

(12) 特許協力条約に基づいて公開された国際出願

(19) 世界知的所有権機関  
国際事務局



(43) 国際公開日  
2009年10月15日(15.10.2009)

PCT

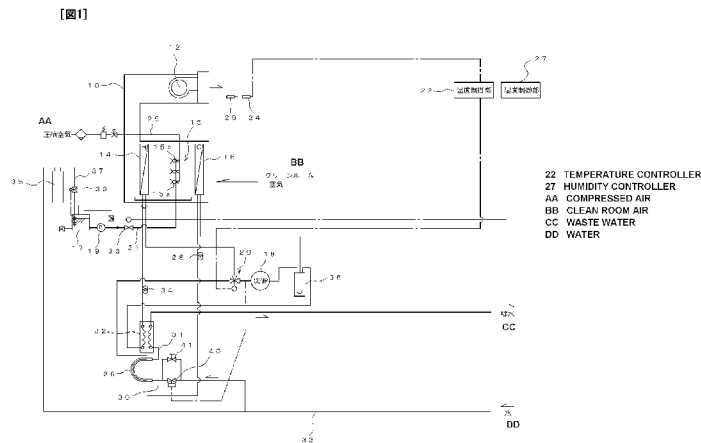
(10) 国際公開番号  
WO 2009/125776 A1

- (51) 国際特許分類:  
F24F 3/14 (2006.01) F25B 1/00 (2006.01)  
F24F 3/00 (2006.01) F25B 29/00 (2006.01)  
F24F 11/02 (2006.01)
- (21) 国際出願番号: PCT/JP2009/057148
- (22) 国際出願日: 2009年4月7日(07.04.2009)
- (25) 国際出願の言語: 日本語
- (26) 国際公開の言語: 日本語
- (30) 優先権データ:  
特願 2008-102339 2008年4月10日(10.04.2008) JP
- (71) 出願人(米国を除く全ての指定国について): オリオン機械株式会社(ORION MACHINERY CO., LTD) [JP/JP]; 〒3828502 長野県須坂市大字幸高246番地 Nagano (JP).
- (72) 発明者; および
- (75) 発明者/出願人(米国についてのみ): 太田 浩一(OHTA, Hiromoto) [JP/JP]; 〒3828502 長野県須坂市大字幸高246番地 オリオン機械株式会社内 Nagano (JP). 寺島 雅俊(TERASHIMA, Masatoshi) [JP/JP]; 〒3828502 長野県須坂市大字幸高246番地 オリオン機械株式会社内 Nagano (JP).
- (74) 代理人: 綿貫 隆夫(WATANUKI, Takao); 〒3800935 長野県長野市中御所3丁目12番9号 クリエイセンタービル Nagano (JP).
- (81) 指定国(表示のない限り、全ての種類の国内保護が可能): AE, AG, AL, AM, AO, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BH, BR, BW, BY, BZ, CA, CH, CN, CO, CR, CU, CZ, DE, DK, DM, DO, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, GT, HN, HR, HU, ID, IL, IN, IS, JP, KE, KG, KM, KN, KP, KR, KZ, LA, LC, LK, LR, LS, LT, LU, LY, MA, MD, ME, MG, MK, MN, MW, MX, MY, MZ, NA, NG, NI, NO, NZ, OM, PG, PH, PL, PT, RO, RS, RU, SC, SD, SE, SG, SK, SL, SM, ST, SV, SY, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA, UG, US, UZ, VC, VN, ZA, ZM, ZW.
- (84) 指定国(表示のない限り、全ての種類の広域保護が可能): ARIPO (BW, GH, GM, KE, LS, MW, MZ,

[続葉有]

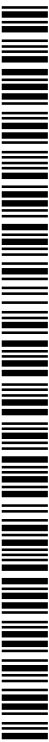
(54) Title: TEMPERATURE AND HUMIDITY REGULATING APPARATUS AND TEMPERATURE AND HUMIDITY REGULATING SYSTEM

(54) 発明の名称: 温湿度調整装置及び温湿度調整方法



(57) Abstract: Disclosed is a temperature and humidity regulating apparatus for resolving the problems of energy waste and an inability to regulate the temperature of a gas stream such as an air stream across a broad range and to regulate the humidity thereof, which are problems in conventional temperature regulating apparatuses. The temperature and humidity regulating apparatus comprises a heating flow passage for supplying part of a first heat medium compressed by a compressor (18) to a heater (14), a cooling flow passage for condensing, adiabatically expanding, cooling, and then supplying the remaining part of the first heat medium to a cooler (16), and an atomizing nozzle group (15) provided between the heater (14) and the cooler (16) for supplying a predetermined quantity of moisture to air, and the air passing through the heater (14) and the cooler (16) is set to a predetermined temperature. The humidity and temperature regulating apparatus further comprises a three-way proportional valve (20) able to alter the distribution ratio of the first heat medium to the cooling flow passage and the heating flow passage, a heat pump means for increasing the heating capacity of the heating flow passage, a temperature controller (22) for controlling the three-way proportional valve (20) and regulating the distribution ratio of the first heating medium to control the air passing through the heater (14) and the cooler (16) to a predetermined temperature, and a humidity

[続葉有]



WO 2009/125776 A1



NA, SD, SL, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), ユーラシア  
(AM, AZ, BY, KG, KZ, MD, RU, TJ, TM), ヨーロッパ  
(AT, BE, BG, CH, CY, CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR, GB,  
GR, HR, HU, IE, IS, IT, LT, LU, LV, MC, MK, MT, NL,  
NO, PL, PT, RO, SE, SI, SK, TR), OAPI (BF, BJ, CF,

CG, CI, CM, GA, GN, GQ, GW, ML, MR, NE, SN, TD,  
TG).

添付公開書類:

— 国際調査報告 (条約第 21 条(3))

controller (27) for controlling the quantity of water supplied to the atomizer nozzle group (15) in such a way that the air that has passed through the heater (14) and the cooler (16) is controlled to a predetermined humidity.

(57) 要約: 空気流等の気体流の温度調整できる範囲が狭いと共に、湿度調整を施すことができず、且つエネルギー的に無駄がある従来の温度調整装置の課題を解決する。 圧縮機 18 で圧縮した第 1 熱媒体の一部を加熱器 14 に供給する加熱流路と、第 1 熱媒体の残余部を凝縮し断熱膨張して冷却してから冷却器 16 に供給する冷却流路と、加熱器 14 と冷却器 16 との間に設け、空気に所定量の水分を供給する噴霧ノズル群 15 とを具備し、加熱器 14 及び冷却器 16 を通過する空気を所定温度とする温湿度調整装置であって、第 1 熱媒体の冷却流路と加熱流路とへの分配比率を変更可能な比例三方弁 20 と、加熱流路の加熱能力を高めるヒートポンプ手段と、比例三方弁 20 を制御し、第 1 熱媒体の分配比率を調整して、加熱器 14 と冷却器 16 とを通過する空気を所定温度に制御する温度制御部 22 と、加熱器 14 及び冷却器 16 を通過した空気を所定湿度に制御するように、噴霧ノズル群 15 に供給する水量を制御する湿度制御部 27 とが設けられている。

## 明 細 書

**発明の名称**： 温湿度調整装置及び温湿度調整方法

### 技術分野

[0001] 本発明は温湿度調整装置及び温湿度調整方法に関する。

### 背景技術

[0002] 通常、半導体装置の製造工程等の精密加工分野では、その殆どが温度及び湿度が制御されたクリーンルーム内に設置されている。

しかし、近年、精密加工分野でも、従来よりも更に加工精度の高い精密加工等が要求される工程が出現しつつある。

かかる高い精密加工等が要求される工程では、通常、クリーンルームの温度変化よりも更に小さな温度変化の環境であることが要求される。このため、高い精密加工等が要求される工程は、精密な温度管理がなされている空間ユニット内に設けられる。

このような空間ユニットの温度調整に用いられる温度調整装置としては、例えば特開昭51-97048号公報には、図13に示す温度調整装置が記載されている。

図13に示す温度調整装置には、圧縮機100、三方弁102、凝縮器104、膨張弁106、冷却器108及び加熱器110が設けられており、冷却器108を具備する冷却流路と加熱器110を具備する加熱流路とが設けられている。

かかる冷却器108と加熱器110とによって、ファン112から吹き出す温度調整対象の空気流の温度が調整される。

この図13に示す温度調整装置では、圧縮機100で圧縮された高温の熱媒体を三方弁102によって、冷却流路と加熱流路とに分配する。冷却流路側に分配された高温の熱媒体は、凝縮器104で冷却される。この冷却された熱媒体は、膨張弁106によって断熱的に膨張されて冷却され、冷却器108に供給される。冷却器108では、ファン112から吹き出す温度調整

対象の空気流を冷却しつつ吸熱して昇温された熱媒体は圧縮機 100 に供給される。

一方、加熱流路側に分配された高温の熱媒体は加熱器 110 に供給され、冷却器 108 で冷却された温度調整対象の空気流を加熱して所望の温度に調整する。この様に、加熱器 110 において、温度調整対象の空気流を加熱しつつ放熱して降温された熱媒体は、膨張弁 106 及び冷却器 108 を通過して圧縮機 100 に供給される。

### 発明の概要

[0003] 図 13 に示す温度調整装置では、圧縮機 100 で圧縮された高温の熱媒体の全量が膨張弁 106 を通過して断熱的に膨張されて冷却され、冷却器 108 に供給されるため、ファン 112 から吹き出す温度調整対象の空気流を冷却する冷却エネルギー量は一定である。

一方、三方弁 102 によって加熱流路側に分配する高温の熱媒体の流量を調整することによって、冷却器 108 で冷却された温度調整対象の空気流に対する加熱器 110 での加熱量を調整できる。

従って、冷却器 108 及び加熱器 110 を通過する温度調整対象の空気流の温度を調整でき、空間ユニット内の温度管理を狭い温度範囲で行うことは可能である。

しかし、図 13 に示す温度調整装置では、圧縮機 100 で圧縮された高温の熱媒体の全量が膨張弁 106 を通過して断熱的に膨張されて冷却され、冷却器 108 に供給されるため、ファン 112 から吹き出す温度調整対象の空気流に対する温度調整は、専ら加熱器 110 に供給する圧縮機 100 で圧縮された高温の熱媒体の再加熱によって行われる。

この様に、図 13 に示す温度調整装置で採用された温度制御方式では、加熱に使用した熱媒体も冷却流路に流すため、加熱できる熱量は圧縮機の動力による熱量のみとなり、冷却器 108 及び加熱器 110 に対する負荷変動への対応が困難である。

このため、冷却器 108 及び加熱器 110 を通過する温度調整対象の空気

流の設定温度を大幅に高くする場合、温度調整対象の空気流の温度が設定温度に到達しなかったり、設定温度に到達するまでに著しく時間がかかることがある。

更に、図 13 に示す温度調整装置では、冷却器 108 及び加熱器 110 を通過する温度調整対象の空気流の湿度を調整する湿度調整機能が設けられておらず、空気流に湿度調整を施すことはできない。

そこで、本発明は、空気流等の気体流の温度調整できる範囲が狭いと共に、湿度調整を施すことができず、且つエネルギー的に無駄がある従来の温度調整装置の課題を解決し、気体流の温度調整と湿度調整とを同時に行うことのできる範囲が広く、且つ省エネルギーを図ることのできる温湿度調整装置及び温湿度調整方法を提供することを目的とする。

本発明者らは、前記課題を解決するには、冷却流路及び加熱流路を設け、冷却流路の冷却手段及び加熱流路の加熱手段を通過する温湿度調整対象の空気に対する冷却量と加熱量とを変更可能な分配手段を設けること、加熱流路の加熱能力を向上すべく、低温の部分から温度の高い部分へ熱を移動できるヒートポンプ手段を設けること、及び気体流の流路内に湿度調整手段を設けることが有効であることを見出した。

すなわち、前記課題を解決する手段としては、圧縮機で圧縮されて加熱された高温の第1熱媒体の一部が加熱手段に供給される加熱流路と、前記高温の第1熱媒体の残余部が凝縮手段で冷却されてから第1膨張手段で断熱的に膨張して更に冷却されて冷却手段に供給される冷却流路と、前記高温の第1熱媒体が分配されて前記加熱流路と冷却流路との各々を通過した第1熱媒体が圧縮機に再供給される循環回路とを具備し、前記加熱手段及び冷却手段を通過する温湿度調整対象の気体を所定の温度及び湿度に調整する温湿度調整装置であって、前記圧縮機から吐出された高温の第1熱媒体の一部を前記加熱流路側に分配すると共に、前記高温の第1熱媒体の残余部を冷却流路側に分配し、且つ前記加熱流路と冷却流路とに分配される高温の第1熱媒体の分配比率を変更可能な分配手段と、前記加熱流路の加熱能力が向上するように、前記

加熱手段で熱を放出して冷却されてから第2膨張手段で断熱的に膨張されて更に冷却された第1熱媒体が、外部熱源である第2熱媒体から吸熱する吸熱手段を具備するヒートポンプ手段と、前記分配手段を制御し、前記加熱流路と冷却流路とに分配される高温の第1熱媒体の分配比率を調整して、前記加熱手段と冷却手段とを通過する温湿度調整対象の気体を所定温度に制御する温度制御部と、前記加熱手段及び冷却手段を通過する気体を所定の湿度に制御する湿度制御手段とが設けられている温湿度調整装置を提供できる。

また、前記課題を解決する手段としては、圧縮機で圧縮して加熱した高温の第1熱媒体の一部を直接供給する加熱手段と、前記第1熱媒体の残余部を凝縮手段で冷却した後、第1膨張手段で断熱的に膨張させて更に冷却して供給する冷却手段とを、順次通過する温湿度調整対象の気体に対し、前記加熱手段と冷却手段とに分配する前記第1熱媒体の分配率を変更して、前記気体を所定温度に調整すると共に、前記温湿度調整対象の気体が通過する流路に設けた湿度制御手段によって前記気体を所定湿度に調整し、且つ前記加熱手段を通過した第1熱媒体を、第2膨張手段によって断熱的に膨張させて冷却して、外部熱源である第2熱媒体から吸熱する吸熱手段を具備するヒートポンプ手段を通過させた後、前記冷却手段を通過した第1熱媒体と共に前記圧縮機に戻す温湿度調整方法を提供できる。

本発明者らが提供した課題を解決する手段において、下記の好ましい態様を上げることができる。

湿度制御手段として、温湿度調整対象の気体に所定量の水分を供給する水分供給手段を用い、前記水分供給手段から供給した水分中の液滴を加熱手段によって直接又は加熱手段で加熱した気体によって加熱して蒸発するように、前記水分供給手段を加熱手段の前記気体の入口側又は出口側に設けることによって、湿度調整を行うことができる。

この水分供給手段として、水を噴射する水噴霧ノズルと、前記水噴霧ノズルに水を供給する水供給配管に設けた制御弁と、前記制御弁を調整し、前記水噴霧ノズルに供給する水量を制御する湿度制御部とを具備する水分供給手

段を用いることによって、湿度制御を容易に行うことができる。

或いは、湿度調整手段として、加熱ヒータによって水蒸気を発生させる水蒸気発生手段を用いることができる。

この水蒸気発生手段には、加熱ヒータの加熱量を調整して水蒸気発生量を制御する湿度制御部を設けることによって、湿度制御を容易に行うことができる。

冷却流路の凝縮手段に供給されて第1熱媒体を冷却する冷却媒体とヒートポンプ手段の吸熱手段に供給される第2熱媒体とを、同一熱媒体とし、前記同一熱媒体を凝縮手段に供給してから前記吸熱手段に供給することによって、凝縮手段で除去された高温の第1熱媒体の熱を有効利用できる。

この第2熱媒体として、外部から加熱又は冷却されることなく供給された第2熱媒体を用いることが、省エネルギーの観点から有効である。

また、圧縮機の回転数を制御する回転数制御手段を設け、温度制御部によって制御される高温の第1熱媒体の分配比率が、加熱手段によって温湿度調整対象の気体に加えられる加熱量と冷却手段によって温湿度調整対象の気体に加えられる冷却量とのうち、互いに打ち消し合う熱量分を少なくできる分配比率となるように、前記回転数制御手段を介して圧縮機の回転数を変更する圧縮機制御部を設けることによって、加熱手段と冷却手段との各々に加えられる熱量のうち、互いに打ち消し合う熱量を少なくできるため、ヒートポンプ手段を設けたことと相俟って更に一層の省エネルギーを図ることができる。

かかる圧縮機制御部では、高温の第1熱媒体の分配比率が、温湿度調整対象の気体が加熱される加熱側の場合、高温の第1熱媒体の95～85%が加熱手段に分配され且つ残余の高温の第1熱媒体の5～15%が冷却手段に分配される範囲となるように、他方、前記温湿度調整対象の気体が冷却される冷却側の場合、高温の第1熱媒体の95～85%が冷却手段に分配され且つ残余の高温の第1熱媒体の5～15%が加熱手段に分配される範囲となるように、回転数制御手段を介して圧縮機の回転数を制御することによって、温湿度調整装

置の省エネルギーを図りつつ、温湿度調整装置を安定して運転できる。この回転数制御手段としては、インバータを好適に用いることができる。

更に、加熱流路と冷却流路との各々を通過した第1熱媒体が合流して圧縮機に再供給される第1熱媒体の流路のうち、分配手段から前記第1熱媒体が合流されるまでの前記加熱流路を含む流路と冷却流路を含む流路とを、流路的に独立して設けることによって、温湿度調整対象の気体の温度調整幅を広くできる。

この加熱流路と冷却流路とに高温の第1熱媒体を分配する分配手段としては、加熱流路と冷却流路とに分配する高温の第1熱媒体の分配比率を実質的に連続して変更可能な分配手段を用いることによって、温湿度調整対象の気体の温度調整を更に一層精密調整できる。

かかる分配手段としては、加熱流路と冷却流路とに分配する高温の第1熱媒体の分配比率を実質的に連続して変更可能な分配手段を用いることによって、温湿度調整対象の気体の温度調整を更に一層精密調整できる。

この「実質的に連続して変更可能な分配手段」とは、分配手段として二方弁又は比例三方弁を用い、二方弁又は比例三方弁がステップ制御で駆動が制御されているとき、二方弁又は比例三方弁は微視的にはステップ的に駆動されているものの、全体的には連続的に駆動されている場合を含むことを意味する。

分配手段としては、加熱流路側に分配する高温の第1熱媒体と冷却流路側に分配する高温の第1熱媒体との合計量が圧縮機から吐出された高温の第1熱媒体量と等しくなるように、前記高温の第1熱媒体を比例分配する比例三方弁を用いることによって、圧縮機から吐出された高温の第1熱媒体の分配比率をスムーズに変更できる。

また、分配手段として、高温の第1熱媒体を加熱流路側と冷却流路側とに分岐する分岐配管の各々に設けた二方弁とし、温度制御部を、前記加熱流路と冷却流路とに分配される高温の第1熱媒体の分配比率を調整して、加熱手段と冷却手段とを通過する温湿度調整対象の気体を所定温度に制御すると共



に、前記加熱流路側に分配される高温の第1熱媒体と冷却流路側に分配される高温の第1熱媒体との合計量が圧縮機から吐出された高温の第1熱媒体量と等しくなるように、前記二方弁の各々の開度を調整する温度制御部とすることによっても、圧縮機から吐出された高温の第1熱媒体の分配比率をスムーズに変更できる。

更に、冷却流路の凝縮手段に供給する冷却媒体を液状媒体とし、圧縮機の吐出側の圧力が一定に保持されるように、前記凝縮手段に供給する前記液状媒体の供給量を制御する冷媒制御手段を設けることによって、温湿度調整装置を安定して運転でき、凝縮手段に液状媒体が必要以上に供給されることを防止できる。

#### [0004] 発明の効果

本発明者らが提供した温湿度調整装置及び温湿度調整方法では、加熱流路の加熱手段と冷却流路の冷却手段との各々に、圧縮機から吐出された高温の第1熱媒体が供給される。更に、加熱流路と冷却流路とに分配する高温の第1熱媒体の分配比率を変更して、加熱手段と冷却手段とを通過する温湿度調整対象の気体に対する加熱量と冷却量とを容易に調整でき、加熱手段及び冷却手段を通過する気体の温度を所定温度に調整できる。

しかも、かかる加熱手段及び冷却手段を通過した気体を所定湿度に制御する湿度制御手段を設けているため、加熱手段及び冷却手段を通過した気体の湿度も所定湿度に同時に調整できる。

また、本発明者らが提供した温湿度調整装置及び温湿度調整方法には、ヒートポンプ手段を具備している。このヒートポンプ手段は、低温の部分から温度の高い部分へ熱を移動できる手段であるため、圧縮機によって圧縮されて加熱された高温の第1熱媒体（温度の高い部分）のうち、加熱流路の加熱手段で熱を放出して冷却してから第2膨張手段で断熱的に膨張して更に冷却した第1熱媒体を、ヒートポンプ手段を構成する吸熱手段によって、外部熱源の第2熱媒体（温度の低い部分）から吸熱し昇温して気化させて圧縮機に戻すことができる。このため、単位電力当たりの加熱能力を大幅に増加でき

、省エネルギーを図ることができる。

従って、この温湿度調整装置及び温湿度調整方法では、圧縮機から吐出される高温の第1熱媒体（温度の高い部分）には、圧縮機による圧縮動力エネルギーに、ヒートポンプ手段によって外部熱源の第2熱媒体（温度の低い部分）から吸熱されたエネルギーを加えることができ、高温の第1熱媒体が供給される加熱手段の加熱能力を向上できる。

この様な温湿度調整装置及び温湿度調整方法では、加熱手段及び冷却手段を通過する温湿度調整対象の気体の微小な負荷変動は、加熱流路と冷却流路とに分配する高温の第1熱媒体の分配比率を微小調整することによって迅速に対応できると共に、負荷変動による気体の湿度変化も湿度制御手段によって迅速に対応でき、温湿度調整対象の気体に対して温度及び湿度の調整を図ることができる。

また、本発明者らが提供した温湿度調整装置及び温湿度調整方法において、加熱手段と冷却手段とを通過する温湿度調整対象の気体の設定温度を大幅に高くする場合でも、高温の第1熱媒体の分配比率を冷却流路よりも加熱流路に分配する分配比率を大幅に高くすることによって、温湿度調整対象の気体を所定の温度に調整でき、温湿度調整対象の気体の温度調整幅を広げることができる。

この場合、温湿度調整対象の気体の湿度も、湿度制御手段によって所定湿度に保持できる。

この様に、本発明者らが提供した温湿度調整装置及び温湿度調整方法では、図13に示す従来の温度調整装置やこの温度調整装置を用いた温度調整方法では不可能であった、温湿度調整対象の気体を所定の温度及び湿度に調整でき、且つ省エネルギーを図ることができる。

### 図面の簡単な説明

- [0005] [図1]本発明者らが提供した温湿度調整装置の一例を説明する概略図である。  
[図2]図1に示す温湿度調整装置に用いる制御弁40の内部構造を説明する説明図である。

[図3] 図3A～図3Dは、図1に示す加熱器14、冷却器16及び噴霧ノズル群15の配列について説明する説明図である。

[図4] 図1に示す温湿度調整装置で用いることのできる他の分配手段を説明する説明図である。

[図5] 図4に示す分配手段で用いる二方弁の流量特性を示すグラフである。

[図6] 図6A及び図6Bは、図1に示す温湿度調整装置において、冷却側にある場合の省エネルギーの原理を説明する説明図である。

[図7] 図7A及び図7Bは、図1に示す温湿度調整装置において、加熱側にある場合の省エネルギーの原理を説明する説明図である。

[図8] 本発明者らが提供した温湿度調整装置の他の例を説明する概略図である。

[図9] 図8に示す温湿度調整装置の温度制御部22とCOMP制御部44とによる制御手順を説明するためのフローチャートである。

[図10] 本発明者らが提供した温湿度調整装置の他の例を説明する概略図である。

[図11] 本発明者らが提供した温湿度調整装置の他の例を説明する概略図である。

[図12] 本発明者らが提供した温湿度調整装置の他の例を説明する概略図である。

[図13] 従来の温度調整装置を説明する概略図である。

### 発明を実施するための形態

[0006] 本発明者らが提供した温湿度調整装置の一例を説明する概略図を図1に示す。図1に示す温湿度調整装置には、温度及び湿度の調整がなされたクリーンルーム内に設置された空間ユニット10内に、ファン12によって吸込んだ温湿度調整対象の気体としての空気の温度及び湿度を調整する加熱流路、冷却流路及び湿度制御手段としての水分供給手段が設けられている。

かかる加熱流路を構成する加熱手段としての加熱器14と冷却流路を構成する冷却手段としての冷却器16とが設けられ、クリーンルーム内の空気は

冷却器 16 を通過して除湿された後、加熱器 14 を通過するように、冷却器 16 と加熱器 14 とが配設されている。

この冷却器 16 と加熱器 14 との間に、水分供給装置を構成する噴霧ノズル群 15 が配設されており、冷却器 16 によって除湿された空気に、所定量の水を噴霧する。この噴霧ノズル群 15 を構成する噴霧ノズル 15 a, 15 a . . . には、水タンク 17 に貯留されている純水がポンプ 19 及び水供給配管 21 に設けられた制御弁 23 を経由して供給される。更に、供給された純水を噴霧するための圧縮空気も、配管 25 を経由して噴霧ノズル 15 a, 15 a . . . に供給される。

かかる水タンク 17 には、配管 33 を経由して供給された通常水を純水器 35 に供給して得た純水が貯留されている。この水タンク 17 の純水の貯留量は、純水供給配管 37 に設けられた制御弁 39 によって一定に保持されている。

この噴霧ノズル 15 a としては、公知の噴霧ノズル、例えば、空気と水とを同時に噴射して水を霧状態とする二流体ノズルを用いることができる。或いは、噴霧ノズル群 15 に代えて、一個の二流体ノズルを用いることができる。

図 1 に示す温湿度調整装置には、圧縮機 18 から吐出された第 1 熱媒体が、加熱器 14 を含む加熱流路と冷却器 16 を含む冷却流路とに分配され、加熱流路及び冷却流路の各々を通過した第 1 熱媒体が圧縮機 18 に再供給される循環回路が設けられている。

この第 1 熱媒体として、例えばプロパン、イソブタンやシクロペンタン等の炭化水素、フロン類、アンモニア、炭酸ガスを用いることができる。かかる第 1 熱媒体が供給され、第 1 熱媒体の気化・液化によってクリーンルーム内の空気を加熱・冷却して所定の温度に調整する。

この様な第 1 熱媒体は、圧縮機 18 によって圧縮・加熱されて高温（例えば 70℃）の気体状となって吐出される。圧縮機 18 から吐出された高温の第 1 熱媒体を、分配手段としての比例三方弁 20 によって、加熱器 14 が設

けられた加熱流路側と冷却器 16 が設けられた冷却流路側とに分配する。

この比例三方弁 20 では、加熱流路側に分配する高温の第 1 熱媒体と冷却流路側に分配する高温の第 1 熱媒体との合計量が圧縮機 18 から吐出された高温の第 1 熱媒体量と等しくなるように分配する。

かかる比例三方弁 20 は、温度制御部 22 によって制御されている。この温度制御部 22 では、空間ユニット 10 の空気吹出口に設けられた温度センサ 24 によって測定された測定温度と設定された設定温度とを比較し、測定温度が設定温度と一致するように、加熱流路側と冷却流路側とに分配する高温の第 1 熱媒体の分配比率を実質的に連続して変更し、空間ユニット 10 内に吸込まれた空気を所定温度に調整する。

この「実質的に連続して変更」とは、比例三方弁 20 をステップ制御で駆動するとき、微視的には比例三方弁 20 がステップ的に駆動されているものの、全体的には連続して駆動されている場合を含む意味である。

かかる温度制御部 22 に設定する設定温度は、任意に設定できるようにしてもよい。更に、図 1 に示す温度センサ 24 は、ファン 12 の吐出側に設置されているが、ファン 12 の吸入側に設置してもよく、ファン 12 の吐出側及び吸入側に設けてもよい。

また、噴霧ノズル群 15 から噴霧される純水量は、湿度制御部 27 によって制御されている。この湿度制御部 27 では、空間ユニット 10 の空気吹出口に設けられた湿度センサ 29 によって測定された測定湿度と設定された設定湿度と比較し、測定湿度が設定湿度と一致するように制御弁 23 を調整し、空間ユニット 10 内に吸込まれた空気を所定湿度に調整する。

かかる湿度制御部 27 に設定する設定湿度は、任意に設定できるようにしてもよい。更に、図 1 に示す湿度センサ 29 は、ファン 12 の吐出側に設置されているが、ファン 12 の吸入側に設置してもよく、ファン 12 の吐出側及び吸入側に設けてもよい。

比例三方弁 20 によって加熱流路側に分配された高温の第 1 熱媒体は、加熱器 14 に直接供給され、空間ユニット 10 内に吸引されて冷却器 16 で冷

却された空気流及び噴霧ノズル群 15 から噴霧された水分を加熱して所定温度に調整する。その際に、高温の第 1 熱媒体は放熱して冷却されて凝縮液を含む第 1 熱媒体となる。

一方、冷却流路側に分配された高温の第 1 熱媒体は、凝縮手段としての凝縮器 26 によって冷却されてから第 1 膨張手段としての膨張弁 28 によって断熱的に膨張して更に冷却（例えば、 $10^{\circ}\text{C}$  に冷却）される。冷却された第 1 熱媒体は、冷却器 16 に供給されて気化し、空間ユニット 10 内に吸込まれた空気流を冷却する。

かかる凝縮器 26 には、加熱器 14 側に分配された高温の第 1 熱媒体を冷却する冷却用として配管 30 を経由して、外部から加熱又は冷却されることなく供給された第 2 熱媒体として冷却水が供給されている。かかる冷却水は、凝縮器 26 内で  $70^{\circ}\text{C}$  程度の第 1 熱媒体によって  $30^{\circ}\text{C}$  程度に加熱されて配管 31 から吐出される。この配管 31 から吐出される冷却水は、ヒートポンプ手段の吸熱手段としての吸熱器 32 に加熱源として供給される。

この吸熱器 32 には、加熱器 14 で放熱した第 1 熱媒体を、第 2 膨張手段としての膨張弁 34 によって断熱的に膨張して更に冷却した  $10^{\circ}\text{C}$  程度の第 1 熱媒体が供給されている。このため、吸熱器 32 では、凝縮器 26 で吸熱して  $30^{\circ}\text{C}$  程度に昇温された冷却水と気化により  $10^{\circ}\text{C}$  程度に冷却された第 1 熱媒体との温度差に基づいて、第 1 熱媒体が冷却水から吸熱できる。

吸熱器 32 で冷却水から吸熱して昇温されて気化した第 1 熱媒体は、アキュムレータ 36 を経由して圧縮機 18 に供給される。このアキュムレータ 36 には、冷却器 16 に供給されて空間ユニット 10 内に吸込まれた空気流から吸熱して気化した第 1 熱媒体も供給される。

かかるアキュムレータ 36 は、液体成分を貯めてガス成分のみを圧縮機 18 に再供給できるタイプのアキュムレータであるため、確実に第 1 熱媒体のガス成分のみを圧縮機 18 に供給できる。

このアキュムレータ 36 としては、蓄圧器用タイプのアキュムレータを用いることができる。

また、吸熱器 3 2 から排出された冷却水を、純水器 3 5 に供給して、噴霧ノズル群 1 5 の噴霧ノズル 1 5 a から噴霧するようにしてもよい。吸熱器 3 2 から排出された冷却水が、配管 3 3 から供給される冷却水よりも温度が高い場合には、噴霧ノズル 1 5 a から噴霧された水の蒸発潜熱が小さいため、空気流の温度低下を小さくできる。

尚、アキュムレータ 3 6 を設置しなくても、吸熱器 3 2 で空気流から吸熱して昇温されて気化した熱媒体と、冷却器 1 6 に供給されて空間ユニット 1 0 内に吸込まれた気体から吸熱して蒸発した熱媒体とを合流して、圧縮機 1 8 に再供給できればよい。

ところで、加熱器 1 4 で放熱した第 1 熱媒体を、膨張弁 3 4 によって断熱的に膨張して冷却しているが、膨張弁 3 4 での断熱膨張による冷却では、第 1 熱媒体と外部との間での熱の遣り取りはない。このため、断熱的に冷却された第 1 熱媒体は、外部から凝縮器 2 6 を経由して吸熱器 3 2 に供給された第 2 熱媒体としての冷却水から吸熱できる。

従って、圧縮機 1 8 から吐出される高温の第 1 熱媒体には、圧縮機 1 8 による圧縮動力エネルギーに、ヒートポンプ手段の吸熱器 3 2 によって外部から供給された冷却水より吸熱したエネルギーを加えることができる。この吸熱器 3 2 による吸熱は、第 1 熱媒体を循環させる圧縮機 1 8 の駆動エネルギーのみによって行うことができる。

更に、図 1 に示す温湿度調整装置では、外部から供給された冷却水が凝縮器 2 6 を経由して吸熱器 3 2 に供給されている。このため、凝縮器 2 6 で除去した高温の第 1 熱媒体からのエネルギーの一部も、圧縮機 1 8 から吐出される高温の第 1 熱媒体に加えることができ、加熱流路の加熱能力を向上できる。このため、ヒートポンプ手段の吸熱器 3 2 によって吸熱したエネルギーに加えて、凝縮器 2 6 で除去した高温の第 1 熱媒体からのエネルギーの一部も圧縮機 1 8 から吐出される高温の第 1 熱媒体に加えることができ、加熱流路の加熱能力を向上できる結果、空気流の温度調整範囲を広げることができ、且つ大幅な省エネルギーを図ることができる。

しかも、かかる加熱器 14 は、その空気流に対する加熱能力のみならず、噴霧ノズル 15 a から噴霧された水分の加熱能力も大幅に増加でき、加湿能力も大幅に増加できるため、空気流の湿度調整範囲も広げることができる。

この様に、加熱能力が向上された加熱器 14 の空気の供給側に設けられた噴霧ノズル群 15 から所定量の純水が噴霧されたことによる空気流温度の低下に対しても、ヒートポンプ手段での吸熱によって空気流温度を所定温度に昇温できる加熱能力を有することができる。

ここで、ヒートポンプ手段を設けることなく噴霧ノズル群 15 を設置して湿度調整を試みた場合、空気流を所定温度に調整できない事態や空気流を所定温度に調整するに長時間かかる事態が発生するおそれがある。

つまり、噴霧ノズル群 15 から噴霧された水による空気流温度の低下に対して、圧縮機 18 から吐出された高温の第 1 熱媒体の一部が供給されている加熱器 14 での加熱量を増加することが必要となる。

しかし、加熱器 14 に供給される第 1 熱媒体には、圧縮機 18 によって加えられる熱量のみである。

従って、湿度調整のために噴霧ノズル群 15 から供給される水分量が急増した場合、空気流を所定温度に昇温するに十分な熱量を加熱器 14 に直ちに供給できないからである。

この様に、図 1 に示す温湿度調整装置では、その加熱流路の加熱能力をヒートポンプ手段の設置によって向上できるため、所定電力当たりの加熱能力及び加湿能力を大幅に増加させることができ、且つ省エネルギーを図ることができる。

また、図 1 に示す温湿度調整装置では、比例三方弁 20 によって加熱流路側に分配する高温の第 1 熱媒体と冷却流路側に分配する高温の第 1 熱媒体との分配比率を、空間ユニット 10 内の温度に応じて実質的に連続して変更できる。

このため、図 1 に示す温湿度調整装置では、加熱流路及び冷却流路に高温の第 1 熱媒体が常時供給されており、加熱流路の加熱器 14 と冷却流路の冷



却器 16 とを通過する温湿度調整対象の空気流の微小な負荷変動は、加熱流路と冷却流路とに分配する高温の第 1 熱媒体の分配比率を比例三方弁 20 によって直ちに微小調整することによって迅速に対応でき、応答性を向上できる。

また、図 1 に示す温湿度調整装置の様に、加熱器 14 の空気入口側に設けられた噴霧ノズルから純水が噴霧されて、空気中の湿度を所定値に維持できる。更に、クリーンルーム内の空気を循環すると、循環空気はファン 12 等によって加熱されるが、噴霧ノズル群 15 からの純水の噴霧によって除熱されるため、冷却器 16 に対する負荷を小さくできる。

その結果、加熱流路の冷却器 16、噴霧ノズル群 15 及び加熱器 14 を通過する温湿度調整対象の空気流の温度及び湿度を設定値に対して高精度に制御でき、図 1 に示す空間ユニット 10 の温度変化及び湿度変化を小さくでき、精密加工が要求される工程を設置できる。

図 1 に示す温湿度調整装置では、上述した様に、加熱流路の加熱能力が向上され、且つ加熱流路と冷却手段とを含む流路のうち、分配手段としての比例三方弁 20 から冷却器 16 及び吸熱器 32 の各々を通過した第 1 熱媒体がアキュムレータ 36 で合流されるまでの加熱流路を含む流路と冷却流路を含む流路との各々が、流路的に独立して設けられている。このため、温度の異なる第 1 熱媒体が混合されることがなく、温湿度調整対象の温度調整幅を広くできる。

また、加熱器 14 と冷却器 16 とを通過する温湿度調整対象の空気流の設定温度を大幅に高くする場合でも、比例三方弁 20 によって高温の第 1 熱媒体の分配比率を冷却流路よりも加熱流路に分配する分配比率を大幅に高くして、温湿度調整対象の空気流を所定温度に迅速に調整できる。

かかる空気流の温度調整の際にも、空気流の湿度を設定湿度に調整するように、湿度制御部 27 は噴霧ノズル群 15 からの純水の噴霧量を調整する。

更に、図 1 に示す温湿度調整装置では、加熱流路の加熱能力が向上され、加熱水蒸気発生装置等の他の水分供給手段や加熱手段を用いることを要しな

いため、大幅な省エネルギーを図ることができる。

尚、図 1 に示す温湿度調整装置では、温度制御部 22 と湿度制御部 27 とが独立して温度・湿度を調整しているが、設定温度や設定湿度を変更した場合でも、空気流の温度・湿度は比較的短時間で設定温度・設定湿度に到達する。

以上、説明してきた図 1 に示す温湿度調整装置では、凝縮器 26 に冷却水を供給する配管 30 に、冷媒制御手段としての制御弁 40 が設けられている。この制御弁 40 は、圧縮機 18 の吐出圧が一定となるように制御されている。かかる制御弁 40 は、図 2 に示す様に、冷却水の流路内に設けられた弁部 40 a の開口部を開閉する弁体 40 b を具備する棒状部が設けられている。この棒状部は、その先端面が当接するバネ 40 c によって弁体 40 b が弁部 40 a の開口部を閉じる方向に付勢されている。また、棒状部の他端面は、圧縮機 18 から吐出された第 1 熱媒体の圧力が供給されるペローズ 40 d に当接し、棒状部をバネ 40 c の付勢力に抗して弁部 40 a の開口部を開放する方向に弁体 40 b を付勢している。

このため、圧縮機 18 の吐出圧がバネ 40 c の付勢力以上となったとき、ペローズ 40 d によって弁体 40 d が弁部 40 a の開口部を開放する方向に移動し、凝縮器 26 に供給される冷却水量が増加して、凝縮器 26 の冷却能力が向上される。この様に、凝縮器 26 の冷却能力が向上されて、圧縮機 18 の吐出圧が低下する。

他方、圧縮機 18 の吐出圧がバネ 40 c の付勢力以下となったとき、弁体 40 d が弁部 40 a の開口部を閉じる方向に移動し、凝縮器 26 に供給される冷却水量が減少して、凝縮器 26 の冷却能力が低下する。このため、圧縮機 18 の吐出圧が高くなる。

この様に、圧縮機 18 の吐出圧を一定に保持することによって、温湿度調整装置を安定して運転できる。また、凝縮器 26 に冷却水量が必要以上に供給され、系外に排出されないように調整できる。

かかる制御弁 40 には、図 1 に示す様に、制御弁 40 のバイパス配管にバ

バルブ 4 1 が設けられている。このバルブ 4 1 は、制御弁 4 0 が故障した場合や加熱器 1 4 に供給される高温の第 1 熱媒体の供給量が増加して、圧縮機 1 8 の吐出圧が低下し、供給水の不足によって吸熱器 3 2 が実質的に機能しなくなった場合等に、凝縮器 2 6 及び吸熱器 3 2 に強制的に水を供給するためのものである。

図 1 に示す温湿度調整装置では、冷却器 1 6 と加熱器 1 4 との間に、純水を噴霧する噴霧ノズル群 1 5 が配設されているが、図 3 A に示す様に、加熱器 1 4 の空気の出口側に噴霧ノズル群 1 5 を配設してもよい。この様に、噴霧ノズル群 1 5 を加熱器 1 4 の空気の出口側に配設しても、噴霧ノズル群 1 5 から噴霧された水滴は加熱器 1 4 で加熱され空気流によって加熱されて蒸発できる。

また、冷却器 1 6 と加熱器 1 4 とを、図 3 B に示す様に、空気が加熱器 1 4 に供給された後、冷却器 1 6 に供給されるように配設し、冷却器 1 6 と加熱器 1 4 との間に噴霧ノズル群 1 5 を配設してもよい。この場合も、噴霧ノズル群 1 5 から噴霧された水滴は加熱器 1 4 で加熱され空気流によって加熱されて蒸発できる。

更に、図 3 B に示す加熱器 1 4 と冷却器 1 6 との配設であって、図 3 C に示す様に、加熱器 1 4 の空気の入口側に噴霧ノズル群 1 5 を配設してもよい。この場合は、噴霧ノズル群 1 5 から噴霧された水滴を加熱器 1 4 によって直接加熱して蒸発できる。

但し、例えば、図 3 A に示す加熱器 1 4 と冷却器 1 6 との配設であって、図 3 D に示す如く、冷却器 1 6 の空気の入口側に噴霧ノズル群 1 5 を配設した場合には、噴霧ノズル群 1 5 から噴霧された水滴は、冷却器 1 6 内で凝縮されて蒸発されることなく空気流から除去されるため、空気流を所定の湿度に調整することが困難となる。

尚、図 3 B 及び図 3 C の様に、噴霧ノズル群 1 5 が加熱器 1 6 又は冷却器 1 4 の上流側に設けられている場合には、噴霧ノズル群 1 5 よりも下流側の加熱器 1 6 又は冷却器 1 4 が、噴霧ノズル群 1 5 から噴霧された水滴のエリ

ミネータとしても機能し、下流側の加熱器 16 又は冷却器 14 を通過した空気流に含有される水滴の大きさを一定にできる。

図 1 に示す温湿度調整装置に用いた分配手段としての比例三方弁 20 に代えて、図 4 に示す様に、2 個の二方弁としての二方弁 38 a, 38 b を用いることができる。2 個の二方弁 38 a, 38 b の各々は、温度制御部 22 によって制御されている。かかる温度制御部 22 によって、二方弁 38 a, 38 b の各々の開度を調整し、圧縮機 18 で圧縮・加熱された気体状の高温の第 1 熱媒体を加熱流路と冷却流路とに分配する分配比率を実質的に連続して調整し、加熱器 14 と冷却器 16 とを通過する空気流を所定温度に制御する。その際に、加熱器 14 側に分配する高温の第 1 熱媒体量と冷却器 16 側に分配する高温の第 1 熱媒体量との合計量が、圧縮機 18 から吐出された高温の第 1 熱媒体量と等しくなるように、二方弁 38 a, 38 b の開度を調整して連続的に比例分配される。

その際に、二方弁 38 a, 38 b の各々は、図 5 に示す様に、バルブ開度と流量との関係は直線状でない。このため、温度制御部 22 では、図 5 に示す二方弁 38 a, 38 b の各々についての流量特性データを保持し、温度制御部 22 からは、二方弁 38 a, 38 b の各流量特性に基づいて各二方弁 38 a, 38 b への開度信号を発信する。

ここで、「加熱流路と冷却流路とに分配する分配比率を実質的に連続して調整」或いは「分配比率を実質的に連続して調整」するとは、二方弁 38 a, 38 b をステップ制御によって駆動し、加熱流路と冷却流路との分配比率を調整する際に、二方弁 38 a, 38 b の開度が、微視的にはステップ的に駆動されて調整されているものの、全体として連続して駆動されて調整されている場合を含むことを意味する。

図 1 に示す温湿度調整装置では、加熱器 14 と冷却器 16 とによる温湿度調整対象としての空気流の温湿度調整では、例えば、温湿度調整対象の空気流に対して加熱側にある場合、空気温度が安定する運転状態では、図 6 A に示す様に、冷却器 16 で冷却した空気流を加熱器 14 で加熱している。図 6

Aに示す運転状態では、空気流を加熱するに要するエネルギーAに比較して、加熱器14で加熱するエネルギーが大きくなる場合がある。この場合、図6Bに示す様に、加熱器14と冷却器16との重複するエネルギーを可及的に少なくできれば、省エネルギーを図ることができる。

一方、温湿度調整対象の空気流に対して冷却側にある場合、空気流の温度が安定する運転状態では、図7Aに示す様に、加熱器14で加熱した空気を冷却器16で冷却している。図7Aに示す運転状態では、空気流を冷却するに要するエネルギーBに比較して、冷却器16で冷却するエネルギーが大きくなる場合がある。この場合、図7Bに示す様に、冷却器16と加熱器14との重複するエネルギーを少なくできれば、省エネルギーを図ることができる。

但し、互いに打ち消し合う熱量分をゼロとすべく、加熱器14と冷却器16とに高温の第1熱媒体の供給をON-OFF制御すると、温湿度調整装置の運転が不安定となり、空気流を所定温度で安定するまで時間が掛かる。このため、温湿度調整装置を安定運転できる程度には、加熱器14に加えられる加熱量と冷却器16に加えられる冷却量のうち、互いに打ち消し合う熱量分を最小限存在させることが必要である。

尚、この必要最小限の互いに打ち消し合う熱量分は、温湿度調整装置によって多少異なるため、実験的に求めておくことが好ましい。

この様に、冷却器16と加熱器14との重複するエネルギーを少なくできるように、図8に示す温湿度調整装置では、加熱器14に加えられる加熱量と冷却器16に加えられる冷却量のうち、互いに打ち消し合う熱量分を可及的に少なくするように、圧縮機18の回転数を制御する回転数制御部としてのインバータ42を介して圧縮機制御部44（以下、COMP制御部44と称することがある）によって制御している。

図8に示す温湿度調整装置を構成する構成部材のうち、図1に示す温湿度調整装置の構成部材と同一部材は、図1の符号と同一番号を付して、詳細な説明を省略する。

かかるCOMP制御部44は、比例三方弁20を制御する温度制御部22と協働して、加熱器14に加えられる加熱量と冷却器16に加えられる冷却量のうち、互いに打ち消し合う熱量分を可及的に少なくしつつ、空気流の温湿度制御を行う。

温度制御部22による比例三方弁20の制御とCOMP制御部44による圧縮機18の回転数の制御とを図9のフローチャートに示す。

図8に示す温湿度調整装置を試運転したところ、空気流に対して冷却側で運転する場合は、加熱器14に加えられる加熱量として、比例三方弁20による加熱器14側への高温の第1熱媒体の分配率を5～15%（比例三方弁20による冷却器16側への高温の第1熱媒体の分配率を95～85%）とすることが安定運転上から好ましいことが判明した。

他方、空気流に対して加熱側で運転する場合は、加熱器14側に加えられる加熱量として、比例三方弁20による加熱器14側への高温の第1熱媒体の分配率を95～85%（比例三方弁20による冷却器16側への高温の第1熱媒体の分配率を5～15%）とすることが安定運転上から好ましいことが判明した。

このため、図9のフローチャートに示す制御では、加熱器14側に加えられる加熱量、具体的には比例三方弁20による加熱器14側への高温の第1熱媒体の分配率を、空気流に対して冷却側で運転する場合は、5～15%となるように圧縮機18の回転数を制御し、空気流に対して加熱側で運転する場合は、95～85%の分配率となるように圧縮機18の回転数を制御することにした。

図9に示すフローチャートでは、ステップS10で圧縮機18を起動した後、ステップS12で空気流を所定温度とするように、空間ユニット10内に設けられた温度センサ24によって測定された温度信号に基づいて、比例三方弁20による加熱器14側と冷却器16側とに分配する高温の第1熱媒体の分配比率を連続的に変更し、空間ユニット10内に吸込まれた空気流を所定温度に調整する。

かかる空気流が所定温度に到達して安定しているかをステップS 1 4で判断し、空気流の温度が安定していない場合は、ステップS 1 2に戻り、比例三方弁2 0による加熱器1 4側と冷却器1 6側とに分配する高温熱媒体の分配比率を連続的に変更する。かかるステップS 1 2及びステップS 1 4は温度制御部2 2で行う。

一方、空間ユニット1 0内の空気流が所定温度に到達して安定している場合は、ステップS 1 6～S 2 2で加熱器1 4側に分配される高温の第1熱媒体の分配比率が所定の範囲内であるか否か判断する。このステップS 1 6～S 2 2はCOMP制御部4 4で行う。

尚、図9に示す高温の第1熱媒体の平均分配率とは、加熱器1 4側に分配される高温の第1熱媒体の分配比率にはばらつきがあるため、所定時間内の第1熱媒体の分配率の平均をとった値であって、以下、単に第1熱媒体の平均分配率と称することがある。

まず、ステップS 1 6とステップS 1 8とでは、空気流に対して冷却側にあると仮定したとき、加熱器1 4側への第1熱媒体の平均分配率が5～15%内にあるか否か判断する。

ここで、加熱器1 4側への第1熱媒体の平均分配率が5～15%内にある場合は、空気流に対して冷却側にあり、且つ温湿度調整装置の運転が安定する範囲内であるため、ステップS 1 6を通過しステップS 1 8からステップS 1 6に戻る。

一方、加熱器1 4側への第1熱媒体の平均分配率が5%未満である場合には、加熱器1 4側への第1熱媒体の平均分配率が低過ぎるため、温湿度調整装置の運転が不安定となり易い。このため、加熱器1 4側への第1熱媒体の平均分配率を増加すべく、ステップS 1 6からステップS 2 4に移行し、圧縮機1 8の回転数を増加する。ステップS 2 4では、COMP制御部4 4からインバータ4 2に向けて、インバータ4 2に設定されている圧縮機1 8の回転数を最小変化量で増加する増加信号を発信する。圧縮機1 8の回転数を最小変化量で増加することによって、温湿度調整装置を安定して運転できるから

である。

尚、圧縮機 18 の回転数を変化させる最小変化量は、温湿度調整装置によって異なるため、実験的に求めておくことが好ましいが、圧縮機 18 の回転数が 2000~5000 rpm のとき、最小変化量を 3~10% の範囲とすることが好ましい。

また、加熱器 14 側への第 1 熱媒体の平均分配率が 15% を越えている場合には、ステップ S 16 とステップ S 18 とを通過して、空気流が冷却側ないと判断し、ステップ S 20 とステップ S 22 とに移行する。ステップ S 20 とステップ S 22 とでは、空気流が加熱側にあると仮定したとき、加熱器 14 側への第 1 熱媒体の平均分配率が 95~85% 内にあるか否か判断する。

ここで、加熱器 14 側への第 1 熱媒体の平均分配率が 85~95% 内にある場合は、空気流が加熱側にあり、且つ温湿度調整装置の運転が安定する範囲内であるため、ステップ S 20 を通過しステップ S 22 からステップ S 16 に戻る。

一方、加熱器 14 側への第 1 熱媒体の平均分配率が 95% を超えている場合には、加熱器 14 側への第 1 熱媒体の平均分配率が高過ぎ、温湿度調整装置の運転が不安定となり易い。このため、加熱器 14 側への第 1 熱媒体の平均分配率を減少すべく、ステップ S 20 からステップ S 24 に移行し、圧縮機 18 の回転数を増加する。ステップ S 24 では、COMP 制御部 44 からインバータ 42 に向けて、インバータ 42 に設定されている圧縮機 18 の回転数を最小変化量で増加する増加信号を発信する。

また、加熱器 14 側への第 1 熱媒体の平均分配率が 85% 未満の場合には、ステップ S 22 において、空気流は加熱側でもなく且つ冷却側でもない状態、すなわち加熱器 14 に加えられる加熱量と冷却器 16 に加えられる冷却量のうち、互いに打ち消し合う熱量が多い状態と判断される。このため、ステップ S 26 に移行し、圧縮機 18 の回転数を低下する。ステップ S 26 では、COMP 制御部 44 からインバータ 42 に向けて、インバータ 42 に設定さ



れている圧縮機 18 の回転数を最小変化量で低下する低下信号を発信する。圧縮機 18 の回転数を最小変化量で低下し、空気流を加熱側又は冷却側に移行させるためである。

次いで、ステップ S 24 又はステップ S 26 を通過してステップ S 28 に移行し、圧縮機 18 が運転中か否か判断して、圧縮機 18 が運転中であれば、ステップ S 14 に戻る。ステップ S 14 では、ステップ S 24 又はステップ S 26 において、圧縮機 18 の回転数を最小変化量で増加又は低下した状態で、空間ユニット 10 内の空気流が所定温度に到達して安定しているかを判断する。空間ユニット 10 内の空気流が所定温度に到達して安定している場合には、ステップ S 16 ~ S 26 によって、再度、加熱器 14 側への第 1 熱媒体の平均分配率が所定範囲内に在るか否か判断する。

一方、ステップ S 14 において、空間ユニット 10 内の空気流の温度が安定していないと判断した場合は、ステップ S 12 に戻り、比例三方弁 20 による加熱器 14 側と冷却器 16 側とに分配する第 1 熱媒体の分配比率を連続的に変更する。空間ユニット 10 内の空気流が所定温度に到達して安定してからステップ S 16 ~ S 26 に移行する。

尚、ステップ S 28 において、圧縮機 18 が運転状態にない場合には、温度制御部 22 及び COMP 制御部 44 による制御は停止する。

以上、説明してきた図 9 に示すフローチャートでは、温度制御部 22 では、加熱器 14 側への第 1 熱媒体の平均分配率に注目して制御しているが、冷却器 16 側への第 1 熱媒体の平均分配率に注目して制御してもよい。

また、設定温度や設定湿度を入力する入力手段や運転状態を表示する表示手段等を、温度制御部 22 や湿度制御部 27 と一体又は別体に設けてもよい。

図 1 ~ 図 9 に示す温湿度調整装置では、凝縮器 26 及び吸熱器 32 では、冷却水や加熱源として水を用いていたが、図 10 に示す様に、凝縮器 26 及び吸熱器 32 の冷却源と加熱源として、ファン 50 で室内空気を吹き付ける方式であってもよい。

図 10 に示す温湿度調整装置を構成する構成部材のうち、図 1 に示す温湿度調整装置の構成部材と同一部材は、図 1 の符号と同一番号を付して、詳細な説明を省略する。

また、図 1 ~ 図 9 に示す温湿度調整装置では、湿度制御手段として水を噴霧する噴霧ノズル群 15 を配設したが、図 11 に示す様に、噴霧ノズル群 15 に代えて、空気流の流路内に蒸気発生器 52 を配設してもよい。蒸気発生器 52 は、加熱器 14、冷却器 16 を通過して空気流に水分を供給する装置であって、容器 54 内に貯留された純水を加熱ヒータ 56 によって加熱して蒸気を発生する。この加熱ヒータ 56 は、湿度制御部 27 によって制御されている。

つまり、湿度制御部 27 では、ファン 12 から吐出される空気流中の湿度と目標湿度との相違に応じて、蒸気発生器 52 の加熱ヒータ 56 の加熱量を調整し、ファン 12 から吐出される空気流中の湿度を目標湿度に調整する。

この様に、湿度制御手段として蒸気発生器 52 を用いても、図 11 に示す温湿度調整装置では、省エネルギーを図ることができる。

すなわち、ヒートポンプ手段の設置で加熱能力が高められた加熱器 14 によって空気流を加熱して、空気流中の露点を高め、多くの水分を空気流中に含有できる。

この図 11 に示す温湿度調整装置を構成する構成部材のうち、図 1 に示す温湿度調整装置の構成部材と同一部材は、図 1 の符号と同一番号を付して、詳細な説明を省略する。

更に、図 12 に示す様に、凝縮器 26 と吸熱器 32 とに別配管で水を供給するようにしてもよい。例えば、凝縮器 26 には、配管 33 を経由して供給し、吸熱器 32 には、配管 32a を経由して供給するようにしてもよい。かかる凝縮器 26 と吸熱器 32 とを通過した水は、共に系外に排出される。

この図 12 に示す温湿度調整装置を構成する構成部材のうち、図 1 に示す温湿度調整装置の構成部材と同一部材は、図 1 の符号と同一番号を付して、詳細な説明を省略する。

また、凝縮器 26 に供給する水と純水器 35 に供給する水とを別配管で供給するようにしてもよい。例えば、凝縮器 26 には、通常の水を供給し、純水器 35 には純水を供するようにしてもよい。

尚、図 1 ~ 12 に示す温湿度調整装置に用いる湿度制御手段としては、温湿度調整対象の空気よりも乾燥された乾燥空気を、水分供給手段と併用して、或いは水分供給手段に代えて空気流の流路に吹き込む手段を用いることができる。

これまで説明してきた図 1 ~ 図 12 に示す温湿度調整装置を採用した温湿度調整対象の空気流の温湿度調整方法では、温湿度調整装置の奏する、気体流の温度と湿度とを同時に調整できる範囲が広く、且つ省エネルギーを図ることができるという作用・効果を享有できる。

かかる温湿度調整方法では、圧縮機 18 で圧縮して加熱した高温の第 1 熱媒体の一部を直接供給する加熱器 14 と、第 1 熱媒体の残余部を凝縮器 26 で冷却した後、膨張弁 28 で断熱的に膨張させて更に冷却して供給する冷却器 16 とを、順次通過する空気流に対し、加熱器 14 と冷却器 16 とに分配する三方弁 20 又は二方弁 38 a, 38 b によって第 1 熱媒体の分配率を変更して、空気流を所定温度に調整すると共に、空気流が通過する流路に設けた湿度制御手段によって空気流を所定湿度に調整する。

更に、加熱器 14 を通過した第 1 熱媒体を、膨張弁 34 によって断熱的に膨張させて冷却して、外部熱源である水又は空気から吸熱する吸熱器 32 を具備するヒートポンプ手段を通過させた後、冷却器 16 を通過した第 1 熱媒体と共に圧縮機 18 に戻す。

以上、説明してきた温湿度調整装置及び温湿度調整方法は、半導体装置の製造工程等の精密加工分野でのクリーンルームの温湿度調整用に用いているが、他の分野で用いられているクリーンルームの温湿度調整用に用いることができることは勿論のことである。

また、説明してきた温湿度調整装置及び温湿度調整方法は、他の分野、例えば塗装ブース、塗装ブース、ソーラーシュミレータ、プリント基板ストッ

カ、電子顕微鏡、打錠機、三次元測定機、クロマトグラフ、ドラフトチャンバー、露光装置、スピコータ、液晶ガラス基板、スクリーン印刷機、画像診断装置、セメント養生、成形用金型、射出成形機、細胞培養、植物栽培、食品の保存や熟成、DNA固定化等の分野の温湿度調整装置としても用いることができる。

## 請求の範囲

[請求項1]

圧縮機で圧縮されて加熱された高温の第1熱媒体の一部が加熱手段に供給される加熱流路と、前記高温の第1熱媒体の残余部が凝縮手段で冷却されてから第1膨張手段で断熱的に膨張して更に冷却されて冷却手段に供給される冷却流路と、前記高温の第1熱媒体が分配されて前記加熱流路と冷却流路との各々を通過した第1熱媒体が圧縮機に再供給される循環回路とを具備し、

前記加熱手段及び冷却手段を通過する温湿度調整対象の気体を所定の温度及び湿度に調整する温湿度調整装置であって、

前記圧縮機から吐出された高温の第1熱媒体の一部を前記加熱流路側に分配すると共に、前記高温の第1熱媒体の残余部を冷却流路側に分配し、且つ前記加熱流路と冷却流路とに分配される高温の第1熱媒体の分配比率を変更可能な分配手段と、

前記加熱流路の加熱能力が向上するように、前記加熱手段で熱を放出して冷却されてから第2膨張手段で断熱的に膨張されて更に冷却された第1熱媒体が、外部熱源である第2熱媒体から吸熱する吸熱手段を具備するヒートポンプ手段と、

前記分配手段を制御し、前記加熱流路と冷却流路とに分配される高温の第1熱媒体の分配比率を調整して、前記加熱手段と冷却手段とを通過する温湿度調整対象の気体を所定温度に制御する温度制御部と、

前記加熱手段及び冷却手段を通過する気体を所定湿度に制御する湿度制御手段とが設けられていることを特徴とする温湿度調整装置。

[請求項2]

湿度制御手段が、温湿度調整対象の気体に所定量の水分を供給する水分供給手段であって、前記水分供給手段から供給された水分中の液滴が加熱手段によって直接又は加熱手段で加熱された気体によって加熱されて蒸発するように、前記水分供給手段が加熱手段の前記気体の入口側又は出口側に設けられている請求項1記載の温湿度調整装置。

[請求項3]

水分供給手段は、水を噴射する水噴霧ノズルと、前記水噴霧ノズル

に水を供給する水供給配管に設けられた制御弁と、前記制御弁を調整し、前記水噴霧ノズルに供給する水量を制御する湿度制御部とを具備する請求項 2 記載の温湿度調整装置。

[請求項4] 湿度調整手段が、加熱ヒータによって水蒸気を発生させる水蒸気発生手段である請求項 1 記載の温湿度調整装置。

[請求項5] 水蒸気発生手段には、加熱ヒータの加熱量を調整して水蒸気発生量を制御する湿度制御部が設けられている請求項 4 記載の温湿度調整装置。

[請求項6] 冷却流路の凝縮手段に供給されて第 1 熱媒体を冷却する冷却媒体とヒートポンプ手段の吸熱手段に供給される第 2 熱媒体とが、同一熱媒体であって、前記同一熱媒体は凝縮手段に供給されてから前記吸熱手段に供給される請求項 1～5 のいずれか一項記載の温湿度調整装置。

[請求項7] 第 2 熱媒体が、外部から加熱又は冷却されることなく供給される第 2 熱媒体である請求項 6 記載の温湿度調整装置。

[請求項8] 圧縮機の回転数を制御する回転数制御手段が設けられ、温度制御部によって制御される高温の第 1 熱媒体の分配比率が、加熱手段によって温湿度調整対象の気体に加えられる加熱量と冷却手段によって温湿度調整対象の気体に加えられる冷却量とのうち、互いに打ち消し合う熱量分を少なくできる分配比率となるように、前記回転数制御手段を介して圧縮機の回転数を変更する圧縮機制御部が設けられている請求項 1～7 のいずれか一項記載の温湿度調整装置。

[請求項9] 圧縮機制御部では、高温の第 1 熱媒体の分配比率が、温湿度調整対象の気体が加熱される加熱側の場合、高温の第 1 熱媒体の 95～85% が加熱手段に分配され且つ残余の高温の第 1 熱媒体の 5～15% が冷却手段に分配される範囲となるように、他方、前記温湿度調整対象の気体が冷却される冷却側の場合、高温の第 1 熱媒体の 95～85% が冷却手段に分配され且つ残余の高温の第 1 熱媒体の 5～15% が加熱手段に分配される範囲となるように、回転数制御手段を介して圧縮

機の回転数を制御する請求項 8 記載の温湿度調整装置。

[請求項10] 回転数制御手段が、インバータである請求項 8 又は請求項 9 記載の温湿度調整装置。

[請求項11] 加熱流路と冷却流路との各々を通過した第 1 熱媒体が合流して圧縮機に再供給される第 1 熱媒体の流路のうち、分配手段から前記第 1 熱媒体が合流されるまでの前記加熱流路を含む流路と冷却流路を含む流路との各々が、流路的に独立して設けられている請求項 1 ~ 10 のいずれか一項記載の温湿度調整装置。

[請求項12] 分配手段が、加熱流路と冷却流路とに分配される高温の第 1 熱媒体の分配比率を実質的に連続して変更可能な分配手段である請求項 1 ~ 11 のいずれか一項記載の温湿度調整装置。

[請求項13] 分配手段が、加熱流路側に分配する高温の第 1 熱媒体と冷却流路側に分配する高温の第 1 熱媒体との合計量が圧縮機から吐出された高温の第 1 熱媒体量と等しくなるように、前記高温の第 1 熱媒体を比例分配する比例三方弁である請求項 1 ~ 12 のいずれか一項記載の温湿度調整装置。

[請求項14] 分配手段が、高温の第 1 熱媒体を加熱流路側と冷却流路側とに分岐する分岐配管の各々に設けられた二方弁であって、

温度制御部が、前記加熱流路と冷却流路とに分配される高温の第 1 熱媒体の分配比率を調整して、加熱手段と冷却手段とを通過する温湿度調整対象の気体を所定温度に制御すると共に、前記加熱流路側に分配される高温の第 1 熱媒体と冷却流路側に分配される高温の第 1 熱媒体との合計量が圧縮機から吐出された高温の第 1 熱媒体量と等しくなるように、前記二方弁の各々の開度を調整する温度制御部でもある請求項 1 ~ 13 のいずれか一項記載の温湿度調整装置。

[請求項15] 冷却流路の凝縮手段に供給される冷却媒体が、液状媒体であって、圧縮機の吐出側の圧力が一定に保持されるように、前記凝縮手段に供給される前記液状媒体の供給量を制御する冷媒制御手段が設けられて

いる請求項 1 ～ 14 のいずれか一項記載の温湿度調整装置。

[請求項16]

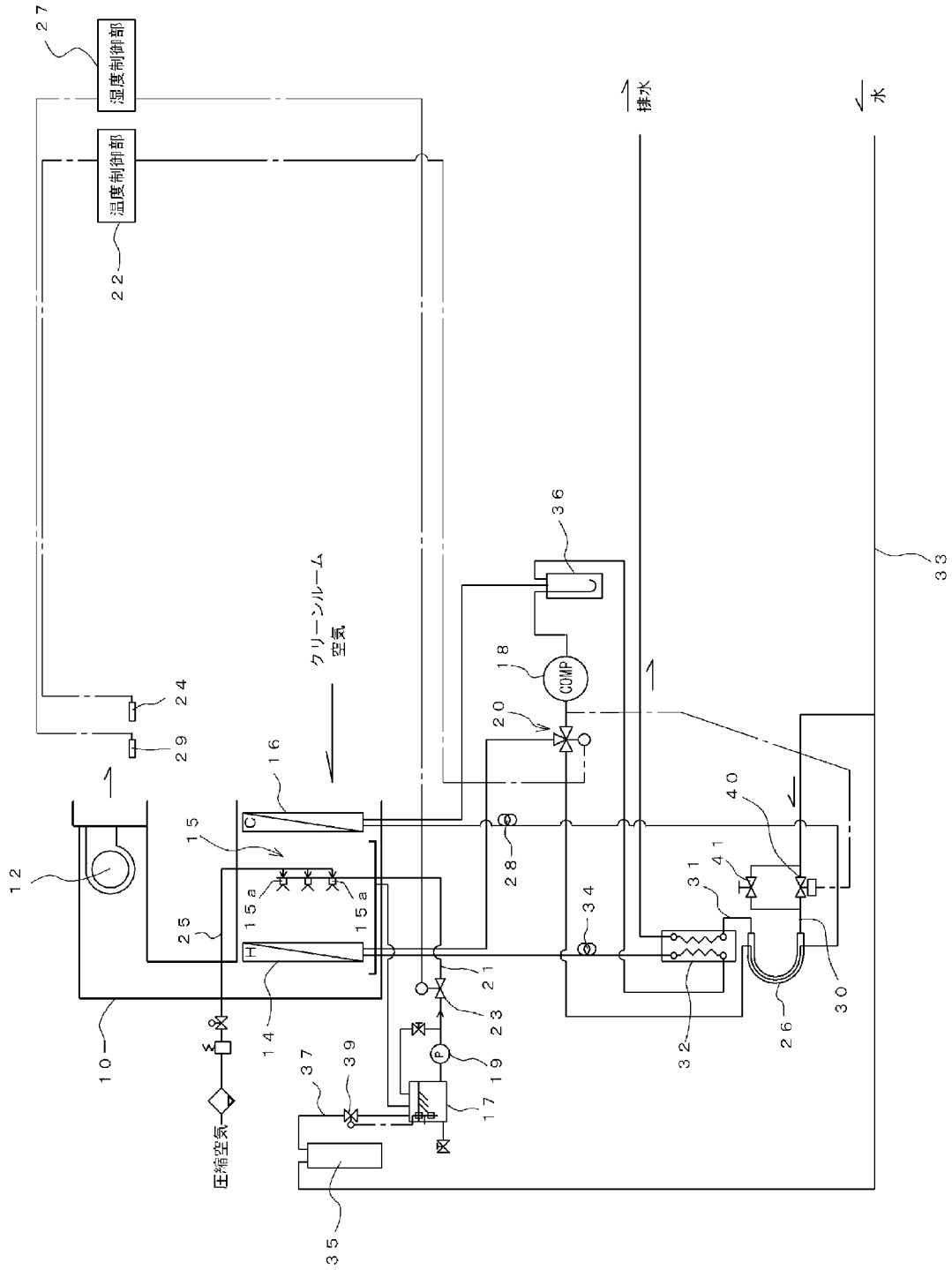
圧縮機で圧縮して加熱した高温の第1熱媒体の一部を直接供給する加熱手段と、前記第1熱媒体の残余部を凝縮手段で冷却した後、第1膨張手段で断熱的に膨張させて更に冷却して供給する冷却手段とを、順次通過する温湿度調整対象の気体に対し、前記加熱手段と冷却手段とに分配する前記第1熱媒体の分配率を変更して、前記気体を所定温度に調整すると共に、

前記温湿度調整対象の気体が通過する流路に設けた湿度制御手段によって前記気体を所定の湿度に調整し、

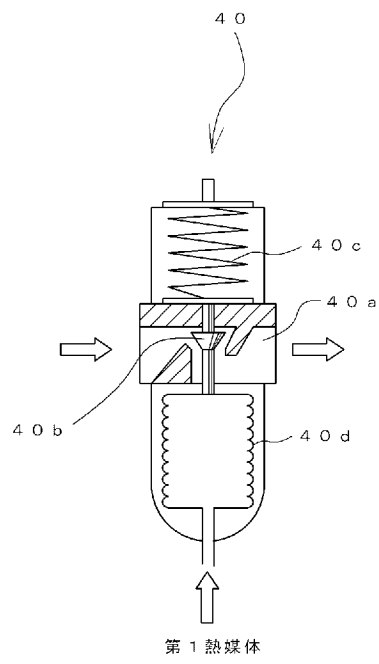
且つ前記加熱手段を通過した第1熱媒体を、第2膨張手段によって断熱的に膨張させて冷却して、外部熱源である第2熱媒体から吸熱する吸熱手段を具備するヒートポンプ手段を通過させた後、前記冷却手段を通過した第1熱媒体と共に前記圧縮機に戻すことを特徴とする温湿度調整方法。



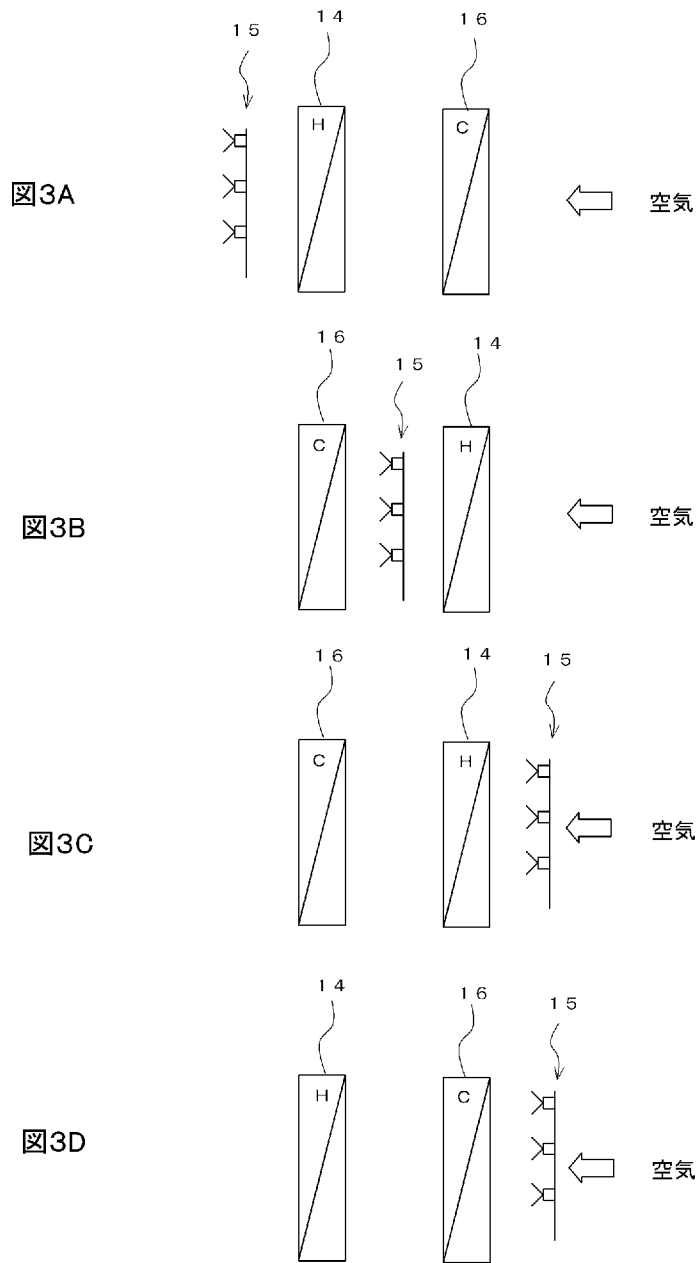
[図1]



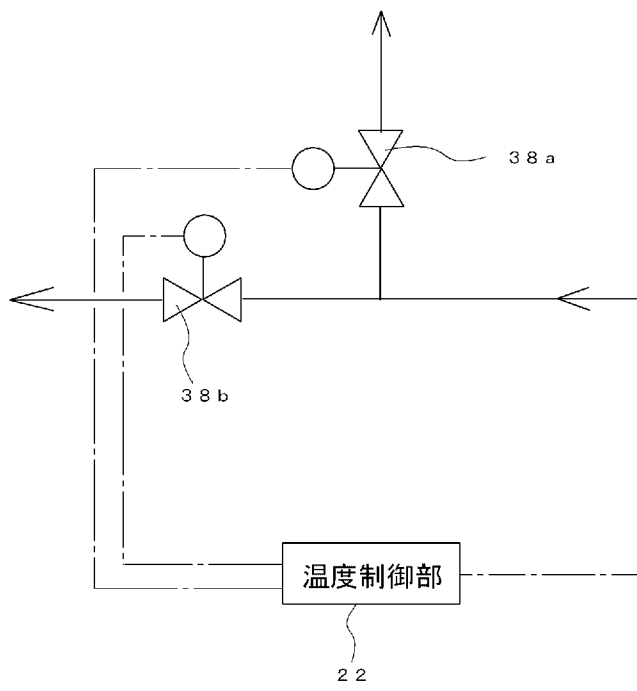
[図2]



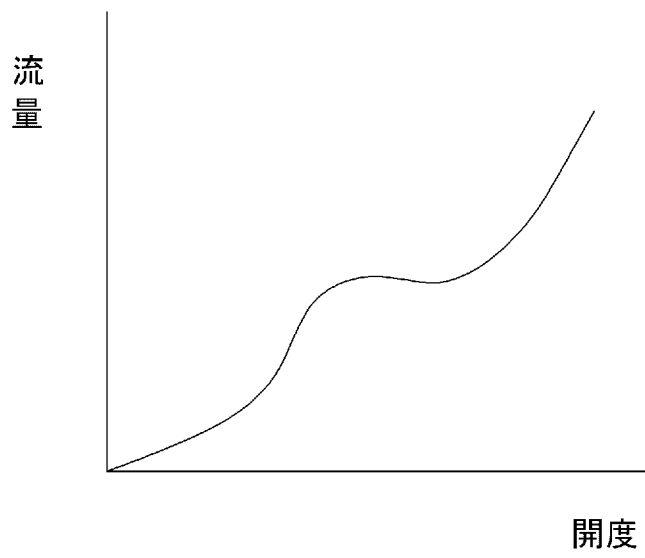
[図3]



[図4]



[図5]



[図6]

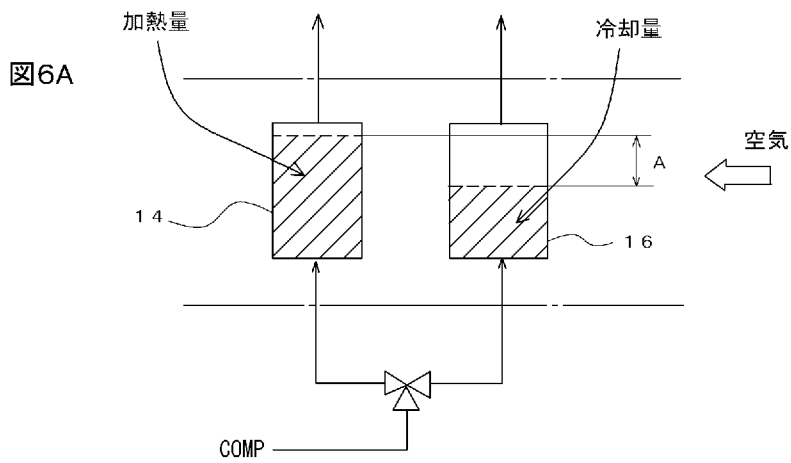
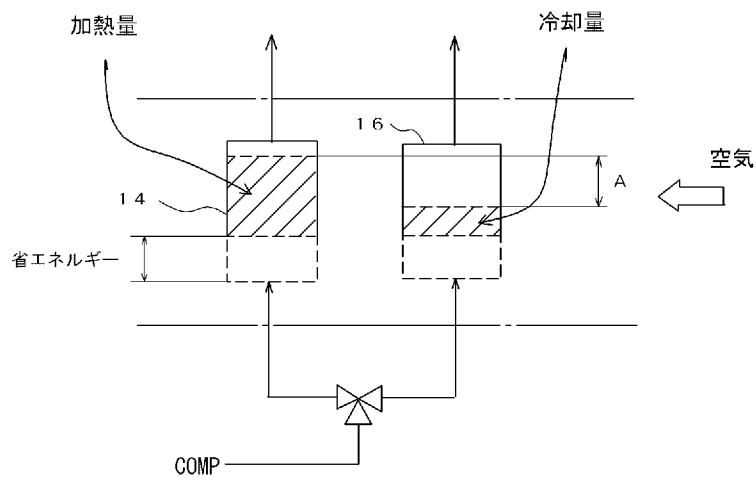


図6B



[図7]

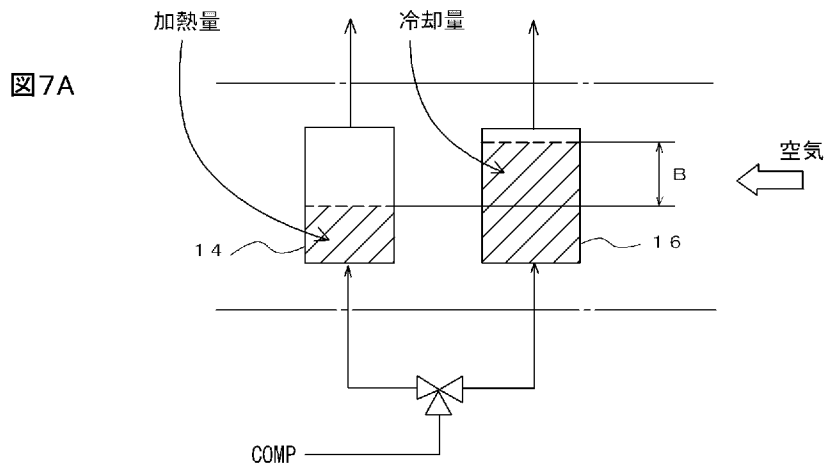
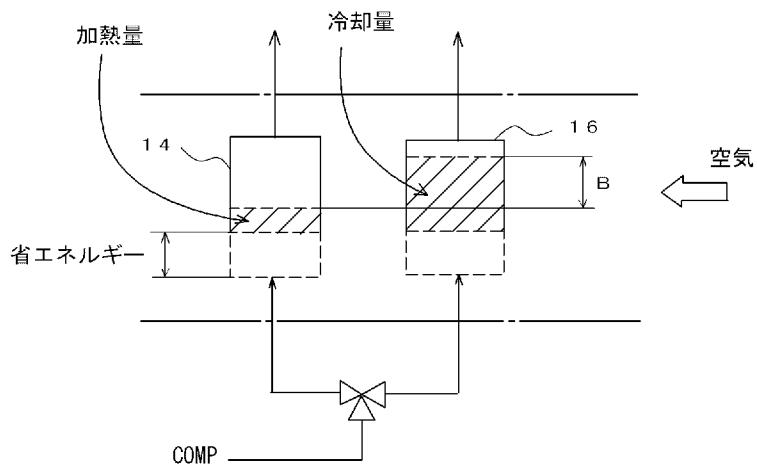
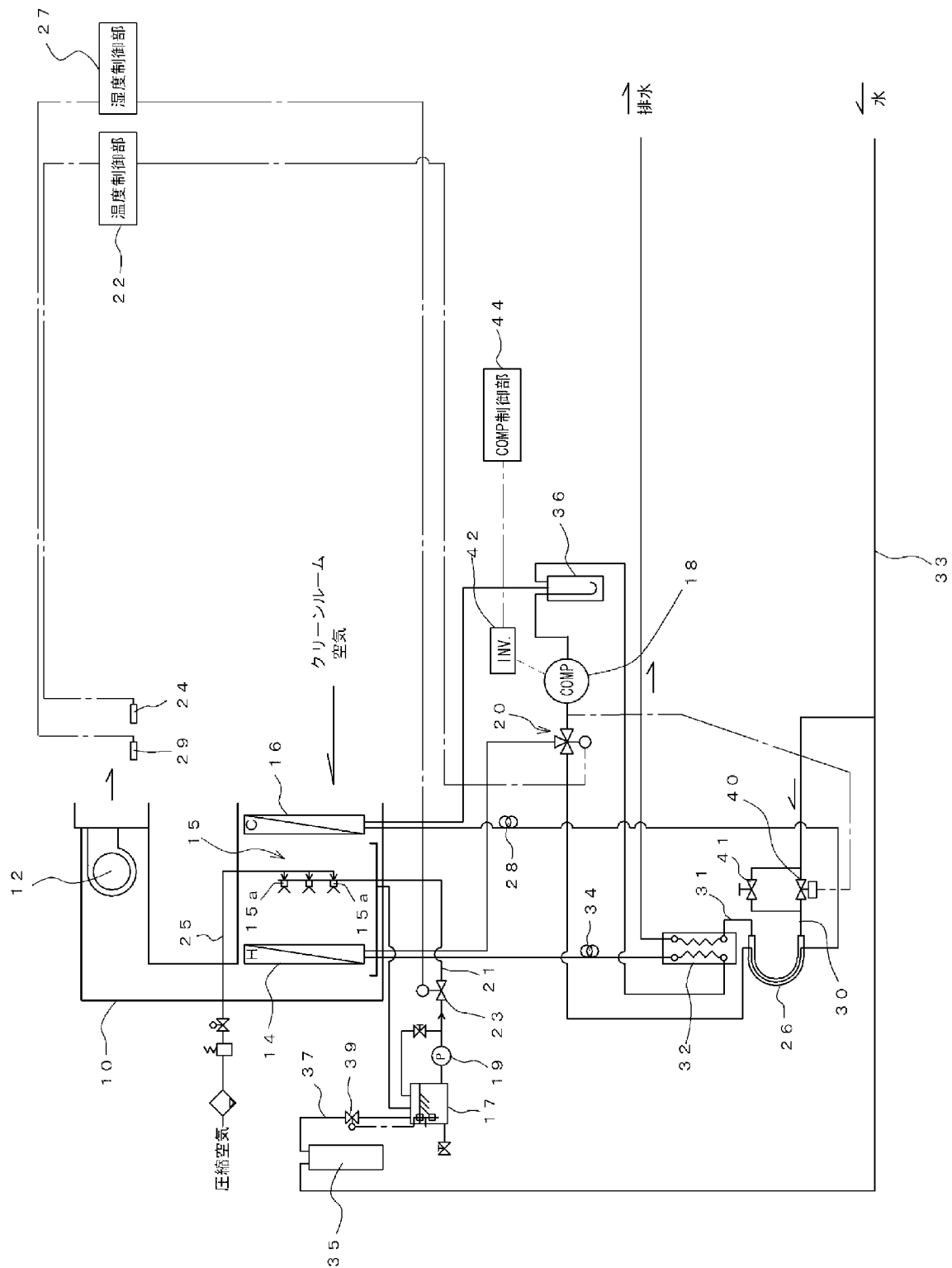


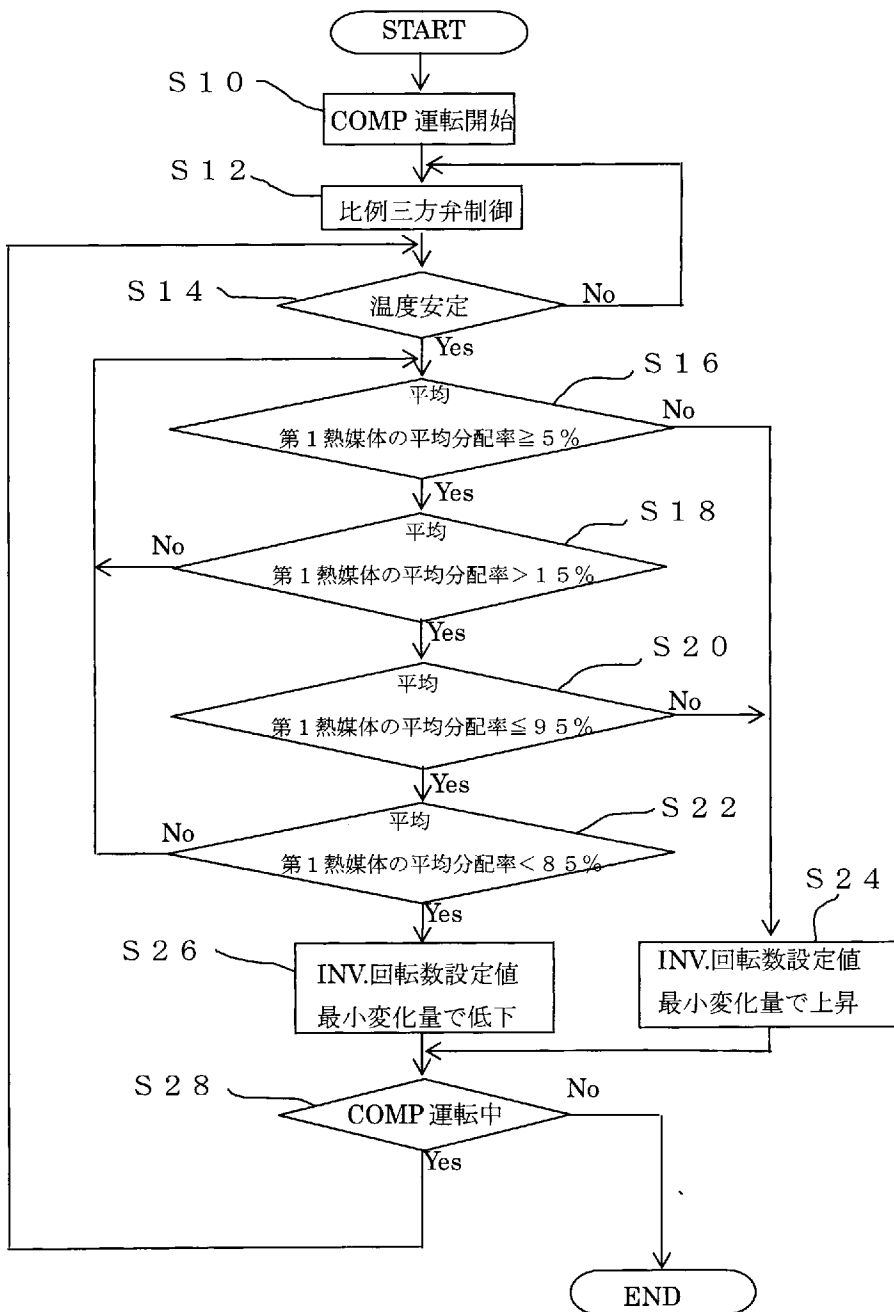
図7B



[図8]

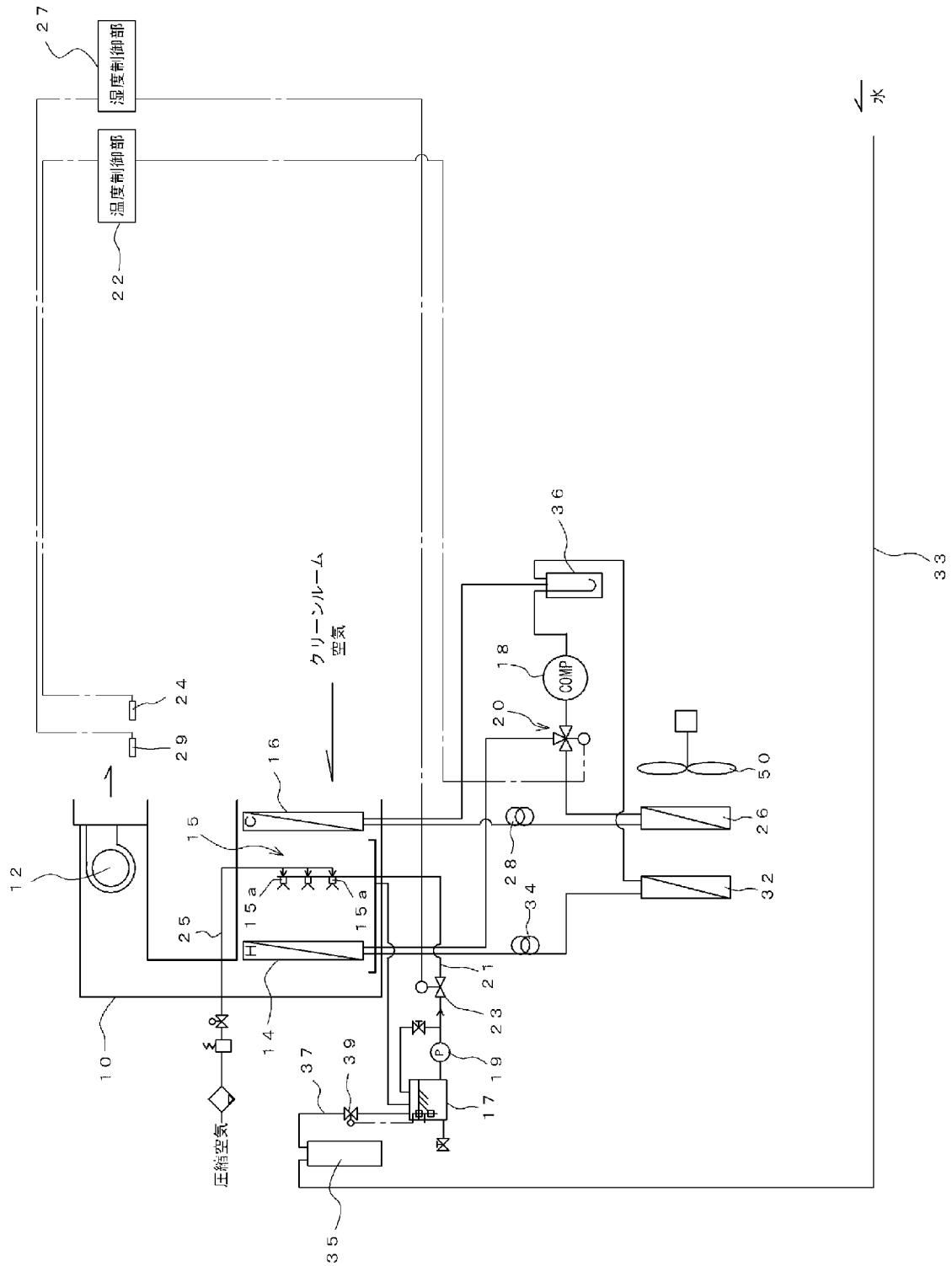


[図9]

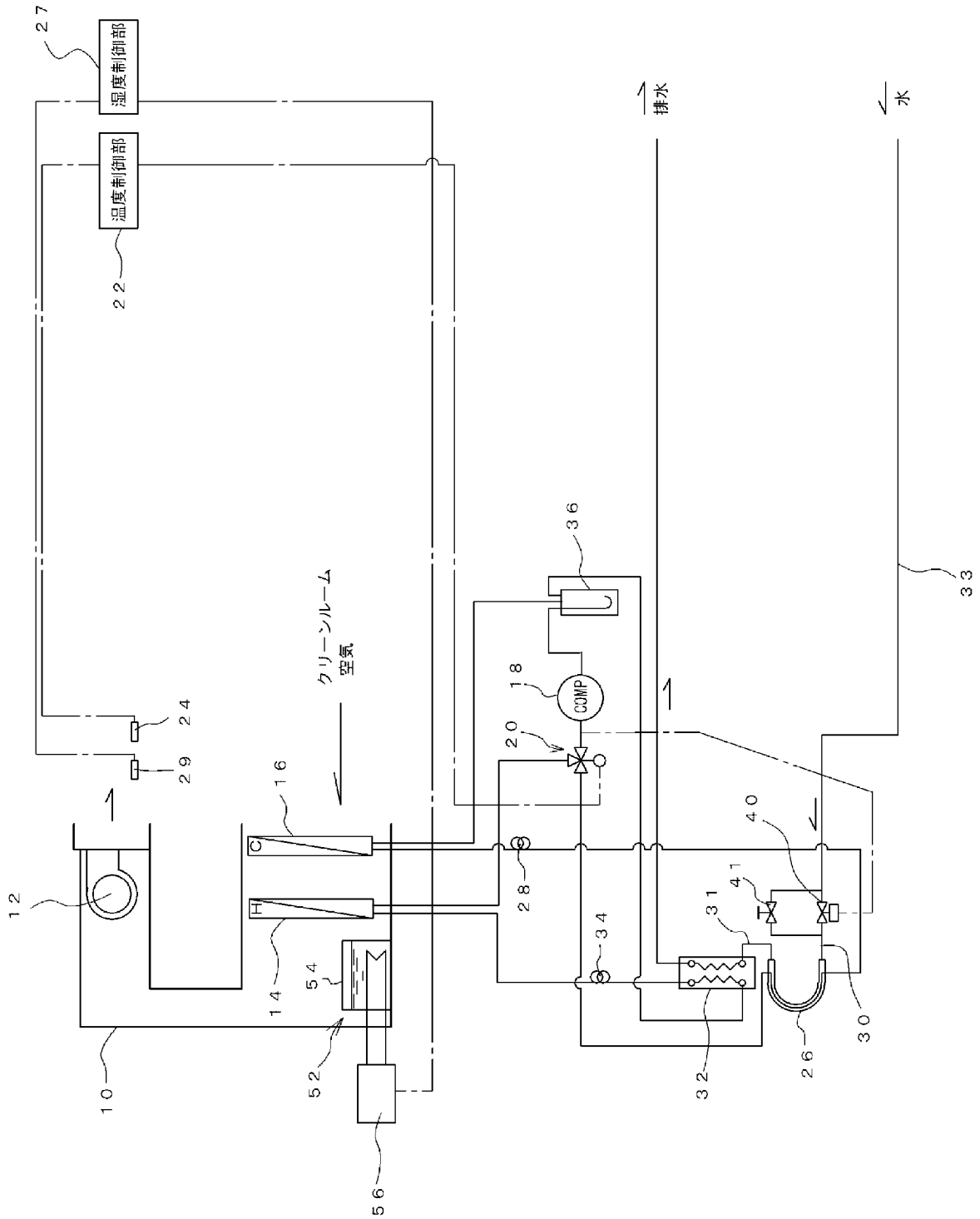




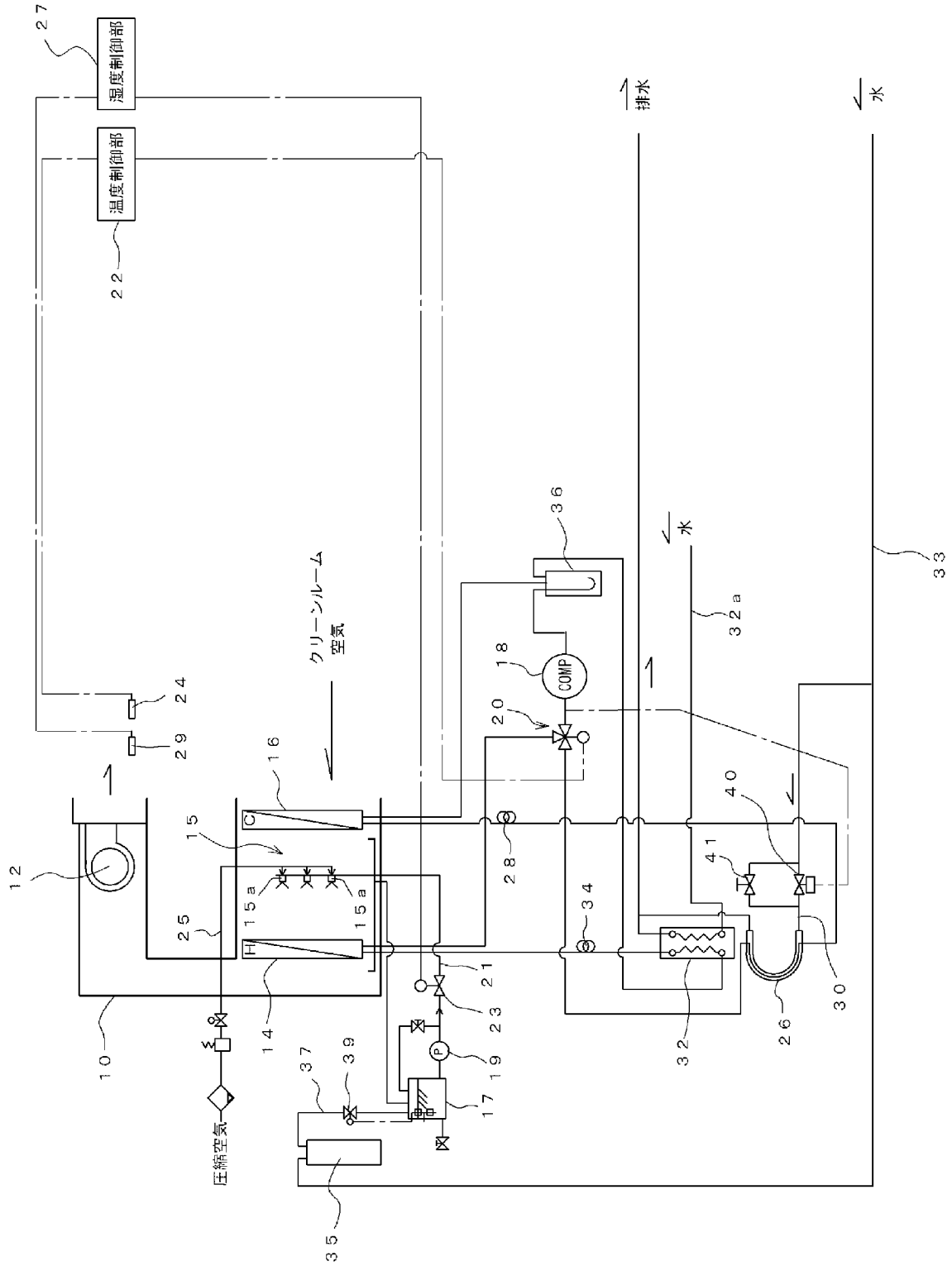
[図10]



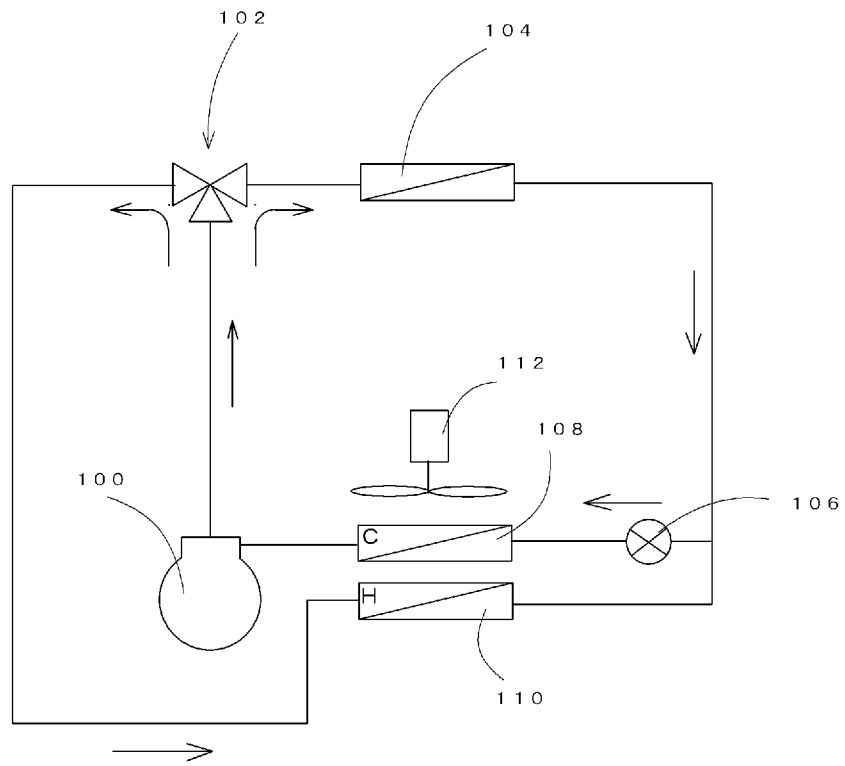
[図11]



[図12]



[圖13]



## INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2009/057148

## A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

F24F3/14(2006.01)i, F24F3/00(2006.01)i, F24F11/02(2006.01)i, F25B1/00(2006.01)i, F25B29/00(2006.01)i

According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC

## B. FIELDS SEARCHED

Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)

F24F3/14, F24F3/00, F24F11/02, F25B1/00, F25B29/00

Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched

Jitsuyo Shinan Koho	1922-1996	Jitsuyo Shinan Toroku Koho	1996-2009
Kokai Jitsuyo Shinan Koho	1971-2009	Toroku Jitsuyo Shinan Koho	1994-2009

Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practicable, search terms used)

## C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
X	JP 2006-207856 A (Sanki Engineering Co., Ltd.), 10 August, 2006 (10.08.06), Par. Nos. [0019] to [0023]; Fig. 1 (Family: none)	1, 6, 7, 12, 14, 16 2-5, 11, 13, 15 8-10
Y	JP 2002-48380 A (Yamatake Corp.), 15 February, 2002 (15.02.02), Par. Nos. [0009] to [0013]; Fig. 1 (Family: none)	2, 3
Y	JP 63-259707 A (Tabai Espec Corp.), 26 October, 1988 (26.10.88), Page 4, lower left column, lines 2 to 9; Fig. 3 (Family: none)	4, 5



Further documents are listed in the continuation of Box C.



See patent family annex.

\* Special categories of cited documents:

"A" document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance

"E" earlier application or patent but published on or after the international filing date

"L" document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified)

"O" document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means

"P" document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed

"T" later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention

"X" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone

"Y" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art

"&" document member of the same patent family

Date of the actual completion of the international search  
17 June, 2009 (17.06.09)

Date of mailing of the international search report  
30 June, 2009 (30.06.09)

Name and mailing address of the ISA/  
Japanese Patent Office

Authorized officer

Facsimile No.

Telephone No.

## INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2009/057148

C (Continuation). DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
Y	JP 9-189460 A (Mitsubishi Heavy Industries, Ltd.), 22 July, 1997 (22.07.97), Par. Nos. [0027] to [0030]; Fig. 5 (Family: none)	11
Y	JP 51-97048 A (Daikin Industries, Ltd.), 26 August, 1976 (26.08.76), Page 2, upper right column, line 17 to page 3, upper left column, line 14; Fig. 1 (Family: none)	13
Y	JP 2005-282938 A (Orion Machinery Co., Ltd.), 13 October, 2005 (13.10.05), Par. No. [0044]; Fig. 1 (Family: none)	15
P,A	WO 2008/078525 A1 (Orion Machinery Co., Ltd.), 03 July, 2008 (03.07.08), Full text; all drawings & JP 2008-309465 A	1-16

A. 発明の属する分野の分類 (国際特許分類 (IPC))

Int.Cl. F24F3/14(2006.01)i, F24F3/00(2006.01)i, F24F11/02(2006.01)i, F25B1/00(2006.01)i, F25B29/00(2006.01)i

B. 調査を行った分野

調査を行った最小限資料 (国際特許分類 (IPC))

Int.Cl. F24F3/14, F24F3/00, F24F11/02, F25B1/00, F25B29/00

最小限資料以外の資料で調査を行った分野に含まれるもの

日本国実用新案公報	1922-1996年
日本国公開実用新案公報	1971-2009年
日本国実用新案登録公報	1996-2009年
日本国登録実用新案公報	1994-2009年

国際調査で使用した電子データベース (データベースの名称、調査に使用した用語)

C. 関連すると認められる文献

引用文献の カテゴリー*	引用文献名 及び一部の箇所が関連するときは、その関連する箇所の表示	関連する 請求項の番号
X Y A	JP 2006-207856 A (三機工業株式会社) 2006.08.10, 段落【0019】 - 【0023】、【図1】 (ファミリーなし)	1, 6, 7, 12, 14, 16 2-5, 11, 13, 15 8-10
Y	JP 2002-48380 A (株式会社山武) 2002.02.15, 段落【0009】 - 【0013】、【図1】 (ファミリーなし)	2, 3

C欄の続きにも文献が列挙されている。

パテントファミリーに関する別紙を参照。

\* 引用文献のカテゴリー

「A」特に関連のある文献ではなく、一般的な技術水準を示すもの  
 「E」国際出願日前の出願または特許であるが、国際出願日以後に公表されたもの  
 「L」優先権主張に疑義を提起する文献又は他の文献の発行日若しくは他の特別な理由を確立するために引用する文献 (理由を付す)  
 「O」口頭による開示、使用、展示等に言及する文献  
 「P」国際出願日前で、かつ優先権の主張の基礎となる出願

の日の後に公表された文献  
 「T」国際出願日又は優先日後に公表された文献であって出願と矛盾するものではなく、発明の原理又は理論の理解のために引用するもの  
 「X」特に関連のある文献であって、当該文献のみで発明の新規性又は進歩性がないと考えられるもの  
 「Y」特に関連のある文献であって、当該文献と他の1以上の文献との、当業者にとって自明である組合せによって進歩性がないと考えられるもの  
 「&」同一パテントファミリー文献

国際調査を完了した日

17.06.2009

国際調査報告の発送日

30.06.2009

国際調査機関の名称及びあて先  
 日本国特許庁 (ISA/J P)  
 郵便番号100-8915  
 東京都千代田区霞が関三丁目4番3号

特許庁審査官 (権限のある職員)	3M	9332
磯部 賢		
電話番号 03-3581-1101 内線 3377		

C (続き) . 関連すると認められる文献		
引用文献の カテゴリー*	引用文献名 及び一部の箇所が関連するときは、その関連する箇所の表示	関連する 請求項の番号
Y	JP 63-259707 A (タバイエスペック株式会社) 1988.10.26, 第4ページ左下欄第2-9行、第3図 (ファミリーなし)	4,5
Y	JP 9-189460 A (三菱重工業株式会社) 1997.07.22, 段落【0027】-【0030】、【図5】 (ファミリーなし)	11
Y	JP 51-97048 A (ダイキン工業株式会社) 1976.08.26, 第2ページ右上欄第17行-第3ページ左上欄第14行、第1図 (ファミリーなし)	13
Y	JP 2005-282938 A (オリオン機械株式会社) 2005.10.13, 段落【0044】、【図1】 (ファミリーなし)	15
P, A	WO 2008/078525 A1 (オリオン機械株式会社) 2008.07.03, 全文、全図 & JP 2008-309465 A	1-16