記列間の空間のうち前記通風口を介して前記機器設置エリアに導入されたエアが通流可能な空間の容積を調整する空間容積調整部材と、前記空間容積調整部材を展開・収納する展開・収納装置とを有する空調システムが提供される。

50

【発明の効果】

【0012】

上記一観点によれば、ラック列の空間内に空間容積調整部材を配置して、通風口を介して機器設置エリアに導入されたエアーが通流可能な空間の容積を調整する。列間のエアーが通流可能な空間の容積を小さくすることにより、通流するエアーの速度が速くなり、通風口を介して供給される低温のエアーとラックから排出される高温のエアーとが混じりにくくなる。その結果、ラックに取り込まれるエアーの温度上昇が抑制され、冷却効率の低下が抑制される。また、計算機停止時には空間容積調整部材をラック列の間から撤収（収納）することにより、メンテナンス等に必要な空間を確保する。

【図面の簡単な説明】

10

【0013】

【図1】図1は、第1の実施形態に係る空調システムが適用される計算機室の一例を模式的に示す平面図である。

【図2】図2は同じくその計算機室を模式的に示す斜視図である。

【図3】図3(a), (b)は、2台のラック間のコールドアイルの上方に設置されたエアーバッグを示す模式図である。

【図4】図4は、エアーバッグ制御装置の一例を示すブロック図である。

【図5】図5は、コールドアイルの空間がエアーバッグにより占有された状態を示す斜視図である。

【図6】図6は、コールドアイルの空間がエアーバッグにより占有された状態における低温のエアーの流れを示す模式図である。

20

【図7】図7は、逆三角形のエアーバッグを示す側面図である。

【図8】図8(a)は第1の実施形態の変形例1を示す側面図、図8(b)は同じくその上面図である。

【図9】図9(a), (b)は、第1の実施形態の変形例2を示す側面図である。

【図10】図10は、第2の実施形態に係る空調システムのエアーバッグ制御系を示すブロック図である。

【図11】図11は、ラックに配置された温度センサ及び風速センサを示す模式図である。

【図12】図12は、温度測定運転モードにおける制御フローを示す図である。

30

【図13】図13は、エアーポンプの作動状態（エアーバッグの伸縮状態）を示すタイミングチャートである。

【図14】図14は、温度・風速測定運転モードにおける制御フローを示す図である。

【図15】図15は、計算機動作状態予測運転モードにおける制御フローを示す図である。

【図16】図16は、複数の小部屋に仕切られたエアーバッグの例を示す断面図である。

【発明を実施するための形態】

【0014】

以下、実施形態について、添付の図面を参照して説明する。

【0015】

40

（第1の実施形態）

図1は、第1の実施形態に係る空調システムが適用される計算機室の一例を模式的に示す平面図、図2は同じくその計算機室を模式的に示す斜視図である。また、図3(a), (b)は2台のラック間のコールドアイルの上方に設置されたエアーバッグを示す模式図である。

【0016】

計算機室10は、図2に示すように、ラック11が設置される機器設置エリア10aと、機器設置エリア10aの床下に設けられて電力ケーブル及び通信ケーブル等が配置されるフリーアクセスフロア（床下空間）10bとに分離されている。機器設置エリア10aには、図1に示すように、多数のラック11が列毎に並んで配置されている。また、各ラ

50

ック 1 1 には、それぞれ複数の計算機 1 2 (図 3 参照) が収納されている。

【 0 0 1 7 】

隣り合う列のラック 1 1 は、吸気面と吸気面又は背面と背面とが向き合うように配置されている。各ラック列の間には、ラック 1 1 及び計算機 1 2 のメンテナンス等に必要な広さ (例えば幅 1 m 以上) の空間が確保されている。また、ラック 1 1 の吸気面側の床には、1 又は複数のラック 1 1 毎に、フリーアクセスフロア 1 0 b と機器設置エリア 1 0 a とを連絡するグリル (通風口) 1 3 が設けられている。

【 0 0 1 8 】

更に、計算機室 1 0 には空調機 1 5 が設けられている。空調機 1 5 は機器設置エリア 1 0 a からエアーを取り込み、フリーアクセスフロア 1 0 b に温度調整された低温のエアーを排出する。この低温のエアーは、グリル 1 3 を介して機器設定エリア 1 0 a (コールドアイル) に送り出され、ラック 1 1 に吸気面側から取り込まれる。そして、ラック 1 1 内の計算機 1 2 を冷却して温度が上昇したエアーは、ラック 1 1 の背面側から機器設置エリア 1 0 a (ホットアイル) に排出される。

10

【 0 0 1 9 】

本実施形態では、図 3 (a) , (b) に示すように、コールドアイルの上方に、伸縮自在のエアーバッグ (空間容積調整部材) 1 6 が設置されている。このエアーバッグ 1 6 は、エアーバッグ制御装置 (展開・収納装置) 1 8 からエアー配管 1 7 を介して供給されるエアーにより、図 3 (a) , (b) に示すように伸縮する。

【 0 0 2 0 】

20

図 4 はエアーバッグ制御装置 1 8 の一例を示すブロック図である。このエアーバッグ制御装置 1 8 は、エアーポンプ 2 1 と、電磁バルブ V 1 ~ V 4 と、ポンプ・バルブ制御部 2 2 と、エアーバッグ 1 6 の圧力を検出する圧力検知部 2 3 とを有している。ポンプ・バルブ制御部 2 2 は、エアーポンプ 2 1 の駆動制御を行うとともに、電磁バルブ V 1 ~ V 4 を適宜動作させて、エアーバッグ 1 6 にエアーを注入したり、エアーバッグ 1 6 からエアーを排出したりする。

【 0 0 2 1 】

エアーバッグ 1 6 は、強度と柔軟性とを併せもつ素材で形成されていることが好ましく、そのような素材にはナイロン繊維やポリエステル繊維等がある。また、エアーバッグ 1 6 の内側又は外側は断熱性の素材で覆われていることが好ましい。そのような断熱性の素材には、微小な気泡を多数含有するポリウレタンゴムやスチレンアクリルゴム等がある。

30

【 0 0 2 2 】

計算機 1 2 が稼働していないときには、図 3 (a) に示すように、エアーバッグ 1 6 は収縮して天井近くに配置 (収納) される。この場合、コールドアイルには人間が通るのに十分な広さの空間が確保され、ラック 1 1 及び計算機 1 2 のメンテナンス等を容易に行うことができる。

【 0 0 2 3 】

一方、計算機 1 2 が稼働しているときには、図 3 (b) に示すようにエアーバッグ制御装置 1 8 からエアーバッグ 1 6 にエアーが注入され、エアーバッグ 1 6 の下端が床近傍まで進出してコールドアイルの空間を大きく占有する。

40

【 0 0 2 4 】

図 5 の斜視図は、コールドアイルの空間がエアーバッグ 1 6 により占有された状態を示している。このようにコールドアイルの空間がエアーバッグ 1 6 により占有された状態になると、図 6 に示すように、グリル 1 3 から機器設置エリア 1 0 a に導入される低温のエアーが、ラック 1 1 とエアーバッグ 1 6 との間の狭い空間を通るようになる。

【 0 0 2 5 】

このため、ラック 1 1 とエアーバッグ 1 6 との間を流れるエアーの流速が速くなり、ホットアイル側の高温のエアーがコールドアイル側に回り込みにくくなる。また、ラック 1 1 とエアーバッグ 1 6 との間が狭いと、ラック 1 1 内にはグリル 1 3 から機器設定エリア 1 0 a に導入された直後の低温のエアーが取り込まれるようになる。つまり、本実施形態

50

によれば、グリル 1 3 から導入された直後の低温のエアでラック 1 1 内の計算機 1 2 を冷却することができる。そのため、エネルギー効率が高く、空調に要する電力を削減することができる。

【 0 0 2 6 】

なお、上述した例ではエアバッグ 1 6 が膨らんだときの形状をほぼ直方体形状としている。この場合、ラック 1 1 とエアバッグ 1 6 との間を流れる低温のエアの速度が速いため、ラック 1 1 の下側に配置された計算機 1 2 に導入される低温のエアの量が、ラック 1 1 の上側に配置された計算機 1 2 に導入される低温のエアの量よりも少なくなることが考えられる。このため、エアバッグ 1 6 の形状を、図 7 に示すように、例えば上側の幅が広く下側の幅が狭い逆三角形形状としてもよい。このような形状とすることにより、ラック 1 1 の下側に配置された計算機 1 2 に導入される低温のエアの量と上側に配置された計算機 1 2 に導入される低温のエアの量とのばらつきを小さくすることができる。

10

【 0 0 2 7 】

(実験例)

標準サイズのラック (幅 7 0 c m , 奥行き 1 1 0 c m , 高さ 2 0 0 c m) が 1 2 台ずつ複数列に並んだ計算機室 (サーバルーム) を使用して、エアバッグによるエネルギー削減効果を調べた。

【 0 0 2 8 】

計算機室の天井高さは 2 4 0 c m であり、各ラック列間の距離 (コールドアイル及びホットアイルの幅) はいずれも 1 2 0 c m である。この計算機室のコールドアイルに、展開時のサイズが幅 9 0 c m 、長さ 1 8 0 c m の直方体となる 3 個のエアバッグを天井から懸架した。これらのエアバッグはナイロン繊維製であり、内側に 2 m m の厚さでポリウレタンを発泡ライニング加工したものである。

20

【 0 0 2 9 】

これらのエアバッグに、流量 3 0 0 0 リットル / 分の空気ポンプ (ターボブロア) を取り付け、サーバの運転中にエアバッグを展開した。その結果、エアバッグを配置した領域 (アイル) に関わる空調機の運転消費エネルギーが、エアバッグを展開していないときに比べて平均 1 5 % 程度低減した。

【 0 0 3 0 】

(変形例 1)

図 8 (a) は第 1 の実施形態の変形例 1 を示す側面図、図 8 (b) は同じくその上面図である。この変形例 1 では、空間容積調整部材としてアコーディオンカーテン 3 1 , 3 2 を使用している。

30

【 0 0 3 1 】

図 8 (a) , (b) に示すように、ラック 1 1 の吸気面側には、列毎に第 1 のアコーディオンカーテン 3 1 が配置されている。同一コールドアイル内の 2 つの第 1 のアコーディオンカーテン 3 1 の下には、アコーディオンカーテン 3 1 間を連絡する第 2 のアコーディオンカーテン 3 2 が配置されている。

【 0 0 3 2 】

計算機 1 2 が稼働していないときには、アコーディオンカーテン 3 1 , 3 2 はコールドアイルから退避した位置に置かれている。そして、計算機 1 2 が稼働しているときには、アコーディオンカーテン 3 1 , 3 2 はコールドアイルの空間内に展開され、コールドアイルの大部分が第 1 のアコーディオンカーテン 3 1 及び第 2 のアコーディオンカーテン 3 2 で囲まれた空間に占有される。この変形例 1 においても、第 1 の実施形態と同様の効果を得ることができる。

40

【 0 0 3 3 】

(変形例 2)

図 9 (a) , (b) は、第 1 の実施形態の変形例 2 を示す側面図である。変形例 2 では、空間容積調整部材としてロールカーテン 3 3 を使用している。

50

【 0 0 3 4 】

図 8 (a) , (b) に示すように、ラック 1 1 の吸気面側には列毎にロールカーテン 3 3 が配置されている。同一コールドアイル内の 2 つのロールカーテン 3 3 の下端部は、連絡部 3 4 により連絡されている。

【 0 0 3 5 】

計算機 1 2 が稼働していないときには、図 9 (a) に示すようにロールカーテン 3 3 はコールドアイルの上方に巻き上げられている。また、計算機 1 2 が稼働しているときには、図 9 (b) に示すようにロールカーテン 3 3 が下ろされ、コールドアイルの大部分がロールカーテン 3 3 及び連絡部 3 4 で囲まれて空間に占有される。この変形例 2 においても、第 1 の実施形態と同様の効果を得ることができる。

10

【 0 0 3 6 】

(第 2 の実施形態)

以下、第 2 の実施形態に係る空調システムについて説明する。第 2 の実施形態が第 1 の実施形態と異なる点は、計算機の温度又は稼働状態に応じてエアバッグの伸縮を自動的に制御する運転モードを有することにある。本実施形態においても、図 1 ~ 図 3 を参照して説明する。

【 0 0 3 7 】

図 1 0 は本実施形態に係る空調システムのエアバッグ制御系を示すブロック図、図 1 1 はラック 1 1 に配置された温度センサ及び風速センサを示す模式図である。

【 0 0 3 8 】

図 1 0 に示すように、エアバッグ制御系は、主制御部 4 1 と、操作部 4 2 と、温度測定部 4 3 と、風速測定部 4 4 と、計算機動作状態判定部 4 5 と、エアバッグ制御装置 1 8 とを有している。

20

【 0 0 3 9 】

図 1 1 に示すように、ラック 1 1 内に収納された各計算機 1 2 には、CPU の温度を検出する温度センサ 4 7 が設けられている。また、各ラック 1 1 には、排気面側の風速を測定する風速センサ 4 8 が取り付けられている。

【 0 0 4 0 】

温度センサ 4 7 による温度検出結果は、温度測定部 4 3 に出力される。温度測定部 4 3 は、主制御部 4 1 からの信号に応じて、温度検出結果を主制御部 4 1 に出力する。また、風速センサ 4 8 による風速測定結果は、風速測定部 4 4 に出力される。風速測定部 4 4 は、主制御部 4 1 からの信号に応じて、風速測定結果を主制御部 4 1 に出力する。

30

【 0 0 4 1 】

計算機動作状態判定部 4 5 は、計算機 1 2 に投入されるジョブの負荷により、計算機 1 2 毎又はラック 1 1 毎の発熱量を予測する。一般的に、データセンターでは計算機 (サーバ) に投入するジョブによる計算機の負荷を予測し、特定の計算機に負荷が大きいジョブが集中しないようにしている。計算機時動作状態判定部 4 5 は、投入されるジョブによる計算機の負荷の情報を利用して、計算機 1 2 毎又はラック 1 1 毎の発熱量を予測する。そして、主制御部 4 1 からの信号に応じて、その発熱量予測結果を主制御部に 4 1 に送信する。

40

【 0 0 4 2 】

操作部 4 2 には、当該エアバッグ制御系の動作状態を示す表示部や各種スイッチが設けられている。本実施形態では、オペレータが操作部 4 2 を介して主制御部 4 1 に、エアバッグの運転モードを設定するものとする。本実施形態では、エアバッグの運転モードとして、手動運転モード、温度測定運転モード、温度・風速測定運転モード及び計算機動作状態予測運転モードを有する。以下、各運転モードにおけるエアバッグの制御について説明する。

【 0 0 4 3 】

(手動運転モード)

手動運転モードでは、第 1 の実施形態と同じようにエアバッグを運転する。すなわち

50

、オペレータが各計算機 1 2 の稼動状態を判断し、操作部 4 2 に設けられたスイッチを操作して各エリアに配置されたエアバッグ 1 6 を伸縮させる。

【 0 0 4 4 】

(温度測定運転モード)

温度測定運転モードでは、計算機 (C P U) の温度により、エアバッグ 1 6 の伸縮を制御する。図 1 2 は、その制御フローを示す図である。

【 0 0 4 5 】

まず、ステップ S 1 1 において、主制御部 4 1 は、温度測定部 4 3 を介して各計算機 1 2 の温度を取得する。そして、ステップ S 1 2 において、予め設定された温度を超える計算機 1 2 があるか否かを判定する。

10

【 0 0 4 6 】

ここで、予め設定された温度を超える計算機があると判定した場合 (Y e s の場合) は、ステップ S 1 3 に移行する。ステップ S 1 3 において、主制御部 4 1 はエアバッグ 1 6 が伸長済みか否かを判定する、エアバッグ 1 6 が既に伸長済みであると判定した場合 (Y e s の場合) は、ステップ S 1 1 に戻る。一方、ステップ S 1 3 においてエアバッグ 1 6 が伸長済みでないとは判定した場合 (N o の場合) は、ステップ S 1 4 に移行する。

【 0 0 4 7 】

ステップ S 1 4 において、主制御部 4 1 はエアバッグ制御装置 1 8 にエアバッグ 1 6 の伸長を指示する信号を出力する。これにより、エアバッグ制御装置 1 8 のポンプ・バルブ制御部 2 2 (図 4 参照) は、電磁バルブ V 2 , V 3 を開とし、電磁バルブ V 1 , V 4 を閉とする。

20

【 0 0 4 8 】

その後、ステップ S 1 7 に移行し、エアバッグ制御装置 1 8 のポンプ・バルブ制御部 2 2 は、エアポンプ 2 1 の運転を開始する。これにより、エアバッグ 1 6 にエアが注入される。そして、所定時間経過してエアバッグ 1 6 に十分な量のエアが注入されると、ステップ S 1 8 に移行する。ステップ S 1 8 において、エアバッグ制御装置 1 8 はエアポンプ 2 1 を停止するとともに、電磁バルブ V 1 , V 2 , V 3 , V 4 をいずれも閉とする。

【 0 0 4 9 】

このようにしてエアバッグ 1 6 に十分な量のエアが注入されると、図 5 に示すようにコールドアイルの大部分の空間がエアバッグ 1 6 により占有され、ラック 1 1 内にはグリル 1 3 から導入された直後の低温がエアが取り込まれる。これにより、計算機 1 2 の温度が低下する。その後、ステップ S 1 1 に戻り、上述の処理を継続する。

30

【 0 0 5 0 】

なお、ステップ S 1 7 では、圧力検知部 2 3 (図 4 参照) で検出した圧力が設定された上限値以上になったときに、エアバッグ 1 6 に十分な量のエアが注入されたものとしてエアポンプ 2 1 の運転を停止するようにしてもよい。

【 0 0 5 1 】

一方、ステップ S 1 2 において、予め設定された温度以上の計算機がないとは判定した場合 (N o の場合) は、ステップ S 1 5 に移行する。ステップ S 1 5 では、エアバッグ 1 6 が収縮済みか否かを判定する。エアバッグ 1 6 が既に収縮済みであると判定した場合 (Y e s の場合) はステップ S 1 1 に戻る。

40

【 0 0 5 2 】

ステップ S 1 5 においてエアバッグ 1 6 が収縮済みでないとは判定した場合 (N o の場合) は、ステップ S 1 6 に移行する。ステップ S 1 6 において、主制御部 4 1 は、エアバッグ制御装置 1 8 にエアバッグ 1 6 の収縮を指示する信号を出力する。これにより、エアバッグ制御装置 1 8 のポンプ・バルブ制御部 2 2 (図 4 参照) は、電磁バルブ V 1 , V 4 を開とし、電磁バルブ V 2 , V 3 を閉とする。

【 0 0 5 3 】

その後、ステップ S 1 7 に移行し、エアバッグ制御装置 1 8 のポンプ・バルブ制御部

50

22は、エアポンプ21の運転を開始する。これにより、エアバッグ16からエアが排出される。そして、所定時間経過すると、ステップS18に移行し、エアバッグ制御装置18はエアポンプ21を停止するとともに、電磁バルブV1, V2, V3, V4をいずれも閉とする。

【0054】

エアバッグ16からエアが排出されると、エアバッグ16はコールドアイルの上方に収納（撤収）される。なお、ステップS17において、圧力検知部23（図4参照）で検出した圧力が設定された下限値以下になったときに、エアバッグ16から十分な量のエアが排出されたものとしてエアポンプ21の運転を停止するようにしてもよい。

【0055】

その後、ステップS11に戻り、上述した処理を継続する。このように、主制御部41は、計算機（CPU）12の温度に応じてエアバッグ16を伸長させる。

【0056】

図13は、横軸に時間を取り、縦軸に温度及びエアポンプの作動状態（エアバッグ16の伸縮状態）をとって、それらの関係を示すタイミングチャートである。この図13に示すように、計算機12の温度によりエアバッグ16を伸縮することで、計算機12の温度を一定の範囲内に抑えることができる。

【0057】

（温度・風速測定運転モード）

図14は、温度・風速測定運転モードにおける制御フローを示す図である。温度・風速測定運転モードが前述の温度測定運転モードと異なる点はステップS15からステップS16までの間の処理が異なることにあり、その他の処理は基本的に温度測定運転モードと同じであるので、ここでは重複する部分の説明は省略する。

【0058】

ステップS12において設定温度を超える計算機がないと判定した場合（Noの場合）は、ステップS15に移行し、エアバッグ16が既に収縮済みか否かを判定する。エアバッグ16が既に収縮済みであると判定した場合（Yesの場合）は、ステップS11に戻る。一方、エアバッグ16が収縮済みでないと判定した場合（Noの場合）は、ステップS21に移行する。

【0059】

ステップS21において、主制御部41は、風速測定部44を介してラック11（又は計算機12）から排出されるエアの風速を取得する。そして、ステップS22に移行し、ラック11から排出されるエアの風速が設定値以上か否かを判定する。ここで、ラック11から排出されるエアの風速が設定値以上であると判定した場合は、ステップS11に戻る。一方、ラック11から排出されるエアの風速が設定値よりも遅いと判定した場合は、ステップS16に移行する。

【0060】

ステップS16において、主制御部41は、エアバッグ制御装置18にエアバッグ16の収縮を指示する信号を出力する。これにより、エアバッグ制御装置18のポンプ・バルブ制御部22（図4参照）は、電磁バルブV1, V4を開とし、電磁バルブV2, V3を閉とする。

【0061】

その後、ステップS17に移行し、エアバッグ制御装置18のポンプ・バルブ制御部22は、エアポンプ21の運転を開始する。これにより、エアバッグ16からエアが排出される。そして、所定時間経過すると、ステップS18に移行し、エアバッグ制御装置18はエアポンプ21を停止するとともに、電磁バルブV1, V2, V3, V4をいずれも閉とする。

【0062】

温度・風速測定運転モードでは、設定温度を超える計算機がない場合にラック11から排出されるエアの風速を測定し、風速が設定値よりも速い場合にはエアバッグ16を

10

20

30

40

50

伸長させたままとする。これにより、温度測定運転モードに比べて計算機 1 2 の冷却効率がより一層向上する。

【 0 0 6 3 】

(計算機動作状態予測運転モード)

図 1 5 は、計算機動作状態予測運転モードにおける制御フローを示す図である。

【 0 0 6 4 】

まず、ステップ S 3 1 において、主制御部 4 1 は計算機動作状態判定部 4 5 から各計算機 1 2 の発熱量を取得する。そして、ステップ S 3 2 において、予め設定された発熱量を超えるおそれのある計算機があるか否かを判定する。

【 0 0 6 5 】

ここで、予め設定された発熱量を超えるおそれがある計算があると判定した場合 (Y e s の場合) は、ステップ S 3 3 に移行する。ステップ S 3 3 において、主制御部 4 1 はエアバッグ 1 6 が伸長済みか否かを判定する、エアバッグ 1 6 が既に伸長済みであると判定した場合 (Y e s の場合) は、ステップ S 3 1 に戻る。一方、エアバッグ 1 6 が伸長済みでないと判定した場合 (N o の場合) は、ステップ S 3 4 に移行する。

【 0 0 6 6 】

ステップ S 3 4 において、主制御部 4 1 はエアバッグ制御装置 1 8 にエアバッグ 1 6 の伸長を指示する信号を出力する。これにより、エアバッグ制御装置 1 8 のポンプ・バルブ制御部 2 2 (図 4 参照) は、電磁バルブ V 2 , V 3 を開とし、電磁バルブ V 1 , V 4 を閉とする。

【 0 0 6 7 】

その後、ステップ S 3 7 に移行し、エアバッグ制御装置 1 8 のポンプ・バルブ制御部 2 2 は、エアポンプ 2 1 の運転を開始する。これにより、エアバッグ 1 6 にエアが注入される。そして、所定時間経過してエアバッグ 1 6 に十分な量のエアが注入されると、ステップ S 3 8 に移行する。ステップ S 3 8 において、エアバッグ制御装置 1 8 はエアポンプ 2 1 を停止するとともに、電磁バルブ V 1 , V 2 , V 3 , V 4 をいずれも閉とする。その後、ステップ S 3 1 に戻り、上述の処理を継続する。

【 0 0 6 8 】

一方、ステップ S 3 2 において、予め設定された発熱量を超える計算機がないと判定した場合 (N o の場合) は、ステップ S 3 5 に移行する。ステップ S 3 5 では、エアバッグ 1 6 が収縮済みか否かを判定する。エアバッグ 1 6 が既に収縮済みであると判定した場合 (Y e s の場合) はステップ S 3 1 に戻る。

【 0 0 6 9 】

ステップ S 3 5 においてエアバッグ 1 6 が収縮済みでないと判定した場合 (N o の場合) は、ステップ S 3 6 に移行する。ステップ S 3 6 において、主制御部 4 1 は、エアバッグ制御装置 1 8 にエアバッグ 1 6 の収縮を指示する信号を出力する。これにより、エアバッグ制御装置 1 8 のポンプ・バルブ制御部 2 2 (図 4 参照) は、電磁バルブ V 1 , V 4 を開とし、電磁バルブ V 2 , V 3 を閉とする。

【 0 0 7 0 】

その後、ステップ S 3 7 に移行し、エアバッグ制御装置 1 8 のポンプ・バルブ制御部 2 2 は、エアポンプ 2 1 の運転を開始する。これにより、エアバッグ 1 6 からエアが排出される。そして、所定時間経過すると、ステップ S 3 8 に移行し、エアバッグ制御装置 1 8 はエアポンプ 2 1 を停止するとともに、電磁バルブ V 1 , V 2 , V 3 , V 4 をいずれも閉とする。その後、ステップ S 1 1 に戻り、上述した処理を継続する。

【 0 0 7 1 】

本実施形態においては、計算機動作状態判定部 4 5 で各計算機 1 2 の発熱量を予測し、発熱量が設定値を超えるおそれがあると判定したとき、すなわち計算機が実際に高温になる前に場合にエアバッグ 1 6 を伸長させて、計算機 1 2 の冷却効率を向上させる。これにより、計算機 1 2 の故障や誤動作をより確実に回避することができる。

【 0 0 7 2 】

10

20

30

40

50

なお、上記の第1及び第2の実施形態ではいずれもコールドアイルに空間容積調整部材（エアバッグ）を配置した場合について説明したが、ホットアイルに空間容積調整部材を配置してもよい。ホットアイルの空間内に空間容積調整部材を配置すると、高温のエアが通る経路が狭くなる。例えばホットアイルの上方に高温のエアを排気するための排気口がある場合、高温のエアが通る経路を狭くすることで排気口へのエアの回収率が向上し、その結果高温のエアがコールドアイルに回り込むことを抑制できる。

【0073】

また、エアバッグ16は、図16に示すように複数の小部屋に仕切られたものであってもよい。このようなエアバッグを使用する場合、各小部屋に個別にエアを注入し、エアバッグ16の展開時の形状を制御することができる。

10

【0074】

以上の諸実施形態に関し、更に以下の付記を開示する。

【0075】

（付記1）計算機が収納され、前記計算機を冷却するエアを取り込む吸気面と取り込んだエアを排出する排出面とを有する複数のラックと、

前記複数のラックが列毎に並んで配置された機器設置エリアと、

前記機器設置エリアの床下に設けられた床下空間と、

前記ラックの前記吸気面側の床に設けられて前記床下空間と前記機器設置エリアとを連絡する通風口と、

前記機器設置エリアのエアを吸気し、前記床下空間に温度調整されたエアを排出する空調機と、

20

前記ラックの列間の空間に展開可能に配置され、前記列間の空間のうち前記通風口を介して前記機器設置エリアに導入されたエアが通流可能な空間の容積を調整する空間容積調整部材と、

前記空間容積調整部材を展開・収納する展開・収納装置と

を有することを特徴とする空調システム。

【0076】

（付記2）前記空間容積調整部材はエアの注入により伸長するエアバッグであることを特徴とする付記1に記載の空調システム。

【0077】

（付記3）前記空間容積調整部材は、展開時に前記通風口の上方に配置されることを特徴とする付記1又は2に記載の空調システム。

30

【0078】

（付記4）更に、前記計算機の温度を測定する温度センサと、

前記温度センサによる温度測定値に基づいて前記展開・収納装置を制御する制御部とを有し、

前記制御部は前記温度測定値が設定温度よりも高いときに前記展開・収納装置を制御して前記空間容積調整部材を前記列間の空間に展開し、

前記温度測定値が前記設定温度以下のときに前記展開・収納装置を制御して前記空間容積調整部材を前記列間の空間から撤収することを特徴とする付記1乃至3のいずれか1項に記載の空調システム。

40

【0079】

（付記5）更に、前記計算機の発熱量を予測する計算機動作状態判定部と、

前記計算機動作状態判定部による発熱量予測値に基づいて前記展開・収納装置を制御する制御部とを有し、

前記制御部は前記計算機動作状態判定部による発熱量予測値が設定値よりも高いときに前記展開・収納装置を制御して前記空間容積調整部材を前記列間の空間に展開し、

前記計算機動作状態判定部による発熱量予測値が前記設定値以下のときに前記展開・収納装置を制御して前記空間容積調整部材を前記列間の空間から撤収し収納することを特徴とする付記1乃至3のいずれか1項に記載の空調システム。

50

【 0 0 8 0 】

(付記6) 計算機が収納され、前記計算機を冷却するエア－を取り込む吸気面と取り込んだエア－を排出する排出面とを有する複数のラックが列毎に並んで配置された機器設置エリアと、前記機器設置エリアの床下に設けられた床下空間と、前記機器設置エリアと前記床下空間とを連絡する通風口と、前記機器設置エリアのエア－を吸気し、前記床下空間に温度調整されたエア－を排出する空調機とを有する計算機室の空調方法であって、

前記計算機が稼働しているときには前記ラックの列間の空間に、前記列間の空間のうち前記通風口を介して前記機器設置エリアに導入されたエア－が通流可能な空間の容積を調整する空間容積調整部材を配置し、

前記計算機が停止しているときには前記ラックの列間の空間から前記空間容積調整部材を撤収することを特徴とする空調方法。

10

【 0 0 8 1 】

(付記7) 前記空間容積調整部材は、エア－の注入により伸長するエア－バッグであることを特徴とする付記6に記載の空調方法。

【 0 0 8 2 】

(付記8) 前記計算機の温度が設定温度よりも高いときに前記空間容積調整部材を前記列間の空間に展開し、

前記計算機の温度が前記設定温度以下のときに前記空間容積調整部材を前記列間の空間から撤収することを特徴とする付記6又は7に記載の空調方法。

【 0 0 8 3 】

(付記9) 前記計算機の発熱量を予測し、前記計算機の発熱量予測値が設定値よりも高いときに前記空間容積調整部材を前記列間の空間に展開し、

前記計算機の発熱量予測値が前記設定値以下のときに前記空間容積調整部材を前記列間の空間から撤収することを特徴とする付記6又は7に記載の空調方法。

20

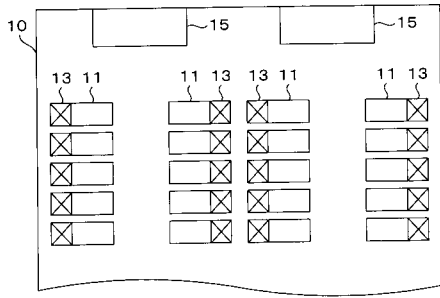
【 符号の説明 】

【 0 0 8 4 】

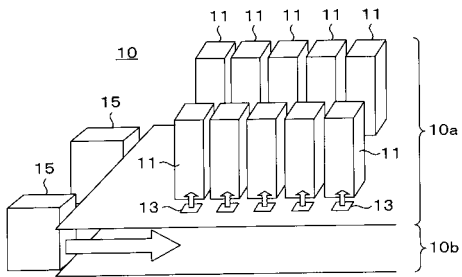
1 0 ... 計算機室、1 0 a ... 機器設置エリア、1 0 b ... フリーアクセスフロア、1 1 ... ラック、1 2 ... 計算機、1 3 ... グリル(通風口) 1 5 ... 空調機、1 6 ... エア－バッグ、1 7 ... エア－配管、1 8 ... エア－バッグ制御装置(展開・収納装置)、2 1 ... エア－ポンプ、2 2 ... ポンプ・バルブ制御部、2 3 ... 圧力検知部、3 1 , 3 2 ... アコーディオンカーテン、3 3 ... ロールカーテン、4 1 ... 主制御部、4 2 ... 操作部、4 3 ... 温度測定部、4 4 ... 風速測定部、4 5 ... 計算機動作状態判定部、4 7 ... 温度センサ、4 8 ... 風速センサ。

30

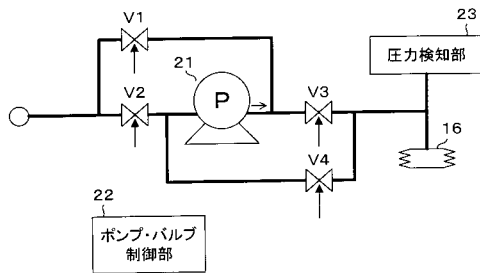
【図1】



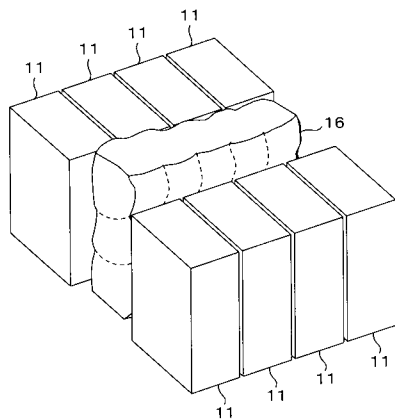
【図2】



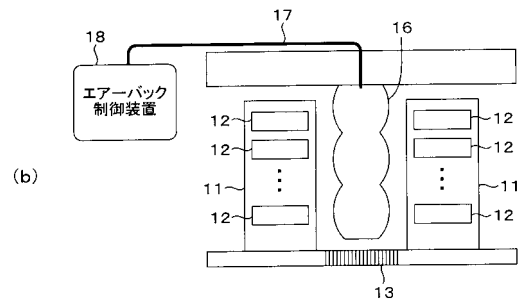
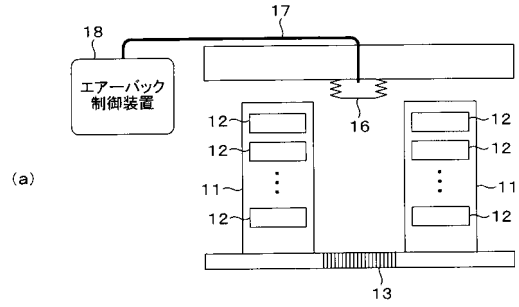
【図4】



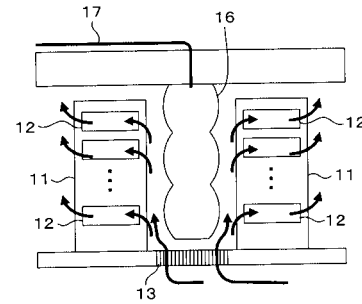
【図5】



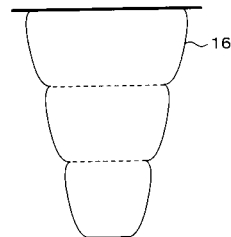
【図3】



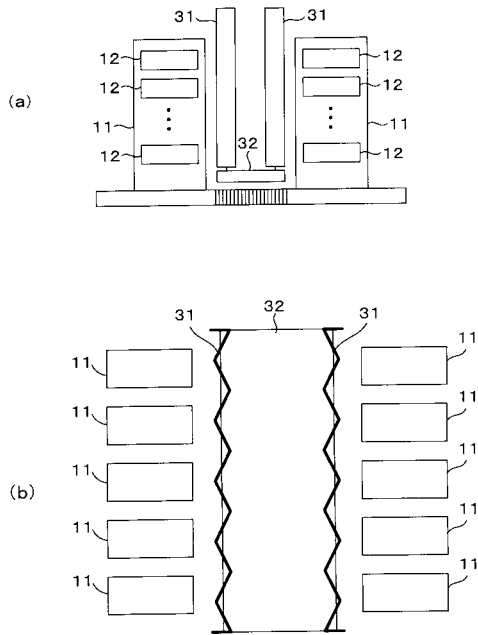
【図6】



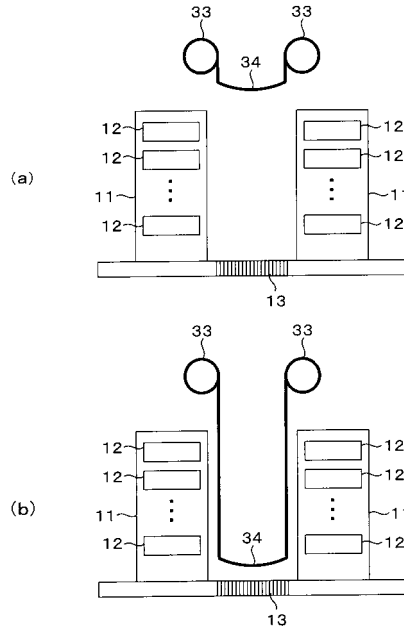
【図7】



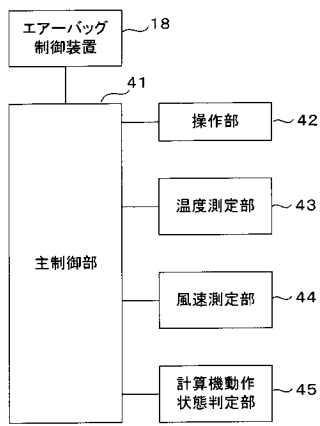
【図 8】



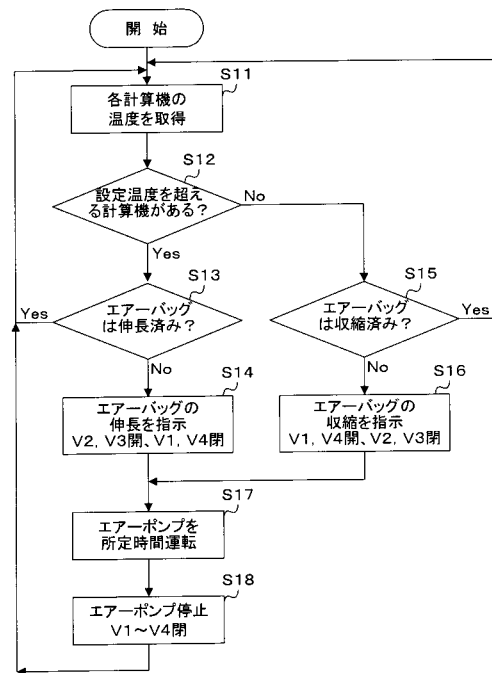
【図 9】



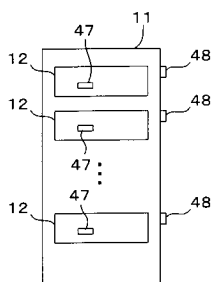
【図 10】



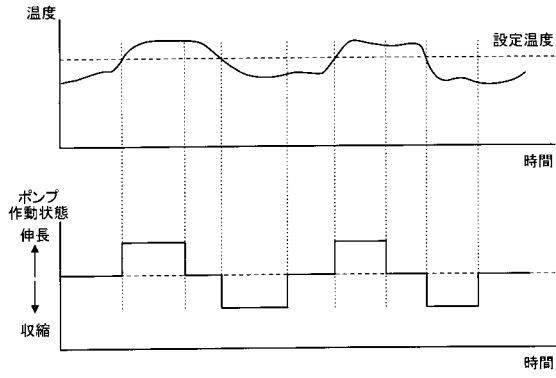
【図 12】



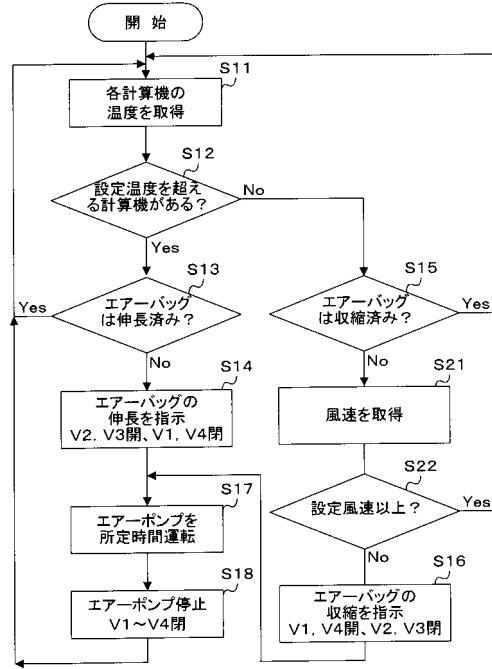
【図 11】



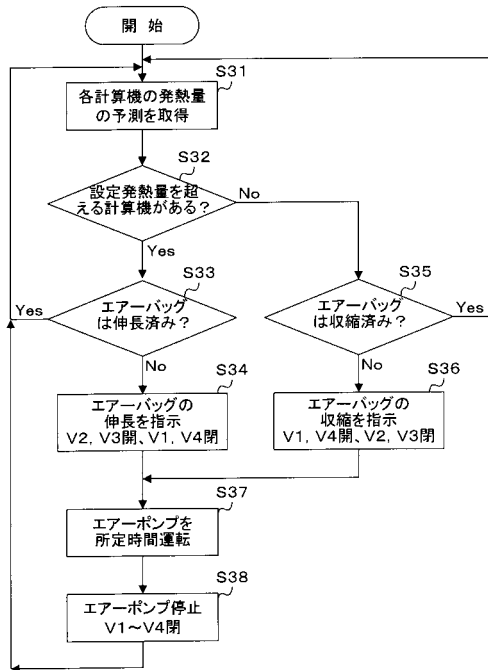
【図13】



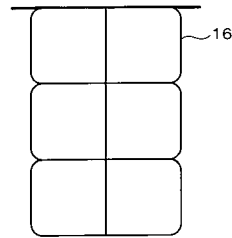
【図14】



【図15】



【図16】



フロントページの続き

- (72)発明者 八木 悟
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 小林 賢造
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 河野 俊二

- (56)参考文献 特表2004-508526(JP,A)
特開2010-032174(JP,A)
特開平11-200495(JP,A)
米国特許出願公開第2004/0218355(US,A1)
米国特許出願公開第2009/0117842(US,A1)

(58)調査した分野(Int.Cl., DB名)

F 2 4 F	3 / 0 4 4
F 2 4 F	1 3 / 0 8
F 2 4 F	7 / 0 6
H 0 5 K	7 / 2 0