

(19) 日本国特許庁(JP)

## (12) 特許公報(B2)

(11) 特許番号

特許第5851303号  
(P5851303)

(45) 発行日 平成28年2月3日(2016.2.3)

(24) 登録日 平成27年12月11日(2015.12.11)

(51) Int.Cl.	F 1
<b>F25B 49/02</b>	(2006.01) F 25 B 49/02 D
<b>F25B 29/00</b>	(2006.01) F 25 B 29/00 371 C
<b>F25B 6/02</b>	(2006.01) F 25 B 6/02 H
<b>F24F 1/24</b>	(2011.01) F 24 F 1/24
<b>HO2M 7/48</b>	(2007.01) HO2M 7/48 Z

請求項の数 8 (全 9 頁)

(21) 出願番号 特願2012-75150 (P2012-75150)  
 (22) 出願日 平成24年3月28日 (2012.3.28)  
 (65) 公開番号 特開2013-204935 (P2013-204935A)  
 (43) 公開日 平成25年10月7日 (2013.10.7)  
 審査請求日 平成26年6月17日 (2014.6.17)

(73) 特許権者 000006013  
 三菱電機株式会社  
 東京都千代田区丸の内二丁目7番3号  
 (74) 代理人 100089118  
 弁理士 酒井 宏明  
 (72) 発明者 天野 勝之  
 東京都千代田区丸の内二丁目7番3号 三菱電機株式会社内

審査官 柿沼 善一

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 冷凍サイクル装置および室外熱源ユニット

## (57) 【特許請求の範囲】

## 【請求項1】

室外熱源ユニットと、室内ユニットと、給湯ユニットと、を接続し、空調運転および給湯運転の個別運転が可能であり、冷房および給湯の同時運転により排熱回収運転が可能であり、前記排熱回収運転時には前記室内ユニットと前記給湯ユニットとの間で冷媒が循環して冷凍サイクルが成立することによって前記室外熱源ユニットでの熱交換が不要となる冷凍サイクル装置であって、

前記室外熱源ユニットは、冷媒圧縮用の圧縮機と、前記冷媒と外気との熱交換を行う冷媒空気熱交換器と、前記圧縮機駆動用のインバータ装置を含む制御装置と、前記インバータ装置を放熱するためのヒートシンクと、前記冷媒空気熱交換器冷却用であって、前記ヒートシンクを冷却することで前記インバータ装置内のスイッチング素子の放熱を行う送風機と、を備え、

前記スイッチング素子をワイドバンドギャップ半導体による素子で構成することで、前記制御装置は、排熱回収運転時、前記スイッチング素子を放熱するための前記送風機の運転を抑制する、

ことを特徴とする冷凍サイクル装置。

## 【請求項2】

前記制御装置は、排熱回収運転時、前記ヒートシンクの温度または前記インバータ装置内の温度検出手段により検出された温度に基づいて、前記送風機の運転を制御する、

ことを特徴とする請求項1に記載の冷凍サイクル装置。

## 【請求項 3】

前記ヒートシンクを、前記室外熱源ユニットにおいて送風機室側に配置し、当該ヒートシンクのフィンを、マトリックス状に配置された形状、または円柱もしくは角柱がドットマトリックス状に配置された形状とする。

ことを特徴とする請求項 1 または 2 に記載の冷凍サイクル装置。

## 【請求項 4】

前記ワイドバンドギャップ半導体は、炭化珪素、窒化ガリウム系材料、またはダイヤモンドである。

ことを特徴とする請求項 1, 2 または 3 に記載の冷凍サイクル装置。

## 【請求項 5】

室外熱源ユニットと、室内ユニットと、給湯ユニットと、を接続し、空調運転および給湯運転の個別運転が可能であり、冷房および給湯の同時運転により排熱回収運転が可能であり、前記排熱回収運転時には前記室内ユニットと前記給湯ユニットとの間で冷媒が循環して冷凍サイクルが成立することによって前記室外熱源ユニットでの熱交換が不要となる冷凍サイクル装置における前記室外熱源ユニットであって、

冷媒圧縮用の圧縮機と、前記冷媒と外気との熱交換を行う冷媒空気熱交換器と、前記圧縮機駆動用のインバータ装置を含む制御装置と、前記インバータ装置を放熱するためのヒートシンクと、前記冷媒空気熱交換器冷却用であって、前記ヒートシンクを冷却することで前記インバータ装置内のスイッチング素子の放熱を行う送風機と、を備え、

前記スイッチング素子をワイドバンドギャップ半導体による素子で構成することで、前記制御装置は、排熱回収運転時、前記スイッチング素子を放熱するための前記送風機の運転を抑制する、

ことを特徴とする室外熱源ユニット。

## 【請求項 6】

前記制御装置は、排熱回収運転時、前記ヒートシンクの温度または前記インバータ装置内の温度検出手段により検出された温度に基づいて、前記送風機の運転を制御する、

ことを特徴とする請求項 5 に記載の室外熱源ユニット。

## 【請求項 7】

前記ヒートシンクを、前記室外熱源ユニットにおいて送風機室側に配置し、当該ヒートシンクのフィンを、マトリックス状に配置された形状、または円柱もしくは角柱がドットマトリックス状に配置された形状とする、

ことを特徴とする請求項 5 または 6 に記載の室外熱源ユニット。

## 【請求項 8】

前記ワイドバンドギャップ半導体は、炭化珪素、窒化ガリウム系材料、またはダイヤモンドである、

ことを特徴とする請求項 5, 6 または 7 に記載の室外熱源ユニット。

## 【発明の詳細な説明】

## 【技術分野】

## 【0001】

本発明は、冷房および給湯の同時運転により排熱回収運転が可能な冷凍サイクル装置に関する。

## 【背景技術】

## 【0002】

従来、室外熱源ユニットと、室内ユニットおよび給湯ユニットを配管接続して形成した冷媒回路を搭載し、空調運転および給湯運転を 1 つのシステムにおいて単独に運転を行うことができ、かつ、空調運転および給湯運転を同時に実行可能な冷凍サイクル装置がある（例えば、下記特許文献 1 参照）。このシステムでは、冷房運転と給湯を同時に実行することによって冷房時の排熱を給湯熱に回収することが可能となり、効率の高い運転を実現することができる。

## 【0003】

10

20

30

40

50

このような冷凍サイクル装置では、室外熱源ユニットの圧縮機駆動用の制御装置にインバータ装置を用いて容量制御することで、より省エネ性を高めている。圧縮機駆動用のインバータ装置は、複数のスイッチング素子で構成されており、このスイッチング素子に高電圧、大電流が流れるため熱損失が発生する。この熱損失は、放熱フィンを介して冷媒空気熱交換器用の送風機により強制空冷されている（例えば、下記特許文献 2 参照）。

【先行技術文献】

【特許文献】

【0004】

【特許文献 1】特開 2010-196950 号公報

【特許文献 2】特開平 5-196262 号公報

10

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

【0005】

しかしながら、上記従来の技術によれば、冷房と給湯の同時運転により排熱回収をする場合、室外熱源ユニットの圧縮機の運転は必要であるが、冷媒空気熱交換器での熱交換は不要であるため、室外熱源ユニットの送風機を運転する必要がない。一方で、圧縮機をインバータ装置で駆動する場合、インバータ装置の放熱のために送風機を運転する必要がある。そのため、排熱回収運転時、送風機の入力分だけ運転効率が悪化する、という問題があった。

【0006】

20

本発明は、上記に鑑みてなされたものであって、排熱回収運転時に高効率運転を実現可能な冷凍サイクル装置を得ることを目的とする。

【課題を解決するための手段】

【0007】

上述した課題を解決し、目的を達成するために、本発明は、室外熱源ユニットと、室内ユニットと、給湯ユニットと、を接続し、空調運転および給湯運転の個別運転が可能であり、冷房および給湯の同時運転により排熱回収運転が可能な冷凍サイクル装置であって、前記室外熱源ユニットは、冷媒圧縮用の圧縮機と、前記冷媒と外気との熱交換を行う冷媒空気熱交換器と、前記冷媒空気熱交換器冷却用の送風機と、前記圧縮機駆動用のインバータ装置を含む制御装置と、前記インバータ装置を放熱するためのヒートシンクと、を備え、前記インバータ装置内のスイッチング素子をワイドバンドギャップ半導体による素子で構成する、ことを特徴とする。

30

【発明の効果】

【0008】

本発明によれば、排熱回収運転時に高効率運転を実現できる、という効果を奏する。

【図面の簡単な説明】

【0009】

【図 1】図 1 は、実施の形態 1 の室外熱源ユニットの構成例を示す図である。

【図 2】図 2 は、冷凍サイクル装置の構成例を示す図である。

【図 3】図 3 は、排熱回収運転を実施中の冷凍サイクル装置の接続状態を示す図である。

40

【図 4】図 4 は、スイッチング素子の温度と送風機の運転状態の関係を示す図である。

【図 5】図 5 は、実施の形態 2 の室外熱源ユニットの構成例を示す図である。

【図 6】図 6 は、ヒートシンクの形状を示す図である。

【図 7】図 7 は、ヒートシンクの形状を示す図である。

【図 8】図 8 は、ヒートシンクの形状を示す図である。

【発明を実施するための形態】

【0010】

以下に、本発明にかかる冷凍サイクル装置の実施の形態を図面に基づいて詳細に説明する。なお、この実施の形態によりこの発明が限定されるものではない。

【0011】

50

### 実施の形態 1 .

図 1 は、本実施の形態における冷凍サイクル装置を構成する室外熱源ユニットの構成例を示す図である。室外熱源ユニット 1 は、冷媒空気熱交換器 1 1 と、送風機 1 2 と、圧縮機 1 3 と、圧縮機 1 3 駆動用のインバータ装置 1 4 と、インバータ装置 1 4 内のスイッチング素子 1 5 と、インバータ装置 1 4 内の温度検出部 1 6 と、インバータ装置 1 4 を含む電装品である制御装置 1 7 と、セパレータ板金 1 8 と、ヒートシンク 1 9 と、板金ダクト 2 0 と、を備える。

#### 【 0 0 1 2 】

本実施の形態では、インバータ装置 1 4 内のスイッチング素子 1 5 を、SiC もしくは GaN などのワイドバンドギャップ半導体で構成する。ワイドバンドギャップ半導体としては、SiC (炭化珪素) や窒化ガリウム (GaN) 系材料の他、ダイヤモンドなどがある。

10

#### 【 0 0 1 3 】

室外熱源ユニット 1 は、セパレータ板金 1 8 によって送風機室 2 1 と機械室 2 2 に分けられている。送風機室 2 1 には、冷媒空気熱交換器 1 1 および送風機 1 2 が配置されている。また、機械室 2 2 には、圧縮機 1 3 、インバータ装置 1 4 、制御装置 1 7 、ヒートシンク 1 9 、および板金ダクト 2 0 が配置されている。

#### 【 0 0 1 4 】

インバータ装置 1 4 は、機械室 2 2 側に配置されたヒートシンク 1 9 に接続され、ヒートシンク 1 9 は、フィン部分に十分に通風するように板金ダクト 2 0 で覆われた構成とする。なお、フィン部分に十分な通風が得られれば、ダクトのような導風構造は必要なく、ヒートシンク 1 9 のみを配置するようにしてもよい。

20

#### 【 0 0 1 5 】

セパレータ板金 1 8 には、ヒートシンク 1 9 の大きさに穴が開けられており、室外熱源ユニット 1 の送風機 1 2 が駆動することにより、この穴からヒートシンク 1 9 を介して機械室 2 2 側から空気を吸い込み、ヒートシンク 1 9 を強制空冷することができる構成とする。

#### 【 0 0 1 6 】

つぎに、室外熱源ユニット 1 を含む冷凍サイクル装置の構成について説明する。図 2 は、冷凍サイクル装置の構成例を示す図である。冷凍サイクル装置は、室外熱源ユニット 1 と、室内ユニット 2 と、給湯ユニット 3 と、から構成される。冷凍サイクル装置は、室外熱源ユニット 1 と室内ユニット 2 と給湯ユニット 3 とを配管接続することによって形成した冷媒回路を搭載し、空調運転 (冷房運転、暖房運転) と給湯運転を 1 つのシステムにおいて単独に運転を行うことができ、かつ、空調運転および給湯運転を同時に実行することをできるシステムである。なお、図 2 中に示す四方弁、アクチュエータ、LEV 等は一般的な構成であるので詳細な説明については省略する。

30

#### 【 0 0 1 7 】

ここで、排熱回収運転を実施している場合の冷凍サイクル装置の接続状態について説明する。図 3 は、排熱回収運転を実施中の冷凍サイクル装置の接続状態を示す図である。図 3 に示すように、室内ユニット 2 と給湯ユニット 3 間で冷媒が循環して冷凍サイクルが確立するため、室外熱源ユニット 1 の冷媒空気熱交換器 1 1 での熱交換が不要となり、冷媒回路としては、室外熱源ユニット 1 の送風機 1 2 の運転を行う必要がなくなる。

40

#### 【 0 0 1 8 】

しかしながら、前述の様に、排熱回収運転時も室外熱源ユニット 1 の圧縮機 1 3 は運転している。このとき、インバータ装置 1 4 のスイッチング素子 1 5 には大電流が流れて熱損失が発生することから、インバータ装置 1 4 の放熱のためだけに室外熱源ユニット 1 の送風機 1 2 を運転する必要がある。

#### 【 0 0 1 9 】

そのため、スイッチング素子 1 5 を従来の Si 製から SiC もしくは GaN などのワイドバンドギャップ半導体で構成したインバータ装置 1 4 とすることにより、スイッチング

50

素子 15 の耐熱性を向上させる。制御装置 17 では、室外熱源ユニット 1 の送風機 12 の運転が冷媒サイクル的に不要となる排熱回収運転時は、送風機 12 の運転を抑制する。室外熱源ユニット 1 の送風機 12 の消費電力は、DC タイプの高効率のものでも全入力電力の 2 ~ 4 % 程度を占めるため、動作不要時に停止できれば省エネ性を改善することができる。

#### 【0020】

また、インバータ装置 14 のスイッチング素子 15 を Si 製から SiC もしくは GaN などのワイドバンドギャップ半導体とすることにより、素子自身の耐熱性が向上するほか、リカバリ損失、スイッチング損失などのスイッチングによる熱損失も低減できる。耐熱性は、従来の Si 製のスイッチング素子 15 が半導体チップ温度で 150 以下が一般的であるのに対して、SiC もしくは GaN などのワイドバンドギャップ半導体はチップ温度で 250 程度の耐熱性が実現可能であり、送風機 12 の運転を停止したまでの排熱回収運転可能域を拡大することができる。10

#### 【0021】

排熱回収運転は、室内ユニット 2 側が冷房運転し、その排熱を利用して給湯ユニット 3 により給湯に使用する冷凍サイクルであるため、基本的に外気温度が 30 を超えるような高い状態で実施される。そのため、高負荷状態が継続し、または冷凍サイクルに何らかの異常があり、圧縮機 13 における電流が増加する場合は、スイッチング素子 15 を SiC もしくは GaN などのワイドバンドギャップ半導体としても、送風機 12 停止時に半導体チップの許容温度以上に温度が上昇する可能性がある。20

#### 【0022】

このような場合の保護制御として、室外熱源ユニット 1 では、ヒートシンク 19 上、またはインバータ装置 14 に内蔵された温度検出部 16 によりスイッチング素子 15 の温度を検出し、ある閾値温度を超えた場合は送風機 12 の運転を段階的に実施して、半導体チップが熱故障しないように保護する制御を備える。20

#### 【0023】

図 4 は、スイッチング素子 15 の温度と送風機 12 の運転状態の関係を示す図である。熱保護制御の一例を示しており、室外熱源ユニット 1 の送風機 12 が停止状態で排熱回収運転を継続している時に、ヒートシンク 19 の温度、またはインバータ装置 14 に内蔵された温度検出部 16 の検出温度が T2 まで達した場合、制御装置 17 は、停止していた送風機 12 を中速で運転させる。その後、制御装置 17 は、検出温度が T1 まで低下した場合は、再度送風機 12 を停止して省エネ運転に戻り、送風機 12 運転後も検出温度が上昇を続け T3 まで達した場合は、送風機 12 を高速で運転させる。同様に、その後、制御装置 17 は、検出温度が T2 まで下がれば送風機 12 を中速に戻し、T1 まで下がれば停止させる制御とする。このように、室外熱源ユニット 1 では、排熱回収運転時に送風機 12 の停止状態のまでの運転可能域、時間を拡大することができる。30

#### 【0024】

なお、送風機 12 が高速状態で運転しても検出温度の上昇が収まらずに、T4 温度まで上昇した場合、制御装置 17 は、温度異常として圧縮機 13 運転を停止させて保護する。一例として、T1 ~ T4 の 4 段階の温度で説明したが、これに限定するものではない。半導体チップの熱故障を防げれば、段数が 4 段階より少なくても多くてもよい。40

#### 【0025】

以上説明したように、本実施の形態によれば、室外熱源ユニット 1 、室内ユニット 2 、および給湯ユニット 3 を接続し、空調運転および給湯運転の個別運転が可能であり、冷房および給湯の同時運転により排熱回収運転が可能な冷凍サイクル装置において、室外熱源ユニット 1 では、インバータ装置 14 内のスイッチング素子 15 をワイドバンドギャップ半導体による素子で構成し、スイッチング素子 15 の耐熱性を向上させ、熱損失を低減させることとした。これにより、室外熱源ユニット 1 では、排熱回収運転時、スイッチング素子 15 を放熱するための送風機 12 の運転を抑制できることから送風機 12 での消費電力を低減することができ、高効率運転を実現することができる。50

## 【0026】

実施の形態2.

図5は、本実施の形態における室外熱源ユニットの構成例を示す図である。室外熱源ユニット1aは、冷媒空気熱交換器11と、送風機12と、圧縮機13と、圧縮機13駆動用のインバータ装置14と、インバータ装置14内のスイッチング素子15と、インバータ装置14内の温度検出部16と、インバータ装置14を含む電装品である制御装置17aと、セパレータ板金18aと、ヒートシンク19aと、を備える。実施の形態1と同様に、インバータ装置14内のスイッチング素子15を、SiCもしくはGaNなどのワイドバンドギャップ半導体で構成する。

## 【0027】

10

室外熱源ユニット1aは、セパレータ板金18aによって送風機室21aと機械室22aに分けられている。送風機室21aには、冷媒空気熱交換器11、送風機12、およびヒートシンク19aが配置されている。また、機械室22aには、圧縮機13、インバータ装置14、および制御装置17aが配置されている。インバータ装置14は、送風機室21a側に配置されたヒートシンク19aに接続された構成とする。

## 【0028】

20

実施の形態1と同様に、インバータ装置14のスイッチング素子15をSiCもしくはGaNなどのワイドバンドギャップ半導体とすることで素子の耐熱性を向上させ、排熱運転時の室外熱源ユニット1aの送風機12をなるべく運転させない構成としており、熱保護制御をしている。そのため、詳細な説明については省略する。

## 【0029】

図6は、本実施の形態におけるヒートシンク19aの形状を示す図である。ヒートシンク19aは、図6に示すように、室外熱源ユニット1aの鉛直方向の通風や前後方向の通風それぞれ得られるマトリックス状に配置したフィン形状とし、自然対流による放熱性を改善する。このようなフィン形状、配置とすることにより、室外熱源ユニット1aでは、送風機12が停止している状態でも、鉛直方向に自然対流による空気の流れができる、ヒートシンク19aの放熱性能を向上させることができる。

## 【0030】

30

なお、冷房運転など室外熱源ユニット1aの送風機12が動作する場合についても、室外熱源ユニット1aでは、セパレータ板金18aに沿って流れる風により十分な放熱性能を得ることができる。また、ヒートシンク19aの配置角度を、セパレータ板金18aに沿って流れる風がヒートシンク19aのフィンから乖離しないように調整することで、風の整流のために板金ダクト20等でヒートシンク19aを覆う必要がなくなり、板金で自然対流が阻害されることも回避できる。これにより、室外熱源ユニット1aでは、排熱運転時の送風機12の運転時間をさらに抑制することができる。

## 【0031】

なお、ヒートシンク19aのフィン形状は、図6に示すものに限定するものではない。図7、図8は、本実施の形態におけるヒートシンク19aの形状を示す図である。図7、図8に示すようにフィン形状が角柱や円柱であってドットマトリックス状に並ぶ構成においても、同様の効果を得ることができる。

40

## 【0032】

また、一般的に、冷凍サイクル装置において、運転停止時に各部の温度差により冷媒が圧縮機13に寝込む（溜り込む）現象が発生する。圧縮機13への冷媒寝込みは、圧縮機13の起動不良を誘発するほか圧縮機13を故障させる要因にもなるため、冷媒寝込みを防止するために拘束通電と呼ばれる保温通電をインバータ装置14が行っている。

## 【0033】

拘束通電は、インバータ装置14により圧縮機13の巻き線に直流電流や高周波電流を流して、圧縮機13の巻き線やコアを発熱させることで実施している。これにより、インバータ装置14にも熱ロスが発生するが、排熱回収運転同様に、拘束通電時は室外熱源ユニット1aの送風機12を冷媒サイクル的には運転する必要がなく、室外熱源ユニット1

50

a が停止中にインバータ装置 1 4 の放熱のためだけに送風機 1 2 を運転することも停止中の誤動作と受け取られる可能性があるため送風機 1 2 は運転せず、ヒートシンク 1 9 a の温度があまり高くならない程度に拘束通電量を絞って行っていた。

#### 【0034】

しかしながら、本実施の形態の構成とすることで、ヒートシンク 1 9 a の放熱性が改善され、排熱回収運転時の送風機 1 2 を運転しない領域が拡大するほか、拘束通電時の拘束通電量（圧縮機 1 3 入力電力）を拡大でき、必要な時に大きな電力を投入できるなど制御性が向上することから、寝込みによる圧縮機 1 3 不良を低減することが可能となる。

#### 【0035】

以上説明したように、本実施の形態によれば、室外熱源ユニット 1 a では、ヒートシンク 1 9 a を送風機室 2 1 a に配置し、ヒートシンク 1 9 a のフィンをマトリックス状またはドットマトリックス状に配置し、フィン形状を強制および自然対流の両方に対応する形狀にすることとした。これにより、実施の形態 1 と比較して、室外熱源ユニット 1 a では、放熱性能が改善され、排熱運転時や拘束通電時の送風機 1 2 の運転時間をさらに抑制することができ、その結果、送風機 1 2 での消費電力を低減することができ、高効率運転を実現することができる。

#### 【産業上の利用可能性】

#### 【0036】

以上のように、本発明にかかる冷凍サイクル装置は、室外熱源ユニット、室内ユニットおよび給湯ユニットから構成されるシステムに有用であり、特に、排熱回収運転する場合に適している。

#### 【符号の説明】

#### 【0037】

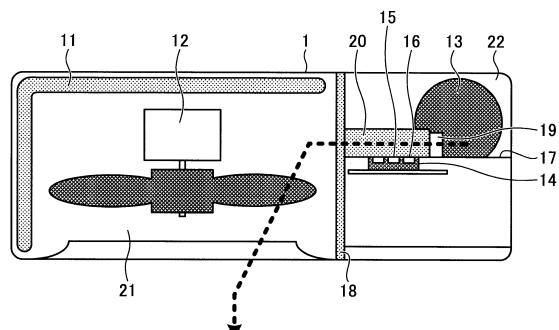
- 1、1 a 室外熱源ユニット
- 2 室内ユニット
- 3 給湯ユニット
- 1 1 冷媒空気熱交換器
- 1 2 送風機
- 1 3 圧縮機
- 1 4 インバータ装置
- 1 5 スイッチング素子
- 1 6 温度検出部
- 1 7、1 7 a 制御装置
- 1 8、1 8 a セパレータ板金
- 1 9、1 9 a ヒートシンク
- 2 0 板金ダクト
- 2 1、2 1 a 送風機室
- 2 2、2 2 a 機械室

10

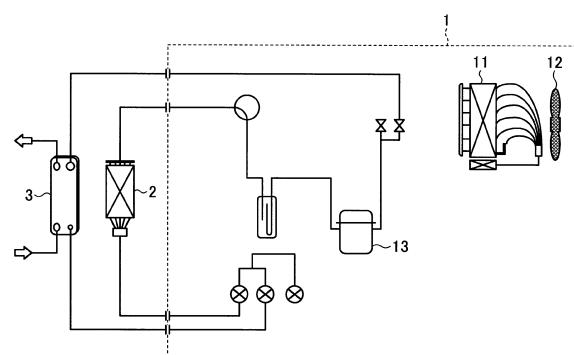
20

30

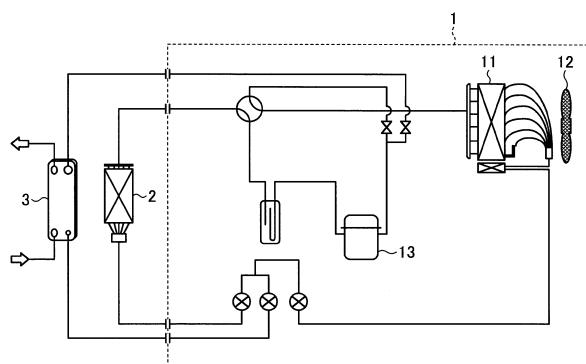
【図1】



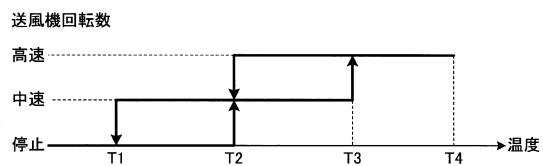
【図3】



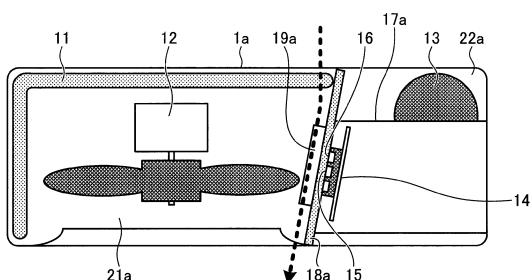
【図2】



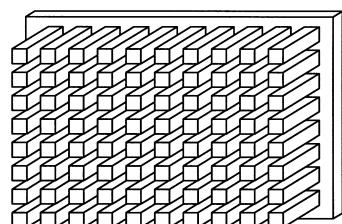
【図4】



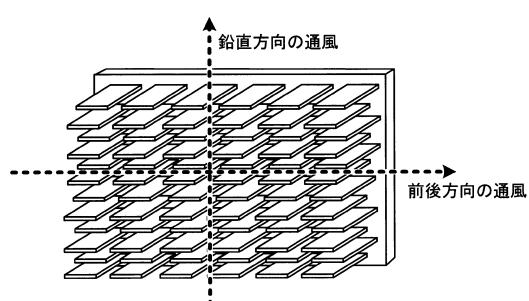
【図5】



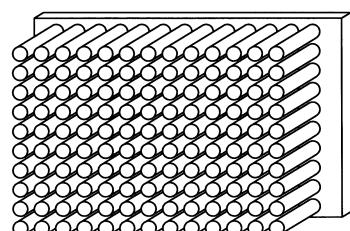
【図7】



【図6】



【図8】



---

フロントページの続き

(56)参考文献 特開平01-256762(JP, A)  
実開昭62-047830(JP, U)  
特開2010-169393(JP, A)  
欧州特許出願公開第01416230(EP, A1)  
特開2001-148589(JP, A)  
特開2006-148145(JP, A)  
特開2011-024377(JP, A)  
特開2011-036020(JP, A)  
特開2008-057425(JP, A)  
特開平05-196262(JP, A)  
特開2010-236781(JP, A)  
特開2004-293445(JP, A)

(58)調査した分野(Int.Cl., DB名)

F 25 B	4 9 / 0 2
F 24 F	1 / 2 4
F 25 B	6 / 0 2
F 25 B	2 9 / 0 0
H 02 M	7 / 4 8