

(19) 日本国特許庁 (JP)

(12) 特 許 公 報 (B2)

(11) 特許番号
特許第5695752号
(P5695752)

(45) 発行日 平成27年4月8日 (2015.4.8)

(24) 登録日 平成27年2月13日 (2015.2.13)

(51) Int.Cl.	F 1
F 2 4 F 3/14 (2006.01)	F 2 4 F 3/14
F 2 4 F 3/10 (2006.01)	F 2 4 F 3/10
F 2 4 F 11/02 (2006.01)	F 2 4 F 11/02 1 O 2 W
F 2 5 B 1/00 (2006.01)	F 2 5 B 1/00 3 9 7 A

請求項の数 17 (全 26 頁)

(21) 出願番号	特願2013-535940 (P2013-535940)	(73) 特許権者	000002853
(86) (22) 出願日	平成24年9月28日 (2012.9.28)		ダイキン工業株式会社
(86) 国際出願番号	PCT/JP2012/006243		大阪府大阪市北区中崎西2丁目4番12号
(87) 国際公開番号	W02013/046715		梅田センタービル
(87) 国際公開日	平成25年4月4日 (2013.4.4)	(73) 特許権者	000108890
審査請求日	平成26年2月21日 (2014.2.21)		株式会社ダイキンアプライドシステムズ
(31) 優先権主張番号	特願2011-214432 (P2011-214432)		東京都港区芝浦四丁目13番23号 MS
(32) 優先日	平成23年9月29日 (2011.9.29)		芝浦ビル
(33) 優先権主張国	日本国 (JP)	(74) 代理人	110001427
(31) 優先権主張番号	特願2012-103684 (P2012-103684)		特許業務法人前田特許事務所
(32) 優先日	平成24年4月27日 (2012.4.27)	(72) 発明者	松井 伸樹
(33) 優先権主張国	日本国 (JP)		大阪府堺市北区金岡町1304番地 ダイキン工業株式会社 堺製作所 金岡工場内

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 除湿システム

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項 1】

室内空間（S）へ供給される空気が通過する給気通路（40）と、室外へ排出される空気が通過する排気通路（50）とを有する空気通路（40，50）と、該空気通路（40，50）上に配置された除湿ユニット（60，20，30）とを備え、

上記除湿ユニット（60，20，30）が、室内へ供給される空気の入口側から室内空間（S）へ向かって順に配置された第1除湿ユニット（60）、第2除湿ユニット（20）及び第3除湿ユニット（30）により構成されている除湿システムであって、

上記第1除湿ユニット（60）は、室内へ供給される空気を冷却除湿する外気冷却熱交換器（61）を備え、

上記第2除湿ユニット（20）は、吸着側と再生側に交互に切り換えられる2つの吸着熱交換器（22，24）を備え、第1ユニット（60）で除湿した空気を吸着側の吸着熱交換器（22，24）でさらに除湿するように構成され、

第3除湿ユニット（30）は、一部が吸着部（32）として構成されるとともに他の一部が再生部（34）として構成された吸着ロータ（31）を備え、第2除湿ユニット（20）で除湿した空気を吸着部（32）でさらに除湿するように構成されていることを特徴とする除湿システム。

【請求項 2】

請求項 1 において、

上記第3除湿ユニット（30）は、吸着ロータ（31）に加えて、該吸着ロータ（31）への

再生空気の入口側に配置された空気加熱器（65）を備えていることを特徴とする除湿システム。

【請求項 3】

請求項 2 において、

上記空気加熱器（65）が、冷凍サイクルを行う冷媒回路（70a, 120）に設けられている凝縮器により構成された再生熱交換器であることを特徴とする除湿システム。

【請求項 4】

請求項 3 において、

上記冷媒回路（70a, 120）が、上記再生熱交換器（65）を凝縮器とし、外気冷却熱交換器（61）を蒸発器とする冷媒回路であることを特徴とする除湿システム。

10

【請求項 5】

請求項 2 において、

上記空気加熱器（65）が電気ヒータまたは蒸気ヒータであることを特徴とする除湿システム。

【請求項 6】

請求項 1 において、

上記第 2 除湿ユニット（20）と第 3 除湿ユニット（30）は、吸着側になる吸着熱交換器（22, 24）に対して上記給気通路（40）の下流側に上記吸着ロータ（31）の吸着部（32）が位置し、該吸着ロータ（31）の再生部（34）を通る上記排気通路（50）の下流側に再生側となる吸着熱交換器（24, 22）が位置するように構成されていることを特徴とする除湿システム。

20

【請求項 7】

請求項 6 において、

上記第 2 除湿ユニット（20）の 2 つの吸着熱交換器（22, 24）が、冷媒回路（22a）に設けられた 2 つの熱交換器により構成され、

上記第 2 除湿ユニット（20）は、上記冷媒回路（20a）における冷媒の流れ方向を反転させて上記 2 つの吸着熱交換器（22, 24）を吸着側となる蒸発器と再生側となる凝縮器とに交互に切り換える冷媒流路切換機構（25）と、蒸発器となる吸着熱交換器（22, 24）を上記給気通路（40）に接続して凝縮器となる吸着熱交換器（24, 22）を上記排気通路（50）に接続するように空気の流れを切り換える空気通路切換機構（26, 27）とを有し、

30

上記第 3 除湿ユニット（30）の吸着ロータ（31）は、上記給気通路（40）と排気通路（50）に跨って配置されるとともに両通路（40, 50）の間の回転軸を中心として回転可能に構成され、上記給気通路（40）の通過する部分が上記吸着部（32）になり、上記排気通路（50）の通過する部分が上記再生部（24）になるように構成されていることを特徴とする除湿システム。

【請求項 8】

請求項 1 において、

第 2 除湿ユニット（20）及び第 3 除湿ユニット（30）は、該第 2 除湿ユニット（20）と第 3 除湿ユニット（30）との間に中間冷却器を介さずに給気通路（40）で直接に接続されていることを特徴とする除湿システム。

40

【請求項 9】

請求項 1 において、

上記室内空間（S）に連通する還気口（58a）を上記第 2 除湿ユニット（20）と第 3 除湿ユニット（30）との間の給気通路（40）に接続する還気通路（58）を備えていることを特徴とする除湿システム。

【請求項 10】

請求項 9 において、

上記該還気通路（58）には、室内空気を給気通路（40）に向かって押し出す還気ファン（59）が設けられていることを特徴とする除湿システム。

【請求項 11】

50

請求項 9 において、

上記還気通路 (58) には、該還気通路 (58) を流れる空気を冷却する還気冷却器 (67) が設けられていることを特徴とする除湿システム。

【請求項 1 2】

請求項 1 において、

上記吸着熱交換器 (22, 24) に設けられている吸着剤は、空気の相対湿度が高くなるほど該相対湿度の単位増加量当たりの吸着量が大きくなる吸着等温線を有する吸着剤であり、

上記吸着ロータ (31) に設けられている吸着剤は、空気の相対湿度が低くなるほど該相対湿度の単位増加量当たりの吸着量が大きくなる吸着等温線を有する吸着剤であることを特徴とする除湿システム。

10

【請求項 1 3】

請求項 1 において、

上記第 1 除湿ユニット (60) と第 3 除湿ユニット (30) を備える既設システムに対して、上記第 2 除湿ユニット (20) が上記第 1 除湿ユニット (60) と第 3 除湿ユニット (30) の間に接続されるように構成されていることを特徴とする除湿システム。

【請求項 1 4】

請求項 4 において、

上記冷媒回路 (70a, 120) には、上記給気通路 (40) における上記吸着ロータ (31) の下流側に配置されて凝縮器を構成する再熱熱交換器 (64) と、上記室内空間 (S) に連通する還気口 (58a) を上記第 2 除湿ユニット (20) と第 3 除湿ユニット (30) との間の給気通路 (40) に接続する還気通路 (58) に配置されて蒸発器を構成する空気冷却部としての環気冷却熱交換器 (67) とが接続されていることを特徴とする除湿システム。

20

【請求項 1 5】

請求項 1 4 において、

上記冷媒回路 (70a, 120) は、上記凝縮器 (64, 65) 及び蒸発器 (61, 67) が 1 つの閉回路に接続される一元冷凍サイクル式の冷媒回路 (70a) であることを特徴とする除湿システム。

【請求項 1 6】

請求項 1 5 において、

上記冷媒回路 (70a) には、上記凝縮器 (64, 65) 側の必要能力が上記蒸発器 (61, 67) 側の必要能力よりも高い場合に、凝縮圧力が目標圧力に近づくように回転数が制御され、上記蒸発器 (61, 67) 側の必要能力が上記凝縮器 (64, 65) 側の必要能力よりも高い場合に、蒸発圧力が目標圧力に近づくように回転数が制御される、可変容量式の圧縮機 (80) が接続されていることを特徴とする除湿システム。

30

【請求項 1 7】

請求項 1 4 において、

上記冷媒回路 (70a, 120) は、第 1 圧縮機 (130) と上記再生熱交換器 (65) とが接続されて冷凍サイクルが行われる高圧側回路 (120a) と、第 2 圧縮機 (150) と上記外気冷却熱交換器 (61) とが接続されて冷凍サイクルが行われる低圧側回路 (120b) と、上記高圧側回路 (120a) の低圧冷媒と上記低圧側回路 (120b) の高圧冷媒と熱交換させる中間熱交換器 (140) とを有する、二元冷凍サイクル式の冷媒回路 (120) であることを特徴とする除湿システム。

40

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は、除湿した空気を室内へ供給する除湿システムに関するものである。

【背景技術】

【0002】

従来より、除湿した空気を室内へ供給する除湿システムが知られている。特許文献 1 ,

50

2 には、この種の除湿システムが開示されている。

【 0 0 0 3 】

特許文献 1 , 2 には、吸着ロータを空気通路上で直列 3 段に配置する構成が記載されている。空気通路は、室外空気を吸着ロータで処理して室内に供給する給気通路と、室内空気を室外に排出する排気通路とから構成されている。吸着ロータは、給気通路と排気通路に跨って配置されており、両通路の間の回転軸を中心として回転可能に構成されている。

【 0 0 0 4 】

そして、吸着ロータは、給気通路を流れる空気の水分を吸着して除湿する一方、排気通路を流れる空気へ水分を放出して再生される。排気通路には、空気を加熱して吸着ロータの再生に用いるため、空気加熱用のヒータが設けられている。吸着ロータは、水分を吸着している部分の水分吸着量が多くなると回転して排気通路へ移動し、そこで水分を放出して再生された後、再び吸着側に用いられる。以上の構成により、吸着側の空気通路を流れる低湿の空気が連続して室内に供給されることで室内が除湿され、室内の空気は加熱されて吸着ロータを再生した後室外へ放出される。

【 0 0 0 5 】

室外空気が 3 度吸着ロータを通過することにより、室内へ吸着される空気は低露点の空気となり、例えばリチウムイオン電池を製造するドライクリーンルームに供給する空気（露点が約 - 5 0 の空気）に用いることができる。この種のシステムでは、吸着ロータを 2 段にした構成が採用されることも多い。

【 先行技術文献 】

【 特許文献 】

【 0 0 0 6 】

【 特許文献 1 】 特許第 3 7 6 2 1 3 8 号

【 特許文献 2 】 特開 2 0 1 1 - 6 4 4 3 9 号

【 発明の概要 】

【 発明が解決しようとする課題 】

【 0 0 0 7 】

しかしながら、複数の吸着ロータを用いたシステムでは、吸着ロータごとに再生用のヒータを設けて各吸着ロータを除湿再生ユニットにする必要があり、吸着ロータ自体がコストの高い部品であることに加えて、ヒータによる吸着ロータの再生温度が高いために、ヒータの熱量に要するランニングコストも高くなってしまふ。また、吸着ロータを多段で用いるシステムでは、吸着ロータを通過した除湿側空気の湿度は下がるものの、空気が吸着ロータを通過する際の吸着熱とヒータによる再生加熱のために温度は高くなる。そのため、吸着ロータの入口で除湿側空気を冷却する必要がある、その冷却用のエネルギーも必要であった。

【 0 0 0 8 】

特に、リチウム電池の製造プロセスでは、空調システム（除湿システム）のエネルギー使用量が約 5 0 % を占めており、このシステムの省エネルギー化を図ることがリチウム電池の低コスト化に大きく寄与する。しかしながら、実際には吸着ロータの再生に供する熱量が大きいために、除湿システムの低コスト化を実現するのは極めて困難であった。

【 0 0 0 9 】

本発明は、かかる点に鑑みてなされたものであり、その目的は、除湿システムの省エネルギー化と低コスト化を可能にすることである。

【 課題を解決するための手段 】

【 0 0 1 0 】

第 1 の発明は、室内空間（S）へ供給される空気が通過する給気通路（40）と、室外へ排出される空気が通過する排気通路（50）とを有する空気通路（40，50）と、該空気通路（40，50）上に配置された除湿ユニット（60，20，30）とを備え、上記除湿ユニット（60，20，30）が、室内へ供給される空気の入口側から室内空間（S）へ向かって順に配置された第 1 除湿ユニット（60）、第 2 除湿ユニット（20）及び第 3 除湿ユニット（30）によ

り構成されている除湿システムを前提としている。

【0011】

そして、上記第1除湿ユニット(60)は、室内へ供給される空気を冷却除湿する外気冷却熱交換器(61)を備え、上記第2除湿ユニット(20)は、吸着側と再生側に交互に切り換えられる2つの吸着熱交換器(22, 24)を備え、第1ユニット(60)で除湿した空気を吸着側の吸着熱交換器(22, 24)でさらに除湿するように構成され、第3除湿ユニット(30)は、一部が吸着部(32)として構成されるとともに他の一部が再生部(34)として構成された吸着ロータ(31)を備え、第2除湿ユニット(20)で除湿した空気を吸着部(32)でさらに除湿するように構成されている。

【0012】

この第1の発明では、室内へ供給される室外空気などの空気は、まず第1除湿ユニット(60)の外気冷却熱交換器(61)により冷却除湿される。この外気冷却熱交換器(61)で冷却除湿された空気は、第2除湿ユニット(20)を通過し、吸着側になっている吸着熱交換器の吸着剤に水分が吸着される。この吸着熱交換器(22, 24)で空気中の水分が吸着されるときに発生する吸着熱は、吸着熱交換器(22, 24)に吸熱されるので、空気の温度上昇は抑えられる。また、2つの吸着熱交換器(22, 24)が吸着側と再生側に交互に切り換えられ、室内空間(S)へ供給される空気は常に吸着側の吸着熱交換器を通過する。吸着熱交換器(22, 24)を通過することにより、温度の上昇が抑えられるとともに湿度が低下した空気は、第3除湿ユニット(30)の吸着ロータ(31)を通過する。吸着ロータ(31)では、さらに空気中の水分が吸着剤に吸着される。そして、吸着ロータ(31)を通過した低露点の空気が室内空間(S)に供給される。

【0013】

第2の発明は、第1の発明において、上記第3除湿ユニット(30)が、吸着ロータ(31)に加えて、該吸着ロータ(31)への再生空気の入口側に配置された空気加熱器(65)を備えていることを特徴としている。

【0014】

この第2の発明では、空気加熱器(65)により加熱した空気を吸着ロータ(31)に供給することにより、吸着ロータ(31)が再生される。この空気は吸着熱交換器(22, 24)で冷却された空気なので、吸着ロータ(31)の温度上昇が抑えられ、低温再生が可能になる。

【0015】

第3の発明は、第2の発明において、上記空気加熱器(65)が、冷凍サイクルを行う冷媒回路(70a, 120)に設けられている凝縮器により構成された再生熱交換器(65)であることを特徴としている。

【0016】

この第3の発明では、再生熱交換器(65)により加熱した空気を吸着ロータ(31)に供給することにより、吸着ロータ(31)が再生される。この空気は吸着熱交換器(22, 24)で冷却された空気なので、吸着ロータ(31)の温度上昇が抑えられ、低温再生が可能になる。

【0017】

第4の発明は、第3の発明において、上記冷媒回路(70a, 120)が、上記再生熱交換器(65)を凝縮器とし、外気冷却熱交換器(61)を蒸発器とする冷媒回路(70a, 120)であることを特徴としている。

【0018】

この第4の発明では、冷媒が外気冷却熱交換器(61)で室外空気から奪った熱を再生熱交換器(65)で放出することにより、吸着ロータ(31)が再生される。

【0019】

第5の発明は、第2の発明において、上記空気加熱器(65)が電気ヒータまたは蒸気ヒータであることを特徴としている。

【0020】

この第5の発明では、上記電気ヒータまたは蒸気ヒータ等の空気加熱器(65)により加熱した空気を吸着ロータ(31)に供給することにより、吸着ロータ(31)が再生される。この空気は吸着熱交換器(22, 24)で冷却された空気なので、吸着ロータ(31)の温度上昇が抑えられ、低温再生が可能になる。

【0021】

第6の発明は、第1から第5の発明の何れか1つにおいて、上記第2除湿ユニット(20)と第3除湿ユニット(30)が、吸着側になる吸着熱交換器(22, 24)に対して上記給気通路(40)の下流側に上記吸着ロータ(31)の吸着部(32)が位置し、該吸着ロータ(31)の再生部(34)を通る上記排気通路(50)の下流側に再生側となる吸着熱交換器(24, 22)が位置するように構成されていることを特徴としている。

10

【0022】

この第6の発明では、吸着側の吸着熱交換器(22, 24)から流出した空気が吸着ロータ(31)の吸着部(32)でさらに除湿される。一方、吸着ロータ(31)の再生部(34)から流出した空気により再生側の吸着熱交換器(24, 22)が再生される。

【0023】

第7の発明は、第6の発明において、上記第2除湿ユニット(20)の2つの吸着熱交換器(22, 24)が、冷媒回路(22a)に設けられた2つの熱交換器により構成され、上記第2除湿ユニット(20)が、上記冷媒回路(20a)における冷媒の流れ方向を反転させて上記2つの吸着熱交換器(22, 24)を吸着側となる蒸発器と再生側となる凝縮器とに交互に切り換える冷媒流路切換機構(25)と、蒸発器となる吸着熱交換器(22, 24)を上記給気通路(40)に接続して凝縮器となる吸着熱交換器(24, 22)を上記排気通路(50)に接続するように空気の流れを切り換える空気通路切換機構(26, 27)とを有し、上記第3除湿ユニット(30)の吸着ロータ(31)が、上記給気通路(40)と排気通路(50)に跨って配置されるとともに両通路(40, 50)の間の回転軸を中心として回転可能に構成され、上記給気通路(40)の通過する部分が上記吸着部(32)になり、上記排気通路(50)の通過する部分が上記再生部(24)になるように構成されていることを特徴としている。

20

【0024】

この第7の発明では、冷媒回路(20a)の冷媒循環方向を切り換えることにより、2つの吸着熱交換器(22, 24)が蒸発器と凝縮器とに交互に切り換わり、空気通路も切り換えることにより、蒸発器である吸着側の吸着熱交換器(22, 24)が給気通路(40)に接続され、凝縮器である再生側の吸着熱交換器(24, 22)が排気通路(50)に接続される。そして、吸着側の吸着熱交換器(22, 24)から流出した吸着ロータ(31)の吸着部(32)でさらに除湿され、吸着ロータ(31)の再生部(34)から流出した空気により再生側の吸着熱交換器(24, 22)が再生される。

30

【0025】

第8の発明は、第1から第7の発明の何れか1つにおいて、第2除湿ユニット(20)及び第3除湿ユニット(30)が、該第2除湿ユニット(20)と第3除湿ユニット(30)との間に中間冷却器を介さずに、給気通路(40)で直接に接続されていることを特徴としている。

【0026】

40

この第8の発明では、第2除湿ユニット(20)で冷却された除湿空気が中間冷却器を介さずに第3除湿ユニット(30)に供給され、第3除湿ユニット(30)においてさらに除湿されることになる。

【0027】

第9の発明は、第1から第8の発明の何れか1つにおいて、上記室内空間(S)に連通する還気口(58a)を上記第2除湿ユニット(20)と第3除湿ユニット(30)との間の給気通路(40)に接続する還気通路(58)を備えていることを特徴としている。

【0028】

この第9の発明では、室内空間(S)から還気通路(58)を通して給気通路(40)に戻る空気が第2除湿ユニット(20)を通った空気と混合されて第3除湿ユニット(30)に供

50

給される。

【 0 0 2 9 】

第 1 0 の発明は、第 9 の発明において、上記還気通路 (58) には、室内空気を給気通路 (40) に向かって押し出す還気ファン (59) が設けられていることを特徴としている。

【 0 0 3 0 】

この第 1 0 の発明では、還気通路 (58) から給気通路 (40) に連通する系内が陽圧になる。この系が負圧になると室外空気の水分が給気通路 (40) に吸い込まれる可能性があるが、本発明によれば上記の系内を陽圧に保つことでシステムの湿度上昇が阻止される。

【 0 0 3 1 】

第 1 1 の発明は、第 9 の発明において、上記還気通路 (58) には、該還気通路 (58) を流れる空気を冷却する還気冷却器 (67) が設けられていることを特徴としている。

10

【 0 0 3 2 】

この第 1 1 の発明では、還気を冷却して給気通路 (40) に戻しているのので、混合後の給気用空気の温度を低く維持できる。そして、吸着ロータ (31) に供給される空気の温度が低く維持されるので、吸着ロータ (31) の再生温度も低く抑えられる。

【 0 0 3 3 】

第 1 2 の発明は、第 1 から第 1 1 の発明の何れか 1 つにおいて、上記吸着熱交換器 (22 , 24) に設けられている吸着剤が、空気の相対湿度が高くなるほど相対湿度の単位増加量当たりの吸着量が大きくなる吸着等温線を有する吸着剤であり、上記吸着ロータ (31) に設けられている吸着剤が、空気の相対湿度が低くなるほど相対湿度の単位増加量当たりの吸着量が大きくなる吸着等温線を有する吸着剤であることを特徴としている。

20

【 0 0 3 4 】

この第 1 2 の発明では、湿度を多く含んでいる空気を処理する第 2 除湿ユニット (20) の吸着熱交換器 (22 , 24) では、相対湿度 (水蒸気分圧) が高いところで最大の吸着量を得ることができる吸着剤により多量の水分が吸着され、湿度の比較的少ない空気を処理する第 3 除湿ユニット (30) の吸着ロータ (31) では、相対湿度が低いところで最大の吸着量を得ることができる吸着剤により水分が効率よく吸着される。

【 0 0 3 5 】

第 1 3 の発明は、第 1 から第 1 2 の発明の何れか 1 つにおいて、上記第 1 除湿ユニット (60) と第 3 除湿ユニット (30) を備える既設システムに対して、上記第 2 除湿ユニット (20) が上記第 1 除湿ユニット (60) と第 3 除湿ユニット (30) の間に接続されるように構成されていることを特徴としている。

30

【 0 0 3 6 】

この第 1 3 の発明では、第 1 除湿ユニット (60) と第 3 除湿ユニット (30) を備えている既設システムに対して、第 2 除湿ユニット (20) がオプションユニットとして第 1 除湿ユニット (60) と第 3 除湿ユニット (30) の間に接続されて、3 段の除湿ユニット (60 , 20 , 30) を備えた除湿システムが構築される。そして、このようにして 3 段の除湿システムを構築することにより、吸着ロータ (31) の再生温度を低く抑えることが可能になる。

【 0 0 3 7 】

第 1 4 の発明は、第 4 の発明において、上記冷媒回路 (70a , 120) には、上記給気通路 (40) における上記吸着ロータ (31) の下流側に配置されて凝縮器を構成する再熱熱交換器 (64) と、上記室内空間 (S) に連通する還気口 (58a) を上記第 2 除湿ユニット (20) と第 3 除湿ユニット (30) との間の給気通路 (40) に接続する還気通路 (58) に配置されて蒸発器を構成する空気冷却部としての環気冷却熱交換器 (67) とが接続されていることを特徴としている。

40

【 0 0 3 8 】

第 1 4 の発明では、吸着ロータ (31) で除湿された空気が、再熱熱交換器 (64) によって加熱されると、その後室内へ供給される。その結果、室内へ供給される空気の相対湿度が低下する。また、室内空気は、環気冷却熱交換器 (67) で冷却された後、吸着ロータ (31) の上流側へ返送される。

50

【 0 0 3 9 】

本発明では、再熱熱交換器（64）と環気冷却熱交換器（67）とが、冷媒回路（70a,120）に接続される。冷媒回路（70a,120）では、圧縮された冷媒が凝縮器となる再熱熱交換器（64）を流れる。つまり、再熱熱交換器（64）では、冷媒が空気へ放熱して凝縮する。凝縮後の冷媒は、減圧された後に蒸発器となる環気冷却熱交換器（67）を流れる。つまり、環気冷却熱交換器（67）では、冷媒が空気から吸熱して蒸発する。以上のように、本発明では、環気冷却熱交換器（67）で空気から奪われた熱が、再熱熱交換器（64）による空気の加熱に利用される。

【 0 0 4 0 】

第15の発明は、第14の発明において、上記冷媒回路（70a,120）は、上記凝縮器（64,65）及び蒸発器（61,67）が1つの閉回路に接続される一元冷凍サイクル式の冷媒回路（70a）であることを特徴としている。

10

【 0 0 4 1 】

第15の発明では、上述した凝縮器（64,65）及び蒸発器（61,67）が一元冷凍サイクル式の冷媒回路（70a）に接続される。これにより、冷媒回路（70a）の簡素化が図られる。

【 0 0 4 2 】

第16の発明は、第15の発明において、上記冷媒回路（70a）には、上記凝縮器（64,65）側の必要能力が上記蒸発器（61,67）側の必要能力よりも高い場合に、凝縮圧力が目標圧力に近づくように回転数が制御され、上記蒸発器（61,67）側の必要能力が上記凝縮器（64,65）側の必要能力よりも高い場合に、蒸発圧力が目標圧力に近づくように回転数が制御される、可変容量式の圧縮機（80）が接続されていることを特徴としている。

20

【 0 0 4 3 】

第16の発明の冷媒回路（70a）には、回転数が調節可能な可変容量式の圧縮機（80）が接続される。圧縮機（80）の回転数は、運転条件に応じて調節される。具体的に、凝縮器（64,65）側の必要能力が蒸発器（61,67）側の必要能力よりも高い場合には、凝縮圧力が目標圧力に近づくように圧縮機（80）の回転数が制御される。これにより、凝縮圧力を速やかに目標圧力として凝縮器（64,65）側の必要能力を確保することができる。

【 0 0 4 4 】

また、蒸発器（61,67）側の必要能力が凝縮器（64,65）側の必要能力よりも高い場合には、蒸発圧力が目標圧力に近づくように圧縮機（80）の回転数が制御される。これにより、蒸発圧力を速やかに目標圧力として蒸発器（61,67）側の必要能力を確保することができる。

30

【 0 0 4 5 】

第17の発明は、第14の発明において、上記冷媒回路（70a,120）は、第1圧縮機（130）と前記再生熱交換器（65）とが接続されて冷凍サイクルが行われる高圧側回路（120a）と、第2圧縮機（150）と前記外気冷却熱交換器（61）とが接続されて冷凍サイクルが行われる低圧側回路（120b）と、上記高圧側回路（120a）の低圧冷媒と前記低圧側回路（120b）の高圧冷媒と熱交換させる中間熱交換器（140）とを有する、二元冷凍サイクル式の冷媒回路（120）であることを特徴としている。

【 0 0 4 6 】

40

第17の発明では、再生熱交換器（65）が接続される高圧側回路（120a）と、外気冷却熱交換器（61）が接続される低圧側回路（120b）とが、中間熱交換器（140）を介して互いに接続され、二元冷凍サイクル式の冷媒回路（120）が構成される。これにより、再生熱交換器（65）の凝縮圧力と、外気冷却熱交換器（61）の蒸発圧力との差を十分確保できる。その結果、再生熱交換器（65）での空気の加熱能力が大きくなり、且つ外気冷却熱交換器（61）の冷却能力も大きくなる。

【発明の効果】

【 0 0 4 7 】

本発明によれば、従来のシステムと比べて大幅な省エネルギー化を実現することができる。

50

【 0 0 4 8 】

具体的には、まず、第 1 除湿ユニット (60) で冷却除湿を行うようにしていることに関して、外気には大量に水蒸気が含まれている可能性があり、凍結しない範囲内であれば冷却で除湿を行うのがコストが安く、かつエネルギー消費量も比較的小さいという利点がある。

【 0 0 4 9 】

また、第 2 除湿ユニット (20) では、第 1 除湿ユニット (60) で除湿をした後の外気にもまだ多くの水分が含まれているため、従来のように吸着ロータ (31) で吸着除湿を行うと、除湿と同時に吸着熱が発生するために高い再生温度が必要になる。そこで、本発明においては、吸着熱交換器 (22, 24) により冷却吸着を行うことによって吸着熱を除熱しながら吸着を行うことによって、温度上昇を抑えながら、高効率で露点 -10 ~ -20 の空気を得ることができる。

10

【 0 0 5 0 】

さらに、露点 -10 以下の空気には水分が少ないため、本発明では、第 3 除湿ユニット (30) で吸着を行う際に発生する吸着熱が小さくなるため、吸着熱による温度上昇が吸着を阻害する要因とならない。このため、吸着熱交換器 (22, 24) よりも空気との接触面積を大きくすることが容易な吸着ロータ (31) を用いて吸着を実施して、単位体積当たりの滞留時間を減らすことができ、効率よく除湿できる。

【 0 0 5 1 】

そして、本発明によれば、第 2 除湿ユニット (20) に吸着熱交換器 (22, 24) を用いることにより、空気の湿度を下げるとともに温度も下げるようにしているので、吸着ロータ (31) の再生温度を下げるができる。つまり、第 2 除湿ユニット (20) の吸着熱交換器 (22, 24) と第 3 除湿ユニット (30) の吸着ロータ (31) を組み合わせることにより、第 3 除湿ユニット (30) の吸着ロータ (31) に低温で低露点の空気を供給するようにしているので、吸着ロータ (31) で水分を多く吸着して湿度を下げて吸着熱がほとんど発生しないから、吸着ロータ (31) の温度上昇が抑えられる。その結果、再生温度を下げることができ、省エネルギー化と低コスト化を実現できる。

20

【 0 0 5 2 】

また、再生温度を下げるができるから、例えばリチウムイオン電池の製造設備で発生する排熱を吸着ロータ (31) の再生エネルギーに利用することも可能になり、さらに省

30

【 0 0 5 3 】

上記第 2 の発明によれば、吸着ロータ (31) を再生する空気を空気加熱器 (65) で加熱する際に、再生温度を従来よりも下げることができるから、その加熱に要する熱量を少なくして省エネルギー化を実現できる。

【 0 0 5 4 】

上記第 3 の発明によれば、冷凍サイクルを行う冷媒回路 (70a, 120) に設けられている凝縮器により構成された再生熱交換器 (65) を空気加熱器 (65) にしているので、吸着ロータ (31) に供給する再生空気をさらに効率よく加熱することができ、さらに省エネルギー化を図ることが可能になる。

40

【 0 0 5 5 】

上記第 4 の発明によれば、冷媒が外気冷却熱交換器 (61) で室外空気から奪った熱を再生熱交換器 (65) で利用して吸着ロータ (31) を再生できるから、再生のエネルギー効率を高めることができる。

【 0 0 5 6 】

上記第 5 の発明によれば、吸着ロータ (31) を再生する空気を電気ヒータや蒸気ヒータ等の空気加熱器 (65) で加熱する際に、再生温度を従来よりも下げることができるから、その加熱に要する熱量を少なくして省エネルギー化を実現できる。

【 0 0 5 7 】

上記第 6 の発明によれば、吸着側になる吸着熱交換器 (22, 24) を吸着ロータ (31) の

50

吸着部（32）の上流側にして湿度と温度の低い空気を吸着ロータ（31）の吸着部（32）に供給することができるので、吸着ロータ（31）の温度上昇を抑えられる。また、吸着ロータ（31）の再生部（34）を通して過熱された空気を再生側となる吸着熱交換器（24，22）に供給することにより、この空気を該吸着熱交換器（24，22）の再生にも利用できる。

【0058】

上記第7の発明によれば、第2除湿ユニット（20）に2つの吸着熱交換器（22，24）を設けて吸着側と再生側を交互に切り換える方式を採用し、これを吸着ロータ（31）を用いた第3除湿ユニット（30）と組み合わせることにより、連続除湿運転を行う装置を容易に実現できる。

【0059】

上記第8の発明によれば、第2除湿ユニット（20）で冷却された除湿空気を中間冷却器を介さずに第3除湿ユニット（30）に供給するようにしているので、従来は用いられることが一般的であった中間冷却器の空気冷却に要するエネルギーが不要になる。また、この発明では第2除湿ユニット（20）で空気の冷却と除湿を行えることにより、中間冷却器を用いない構成を実現することが可能になるので、さらなる省エネルギー化と低コスト化を実現できる。

【0060】

上記第9の発明によれば、第2除湿ユニット（20）を通った空気とともに、室内空間（S）から還気通路（58）を通して給気通路（40）に戻る空気も利用して、湿度と温度の低い空気を吸着ロータ（31）の吸着部（32）に供給することができる。

【0061】

上記第10の発明によれば、上記還気通路（58）に、室内空気を給気通路（40）に向かって押し出す還気ファン（59）を設けることにより、還気通路（58）から給気通路（40）に連通する系内を陽圧にしている。そして、この系内を陽圧に保つことで給気通路（40）への水分の進入を阻止できるから、システムの性能を高めることが可能になる。

【0062】

上記第11の発明によれば、還気通路（58）を流れる空気を冷却する還気冷却器（67）を還気通路（58）に設けることにより、冷却した還気を給気通路（40）に戻し、混合後の給気の温度を低く維持できるようにしている。したがって、吸着ロータ（31）に供給される空気の温度が低く維持されて、吸着ロータ（31）の再生温度も低く抑えられるから、再生に要する熱量を抑えてさらに省エネルギー化を図ることが可能になる。

【0063】

上記第12の発明によれば、吸着熱交換器（22，24）に設けられている吸着剤を、空気の相対湿度が高くなるほど相対湿度の単位増加量当たりの吸着量が大きくなる吸着等温線を有する吸着剤にし、吸着ロータ（31）に設けられている吸着剤を、空気の相対湿度が低くなるほど相対湿度の単位増加量当たりの吸着量が大きくなる吸着等温線を有する吸着剤にしたことにより、吸着熱交換器（22，24）と吸着ロータ（31）のそれぞれについて最適な除湿効果を得ることができ、システムの効率を高めることが可能になる。

【0064】

上記第13の発明によれば、第1除湿ユニット（60）と第3除湿ユニット（30）を備える既設システムに対して、第2除湿ユニット（20）を第1除湿ユニット（60）と第3除湿ユニット（30）の間に接続するようにしているので、既設のシステムにおいても低温再生の可能な3段の除湿システムを実現することが可能になり、既設システムの省エネルギー化を実現することが可能になる。

【0065】

第14の発明によれば、再熱熱交換器（64）と環気冷却熱交換器（67）とを冷媒回路（70a，120）に接続することで、環気冷却熱交換器（67）で空気から回収した熱を、再熱熱交換器（64）での空気の加熱に利用できる。その結果、除湿システムの省エネ性を更に向上できる。

【0066】

10

20

30

40

50

第 15 の発明によれば、凝縮器 (64,65) 及び蒸発器 (61,67) を 1 つの冷媒回路 (70a) に接続したので、この冷媒回路 (70a) の簡素化、低コスト化を図ることができる。

【0067】

第 16 の発明によれば、凝縮器 (64,65) 側の必要能力が不足する場合に、凝縮圧力を速やかに目標圧力に到達させて、凝縮器 (64,65) の必要能力を確保できる。また、蒸発器 (61,67) 側の必要能力が不足する場合に、蒸発圧力を速やかに目標圧力に到達させて、蒸発器 (61,67) の必要能力を確保できる。

【0068】

第 17 の発明によれば、二元冷凍サイクル式の冷媒回路 (120) とすることで、再生熱交換器 (65) と外気冷却熱交換器 (61) との間の高低差圧を十分確保できる。その結果、再生熱交換器 (65) と外気冷却熱交換器 (61) との双方の能力を十分得ることができる。

【図面の簡単な説明】

【0069】

【図 1】図 1 は、実施形態の除湿システムの全体構成を示す概略の構成図であり、除湿ユニットが第 1 動作中の状態を示している。

【図 2】図 2 は、実施形態の除湿システムの全体構成を示す概略の構成図であり、除湿ユニットが第 2 動作中の状態を示している。

【図 3】図 3 は、実施形態の除湿システムの冷媒回路の配管系統図である。

【図 4】図 4 (A) は、吸着熱交換器に用いられる吸着剤の吸着等温線を示すグラフ、図 4 (B) は、吸着ロータに用いられる吸着剤の吸着等温線を示すグラフである。

【図 5】図 5 は、第 1 除湿ユニットと第 2 除湿ユニットと第 3 除湿ユニットによる除湿の好適な範囲を示すグラフである。

【図 6】図 6 は、実施形態に係る除湿システムの動作を示す模式図である。

【図 7】図 7 は、比較例に係る除湿システムの動作を示す模式図である。

【図 8】図 8 は、実施形態の変形例 1 に係る除湿システムの冷媒回路の配管系統図である。

【図 9】図 9 は、実施形態の変形例 2 に係る除湿システムの冷媒回路の配管系統図である。

【図 10】図 10 は、実施形態の変形例 3 に係る除湿システムの第 2 除湿ユニットを示す図であり、図 10 (A) は第 1 の動作状態、図 10 (B) は第 2 の動作状態である。

【発明を実施するための形態】

【0070】

以下、本発明の実施形態を図面に基づいて詳細に説明する。

【0071】

本発明の実施形態は、室内空間 (S) を除湿する除湿システム (10) に関するものである。この除湿システム (10) は、室外空気 (OA) を除湿し、この空気を給気 (SA) として室内へ供給する。除湿対象となる室内空間 (S) は、低露点空気が求められるリチウム電池の製造ラインのドライクリーンエリアであり、図 1 の除湿システム (10) はリチウムイオン電池の製造ラインの一部を構成するものである。

【0072】

図 1 に示すように、除湿システム (10) は、第 1 除湿ユニット (60) と、第 2 除湿ユニット (20) と、第 3 除湿ユニット (30) とを備えている。

【0073】

この除湿システム (10) は、室外空気 (OA) を除湿して給気 (SA) として室内へ供給するための給気通路 (40) を備えている。給気通路 (40) は、第 1 から第 3 までの給気路 (41,42,43) を有している。第 1 給気路 (41) は、第 2 除湿ユニット (20) の上流側に形成されている。第 2 給気路 (42) は、第 2 除湿ユニット (20) と第 3 除湿ユニット (30) の間に形成され、中間冷却器を介さずに第 2 除湿ユニット (20) と第 3 除湿ユニット (30) を直接に接続している。第 3 給気路 (43) は、第 3 除湿ユニット (30) の下流側に形成されている。

【 0 0 7 4 】

また、除湿システム（10）は、給気通路（40）の一部の空気を排気（EA）として室外へ排出するための排気通路（50）を備えている。排気通路（50）は、第1から第4までの排気路（51,52,53,54）を備えている。排気通路（50）は、流入端が第2給気路（42）に接続し、流出端が室外に連通している。

【 0 0 7 5 】

上記給気通路（40）は室内空間（S）へ供給される空気が通過する通路であり、排気通路（50）は室外へ排出される空気が通過する通路であって、この給気通路（40）と排気通路（50）により、空気通路（40,50）が構成されている。そして、この空気通路（40,50）には、上記第1除湿ユニット（60）と第2除湿ユニット（20）と第3除湿ユニット（30）が、室内へ供給される空気である室外空気の入口側から順に配置されている。

10

【 0 0 7 6 】

第1除湿ユニット（60）は、上記室外空気を冷却して除湿する外気冷却熱交換器（61）と、外気冷却熱交換器（61）で凝縮した水を回収するドレンパン（62）とを備え、外気冷却熱交換器（61）が第1給気路（41）に設けられている。また、第2給気路（42）には、空気を室内へ搬送するための給気ファン（63）が設けられている。第3給気路（43）には、空気を加熱する再熱熱交換器（64）が設けられている。

【 0 0 7 7 】

第2除湿ユニット（20）は、圧縮機（21）、第1吸着熱交換器（22）、膨張弁（23）、第2吸着熱交換器（24）、及び四方切換弁（25）が接続された除湿側冷媒回路（20a）を備え、図示していないケーシング内に機器が収納されている。除湿側冷媒回路（20a）は、熱媒体としての冷媒が循環する熱媒体回路を構成している。各吸着熱交換器（22,24）はフィンアンドチューブ式の熱交換器の表面に吸着剤が担持されたものであり、ケーシング内には、第1吸着熱交換器（22）を収納する収容室と、第2吸着熱交換器（24）を収納する収容室が設けられている（図示せず）。

20

【 0 0 7 8 】

四方切換弁（25）は、第1から第4までのポートを有し、第1ポートが圧縮機（21）の吐出側と、第2ポートが圧縮機（21）の吸入側と、第3ポートが第1吸着熱交換器（22）の端部と、第4ポートが第2吸着熱交換器（24）の端部とそれぞれ接続されている。四方切換弁（25）は、第1ポートと第3ポートとが連通するとともに第2ポートと第4ポートとが連通する第1状態（図1の実線で示す状態）と、第1ポートと第4ポートとが連通するとともに且つ第2ポートと第3ポートとが連通する第2状態（図1の破線で示す状態）とに切換可能に構成されている。

30

【 0 0 7 9 】

第2除湿ユニット（20）は、2つの吸着熱交換器（22,24）へ流入する空気の流れを変更する第1流路切換部（26）と、2つの吸着熱交換器（22,24）を流出した空気の流れを変更する第2流路切換部（27）とを備えている。各流路切換部（26,27）は、開閉式の複数のダンパによって構成されている。各流路切換部（26,27）は、図1の実線で示す状態と、第2の実線で示す状態とに、空気の流路を切換可能に構成されている。

【 0 0 8 0 】

以上のように、第2除湿ユニットは、冷媒回路（20a）に設けられた2つの吸着熱交換器（22,24）を除湿側と再生側に交互に切り換える四方切換弁を冷媒流路切換機構（25）として有し、蒸発器となる吸着熱交換器を給気通路（40）に接続して凝縮器となる吸着熱交換器を排気通路（50）に接続するように切り換える第1流路切換部（26）と第2流路切換部（27）を空気通路切換機構（26,27）として有する除湿ユニットである。

40

【 0 0 8 1 】

第3除湿ユニット（30）は、吸着ロータ（31）と再生熱交換器（空気加熱器）（65）とを有している。吸着ロータ（31）は、円板状の多孔性の基材の表面に吸着剤が担持されることにより構成されている。吸着ロータ（31）は、給気通路（40）と排気通路（50）に跨って配置されるとともに、駆動機構（図示省略）によって駆動されて、両通路（40,50）

50

の間の軸心を中心として回転するように構成されている。

【 0 0 8 2 】

吸着ロータ (31) には、給気通路 (40) の第 3 給気路 (43) を流れる空気が通過する第 1 吸着部 (32) と、排気通路 (50) の第 1 排気路 (51) を流れる空気が通過する第 2 吸着部 (33) と、排気通路 (50) の第 2 排気路 (52) を流れる空気が通過する再生部 (34) とが形成されている。第 1 吸着部 (32) と第 2 吸着部 (33) とでは、空気中の水分が吸着され、再生部 (34) では、吸着剤中の水分が空気中へ放出される。

【 0 0 8 3 】

上記第 1 排気路 (51) は、吸着ロータ (31) の第 2 吸着部 (33) の上流側に形成されている。第 2 排気路 (52) は、吸着ロータ (31) の第 2 吸着部 (33) と、該吸着ロータ (31) の再生部 (34) との間に形成されている。第 3 排気路 (53) は、吸着ロータ (31) の再生部 (34) と第 2 除湿ユニット (20) の間に形成されている。また、第 4 排気路 (54) は、第 2 除湿ユニット (20) の下流側に形成されている。

【 0 0 8 4 】

第 2 排気路 (52) には、吸着ロータ (31) を再生するために空気を加熱する上記再生熱交換器 (65) が、吸着ロータ (31) への再生空気の入口側に設けられている。第 4 排気路 (54) には、空気を室外へ放出するための排気ファン (66) が設けられる。また、第 3 排気路 (53) は、分岐路 (55) を介して第 1 給気路 (41) と接続されている。

【 0 0 8 5 】

除湿システム (10) は、室内空気 (RA) を給気通路 (40) へ返送する還気通路 (58) を備えている。還気通路 (58) は、流入端が室内空間 (S) に連通する還気口 (58a) に接続され、流出端が第 2 給気路 (42) に接続している。つまり、還気通路 (58) の流出端は、給気通路 (40) における第 2 除湿ユニット (20) と吸着ロータ (31) との間に接続されている。また、還気通路 (58) の流出端は、排気通路 (50) の流入端よりも上流側に位置している。還気通路 (58) には、室内空気を給気通路 (40) へ送り出す換気ファン (59) と、空気冷却部を構成する環気冷却熱交換器 (還気冷却器) (67) が設けられている。

【 0 0 8 6 】

上記吸着熱交換器 (22, 24) と吸着ロータ (31) には異なる性質の吸着剤が用いられている。具体的には、前段側に位置する吸着熱交換器 (22, 24) には、高い水蒸気分圧 (相対湿度) で吸着剤を操作するため、図 4 (A) に示すように、高分子収着剤や B 型シリカゲルのように右上がりの直線に対して下に凸の吸着等温線を有する吸着剤が用いられ、高段側に位置する吸着ロータ (31) には、低い水蒸気分圧 (相対湿度) で吸着剤を操作するため、図 4 (B) に示すように、A 型シリカゲルやゼオライトのように右上がりの直線に対して上に凸の吸着等温線を有する吸着剤が用いられている。つまり、吸着熱交換器 (22, 24) では、相対湿度が比較的高いときに含水率が大きく、かつ空気の相対湿度が高くなるほど相対湿度の単位増加量当たりの吸着量が大きくなる吸着等温線を有する吸着剤が選定され、吸着ロータ (31) では、相対湿度が比較的低いときに含水率が大きく、かつ空気の相対湿度が低くなるほど相対湿度の単位増加量当たりの吸着量が大きくなる吸着等温線を有する吸着剤が選定されている。

【 0 0 8 7 】

図 5 には、各除湿ユニット (60, 20, 30) による除湿の好適な温度範囲を、横軸を乾球温度、縦軸を相対湿度とするグラフに示している。第 1 除湿ユニット (60) の外気冷却熱交換器 (61) による冷却除湿は露点が約 8 以上の領域で、第 2 除湿ユニット (20) の吸着熱交換器 (22, 24) による吸着除湿は露点が約 10 ~ 20 の領域で、第 3 除湿ユニット (30) の吸着ロータ (31) による乾式除湿は露点が約 -20 ~ -80 の領域で用いるのに適している。

【 0 0 8 8 】

図 3 に示すように、本実施形態の除湿システム (10) は、上記各熱交換器 (61, 64, 65, 67) が接続される冷媒回路 (70a) を有する冷凍ユニット (70) を備えている。本実施形態の冷媒回路 (70a) は、1 つの閉回路を冷媒が循環する一元冷凍サイクル式の冷媒回路で

ある。

【 0 0 8 9 】

冷媒回路（70a）には、圧縮機（80）が接続されている。圧縮機（80）は、ロータリー式、スイング式、スクロール式等の回転式流体機械である。圧縮機（80）は、インバータ回路によって回転数が調節される可変容量式に構成されている。

【 0 0 9 0 】

圧縮機（80）の吐出側は、第1吐出ライン（71）と第2吐出ライン（72）とに分岐している。第1吐出ライン（71）には、上流側から下流側に向かって順に、上記再生熱交換器（65）、第1膨張弁（81）、上記再熱熱交換器（64）、及び第2膨張弁（82）が接続されている。第2吐出ライン（72）には、上流側から下流側に向かって順に、凝縮圧力調整熱交換器（83）と第3膨張弁（84）とが接続されている。凝縮圧力調整熱交換器（83）の近傍には、室外空気を送風する第1室外ファン（85）が設けられている。

10

【 0 0 9 1 】

圧縮機（80）の吸入側は、第1吸入ライン（73）と第2吸入ライン（74）とに分岐している。第1吸入ライン（73）には、上流側から下流側に向かって順に、上記外気冷却熱交換器（61）、逆止弁（86）、環気冷却熱交換器（67）が接続されている。第1吸入ライン（73）には、外気冷却熱交換器（61）及び逆止弁（86）をバイパスするバイパス管（77）が接続されている。バイパス管（77）には、電磁式の開閉弁（92）が設けられている。第2吸入ライン（74）には、上流側から下流側に向かって順に、第4膨張弁（87）と蒸発圧力調整熱交換器（88）とが接続されている。蒸発圧力調整熱交換器（88）の近傍には、室

20

【 0 0 9 2 】

各吐出ライン（71,72）の流出端と各吸入ライン（73,74）の流入端との間には、1本の合流管（75）が接続されている。合流管（75）には、気液分離器（79）が設けられる。気液分離器（79）の気相部には、インジェクション管（76）の流入端が接続している。インジェクション管（76）の流出端は、圧縮機（80）の吸入管に接続している。インジェクション管（76）には、第5膨張弁（91）が設けられる。

【 0 0 9 3 】

再生熱交換器（65）、再熱熱交換器（64）、及び凝縮圧力調整熱交換器（83）は、冷媒が空気へ放熱して凝縮する凝縮器を構成する。外気冷却熱交換器（61）、環気冷却熱交換器（67）、及び蒸発圧力調整熱交換器（88）は、冷媒が空気から吸熱して蒸発する蒸発器を構成する。上述した各膨張弁（81,82,84,87,91）は、例えば電子膨張弁であり、冷媒の圧力を調整する減圧機構を構成している。

30

【 0 0 9 4 】

除湿システム（10）は、各種のセンサを備えている。具体的に、除湿システム（10）は、冷媒回路（70a）の高圧圧力（凝縮圧力）を検出する高圧圧力センサ（95）と、冷媒回路（70a）の低圧圧力（蒸発圧力）を検出する低圧圧力センサ（96）とを備えている。また、除湿システム（10）は、再生熱交換器（65）、再熱熱交換器（64）、外気冷却熱交換器（61）、及び環気冷却熱交換器（67）の必要能力を検出するための負荷検出手段を備えている。この負荷検出手段は、例えば、再生熱交換器（65）の下流側の空気温度を検知する第1空気温度センサ（101）、再熱熱交換器（64）の下流側の空気温度を検知する第2空気温度センサ（102）、外気冷却熱交換器（61）の下流側の空気温度を検知する第3空気温度センサ（103）、及び環気冷却熱交換器（67）の下流側の空気温度を検知する第4空気温度センサ（104）で構成される。

40

【 0 0 9 5 】

除湿システム（10）は、コントローラ（110）を備えている。コントローラ（110）は、上述した各種のセンサの検出値や、ユーザーによって入力される各種の設定値に基づいて、圧縮機（80）の回転数、各膨張弁（81,82,84,87,91）の開度、各室外ファン（85,89）の送風量等を制御する。

【 0 0 9 6 】

50

- 運転動作 -

除湿システム（10）の運転動作について説明する。

【0097】

第2除湿ユニットの基本動作

除湿システム（10）の運転時には、第2除湿ユニット（20）が図1に示す第1動作と図2に示す第2動作とを所定時間おきに（例えば5分間隔で）交互に行う。

【0098】

第1動作では、第2吸着熱交換器（24）で空気を除湿すると同時に、第1吸着熱交換器（22）の吸着剤を再生する。

【0099】

具体的に、第1動作中の除湿側冷媒回路（20a）では、四方切換弁（25）が図1の状態となり、膨張弁（23）が所定開度に制御される。第1流路切換部（26）は、第1給気路（41）と第2吸着熱交換器（24）の収容室（図示省略）とを連通させ、且つ第3排気路（53）と第1吸着熱交換器（22）の収容室（図示省略）とを連通させる。また、第2流路切換部（27）は、第2吸着熱交換器（24）の収容室と第2給気路（42）とを連通させ、且つ第1吸着熱交換器（22）の収容室と第4排気路（54）とを連通させる。

【0100】

第1動作において、圧縮機（21）で圧縮された冷媒は、四方切換弁（25）を通過して、第1吸着熱交換器（22）を流れる。第1吸着熱交換器（22）では、冷媒によって吸着剤が加熱され、吸着剤中の水分が空気へ放出される。第1吸着熱交換器（22）で放熱して凝縮した冷媒は、膨張弁（23）で減圧された後、第2吸着熱交換器（24）を流れる。第2吸着熱交換器（24）では、空気中の水分が吸着剤に吸着され、この際に生じる吸着熱が冷媒に付与される。第2吸着熱交換器（24）で吸熱して蒸発した冷媒は、圧縮機（21）に吸入されて圧縮される。

【0101】

第2動作では、第1吸着熱交換器（22）で空気を除湿すると同時に、第2吸着熱交換器（24）の吸着剤を再生する。

【0102】

第2動作中の除湿側冷媒回路（20a）では、四方切換弁（25）が図2の状態となり、膨張弁（23）が所定開度に制御される。第1流路切換部（26）は、第1給気路（41）と第1吸着熱交換器（22）の収容室（図示省略）とを連通させ、且つ第3排気路（53）と第2吸着熱交換器（24）の収容室（図示省略）とを連通させる。また、第2流路切換部（27）は、第1吸着熱交換器（22）の収容室と第2給気路（42）とを連通させ、且つ第2吸着熱交換器（24）の収容室と第4排気路（54）とを連通させる。

【0103】

第2動作において、圧縮機（21）で圧縮された冷媒は、四方切換弁（25）を通過して、第2吸着熱交換器（24）を流れる。第2吸着熱交換器（24）では、冷媒によって吸着剤が加熱され、吸着剤中の水分が空気へ放出される。第2吸着熱交換器（24）で放熱して凝縮した冷媒は、膨張弁（23）で減圧された後、第1吸着熱交換器（22）を流れる。第1吸着熱交換器（22）では、空気中の水分が吸着剤に吸着され、この際に生じる吸着熱が冷媒に付与される。第1吸着熱交換器（22）で吸熱して蒸発した冷媒は、圧縮機（21）に吸入されて圧縮される。

【0104】

冷凍ユニットの基本動作

除湿システムの運転時には、冷凍ユニット（70）で冷凍サイクルが行われる。冷凍ユニット（70）の基本動作時には、第1膨張弁（81）、第2膨張弁（82）、及び第5膨張弁（91）の開度が適宜調節され、第3膨張弁（84）と第4膨張弁（87）とが全閉状態となる。また、第1室外ファン（85）と第2室外ファン（89）とが停止状態となる。

【0105】

圧縮機（80）で圧縮された冷媒は、第1吐出ライン（71）に送られ、再生熱交換器（65

10

20

30

40

50

）を流れる。再生熱交換器（65）では、冷媒が空気へ放熱して凝縮する。再生熱交換器（65）で凝縮した冷媒は、第1膨張弁（81）でやや低い圧力まで減圧された後、再熱熱交換器（64）を流れる。再熱熱交換器（64）では、冷媒が空気へ放熱して凝縮する。再熱熱交換器（64）で凝縮した冷媒は、第2膨張弁（82）で低圧まで減圧されて気液分離器（90）を通過し、第1吸入ライン（73）に送られる。なお、第2膨張弁（82）の開度は、圧縮機（80）の吸入側の冷媒の過熱度によって制御される。

【0106】

第1吸入ライン（73）に送られた冷媒は、外気冷却熱交換器（61）を流れる。外気冷却熱交換器（61）では、冷媒が空気から吸熱して蒸発する。外気冷却熱交換器（61）で蒸発した冷媒は、逆止弁（86）を通過して環気冷却熱交換器（67）を流れる。環気冷却熱交換器（67）では、冷媒が空気から吸熱して蒸発する。環気冷却熱交換器（67）で蒸発した冷媒は、圧縮機（80）に吸入されて圧縮される。

10

【0107】

除湿システムの運転動作

次いで、除湿システム（10）の運転動作について説明する。除湿システム（10）の運転時には、第2除湿ユニット（20）が第1動作と第2動作とを交互に行う。また、給気ファン（63）と排気ファン（66）と還気ファン（59）とが運転される。

【0108】

室外空気（OA）は、給気通路（40）の第1給気路（41）に流入する。この空気は、比較的高温高湿の空気である。第1給気路（41）を流れる空気は、第1除湿ユニット（60）の外気冷却熱交換器（61）によって冷却される。冷却時に空気中から発生した凝縮水は、ドレンパン（62）に回収される。第1動作では、外気冷却熱交換器（61）で冷却及び除湿された空気は、第2除湿ユニット（20）の第2吸着熱交換器（24）を通過する。第2吸着熱交換器（24）では、空気中の水分が吸着剤に吸着される。また、第2動作では、外気冷却熱交換器（61）で冷却及び除湿された空気は、第2除湿ユニット（20）の第1吸着熱交換器（22）で除湿される。

20

【0109】

各吸着熱交換器（22，24）で吸着剤に水分が吸着されるときに発生する吸着熱は、吸着熱交換器（22，24）を流れる冷媒に与えられる。また、給気通路（40）を流れる空気は冷媒による冷却作用を受けるので、除湿されて湿度が低下するとともに冷却されて温度も低下する。

30

【0110】

第2除湿ユニット（20）で除湿された空気は、第2給気路（42）を流れ、吸着ロータ（31）の第1吸着部（32）を通過する。その結果、この空気中の水分が吸着ロータ（31）の吸着剤に吸着される。吸着ロータ（31）で除湿された空気は、再熱熱交換器（64）で温度が調整された後、給気（SA）として室内へ供給される。

【0111】

第2給気路（42）を流れる空気の一部は、排気通路（50）に流入し、吸着ロータ（31）の第2吸着部（33）を通過する。その結果、この空気中の水分が吸着ロータ（31）の吸着剤に吸着される。第2吸着部（33）は高温の再生空気が通過した再生部（34）が第1吸着部（32）へ移動する途中の段階であり、第2吸着部（33）に第2給気路（42）の空気が流れることにより、第2吸着部（33）が冷やされる作用も生じることになる。

40

【0112】

吸着ロータ（31）の第2吸着部（33）で除湿された空気は、第2排気路（52）を流れて再生熱交換器（65）で加熱される。加熱された空気は、吸着ロータ（31）の再生部（34）を通過する。その結果、吸着ロータ（31）の吸着剤から空気中へ水分が脱離し、吸着剤が再生される。吸着ロータ（31）の再生に利用された空気は、第3排気路（53）を流れ、分岐路（55）から送られてくる空気と混合される。

【0113】

第1動作において、この空気は、第2除湿ユニット（20）の第1吸着熱交換器（22）を

50

通過する。第1吸着熱交換器(22)では、吸着剤から空気中へ水分が脱離し、吸着剤が再生される。第1吸着熱交換器(22)の吸着剤の再生に利用された空気は、第4排気路(54)を流れ、排気(EA)として室外へ排出される。また、第2動作では、空気が第2吸着熱交換器(22)の吸着剤を再生した後、排気(EA)として室外へ排出される。このように、本実施形態では、吸着ロータ(31)を再生した後の空気が吸着熱交換器(22, 24)の再生にも用いられる。

【0114】

室内空間(S)の空気の一部は、排気(EA)として室外へ排出される。また、室内空間(S)の空気の一部は、還気通路(58)に流入する。還気通路(58)を流れる空気は、環気冷却熱交換器(67)によって冷却された後、第2給気路(42)へ返送される。この返送空気は、第2除湿ユニット(20)で除湿された空気と混合される。第2除湿ユニット(20)で除湿された空気と、室内空間(S)から返送された空気とでは、返送された空気の方が低温、低湿となっている。このため、第2除湿ユニット(20)で除湿された空気は、返送空気と混合されることで、更に低温低湿となる。これにより、吸着ロータ(31)での水分の吸着能力が向上する。

【0115】

還気通路(58)を流れる空気は、還気ファン(59)によって第2吸気路(42)へ押し込まれる。ここで、還気ファン(59)を設けずに給気ファン(63)だけで室内空気を第2吸気路(42)に吸い込む構成では、ダクトの外から高湿の室外空気を吸い込んで給気(SA)の湿度が高くなるおそれがあるが、本実施形態では還気ファン(59)で空気を第2吸気路(42)へ押し込んでいるため、系内が陽圧になり、高湿の外気を吸い込むのが防止される。したがって、給気(SA)の湿度が上昇するのを防止できる。

【0116】

除湿システムの省エネルギー化

図6は本実施形態に係る除湿システムの模式図、図7は冷却除湿の第1除湿ユニットの後に吸着ロータ式の除湿ユニットを2段で用いた構成の比較例に係る除湿システムの模式図である。図6及び図7には、アルファベットの太文字で示した各ポイントについて、上段に乾球温度()を示し、下段に水蒸気量(g/Kg)を示している。

【0117】

(比較例)

比較例では、回路の構成要素に符号(101)～符号(109)を付し、空気通路に符号(111)～(120)を付している。

【0118】

この比較例では、乾球温度が35 で水蒸気量が23.3g/Kgの室外空気(K点)を外気冷却熱交換器(101)で冷却除湿してL点の温度と水蒸気量に変化させた後、通路(118)のM点の空気と合流させて水蒸気量を低下させる(N点)。この空気を一段目の除湿ロータ(102)へ導入して除湿を行ってO点に変化させ、通路(114)を流れる室内空間からの還気(Q点)と合流させて冷却コイル(105)で冷却している(R点)。その後、二段目の除湿ロータ(106)でS点の低露点空気を作成して室内(ドライクリーンルーム)へ供給している。S点の空気は水蒸気をほとんど含まず、露点が約-50 である。

【0119】

除湿ロータ(106)の吸着部で水分が吸着された除湿空気は、通路(115, 116)に流れ、さらに通路(117)と通路(118)に分流する。通路(117)の空気はヒータ(107)で加熱されてT点に状態変化した後に通路(115)を流れる空気と合流してU点に状態変化する。この空気は、さらにヒータ(108)で加熱されてV点の高温空気(140)になり、除湿ロータ(102)から水分を脱着させて屋外に排気される。この際の再生温度(140)への昇温に使用するエネルギーは、電気ヒータまたは蒸気ヒータの熱エネルギーが用いられる。通路(118)を流れるW点の空気は外気冷却熱交換器(101)を経てL点の空気と混合される。

【0120】

以上のように、比較例の構成では、除湿ロータ（102）の再生温度を高温（140）にする必要があり、そのためのエネルギーが蒸気であっても電気であっても膨大である。

【0121】

また、比較例の構成では、一段目の除湿ロータ（102）を通った空気の湿度は下がる一方で温度が上がってしまうため、二段目の除湿ロータ（106）では、低露点の空気を得るために入口で空気を冷却する必要があり、そのために設けられる冷却コイル（105）のエネルギー消費も大きい。

【0122】

また、比較例として挙げた従来の構成では、リチウムイオン電池の製造プロセスにおける空調システムのエネルギー使用量がプロセス全体のおよそ50%を占めており、その中心となるドライクリーンルームの省エネと節電に対する大きな阻害要因となっている。

10

【0123】

なお、比較例の装置では、還気通路（114）の圧力が負圧となるため、室外空気からの水分混入の可能性がある。そのため、ダクト（風洞）が高い気密性を要求されているのに対して、気密性が低下して空気の湿度が上昇する可能性が高く、性能が不安定になりがちであった。

【0124】

（実施形態）

図6に示す本実施形態では、二段目に冷媒回路の吸着熱交換器（22, 24）を設けることで、空気の除湿と同時に冷却が可能になり、三段目の乾式ロータ（31）の前の冷却コイルが不要になる。

20

【0125】

具体的には、A点の空気は、外気冷却熱交換器（61）を通過することにより温度と湿度が低下してB点に状態変化する。B点の空気は、吸着熱交換器（22, 24）を通過することでさらに温度と湿度が低下してC点に変化する。この空気は、還気通路（58）を流れるE点の空気と混合されて湿度が低下し（D点）、さらに吸着ロータ（31）を通過することにより、実質的に水蒸気を含まないF点の低露点（約-50）の空気になって室内に供給される。

【0126】

図5にも示したように、二段目の除湿ユニットとして吸着熱交換器（22, 24）による吸着除湿を行うことにより、低露点の空気を得られると同時に乾球温度も下げることができ、図7の除湿ロータ（102）では達成の困難な理想的な除湿が可能となる。つまり、吸着熱交換器（22, 24）で温度と湿度を下げておけば、空気が低温になっているために三段目の吸着ロータ（31）で発生する吸着熱が少なくなって温度上昇を抑えることができるうえ、吸着熱交換器（22, 24）では製造上の問題から吸着面積を大きくしにくいのに対して吸着ロータ（31）では吸着面積を吸着熱交換器（22, 24）よりも稼げるために除湿量も大きく、低湿度で低温の空気を得ることができる。

30

【0127】

そして、比較例では低露点空気（露点-50）を得るための再生温度は約140の高温が必要であったが、本実施形態のシステムでは、再生熱交換器（65）により加熱した60の空気（G点）を再生空気として用いることにより、同様の低露点空気を得ることが可能となり、吸着ロータ（31）の再生に要するエネルギーを低減できる。吸着ロータ（31）を通過したH点の空気は、通路（55）の空気と混合されてI点に変化し、吸着熱交換器（22, 24）の再生に用いられる。

40

【0128】

吸着ロータ（31）の再生温度を下げることは、二段目に設置した吸着熱交換器（22, 24）で除湿した低露点の空気（-15 から -20）を用いることで達成することが可能となったものである。言い換えると、吸着ロータ（31）に低露点の空気を供給するようにしているので、上述したように水分を多く吸着して低湿度にしても吸着熱がほとんど発生せず、再生温度を下げるができる。

50

【0129】

また、再生温度が60で比較例に対して低温になるため、再生の熱源にヒートポンプで加熱で加熱する対応が従来は実現が困難であったのに対し、その実現が可能となる。

【0130】

なお、本実施形態では、ドライクリーンルームからの還気通路(58)に送風機(59)を設けることにより系内全体を陽圧化しているため、空気への水分混入の可能性が低くなり、システムの安定性も高められる。

【0131】

冷凍ユニットのその他の制御動作

図3に示す冷凍ユニット(70)では、除湿システムの運転条件に応じて、以下のような制御動作が適宜実行される。

10

【0132】

除湿システムの運転時には、コントローラ(110)において、凝縮器側(即ち、再生熱交換器(65)及び再熱熱交換器(64)側)の必要能力 Q_c と、蒸発器側(即ち、外気冷却熱交換器(61)及び環気冷却熱交換器(67)側)の必要能力 Q_e とが、各温度センサ(101~104)の検出温度に基づいて算出される。

【0133】

凝縮器側の必要能力 Q_c が、蒸発器側の必要能力 Q_e よりも大きい場合、高圧圧力センサ(95)で検出された凝縮圧力が、必要能力 Q_c に基づいて決定される目標凝縮圧力に到達するように、圧縮機(80)の回転数が調節される。これにより、凝縮圧力を速やかに目標凝縮圧力に到達させて、必要能力 Q_c を確保できる。

20

【0134】

一方、凝縮圧力が目標値に至るように圧縮機(80)を制御した場合、蒸発圧力が目標蒸発圧力を上回り、蒸発器側の必要能力 Q_e が不足してしまうことがある。そこで、このような場合には、第3膨張弁(84)を所定の開度で開放させる。第3膨張弁(84)が開かれると、圧縮機(80)の吐出側の冷媒は、第1吐出ライン(71)と第2吐出ライン(72)との双方を流れ、凝縮圧力調整熱交換器(83)においても冷媒が凝縮する。すると、圧縮機(80)は、凝縮圧力を目標凝縮圧力に維持するように、回転数が大きくなる。その結果、蒸発圧力を低下させて目標の蒸発圧力に近づけることができる。

【0135】

30

また、蒸発器側の必要能力 Q_e が、凝縮器側の必要能力 Q_c よりも大きい場合、低圧圧力センサ(96)で検出された蒸発圧力が、必要能力 Q_e に基づいて決定される目標蒸発圧力に到達するように、圧縮機(80)の回転数が調節される。これにより、蒸発圧力を速やかに目標蒸発圧力に到達させて、必要能力 Q_e を確保できる。

【0136】

一方、蒸発圧力が目標値に至るように圧縮機(80)を制御した場合、凝縮圧力が目標凝縮圧力を下回り、凝縮器側の必要能力 Q_c が不足してしまうことがある。そこで、このような場合には、第4膨張弁(87)を所定の開度で開放させる。第4膨張弁(87)が開かれると、圧縮機(80)の吸入側の冷媒は、第1吸入ライン(73)と第2吸入ライン(74)との双方を流れ、蒸発圧力調整熱交換器(88)においても冷媒が蒸発する。すると、圧縮機(80)は、蒸発圧力を目標蒸発圧力に維持するように、回転数が大きくなる。その結果、凝縮圧力を上昇させて目標の凝縮圧力に近づけることができる。

40

【0137】

また、冷凍ユニット(70)では、外気温度センサ(図示省略)で検出された室外空気(OA)の温度が、目標蒸発圧力よりも低い場合に、開閉弁(92)が開放される。これにより、冷媒を外気冷却熱交換器(61)をバイパスさせて環気冷却熱交換器(67)へ送ることができる。

【0138】

- 実施形態の効果 -

本実施形態によれば、再生温度を上記のように140から60まで大幅に下げて再

50

生熱量を低減することが可能になるため、大幅な省エネルギー化を図ることができる。上記の条件で計算したところ、電力消費量が約 35% 低減され、システムのランニングコストが大幅に低下する。また、再生熱交換器 (65) を冷媒回路 (70a) の熱交換器にしているので、省エネ効果をさらに高めることができる。

【0139】

また、本実施形態では、吸着ロータ (31) の再生温度を 60 にすることが可能になるので、リチウムイオン電池の製造設備から発生する排熱を再生に利用したり、冷媒回路 (70a) の排熱を利用したりすることが可能になり、より省エネルギー化を図ることができる。このように排熱を利用できることは、リチウムイオン電池の製造設備に限らず、その他の工場の製造ラインであっても有効である。

10

【0140】

また、冷凍ユニット (70) では、再生熱交換器 (65)、外気冷却熱交換器 (61)、再熱熱交換器 (64)、及び環気冷却熱交換器 (67) が同じ冷媒回路 (70a) に接続されている。これにより、外気冷却熱交換器 (61) や環気冷却熱交換器 (67) で回収した空気の熱を、再生熱交換器 (65) や再熱熱交換器 (64) での空気の加熱に利用できる。その結果、除湿システムの省エネ性を向上できる。

【0141】

《発明の実施形態の変形例》

変形例 1 の除湿システム (10) は、上述した実施形態と冷凍ユニット (70) の構成が異なるものである。図 8 に示すように、変形例 1 の冷凍ユニット (70) には、二元冷凍サイクル式の冷媒回路 (120) が設けられている。つまり、冷媒回路 (120) は、高圧側回路 (120a) と、低圧側回路 (120b) とが、中間熱交換器を構成するカスケード熱交換器 (140) を介して互いに接続される。

20

【0142】

高圧側回路 (120a) には、第 1 圧縮機としての高圧側圧縮機 (130)、再生熱交換器 (65)、高圧側膨張弁 (131)、及び環気冷却熱交換器 (67) が順に接続されている。環気冷却熱交換器 (67) の下流側には、カスケード熱交換器 (140) の第 1 流路 (141) が接続されている。高圧側回路 (120a) には、環気冷却熱交換器 (67) をバイパスする高圧側バイパス管 (121) が接続されている。高圧側バイパス管 (121) には、電磁式の高圧側開閉弁 (132) が設けられている。高圧側回路 (120a) には、高圧側圧縮機 (130) の吐出側に高圧圧力センサ (133) が設けられ、高圧側圧縮機 (130) の吸入側に低圧圧力センサ (134) が設けられている。

30

【0143】

低圧側回路 (120b) には、第 2 圧縮機としての低圧側圧縮機 (150) が設けられている。低圧側圧縮機 (150) の吐出側は第 1 吐出ライン (122) と第 2 吐出ライン (123) とに分岐している。第 1 吐出ライン (122) には、再生熱交換器 (64)、カスケード熱交換器 (140) の第 2 流路 (142) が順に接続されている。第 2 吐出ライン (123) には、凝縮圧力調整熱交換器 (83)、第 3 膨張弁 (84) が順に接続される。

【0144】

低圧側圧縮機 (150) の吸入側は第 1 吸入ライン (124) と第 2 吸入ライン (125) とに分岐している。第 1 吸入ライン (124) には、外気冷却熱交換器 (61) と逆止弁 (86) が順に接続されている。また、第 1 吸入ライン (124) には、実施形態と同様、バイパス管 (77) が接続されている。第 2 吸入ライン (125) には、第 4 膨張弁 (87) と蒸発圧力調整熱交換器 (88) が順に接続されている。

40

【0145】

低圧側回路 (120b) には、各吐出ライン (122, 123) の流出端と、各吸入ライン (124, 125) の流入端との間に、低圧側膨張弁 (151) が接続されている。低圧側回路 (120b) には、低圧側圧縮機 (150) の吐出側に高圧圧力センサ (153) が設けられ、低圧側圧縮機 (150) の吸入側に低圧圧力センサ (154) が設けられている。

【0146】

50

変形例 1 の冷凍ユニット (70) では、二元冷凍サイクルが行われる。高圧側圧縮機 (130) で圧縮された冷媒は、再生熱交換器 (65) で空気へ放熱して凝縮した後、高圧側膨張弁 (131) で減圧される。減圧後の冷媒は、環気冷却熱交換器 (67) で空気から吸熱して蒸発した後、カスケード熱交換器 (140) の第 1 流路 (141) を流れる。カスケード熱交換器 (140) では、第 1 流路 (141) を流れる冷媒が、第 2 流路 (142) を流れる冷媒から吸熱して蒸発する。蒸発後の冷媒は、高圧側圧縮機 (130) に吸入されて圧縮される。

【0147】

低圧側圧縮機 (150) で圧縮された冷媒は、再熱熱交換器 (64) で空気へ放熱して凝縮した後、カスケード熱交換器 (140) の第 2 流路 (142) を流れる。カスケード熱交換器 (140) では、第 2 流路 (142) を流れる冷媒が、第 1 流路 (141) を流れる冷媒へ放熱して凝縮する。凝縮後の冷媒は、低圧側膨張弁 (151) で減圧した後、外気冷却熱交換器 (61) を流れる。外気冷却熱交換器 (61) では、冷媒が空気から吸熱して蒸発する。蒸発後の冷媒は、低圧側圧縮機 (150) に吸入されて圧縮される。

【0148】

以上のように、変形例 1 の冷凍ユニット (70) では、高圧側回路 (120a) と低圧側回路 (120b) とで、それぞれ冷媒が循環して冷凍サイクルが行われる。これにより、再生熱交換器 (65) 側の凝縮圧力と、外気冷却熱交換器 (61) 側の蒸発圧力との差圧を十分に確保でき、ひいては再生熱交換器 (65) の加熱能力と、外気冷却熱交換器 (61) の冷却能力とを十分に得ることができる。

【0149】

上記以外の構成、作用、及び効果は上述した実施形態と同様である。

【0150】

図 9 は変形例 2 を示している。この図 5 に示すように、低圧側回路 (120b) の第 1 吸入ライン (124) における外気冷却熱交換器 (61) の下流側に、環気冷却熱交換器 (67) を接続してもよい。

【0151】

図 10 は変形例 3 を示している。上記実施形態の第 2 除湿ユニット (20) では、第 2 除湿ユニット (20) に、2 つの吸着熱交換器 (22, 24) へ流入する空気の流れを変更する空気通路切換機構 (26, 27) を設けるとともに、冷媒回路 (20a) には冷媒流路切換機構 (25) を設け、空気の流れと冷媒の流れを切り換えることにより、蒸発器となる吸着熱交換器を給気通路 (40) に接続して凝縮器となる吸着熱交換器を排気通路 (50) に接続するようにしているが、図 10 (A), (B) に示すように、空気通路切換機構 (ダンパ) (26, 27) を用いない構成にしてもよい。

【0152】

この第 2 除湿ユニット (20) の除湿側冷媒回路 (20a) は、上記実施形態と同様に、圧縮機 (21)、第 1 吸着熱交換器 (22)、膨張弁 (23)、第 2 吸着熱交換器 (24)、及び四方切換弁 (25) を接続することにより構成されている。一方、この冷媒回路 (20a) では、図 2 の二重線の配管 (28) が、伸縮・折り曲げ可能なフレキシブルパイプで構成されている。また、図示していないが、第 1 吸着熱交換器 (22) と第 2 吸着熱交換器 (24) の位置を変化させる機構が設けられている。

【0153】

この構成においては、図 10 (A) の状態においては、凝縮器になる第 1 吸着熱交換器 (22) が排気通路 (50) 側に位置し、蒸発器になる第 2 吸着熱交換器 (24) が給気通路 (40) 側に位置する。また、図 10 (B) の状態においては、蒸発器になる第 1 吸着熱交換器 (22) が給気通路 (40) 側に位置し、凝縮器になる第 2 吸着熱交換器が排気通路 (50) 側に位置する。

【0154】

このように、図 10 (A), (B) の例では、空気通路 (50) の給気通路 (40) と排気通路 (50) を切り換えなくても、第 1 吸着熱交換器 (22) 及び第 2 吸着熱交換器 (24) の位置を移動させることにより、室内へ供給される空気は常に除湿される。また、第 1 除湿

10

20

30

40

50

ユニット（60）と第3除湿ユニット（30）は実施形態と同様に構成されているので、実施形態と同様の効果を奏することができる。

【0155】

《その他の実施形態》

上記実施形態については、以下のような構成としてもよい。

【0156】

例えば、上記実施形態では、冷媒回路の再生熱交換器（65）を空気加熱器として用いているが、空気加熱器には電気ヒータまたは蒸気ヒータを用いてもよい。

【0157】

また、上記実施形態では、第2除湿ユニット（20）と第3除湿ユニット（30）との間に中間冷却器を設けて空気の冷却をするようにしてもよい。

10

【0158】

また、上記実施形態では、室内空気（RA）を給気通路（40）へ返送する還気通路（58）を設けているが、還気通路（58）は必ずしも設けなくてもよい。

【0159】

例えば、上記実施形態では、還気通路（58）から給気通路（40）へ戻す室内空気の一部を吸着ロータ（31）の再生用空気として用いているが、そのような構成は採用せずに、室外空気の一部を除湿して室内空間（S）へ供給するとともに、室外空気の他の一部を吸着ロータ（31）の再生に用いるなど、空気を流す構成を変更してもよい。

【0160】

20

また、本発明の除湿ユニットは、第1除湿ユニット（60）と第3除湿ユニット（30）を備える既設のシステムに対して、第2除湿ユニット（20）を上記第1除湿ユニット（60）と第3除湿ユニット（30）の間に接続できるオプション取り付け型のシステムに構成するとよい。そうすれば、従来から用いられている外気冷却熱交換器（61）と除湿ロータ（31）のみからなる2段型のシステムに、吸着熱交換器（22, 24）を有する第2除湿ユニット（20）を取り付けて、既設システムの省エネルギー化を実現することが可能になる。

【0161】

なお、以上の実施形態は、本質的に好ましい例示であって、本発明、その適用物、あるいはその用途の範囲を制限することを意図するものではない。

【産業上の利用可能性】

30

【0162】

以上説明したように、本発明は、除湿した空気を室内へ供給する除湿システムについて有用である。

【符号の説明】

【0163】

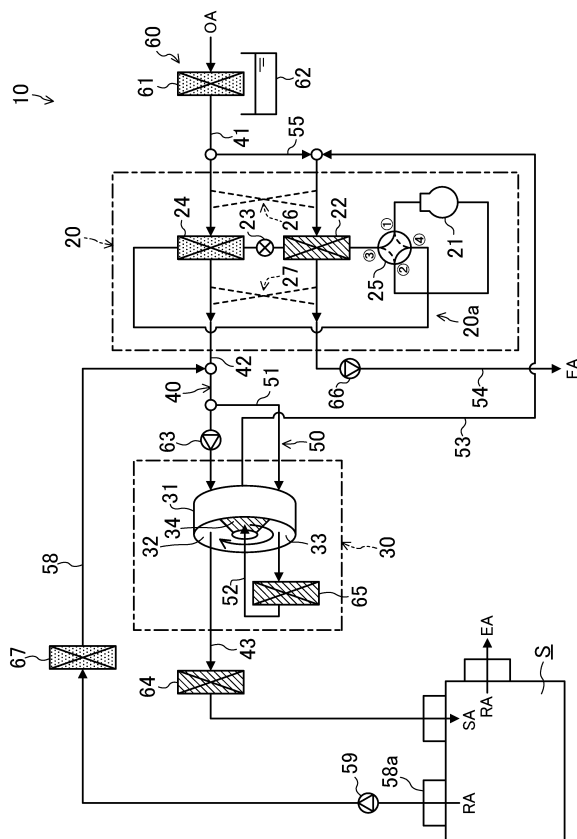
- 10 除湿システム
- 20 第2除湿ユニット
- 22 第1吸着熱交換器
- 24 第2吸着熱交換器
- 25 冷媒流路切換機構（四方切換弁）
- 26 第1流路切換部（空気通路切換機構）
- 27 第1流路切換部（空気通路切換機構）
- 30 第3除湿ユニット
- 31 吸着ロータ
- 40 給気通路（空気通路）
- 50 排気通路（空気通路）
- 58 還気通路
- 58a 還気口
- 59 還気ファン
- 60 第1除湿ユニット

40

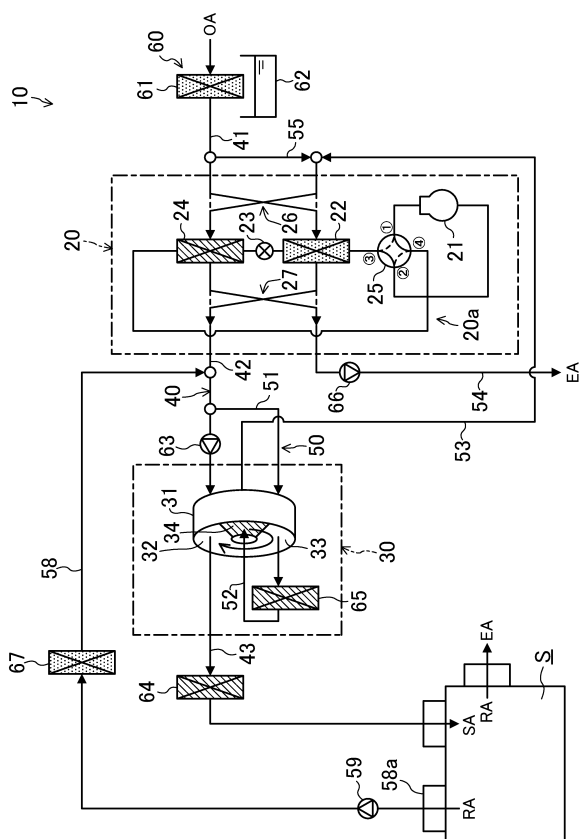
50

- 61 外気冷却熱交換器
 65 再生熱交換器（空氣加熱器）
 67 還氣冷却熱交換器（還氣冷却器）
 70a 冷媒回路
 120 冷媒回路
 S 室内空間

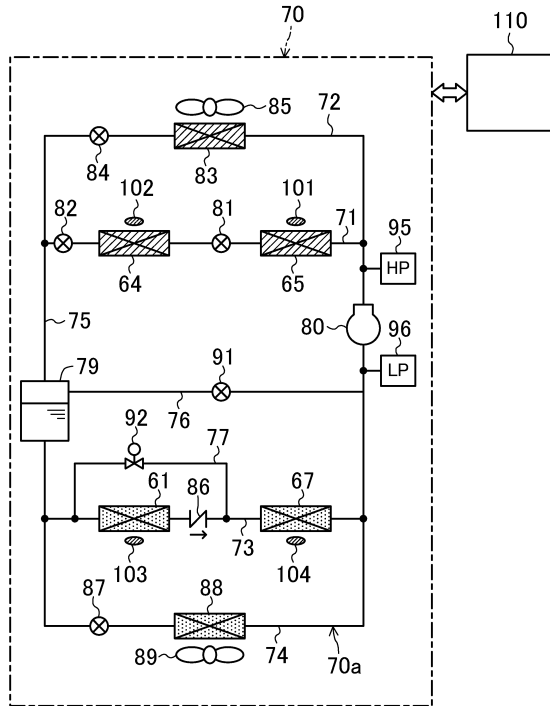
【図 1】



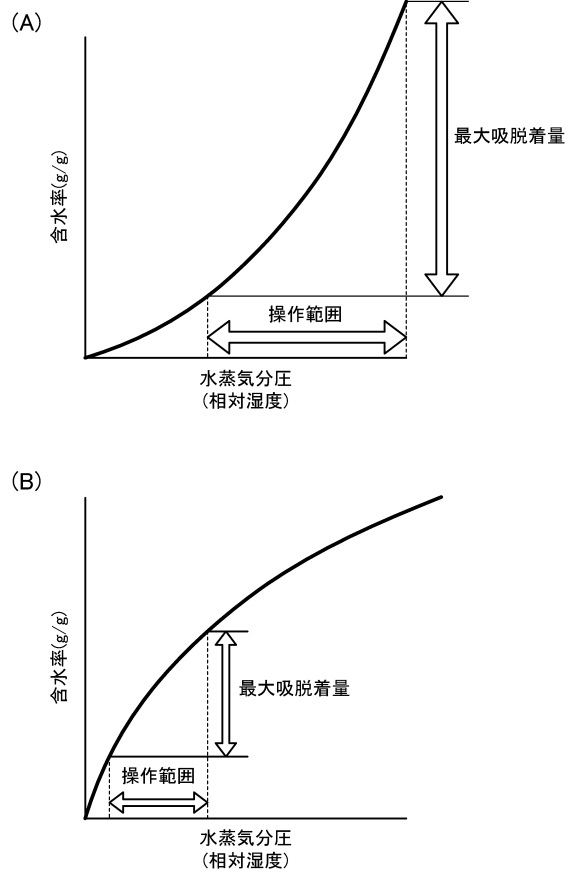
【図 2】



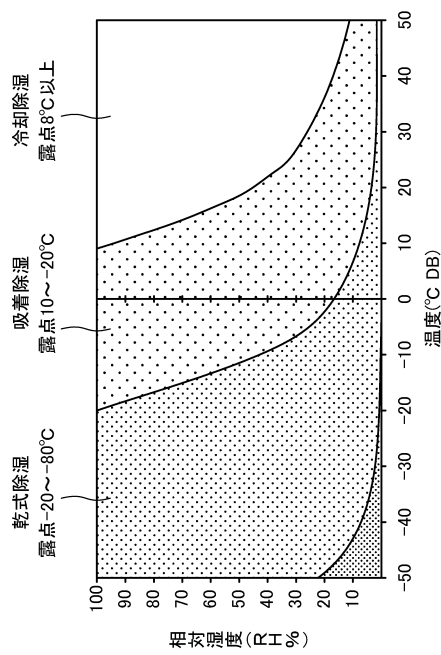
【図3】



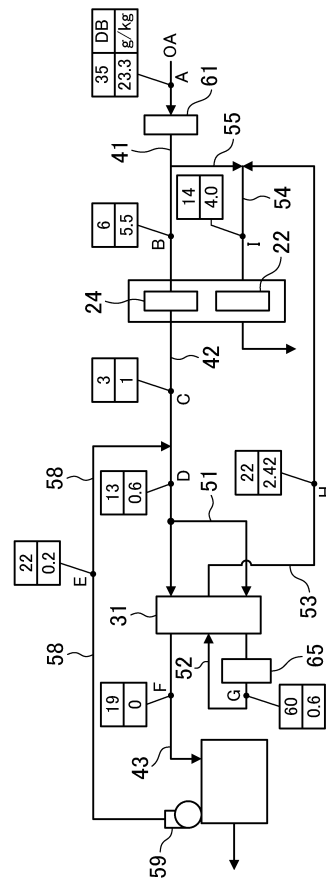
【図4】



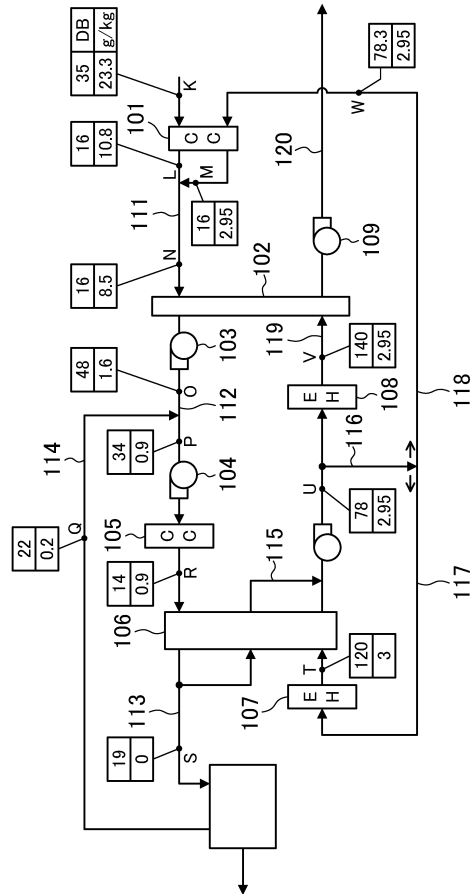
【図5】



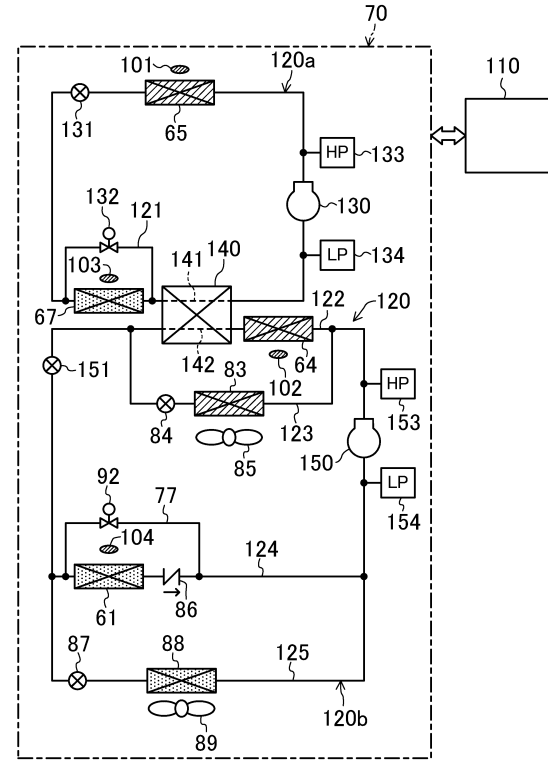
【図6】



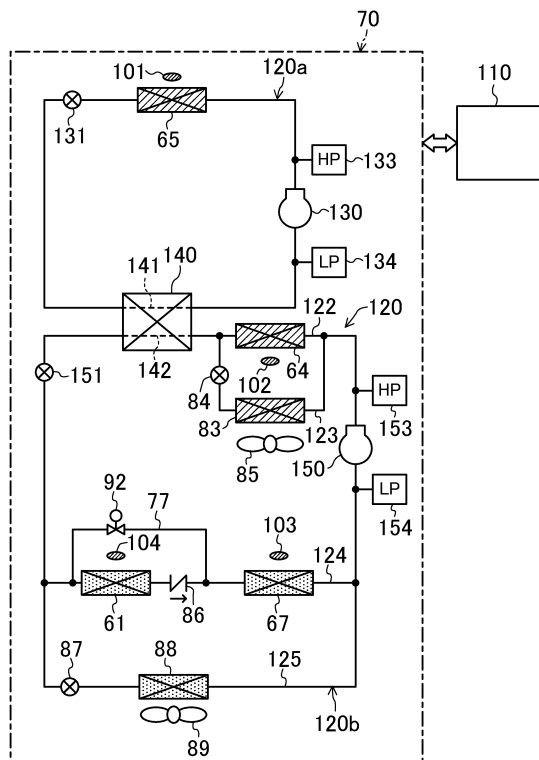
【図 7】



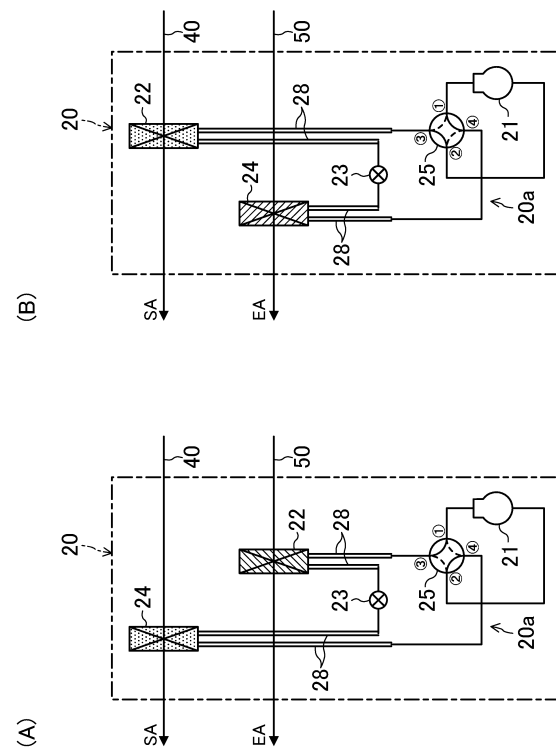
【図 8】



【図 9】



【図 10】



フロントページの続き

- (72)発明者 大久保 英作
大阪府堺市北区金岡町 1 3 0 4 番地 ダイキン工業株式会社 堺製作所 金岡工場内
- (72)発明者 夏目 敏幸
大阪府堺市北区金岡町 1 3 0 4 番地 ダイキン工業株式会社 堺製作所 金岡工場内
- (72)発明者 岡本 康令
大阪府堺市北区金岡町 1 3 0 4 番地 ダイキン工業株式会社 堺製作所 金岡工場内
- (72)発明者 桑名 孝一
東京都港区芝浦 4 - 1 3 - 2 3 MS 芝浦ビル 株式会社ダイキンアブライドシステムズ内
- (72)発明者 草部 隆弘
東京都港区芝浦 4 - 1 3 - 2 3 MS 芝浦ビル 株式会社ダイキンアブライドシステムズ内
- (72)発明者 岩田 哲郎
大阪府大阪市西区靱本町一丁目 6 番 3 号 株式会社ダイキンアブライドシステムズ内
- (72)発明者 内田 秀樹
大阪府大阪市西区靱本町一丁目 6 番 3 号 株式会社ダイキンアブライドシステムズ内

審査官 小野田 達志

- (56)参考文献 特開平 1 0 - 8 5 5 4 6 (J P , A)
特開 2 0 0 4 - 8 9 1 4 (J P , A)
特開 2 0 0 6 - 1 2 5 6 7 0 (J P , A)
特開 2 0 0 3 - 3 1 4 8 5 6 (J P , A)
特許第 3 7 6 2 1 3 8 (J P , B 2)
特開 2 0 1 1 - 6 4 4 3 9 (J P , A)

(58)調査した分野(Int.Cl. , D B 名)

F 2 4 F	3 / 1 4
F 2 4 F	3 / 1 0
F 2 4 F	1 1 / 0 2
F 2 5 B	1 / 0 0