

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 公開特許公報(A)

(11) 特許出願公開番号

特開2012-7865  
(P2012-7865A)

(43) 公開日 平成24年1月12日(2012.1.12)

(51) Int.Cl. F 1 テーマコード (参考)  
F 2 4 F 11/053 (2006.01) F 2 4 F 11/053 F 3 L 0 6 1

審査請求 未請求 請求項の数 5 O L (全 16 頁)

(21) 出願番号	特願2010-146573 (P2010-146573)	(71) 出願人	000005452 株式会社日立プラントテクノロジー 東京都豊島区東池袋四丁目5番2号
(22) 出願日	平成22年6月28日 (2010.6.28)	(74) 代理人	100083116 弁理士 松浦 憲三
		(72) 発明者	伊藤 潤一 東京都豊島区東池袋四丁目5番2号 株式 会社日立プラントテクノロジー内
		(72) 発明者	頭島 康博 東京都豊島区東池袋四丁目5番2号 株式 会社日立プラントテクノロジー内
		(72) 発明者	稲富 泰彦 東京都豊島区東池袋四丁目5番2号 株式 会社日立プラントテクノロジー内

最終頁に続く

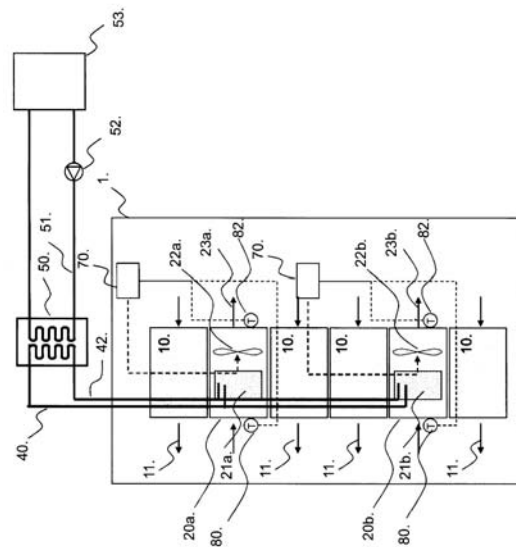
(54) 【発明の名称】 冷却システム

(57) 【要約】

【課題】本発明は、冷媒自然循環サイクルに、ラックの間に設置し半局所冷却運転を行う冷却装置を備えた冷却システムにおいて、電子機器の温度上昇を防止しながら、負荷に応じて冷却装置の送風量を制御することによりランニングコストを削減し、省エネ性の高い冷却システムを提供する。

【解決手段】冷却装置20a、20bの給気面に給気温度センサ80と排気面に還気温度センサ82を設置し、給気温度センサ80と還気温度センサ82の測定値から給気温度と還気温度の温度差を送風機周波数切替手段70によって算出する。そして、送風機周波数切替手段70によって、前記温度差に応じた周波数に送風機22a、22bの周波数を制御する。

【選択図】 図1



## 【特許請求の範囲】

## 【請求項 1】

熱を発生する複数の電子機器と、前記複数の電子機器を搭載し、前面と背面に通気可能な構造を持つ複数のラックと、前記複数のラックを各々の給気面と排気面が揃うよう配列した電算室と、前記ラックの間に設置され、ラックからの高温排気との熱交換によって冷媒を気化するとともに該高温排気を冷却する蒸発器と、前記蒸発器に前記ラックからの高温排気を供給する送風機と、前記蒸発器と前記送風機を組み込んだ冷却装置と、前記蒸発器よりも高所に設置され、前記気化された冷媒を液化させる凝縮器と、前記蒸発器で気化した冷媒ガスを前記凝縮器に送るガス配管と、前記凝縮器で液化した冷媒液体を前記蒸発器に送る液配管と、前記凝縮器に冷水を供給する冷水ポンプと、前記凝縮器と冷水ポンプをつ

10

なぐ冷水配管と、前記蒸発器と前記凝縮器の間で前記冷媒を自然循環させる自然循環機構を備えた冷却システムにおいて、  
前記送風機による前記蒸発器への給気温度を測定する給気温度センサと、  
前記蒸発器で冷却された還気温度を測定する還気温度センサと、  
前記送風機の周波数を切り替える送風機周波数切替手段を備え、

前記送風機周波数切替手段は、前記給気温度センサによって測定された前記給気温度と前記還気温度センサによって測定された前記還気温度との差に対応した送風機の周波数に制御することを特徴とする冷却システム。

## 【請求項 2】

前記送風機周波数切替手段には、前記送風機の必要送風量を演算する必要送風量演算手段が備えられ、

20

前記必要送風量演算手段は、前記給気温度センサと前記還気温度センサの検出値から熱負荷を計算し、熱負荷処理に必要な周波数に送風機の周波数を制御する請求項 1 に記載の冷却システム。

## 【請求項 3】

前記冷却装置の受け持ち範囲内に1つまたは複数のラック入気温度を測定するラック入気温度センサを備え、

前記送風機周波数切替手段は、前記ラック入気温度センサの検出値が所定値以上である場合に前記送風機の送風量を増加させる請求項 1 又は 2 に記載の冷却システム。

## 【請求項 4】

30

前記凝縮器の出口の冷媒温度を測定する冷媒温度センサと、

前記送風機の周波数と冷却性能テーブルから必要な凝縮器冷媒温度を演算する必要冷媒温度演算手段とを備え、

前記必要冷媒温度演算手段は、前記送風機の周波数と冷却性能テーブルから必要な凝縮器冷媒温度を演算するとともに、前記凝縮器の冷媒温度の設定値を演算値に設定する請求項 1 ~ 3 のいずれかに記載の冷却システム。

## 【請求項 5】

前記電算室の室内露点温度を検出する手段を備え、

前記必要冷媒温度演算手段は、前記送風機の周波数と冷却性能テーブルから必要な凝縮器冷媒温度を演算するとともに、該演算値が室内露点温度以上であれば前記凝縮器冷媒温度の設定値を演算値に、該演算値が室内露点温度以下であれば前記凝縮器冷媒温度の設定値を室内露点温度に変更する請求項 1 ~ 4 のいずれかに記載の冷却システム。

40

## 【発明の詳細な説明】

## 【技術分野】

## 【0001】

本発明は電子機器の冷却システムに関し、特にサーバールームに設置されたコンピュータやサーバ等の複数の電子機器から発生した熱を、電子機器の間に設置された蒸発器と送風機とを備えた冷却装置により冷却する電子機器の冷却システムに関する。

## 【背景技術】

## 【0002】

50

サーバールームには、コンピュータやサーバ等の電子機器が集約された状態で多数設置される。電子機器は一般にラックマウント方式、すなわち、電子機器を機能単位別にラック（筐体）に段積みする方式で設置され、ラックはサーバールームの床上に多数整列配置される。

【0003】

これらの電子機器は、正常な動作のために一定の温度環境が必要とされ、高温状態になるとシステム停止等のトラブルを引き起こすおそれがある。このため、サーバールームは、空調機によって一定の温度環境に管理されている。

【0004】

しかし、近年では、電子機器の処理速度や処理能力の急激な上昇に伴い、電子機器からの発熱量が上昇の一途をたどっており、空調機のランニングコストも大幅に増加している。

10

【0005】

一方、発熱量が大きいラックをサーバールームに乱雑に配列すると、ラックからの高温排気による熱溜まりが発生し、この熱溜まりの高温空気をラックが吸込むことにより電子機器が高温状態になる恐れがある。このことから、一般的なサーバールームのラックは、複数のラックの給気面と排気面を揃えて配列され、サーバールーム内の空気をラックからの高温排気により周囲温度よりも高温なホットアイルと、空調機により冷却されラックに供給される周囲温度よりも低温なコールドアイルにゾーニングし、ラックが高温空気を吸込むことを防止する方式がとられている。

20

【0006】

このような背景から、電子機器を冷却するためのランニングコストを低減する様々な技術が提案されている。例えば、特許文献1に記載される空調システムは、冷媒を動力なしで自然循環させる冷媒自然循環型の空調システムであり、蒸発器と、この蒸発器よりも高所の凝縮器とを、ガス配管及び液配管で接続することによって構成されている。そして、蒸発器で気化された冷媒の気体がガス配管を介して凝縮器に送られ、凝縮器で液化された冷媒の気体が液配管を介して蒸発器に送られることによって、冷媒が自然循環され、蒸発器で冷却作用を得ることができる。

【0007】

このような冷媒自然循環型の空調システムを、電子機器の局所冷却に適用することによって、前述したランニングコストを削減することが期待される。例えば、蒸発器と送風機を備えた冷却装置を配列されたラックの間に設置し、冷媒自然循環により半局所的にラックを冷却することで送風動力を削減できるとともに熱溜まり発生を抑制できる。

30

【0008】

一方で、ラック間に冷却装置を設置し、半局所的に冷却運転を行う方式におけるランニングコストの低減についても様々な技術が提案されている。例えば、特許文献2に記載される空調システムは、サーバールーム内に配列されたラックの間に蒸発器と送風機が組み込まれた冷却装置と、冷媒を凝縮する凝縮器と、蒸発器と凝縮器の間に設置され冷媒を圧送する冷媒圧送装置とを冷媒配管で接続することによって構成されている。この冷却装置の冷媒圧力と冷媒温度を測定し、圧力測定値から冷媒の飽和温度を求め、温度測定値との差に応じて冷媒圧送装置の出力量や送風機の送風量を制御することでランニングコストを削減することができる。

40

【先行技術文献】

【特許文献】

【0009】

【特許文献1】特開2007-127315号公報

【特許文献2】特開2006-162248号公報

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

50

## 【0010】

しかしながら、上記のようにラックの間に冷却装置を設置し、半局所的に冷却するシステムでは、ラック内に搭載した電子機器の発熱量によりラックの送風量が個別に変わっているのに対し、冷却装置の受け持ち範囲内のラックに対し、ラックの送風量よりも冷却装置に組込まれた送風機による送風量が多くなる必要がある。例えば、ラックの送風量が、冷却装置の送風量を上回ると、ラックによる高温排気がラック前面に回り込み、電子機器の温度上昇を引き起こしてしまう可能性がある。

## 【0011】

一方、冷媒自然循環システムの能力制御では、部分負荷時には配管圧損が小さくなるため、凝縮冷媒温度の設定値を下げるのが可能であるにもかかわらず、凝縮器冷媒温度を一定に制御する方法がとられている。

10

## 【0012】

したがって、冷却システムのランニングコストを抑えるためには、電子機器の温度上昇を防止しながら負荷に応じて冷却装置の送風量を制御するとともに凝縮器冷媒温度の設定値を変更することが重要になる。

## 【0013】

本発明はこのような事情に鑑みてなされたものであり、冷媒自然循環サイクルに、ラックの間に設置し半局所冷却運転を行う冷却装置を備えた冷却システムにおいて、電子機器の温度上昇を防止しながら、負荷に応じて冷却装置の送風量を制御することによりランニングコストを削減し、省エネ性の高い冷却システムを提供することを目的とする。

20

## 【課題を解決するための手段】

## 【0014】

本発明は、前記目的を達成するために、熱を発する複数の電子機器と、前記複数の電子機器を搭載し、前面と背面に通気可能な構造を持つ複数のラックと、前記複数のラックを各々の給気面と排気面が揃うよう配列した電算室と、前記ラックの間に設置され、ラックからの高温排気との熱交換によって冷媒を気化するとともに該高温排気を冷却する蒸発器と、前記蒸発器に前記ラックからの高温排気を供給する送風機と、前記蒸発器と前記送風機を組込んだ冷却装置と、前記蒸発器よりも高所に設置され、前記気化された冷媒を液化させる凝縮器と、前記蒸発器で気化した冷媒ガスを前記凝縮器に送るガス配管と、前記凝縮器で液化した冷媒液体を前記蒸発器に送る液配管と、前記凝縮器に冷水を供給する冷水ポンプと、前記凝縮器と冷水ポンプをつなぐ冷水配管と、前記蒸発器と前記凝縮器の間で前記冷媒を自然循環させる自然循環機構を備えた冷却システムにおいて、前記送風機による前記蒸発器への給気温度を測定する給気温度センサと、前記蒸発器で冷却された還気温度を測定する還気温度センサと、前記送風機の周波数を切り替える送風機周波数切替手段を備え、前記送風機周波数切替手段は、前記給気温度センサによって測定された前記給気温度と前記還気温度センサによって測定された前記還気温度との差に対応した送風機の周波数に制御することを特徴とする冷却システムを提供する。

30

## 【0015】

また、本発明によれば、前記送風機周波数切替手段には、前記送風機の必要送風量を演算する必要送風量演算手段が備えられ、前記必要送風量演算手段は、前記給気温度センサと前記還気温度センサの検出値から熱負荷を計算し、熱負荷処理に必要な周波数に送風機の周波数を制御することが好ましい。

40

## 【0016】

また、本発明によれば、前記冷却装置の受け持ち範囲内に1つまたは複数のラック入気温度を測定するラック入気温度センサを備え、前記送風機周波数切替手段は、前記ラック入気温度センサの検出値が所定値以上である場合に前記送風機の送風量を増加させることが好ましい。

## 【0017】

また、本発明によれば、前記凝縮器の出口の冷媒温度を測定する冷媒温度センサと、前記送風機の周波数と冷却性能テーブルから必要な凝縮器冷媒温度を演算する必要冷媒温度

50

演算手段とを備え、前記必要冷媒温度演算手段は、前記送風機の周波数と冷却性能テーブルから必要な凝縮器冷媒温度を演算するとともに、前記凝縮器の冷媒温度の設定値を演算値に設定することが好ましい。

【0018】

また、本発明によれば、前記電算室の室内露点温度を検出する手段を備え、前記必要冷媒温度演算手段は、前記送風機の周波数と冷却性能テーブルから必要な凝縮器冷媒温度を演算するとともに、該演算値が室内露点温度以上であれば前記凝縮器冷媒温度の設定値を演算値に、該演算値が室内露点温度以下であれば前記凝縮器冷媒温度の設定値を室内露点温度に変更することが好ましい。

【発明の効果】

10

【0019】

本発明の冷却システムによれば、冷媒自然循環による半局所冷却システムにおいて、部分負荷時にラックが高温空気を吸込むことを防止しながら冷却装置の送風量を制御することが可能になると同時に、結露の発生を防止しながら負荷に応じて凝縮器冷媒温度の設定値を変えることが可能となり、高い省エネルギーな空調設備を提供することができる。

【図面の簡単な説明】

【0020】

【図1】第1の実施の形態の冷却システムの構成を示したブロック図

【図2】第2の実施の形態の冷却システムの構成を示したブロック図

【図3】第3の実施の形態の冷却システムの構成を示したブロック図

20

【図4】第4の実施の形態の冷却システムの構成を示したブロック図

【図5】第5の実施の形態の冷却システムの構成を示したブロック図

【図6】第6の実施の形態の冷却システムの構成を示したブロック図

【図7】図1に示した冷却システムの送風機運転制御例の説明図

【図8】図2に示した冷却システムの送風機運転制御例の説明図

【図9】図4に示した冷却システムの送風機運転制御例の説明図

【発明を実施するための形態】

【0021】

以下、添付図面に従って本発明に係る冷却システムの好ましい実施の形態について説明する。

30

【0022】

図1は、第1の実施の形態の冷却システムの構成を示したブロック図である。

【0023】

図1において、サーバールーム（電算室）1内には、熱を発する電子機器が搭載された複数のラック10、10...が給気面と排気面が揃うように配列されており、そのラック10の間に蒸発器21aと送風機22aとが組込まれた冷却装置20a、及び蒸発器21bと送風機22bとが組込まれた冷却装置20bが設置されている。蒸発器21a、21bの内部には冷媒液が供給され、冷媒液はラック10からの高温排気11で蒸発することにより周囲から気化熱を奪いガス化する。これにより、ラック10からの高温排気11が冷却される。符号23a、23bは、冷却装置20a、20bから排気された冷却空気である。

40

【0024】

一方、蒸発器21a、21bより高い位置には凝縮器50が設けられ、凝縮器50と前述したそれぞれの蒸発器21a、21bとの間には、冷媒が自然循環する冷媒循環ラインが設けられる。冷媒循環ラインは、ガス配管40と液配管42とから構成される。凝縮器50では、蒸発器21a、21bでガス化した冷媒が、冷水と熱交換し液化する。液化した冷媒は、蒸発器21a、21bと凝縮器50の間を連結する液配管42の内部を重力により流動し、蒸発器21a、21bへ自然に循環する。符号53は、凝縮器50に供給する冷水を冷却する冷熱源であり、冷熱源53によって冷却された冷水は、冷水ポンプ52によって冷水配管を介して凝縮器50に循環供給される。

50

## 【0025】

この冷却システムにおいては、ラック10の負荷が低下したときにも冷却装置20a、20b内の送風機22a、22bは一定風量で運転される。そこで、冷却装置20a、20bの給気面に給気温度センサ80と排気面に還気温度センサ82を設置し、給気温度センサ80と還気温度センサ82の測定値から給気温度と還気温度の温度差を送風機周波数切替手段70によって算出している。そして、送風機周波数切替手段70によって、前記温度差に応じた周波数に送風機22a、22bの周波数を制御する。

## 【0026】

例えば、前記温度差が所定の基準値に対して大きい場合には、冷却装置20a、20bの冷却能が過剰であると判断し、送風機22a、22bの周波数を下げて送風機22a、22bの回転数を下げる。これに対し、前記温度差が所定の基準値に対して小さい場合には、冷却装置20a、20bの冷却能が不足していると判断し、送風機22a、22bの周波数を上げて送風機22a、22bの回転数を上げる。これにより、ラック10の熱負荷に対応した運転が可能になり、省エネ運転制御が可能となる。

10

## 【0027】

図2は、第2の実施の形態の冷却システムの構成を示したブロック図であり、図1に示した冷却システムと同一又は類似の部材については同一の符号を付して説明する。

## 【0028】

図2の冷却システムは、図1に示した冷却システムに対し、給気温度センサ80と還気温度センサ82の測定値に基づき送風機周波数切替手段70の必要風量演算手段71によって熱負荷を算出し、必要風量演算手段71によって前記熱負荷を処理するために必要な周波数に送風機22a、22bの周波数を制御するシステムである。

20

## 【0029】

図3は、第3の実施の形態の冷却システムの構成を示したブロック図であり、図1に示した冷却システムと同一又は類似の部材については同一の符号を付して説明する。

## 【0030】

図3の冷却システムは、図1に示した冷却システムにおいて、冷却装置20a、20bが受け持つ1つ以上のラック10の入気温度を測定するラック入気温度センサ83が設置されている。ラック入気温度センサ83の測定値が所定値以上である場合には、送風機周波数切替手段70が強制的に送風機22の送風量を強制的に増加させ、ラック10が高温空気を吸い込むことによる電子機器の温度上昇を防止する。

30

## 【0031】

図4は、第4の実施の形態の冷却システムの構成を示したブロック図であり、図1に示した冷却システムと同一又は類似の部材については同一の符号を付して説明する。

## 【0032】

図4の冷却システムは、図1に示した冷却システムにおいて、凝縮器50の冷媒温度を測定する温度センサ84と送風機22a、22bの周波数と冷却性能テーブルから必要な凝縮器50の冷媒温度を演算する必要冷媒温度演算手段86を備え、凝縮器50の冷媒温度の設定値をこの演算値に設定する。これにより、部分負荷時に凝縮器50の冷媒温度を高く設定できる。

40

## 【0033】

図5は、第5の実施の形態の冷却システムの構成を示したブロック図であり、図1に示した冷却システムと同一又は類似の部材については同一の符号を付して説明する。

## 【0034】

図5の冷却システムは、図1に示した冷却システムにおいて、サーバーム1内に室内露点温度を検出する室内露点温度検出手段85が設置されている。送風機22の周波数と冷却性能テーブルから必要な凝縮器冷媒温度を演算する必要冷媒温度演算手段86による演算値が、室内露点温度検出手段85により検出した室内露点温度以上であれば、凝縮器50の冷媒温度の設定値を演算値に変更し、演算値が室内露点温度以下であれば凝縮器50の冷媒温度の設定値を露点温度に変更する。これにより、結露の発生を防止できる。

50

## 【 0 0 3 5 】

## 〔 変形例 〕

図 1 ~ 図 5 に示した冷却システムでは、冷水と冷媒を熱交換する凝縮器 5 0 を設置しているが、図 6 の如く凝縮器 5 0 の代わりに外気冷熱を利用して冷媒を凝縮させる冷媒冷却塔 5 5 を設けてもよい。

## 【 0 0 3 6 】

## 〔 第 1 の実施の形態の冷却システムの送風運転制御例 〕

例えば、図 7 に示すように給気温度センサ 8 0 ( 図 1 参照 ) の測定値  $T_{in}$  と還気温度センサ 8 2 の測定値  $T_{out}$  の差  $T$  (  $T = T_{in} - T_{out}$  ) を算出し、この温度差  $T$  の値に対して、冷却装置の設計最大温度差を  $T_1$  、設計最小温度差温度差を  $T_2$  としたときに前記温度差  $T$  が  $T_1 < T < T_2$  の範囲にあるときにその  $T$  に対応する送風機周波数  $f$  を予め設定しておく。そして、 $T > T_1$  の時に送風機周波数を最大周波数  $f_{max}$  に変更し、 $T < T_2$  の時に送風機周波数を最低周波数  $f_{min}$  に変更し、 $T_1 < T < T_2$  の時に温度差  $T$  に対応する送風機周波数を予め設定してある値  $f$  に変更する。これよりラック 1 0 の熱負荷が低下した場合には送風機周波数を下げて運転可能となり、省エネ運転が可能となる。さらに、冷却装置の異常等により冷却性能が低下した場合には、還気温度センサ 8 2 の測定値  $T_{out}$  が上昇し、給気温度センサ 8 0 の測定値  $T_{in}$  の値に近づくので、温度差  $T$  が小さくなり、送風機周波数を下げて送風量を減少するので、ラック 1 0 から的高温排気が冷却されずにラック 1 0 の入気面に供給されるのを防止することが可能となる。

## 【 0 0 3 7 】

## 〔 第 2 の実施の形態の冷却システムの送風運転制御例 〕

例えば、図 8 に示すように冷却装置の設計最大熱負荷を  $Q_1$  k w、設計最小熱負荷を  $Q_2$  k w としたときに、熱量  $Q$  を冷却するのに必要な送風量を確保するための送風機周波数  $f$  を予め設定しておく。現在の送風機運転周波数から送風量を求め、給気温度センサ 8 0 ( 図 2 参照 ) と還気温度センサ 8 2 の測定値と送風機送風量から熱量  $Q$  算出し、 $Q_1 < Q < Q_2$  の時に送風機周波数を最大周波数  $f_{max}$  に変更し、 $Q < Q_2$  の時に送風機周波数を最低周波数  $f_{min}$  に変更し、 $Q_1 < Q < Q_2$  の時に送風機周波数を予め設定してある熱量  $Q$  に対応する送風機周波数  $f$  に変更する。これよりラック 1 0 の熱負荷が低下した場合には送風機周波数を下げて運転可能となり、省エネ運転が可能となる。さらに、冷却装置の異常等により冷却性能が低下した場合には、還気温度センサ 8 2 の測定値  $T_{out}$  が上昇し、給気温度センサ 8 0 の測定値  $T_{in}$  の値に近づくので、熱量  $Q$  が小さくなり、送風機周波数を下げて送風量を減少するので、ラック 1 0 から的高温排気が冷却されずにラック 1 0 の入気面に供給されるのを防止することが可能となる。

## 【 0 0 3 8 】

例えば、ラック 1 0 の高温排気量  $Q_3$  に対して冷却装置の送風量  $Q$  の値が  $Q < Q_3$  となる場合には、冷却装置の送風量以上の高温排気が供給され、冷却装置の送風量を上回った分の高温排気はラック 1 0 の入気面に回り込む。これにより、ラック 1 0 の入気温度を上昇させ、ラック 1 0 に搭載した電子機器の温度上昇を引き起こす恐れがある。したがって、ラック 1 0 の入気温度を測定するラック入気温度センサ 8 3 の測定値が設計室内温度以上となった場合には、ラック 1 0 の高温排気が入気面へ回り込んでいると判断し、送風機 2 2 の運転周波数を強制的に増加させる。これにより、ラック 1 0 から的高温排気の入気面への回り込みを防止できる。

## 【 0 0 3 9 】

## 〔 第 4 の実施の形態の冷却システムの送風運転制御例 〕

例えば、図 9 に示すように冷却装置の処理熱量と送風機周波数及び凝縮器冷媒温度の関係から冷却性能テーブルを予め作成し、現在の送風機周波数の値と冷却装置の給気温度と還気空気の温度差から熱量  $Q$  を算出し、前記冷却性能テーブルから熱量  $Q$  に対応する凝縮器冷媒温度  $T_r$  に変更する。これにより熱量  $Q$  が大きくなれば凝縮器冷媒温度を上げ、熱量  $Q$  が小さくなれば凝縮器冷媒温度を下げるため、部分負荷時の省エネ運転が可能となる

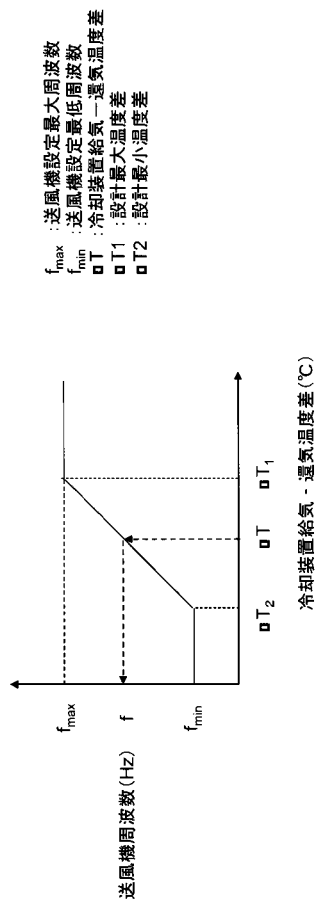
。

【符号の説明】

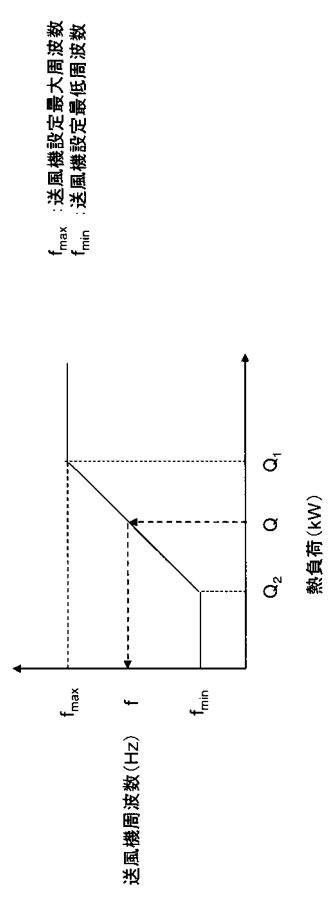
【0040】

1 ... サーバルーム、10 ... ラック、11 ... 高温排気、20 a、20 b ... 冷却装置、21 a、21 b ... 蒸発器、22 a、22 b ... 送風機、23 a、23 b ... 冷却排気、40 ... ガス配管、42 ... 液配管、50 ... 凝縮器、52 ... 冷水ポンプ、53 ... 冷熱源、70 ... 送風機周波数切替手段、71 ... 必要風量演算手段、80 ... 給気温度センサ、82 ... 還気温度センサ、84 ... 温度センサ、85 ... 室内露点温度検出手段、86 ... 必要冷媒温度演算手段

【図7】

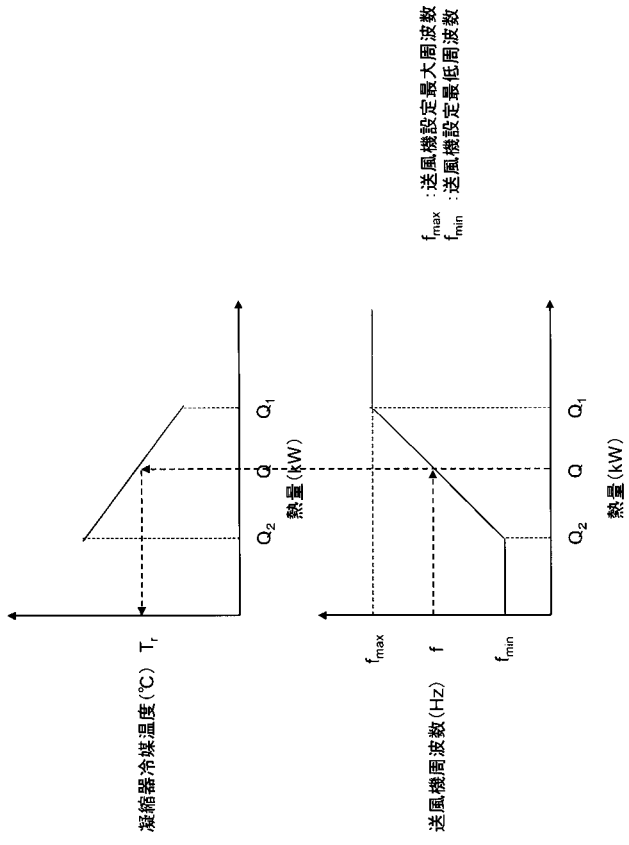


【図8】

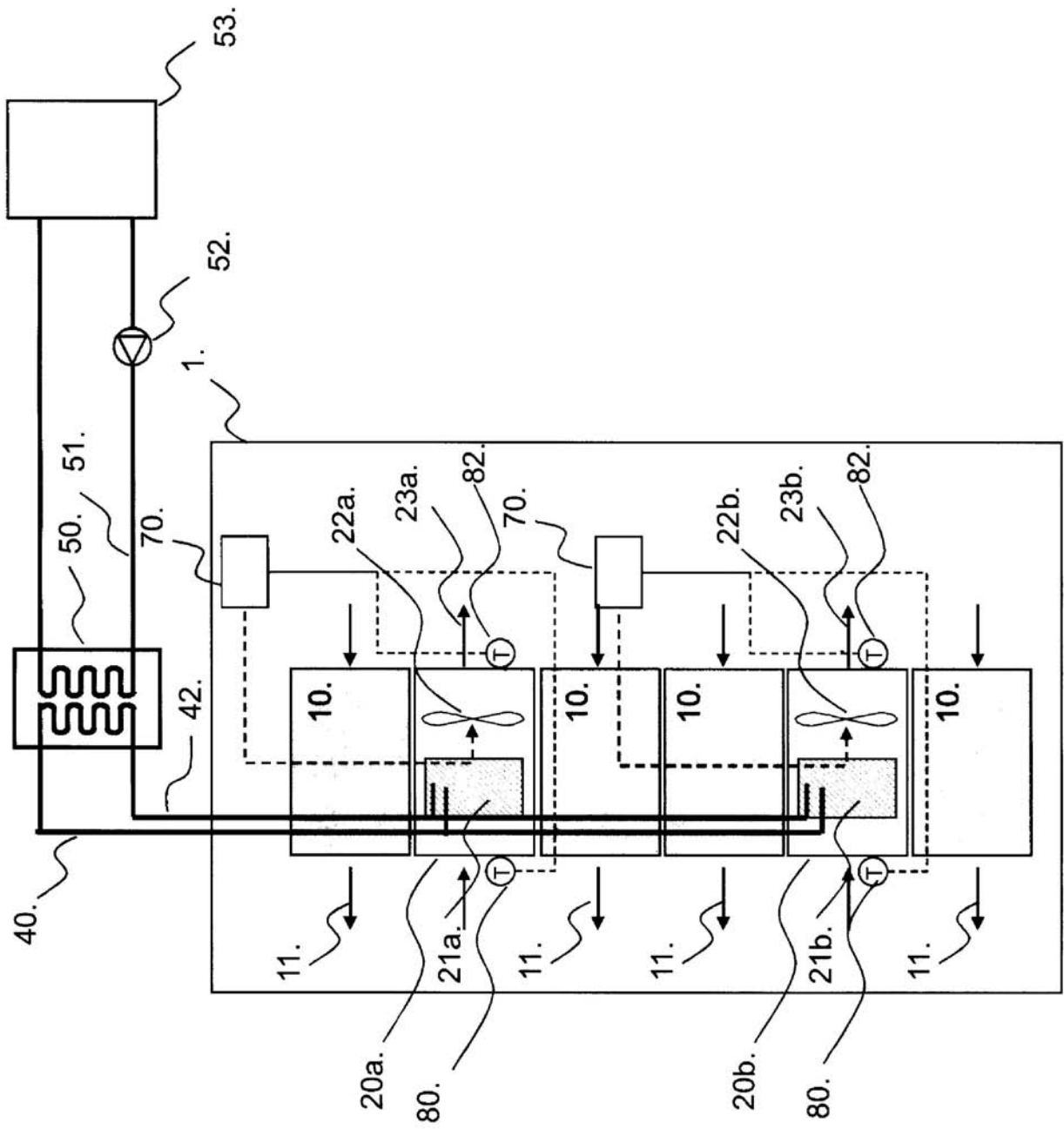




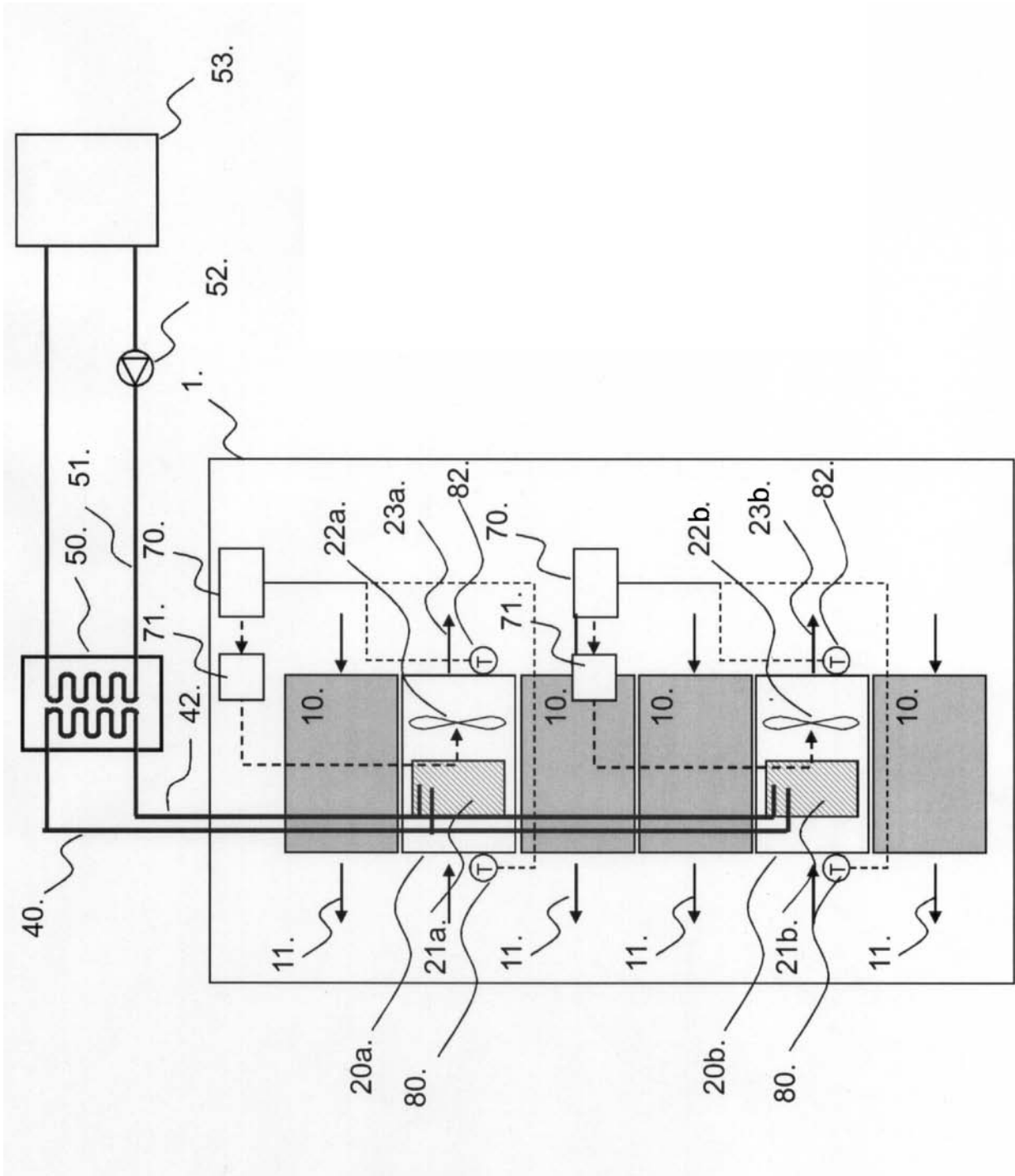
【 図 9 】



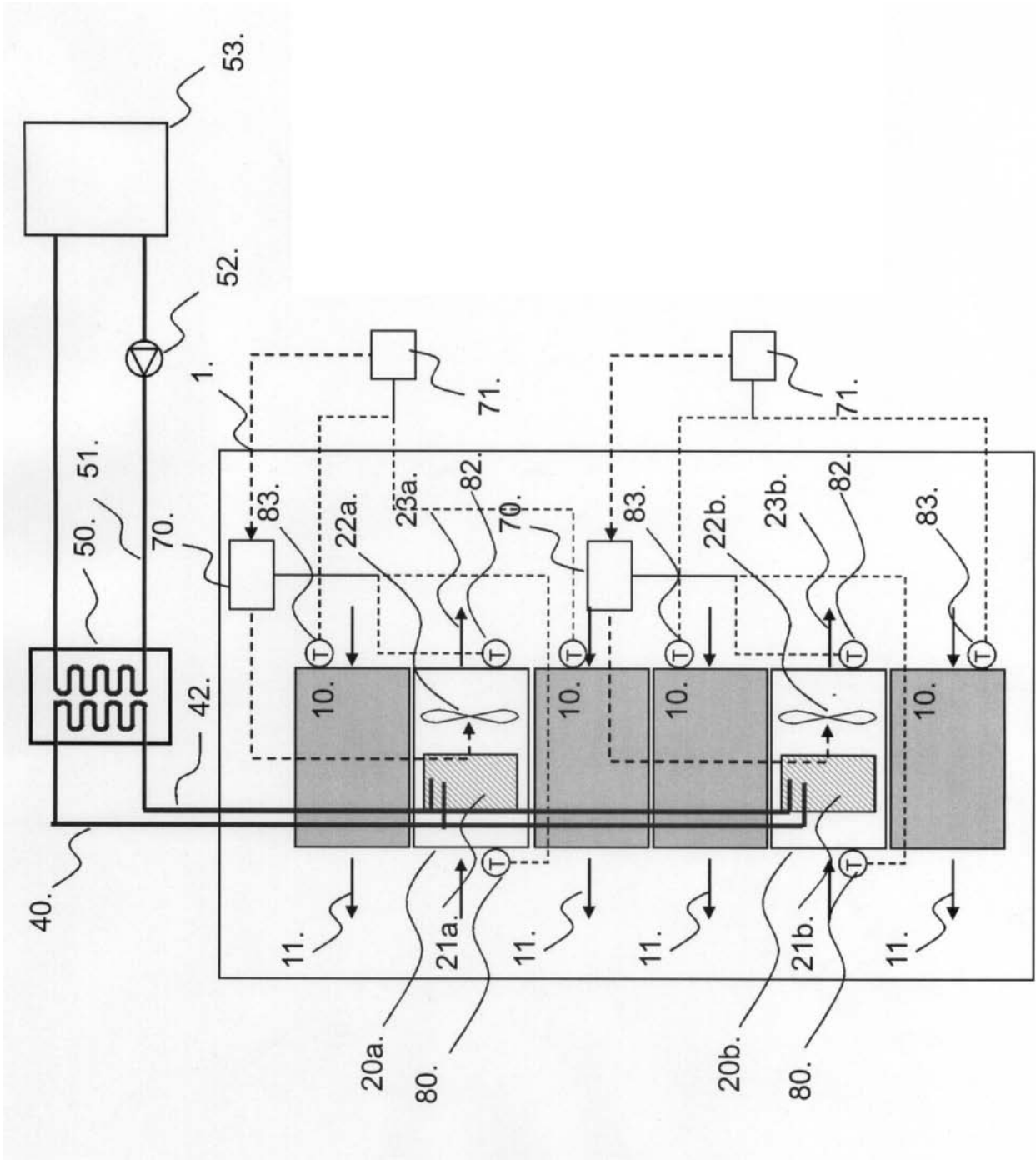
【 図 1 】



【 図 2 】

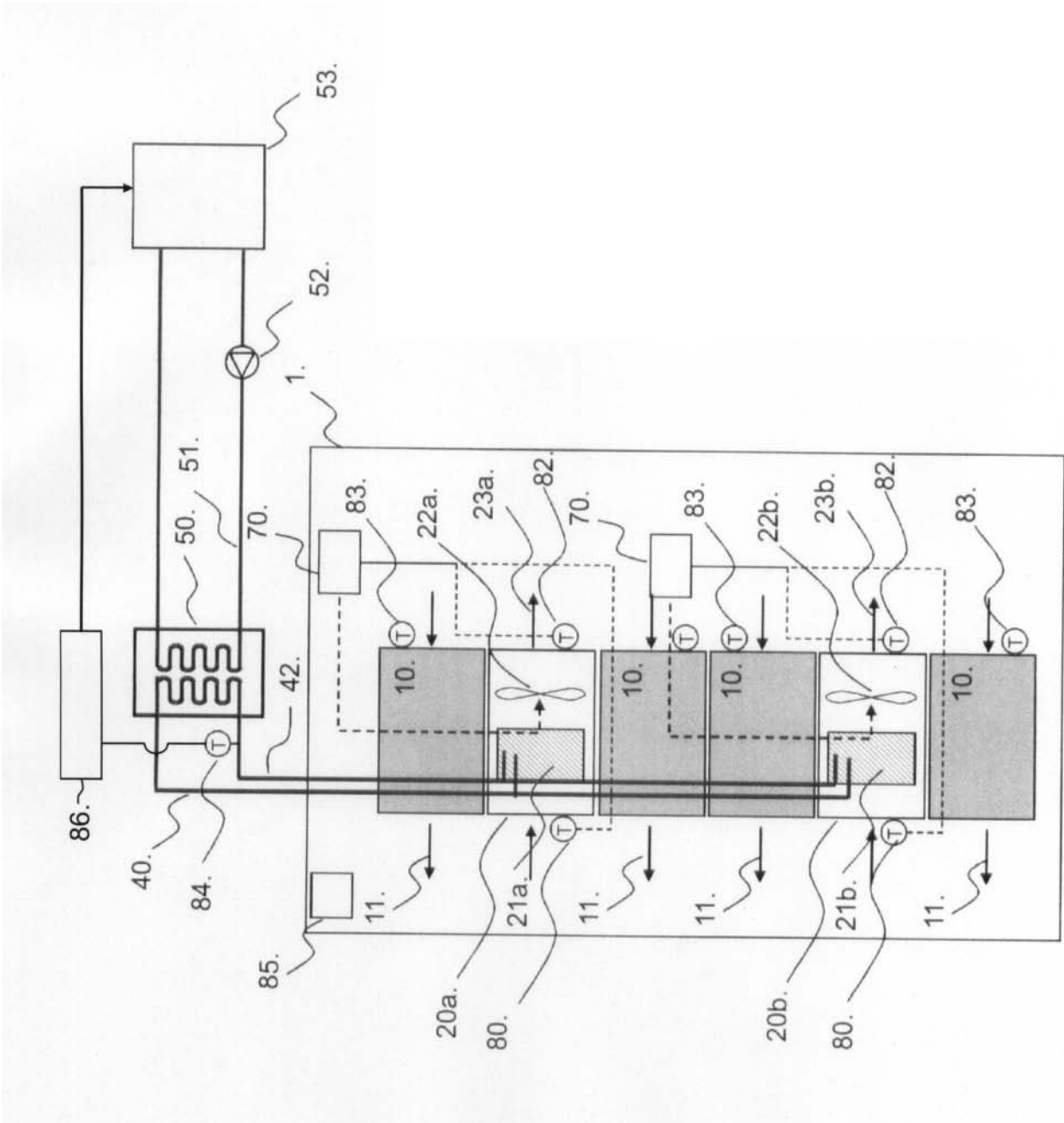


【図 3】

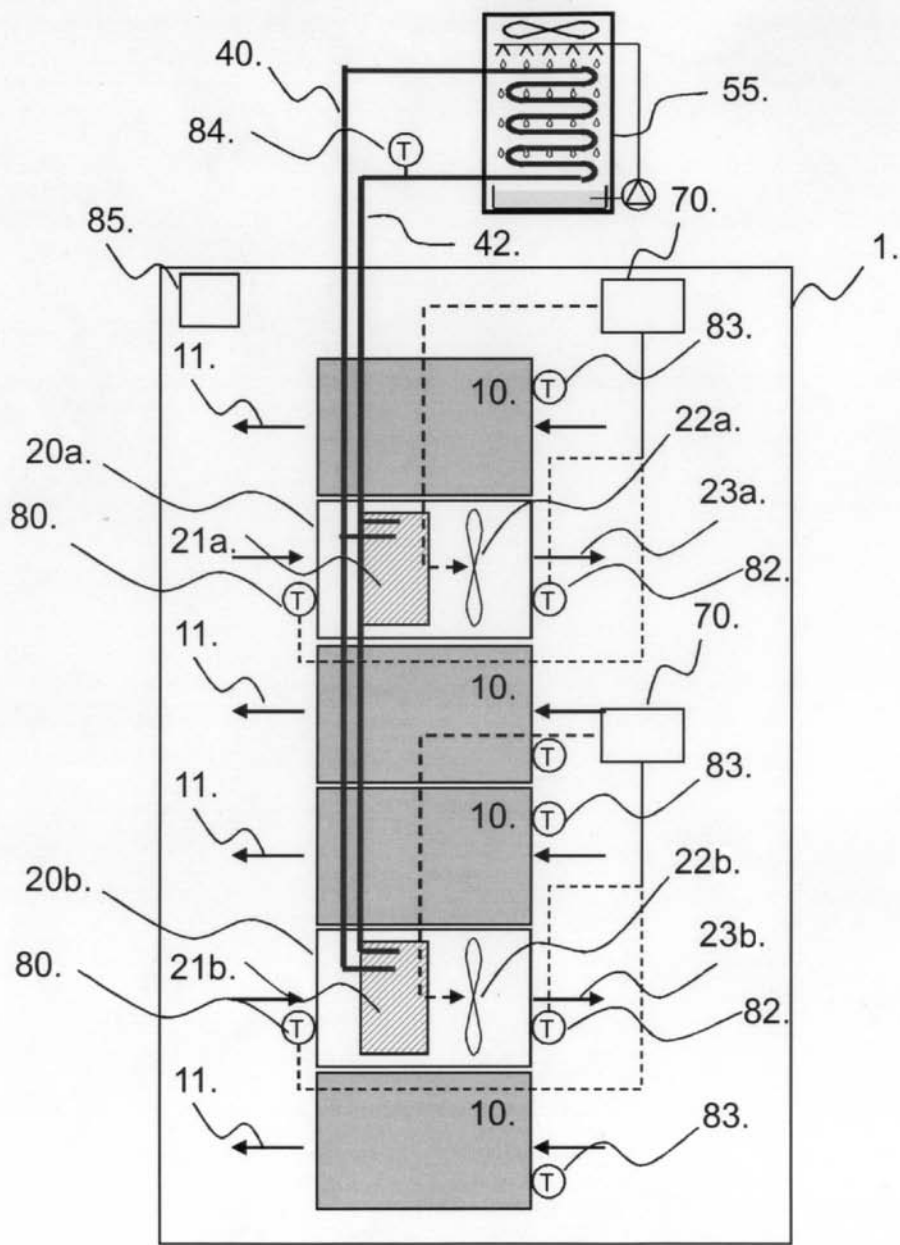




【 図 5 】



【 図 6 】



フロントページの続き

(72)発明者 吉田 伴博

東京都豊島区東池袋四丁目5番2号 株式会社日立プラントテクノロジー内

Fターム(参考) 3L061 BE03 BF01