

明 細 書

発明の名称：空調システム

技術分野

[0001] 本発明は、空調システムに関する。

背景技術

[0002] 近年、各種の空調システムが提案されている（例えば、特許文献1を参照）。

先行技術文献

特許文献

[0003] 特許文献1：特許第7068261号公報

発明の概要

発明が解決しようとする課題

[0004] 空調に要するエネルギーを削減する手段の一つとして、置換空調がある。置換空調は、温度成層を維持しながら空調を行うので、設備や人が居ない上部空間を空気調和することによるエネルギーロスを削減できる。このような置換空調では、例えば、空調空間の下部に設けられた給気口から吹き出す空気に旋回成分を与えると、空調空間の空気をかき乱さないで、温度成層をより確実に維持しながら置換空調を行うことができる。置換空調は、温度成層を維持しながら空調を行うものなので、天井高の比較的高い工場等で特に有効である。

[0005] ところで、工作機械等の熱発生源が設置されている工場では、熱発生源から発生した高温の空気が天井付近へ上昇する。このため、天井付近の空気を空調機で冷却し、空調空間の下部に設けられた給気口から吹き出す循環経路を空調システムで形成する場合、空調システムには熱発生源から発生する熱が空調の負荷として加わる。

[0006] 本開示は、一側面では、このような実情を鑑みてなされたものであり、その目的は、熱発生源を擁する空間における空調エネルギーを可及的に抑制する空調システムを提供することを目的とする。

課題を解決するための手段

- [0007] 上記課題を解決するため、本発明では、外気を空調対象室へ給気する外調機に、熱を発する装置が設置された空調対象室の上部において吸い込んだ空気が通る吸熱コイルを通過した熱媒が流れる加熱コイルを設けることにした。
- [0008] 詳細には、本発明は、熱を発する装置が設置された空調対象室を置換空調する空調システムであって、空調対象室の下部において空気を吹き出す空調吹出口と、空調対象室の上部において空気を吸い込む空調吸入口と、空調吸入口から吸い込んだ空気が通る吸熱コイルと、外気を空調対象室へ給気する外調機であって、吸熱コイルを通過した熱媒により外気を加熱する加熱コイルを有する外調機と、を備える。
- [0009] 上記の空調システムであれば、空調対象室に設置されている装置の稼働により装置から熱が発生すると、発生した熱が空調対象室の空気を介して吸熱コイルへ伝わり、吸熱コイルを通過する熱媒を加熱する。装置の熱で昇温された熱媒は、吸熱コイルから加熱コイルへ流れ、外調機で外気を加熱コイルが加熱する。よって、上記の空調システムによれば、外調機における空気の加熱に、装置で発生した熱が有効利用され、空調システム全体が消費する空調エネルギーが抑制されることになる。
- [0010] 上記の空調システムであれば、吸熱コイルを通過した熱媒が外調機の加熱コイルを流れ、外調機における空気の加熱が行われるので、例えば、吸熱コイルを通過する熱媒と加熱コイルを通過する熱媒とを分離する系統構成とし、各熱媒の系統間をヒートポンプ等で熱交換する２段階方式の熱輸送方式を採用した場合に比べると、系統構成が簡略である。よって、吸熱コイルから加熱コイルへの熱輸送に要する空調エネルギーが可及的に削減される。
- [0011] また、上記の空調システムであれば、吸熱コイルを通過した熱媒が外調機の加熱コイルを流れ、外調機における空気の加熱が行われるので、例えば、空調対象室の上部の空気と、外調機において冷却コイルにより除湿された外気とを熱交換器で熱交換する場合に比べて、空調対象室の上部の空気が有する熱を、外調機における空気の加熱に効率よく利用することができる。

- [0012] なお、空調吹出口には、吹き出す空気に旋回成分を与えるフィンが設けられていてもよい。これによれば、空調吹出口が設けられている高さの範囲内において、温度差の小さい温度成層による置換空調を実現することができる。よって、吹き出す空気に旋回成分を与えない空調吹出口を用いた一般的な置換空調の場合に比べて、空調対象室へ供給する冷気の温度を高くすることができるため、空調システムが冷気の製造に要する空調エネルギーの抑制を図ることが可能である。
- [0013] また、空調対象室には、熱を発する装置の仕様に基づく温度条件が空調対象室の下部空間に設定されており、吸熱コイルは、空調吸込口から吸い込んだ空気により熱媒を温度条件より高い温度にすることが可能な熱交換能を有していてもよい。これによれば、加熱コイルへ流れる熱媒をより高温にすることが可能な熱交換能を吸熱コイルが有することになるため、空調対象室の装置から発せられる熱を外調機における空気の加熱に可及的に利用可能である。
- [0014] また、吸熱コイルから加熱コイルへ通じる熱媒の経路には、吸熱コイルを通過した熱媒が所定の温度未満の場合に熱媒を加熱するための加熱手段が設けられていてもよい。ここで、所定の温度とは、加熱コイルに流す熱媒の温度条件であり、例えば、空調対象室に設定された温度条件等から定まる値である。これによれば、空調対象室の装置から発せられる熱で外調機における空気を十分に加熱できない場合であっても、外調機から空調対象室へ適切な温度の空気を供給することが可能となる。
- [0015] また、上記の外調機は、外気を除湿する冷却コイルを更に有し、上記の空調システムは、冷却コイルに熱媒で冷熱を供給する冷凍機と、冷凍機に冷却水を供給する冷却塔と、を更に備え、冷却塔は、冷凍機へ流す冷却水を冷凍機の運転効率が高くなる温度にしてもよい。これによれば、冷凍機へ流す冷却水の温度を、例えば、外調機における空気の加熱に適した温度にする必要が無いため、冷凍機の運転効率を高めて空調システム全体の空調エネルギーの消費を抑制することが可能となる。

発明の効果

[0016] 上記の空調システムであれば、熱発生源を擁する空間における空調エネルギーを可及的に抑制することが可能となる。

図面の簡単な説明

[0017] [図1]図1は、実施形態に係る空調システムの概略図である。

[図2]図2は、室内機ユニットの外観斜視図である。

[図3]図3は、室内機ユニットの内部構造図である。

[図4]図4は、空調対象室内の高さ方向における温度勾配を表したイメージ図である。

[図5]図5は、熱源システムの系統図である。

[図6]図6は、空調システムの第1変形例を示した図である。

[図7]図7は、空調システムの第2変形例を示した図である。

[図8]図8は、変形例に係る熱源システムの系統図である。

発明を実施するための形態

[0018] 以下、本発明の実施形態について説明する。以下に示す実施形態は、本発明の実施形態の一例であり、本発明の技術的範囲を以下の態様に限定するものではない。

[0019] <実施形態>

図1は、実施形態に係る空調システムの概略図である。空調システム1は、装置3が設置されている空調対象室2を空調する空調システムである。本実施形態では、空調システム1を適用する空調対象室2として、高い空気清浄度を要する半導体装置の製造工場のクリーンルームを例示する。半導体装置の製造工場のクリーンルームには、熱を発する各種の半導体製造装置が配置される。そこで、本実施形態では、装置3として、このような半導体製造装置を想定する。半導体製造装置は、例えば、エッチング装置やCVD (Chemical Vapor Deposition) 装置等である。図1では、装置3が2つ図示されているが、空調対象室2には適宜の個数の装置3が配置される。なお、本実施形態の空調システム1は、このような半導体装置の製造工場

への適用に限定されるものでなく、例えば、リチウムイオン電池、精密な光学機器、その他の各種工業製品の製造工場に適用してもよい。

[0020] 空調システム 1 が空調を行う空調対象室 2 では、装置 3 に定められている温度条件を満たす必要がある。図 1 に示すように、装置 3 が空調対象室 2 の床面に設置されている場合、基本的には装置 3 付近の雰囲気温度が温度条件を満たしていればよく、装置 3 より上部の空間の雰囲気温度が温度条件を満たすように空調を行う必要は無い。そこで、本実施形態の空調システム 1 では、置換空調方式を採用することで、空調対象室 2 の空調に要する動力を可及的に抑制する。すなわち、空調システム 1 は、外調機ユニット 6 で処理した外気を空調対象室 2 へ供給するための吹出口ユニット 4 の他に、空調対象室 2 の上部において吸い込んだ空気を冷却して空調対象室 2 の下部で吹き出す室内機ユニット 5 を備える。図 1 では、吹出口ユニット 4 と室内機ユニット 5 が空調対象室 2 の壁面付近に 1 台ずつ配置されているが、吹出口ユニット 4 と室内機ユニット 5 は、壁面から離れた位置に配置されていてもよいし、各々が 2 台以上配置されていてもよい。

[0021] 以下、空調システム 1 のシステム構成について詳述する。

[0022] 外調機ユニット 6 は、屋外の外気を取り込んで浄化し、温度や湿度の調整を行ってダクト 7 経由で吹出口ユニット 4 へ供給するユニットであり、フィルタ 6 A、加熱コイル 6 B、冷却コイル 6 C、再熱コイル 6 D、電動ファン 6 E を有する。フィルタ 6 A は、空気中の塵や埃等の異物を捕獲する。加熱コイル 6 B は、外調機ユニット 6 に取り込まれた空気を加熱する。冷却コイル 6 C は、空気を冷却することにより、空気中の湿分を除去する。再熱コイル 6 D は、冷却コイル 6 C によって冷却された空気を加熱し、空気を空調対象室 2 へ供給するのに適した温度にする。電動ファン 6 E は、電動モータの動力でファンを回転させて空気を送る。

[0023] 吹出口ユニット 4 は、外調機ユニット 6 が処理した空気を空調対象室 2 内で吹き出すためのユニットであり、空気が吹き出る吹出口や、吹き出す空気を浄化するためのフィルタ 4 C を有する。空調システム 1 では置換空調方式を採用

しているため、吹出口ユニット 4 は、空気を横向き（床面と平行）に吹き出す装置構成となっており、空調対象室 2 内の床面に設置される。

[0024] 室内機ユニット 5 は、空調対象室 2 の上部から吸い込んだ空気を冷却して空調対象室 2 の下部で吹き出す装置であるため、電動ファン 5 A や吸熱コイル 5 B を有する。また、室内機ユニット 5 には、吹き出す空気を浄化するためのフィルタ 5 C も有する。空調システム 1 では置換空調方式を採用しているため、室内機ユニット 5 も吹出口ユニット 4 と同様、空気を横向きに吹き出す装置構成となっており、空調対象室 2 内の床面に設置される。

[0025] 図 2 は、室内機ユニット 5 の外観斜視図である。また、図 3 は、室内機ユニット 5 の内部構造図である。図 2 に示すように、室内機ユニット 5 の上面には空調吸込口 5 D が設けられている。また、室内機ユニット 5 の正面には空調吹出口 5 E が設けられている。空調吸込口 5 D では、電動ファン 5 A の吸引力により空調対象室 2 の上部の空気が吸い込まれる。また、空調吹出口 5 E では、電動ファン 5 A から送り出された空気が吹き出る。

[0026] 図 2 を見ると判るように、空調吹出口 5 E は、円形のものが室内機ユニット 5 の正面において複数個縦横に配列されている。各空調吹出口 5 E は、互いに隙間を空けて室内機ユニット 5 正面の高さ方向及び幅方向に並んで配置されている。そして、各空調吹出口 5 E には、空調吹出口 5 E の中央を中心とした旋回流を発生させるためのフィンが、空調吹出口 5 E の中心軸周りで円周方向に等間隔且つ放射状に設けられている。空調吹出口 5 E の中央の中心周りに設けられたこれらのフィンは、空調吹出口 5 E の中心軸に対して傾斜して配置されている。これにより、空調吹出口 5 E から吹き出る空気には、空調吹出口 5 E の中心を通る中心軸周りに旋回する旋回成分が与えられて、空調吹出口 5 E 周辺の空調対象室 2 内の空気を誘引することができる。

[0027] また、複数の空調吹出口 5 E のうち上下で隣り合う空調吹出口 5 E では、互いにフィンの傾斜方向が逆になっていることで、互いに冷気に与える旋回成分が逆になる。例えば、図 2 において細い矢印で示すように、上から 1 番目の空調吹出口 5 E で反時計回り方向の旋回成分を空気に与える場合には、上から

2番目の空調吹出口5Eでは時計回り方向の旋回成分を空気に与える。これにより、これらの空調吹出口5Eの間では、上から1番目の空調吹出口5Eによる旋回成分と上から2番目の空調吹出口5Eによる旋回成分が同じ方向（図2では、右方向）となり、互いに旋回成分が助長し合うようになる。また、この場合には、上から3番目の空調吹出口5Eでは反時計回り方向の旋回成分を冷気に与える。これにより、上から2番目の空調吹出口5Eと上から3番目の吹出口18との間では、上から2番目の空調吹出口5Eによる旋回成分と上から3番目の空調吹出口5Eによる旋回成分が同じ方向（図2では、左方向）となり、互いに旋回成分が助長し合うようになる。

[0028] この結果、空調吹出口5Eから吹き出した冷気に誘引される空調吹出口5E周辺の空調対象室2内の空気の誘引量（誘引比）が増加するので、室内機ユニット5の正面方向に向かって空調対象室2内に冷気を拡散させることができる。これにより、冷気に旋回成分を与えない場合よりもドラフト感の無い吹き出しを行うことができる。また、空調対象室2内の空間のうち最下段の空調吹出口5Eから最上段の空調吹出口5Eまでの高さの範囲内において、上側から下側まで温度差の小さい温度成層による置換空調を実現することができる。

[0029] 図4は、空調対象室2内の高さ方向における温度勾配を表したイメージ図である。図4のグラフにおいて、実線は本実施形態の空調システム1における温度勾配を示し、一点鎖線は冷気に旋回成分を与えない一般的な置換空調における温度勾配を示している。本実施形態の空調システム1では、空調吹出口5Eにより空気に旋回成分を与える室内機ユニット5を用いているため、図4のグラフの実線が示すように、空調対象室2内の空間のうち最下段の空調吹出口5Eから最上段の空調吹出口5Eまでの高さの範囲内において、温度差の小さい温度成層による置換空調を実現することができる。一方、冷気に旋回成分を与えない一般的な置換空調においては、温度条件が設定されている領域の上部を温度条件に適合させる場合、図4のグラフの一点鎖線が示すように、温度条件が設定される空調対象室2内の下部の領域において、空調システム1が空調吹出口5Eから吹き出す冷気よりも低い温度で冷気を吹き出す必要があり、温

度差の大きい温度成層が不可避免的に形成される。故に、一般的な置換空調の場合には、上限温度と下限温度との差分が比較的狭い範囲で温度条件が設定されている領域内で、空気を上限温度以下且つ下限温度以上にすることは困難である。本実施形態の空調システム 1 であれば、巡回成分を与えた冷気により上下間で温度差が小さい置換空調を行うことが可能なので、上限温度と下限温度との差分が比較的狭い範囲で温度条件が設定されている領域内で、空気を上限温度以下且つ下限温度以上に収めることが可能である。巡回成分を与えない気流で置換空調を行う場合に温度条件を満たそうとする場合は多大な送風量が必要であるが、本実施形態の空調システム 1 のように巡回成分を与えた気流であれば、送風量を減らしても温度条件を満たすことが可能であり、空調システム 1 全体の送風に係る動力を削減可能である。また、巡回成分を与えた冷気により上下間で温度差が小さい置換空調を行うことが可能なので、巡回成分を与えない一般的な置換空調よりも吹出温度を高く設定しても温度条件を満たすことができる。吹出温度を高くするということは、吸熱コイル 5 B に通す熱媒温度を高くすることができるため、熱源効率の向上を図ることができる。また、送風量が減ることで、空調対象室 2 の上部空間の熱を回収する吸熱コイル 5 B を通過した熱媒がより高温化され、後述するような吸熱コイル 5 B を通過した熱媒の熱による外気の加熱を効率的に行うことができる。

[0030] 次に、空調システム 1 の熱源システムについて説明する。図 5 は、熱源システムの系統図である。空調システム 1 には、図 5 に示すような熱源システム 8 が備わっている。熱源システム 8 には、例えば、熱媒系統 8 A、冷却水系統 8 B、温水系統 8 C が備わっている。

[0031] 熱媒系統 8 A は、室内機ユニット 5 や外調機ユニット 6 といった空調対象の空気を取り扱う機器へ冷熱や温熱を供給するための熱媒が循環する系統である。熱媒系統 8 A には、冷熱を製造するための冷凍機 8 A 1、熱媒を循環させるための熱媒循環ポンプ 8 A 2、熱媒を各空調機器へ送る熱媒送りヘッダ 8 A 3、各空調機器へ分配供給された熱媒が還る熱媒還りヘッダ 8 A 4 が設けられている。熱媒系統 8 A では、冷凍機 8 A 1 の蒸発器を通過した熱媒が、冷凍機

8 A 1 から熱媒送りヘッダ 8 A 3 へ繋がる熱媒配管 8 A 1 0 の途中に設けられた熱媒循環ポンプ 8 A 2 により、熱媒送りヘッダ 8 A 3 へ送られる。熱媒送りヘッダ 8 A 3 へ送られた熱媒は、室内機ユニット 5 の吸熱コイル 5 B へ繋がる熱媒配管 8 A 1 2 や、外調機ユニット 6 の冷却コイル 6 C へ繋がる熱媒配管 8 A 1 3 へ流れる。そして、室内機ユニット 5 の吸熱コイル 5 B へ流れた熱媒は熱媒配管 8 A 1 5 を通って熱媒還りヘッダ 8 A 4 へ還り、外調機ユニット 6 の冷却コイル 6 C へ流れた熱媒は熱媒配管 8 A 1 6 を通って熱媒還りヘッダ 8 A 4 へ還る。熱媒還りヘッダ 8 A 4 へ還った熱媒は、熱媒配管 8 A 1 1 を通って再び冷凍機 8 A 1 の蒸発器を通過する。なお、図 5 では、熱媒系統 8 A に室内機ユニット 5 と外調機ユニット 6 と冷凍機 8 A 1 が 1 台ずつしか設けられていないが、各機器や弁、配管、ポンプ類は熱媒系統 8 A に適宜設けられる。

[0032] 冷却水系統 8 B は、熱媒系統 8 A に設けられている冷凍機 8 A 1 の凝縮器を冷却するための冷却水が循環する系統である。冷却水系統 8 B には、冷却水を循環させるための冷却水循環ポンプ 8 B 1、冷却水を冷却する冷却塔 8 B 2 が設けられている。冷却水系統 8 B では、冷凍機 8 A 1 の凝縮器を通過した熱媒が、冷凍機 8 A 1 から冷却塔 8 B 2 へ繋がる冷却水配管 8 B 4 の途中に設けられた冷却水循環ポンプ 8 B 1 により、冷却塔 8 B 2 へ送られる。冷却塔 8 B 2 へ送られた冷却水は、冷却塔 8 B 2 内で上部から滴下し、冷却塔 8 B 2 の下部に溜まる。冷却塔 8 B 2 の下部に溜まった冷却水は、冷却水配管 8 B 3 を通って再び冷凍機 8 A 1 の凝縮器へ流れる。冷却塔 8 B 2 には、内部に上昇気流を発生させることが可能な電動ファンが設けられており、冷却水配管 8 B 3 を流れる冷却水の温度に応じて電動ファンが適宜発停することで冷却水が気化熱の原理により冷却される。電動ファンの発停は、冷却水配管 8 B 3 を流れる冷却水の温度が、冷凍機 8 A 1 の運転効率が高温となる温度となるように制御されることが好ましい。また、冷却塔 8 B 2 には、冷却塔 8 B 2 下部に溜まる冷却水の水位が一定レベルを維持するように冷却水を補給するボールタップ弁等の給水手段が設けられている。なお、図 5 では、冷却水系統 8 B に冷凍機 8 A 1 と

冷却塔 8 B 2 と冷却水循環ポンプ 8 B 1 が 1 台ずつしか設けられていないが、各機器や弁、配管、ポンプ類は冷却水系統 8 B に適宜設けられる。

[0033] 温水系統 8 C は、空調システム 1 が設置されている建物の各所へ温水を供給する系統である。温水系統 8 C の温熱源には適宜のものが採用されている。温水系統 8 C の温熱源に採用される温熱源としては、例えば、ヒートポンプやボイラーといった熱源機の熱、コンプレッサーといったユーティリティ設備で発生する排熱が挙げられる。

[0034] 空調設備で空気を加熱する場合、一般的には温水系統 8 C で製造されるような温熱が利用される。しかし、本実施形態の空調システム 1 では、外気を処理する外調機ユニット 6 の加熱コイル 6 B と再熱コイル 6 D に、吸熱コイル 5 B を通過した熱媒を流すことにより、空気の加熱に要する動力の削減を図っている。すなわち、図 5 の系統図に示すように、吸熱コイル 5 B から熱媒還りヘッダ 8 A 4 へ繋がる熱媒配管 8 A 1 5 の途中には、熱媒を加熱コイル 6 B と再熱コイル 6 D へ分流するための熱媒配管 8 A 1 4 が分岐経路として接続されている。熱媒配管 8 A 1 4 へ分岐した熱媒は、更に熱媒配管 8 A 1 8 を経由して加熱コイル 6 B と再熱コイル 6 D へ流れる。そして、加熱コイル 6 B と再熱コイル 6 D を通過した熱媒は、熱媒配管 8 A 1 9 経由で熱媒配管 8 A 1 5 へ再び合流し、熱媒還りヘッダ 8 A 4 へ流れる。

[0035] 熱源システム 8 の熱媒系統 8 A には、このように、吸熱コイル 5 B を通過した熱媒を加熱コイル 6 B と再熱コイル 6 D へ送る経路が設けられている。よって、空調対象室 2 に設置されている各装置 3 の稼働により装置 3 から熱が発生すると、発生した熱が空調対象室 2 の空気を介して吸熱コイル 5 B へ伝わり、吸熱コイル 5 B を通過する熱媒を加熱する。熱媒系統 8 A には吸熱コイル 5 B を通過した熱媒を加熱コイル 6 B と再熱コイル 6 D へ送る経路が設けられているため、装置 3 の熱で昇温された熱媒は、吸熱コイル 5 B から加熱コイル 6 B と再熱コイル 6 D へ流れ、外気を加熱コイル 6 B で加熱し、また、外気を除湿する冷却コイル 6 C によって冷却された空気を再熱コイル 6 D で加熱する。よって、空調システム 1 によれば、外調機ユニット 6 に取り込まれた外気の加

熱や、外気を冷却コイル 6 C で除湿した後の空気の加熱に、装置 3 で発生した熱が有効利用され、空調システム 1 全体が消費する空調エネルギーが抑制されることになる。なお、このような熱の有効利用の仕組みに鑑みれば、吸熱コイル 5 B は、空調対象室 2 の下部空間に設定されている温度条件より高い温度に熱媒を昇温可能な程度の熱交換能を有していることが熱利用の観点から好ましい。

[0036] 本実施形態の熱媒系統 8 A では、吸熱コイル 5 B を通過した熱媒が外調機ユニット 6 の加熱コイル 6 B と再熱コイル 6 D を流れ、外調機ユニット 6 における空気の加熱が行われるので、例えば、吸熱コイル 5 B を通過する熱媒と加熱コイル 6 B 及び再熱コイル 6 D を通過する熱媒とを分離する系統構成とし、各熱媒の系統間をヒートポンプ等で熱交換する 2 段階方式の熱輸送方式を採用した場合に比べると、系統構成が簡略である。よって、吸熱コイル 5 B から再熱コイル 6 D への熱輸送に要する空調エネルギーが可及的に削減される。

[0037] また、本実施形態の熱媒系統 8 A では、吸熱コイル 5 B を通過した熱媒が外調機ユニット 6 の加熱コイル 6 B と再熱コイル 6 D を流れ、外調機ユニット 6 における空気の加熱が行われるので、例えば、空調対象室 2 の上部の空気と、外調機ユニット 6 に取り込まれた外気及び外調機ユニット 6 において冷却コイル 6 C により除湿された外気とを熱交換器で熱交換する場合に比べて、空調対象室 2 の上部の空気が有する熱を、外調機ユニット 6 における空気の加熱に効率よく利用することができる。

[0038] なお、再熱コイル 6 D を通過した空気が過冷却されるのを防ぐため、熱媒系統 8 A には再熱コイル 6 D を通過する熱媒の流量を調整する調整弁 8 A 8 と調整弁 8 A 9 が設けられている。調整弁 8 A 8 と調整弁 8 A 9 は、再熱コイル 6 D を通過した熱媒の温度を測定する温度センサ 8 A 7 の測定値に基づいて開度調整される弁である。例えば、温度センサ 8 A 7 の測定値が設定値より高ければ、調整弁 8 A 8 の開度が減少し、調整弁 8 A 9 の開度が増加するように制御される。また、例えば、温度センサ 8 A 7 の測定値が設定値より低ければ、調整弁 8 A 8 の開度が増加し、調整弁 8 A 9 の開度が減少するように制御さ

れる。これにより、再熱コイル 6 D を通過した空気が適切な温度に調整される。

[0039] また、装置 3 が停止または起動直後である等の理由により、吸熱コイル 5 B を通過する熱媒を装置 3 から発生する熱では十分に加熱できない場合に備え、吸熱コイル 5 B から加熱コイル 6 B と再熱コイル 6 D へ流れる熱媒を温水系統 8 C の温水の熱で加熱する手段が熱源システム 8 には設けられている。すなわち、熱源システム 8 には、熱媒系統 8 A の熱媒配管 8 A 1 4 と熱媒配管 8 A 1 8 との間に、熱源システム 8 の温水と熱交換をするための熱交換器 8 C 2 や、熱交換器 8 C 2 を通過する熱媒の流量を増減させるためのバイパス経路に調整弁 8 A 1 7 が設けられている。また、温水系統 8 C には、熱交換器 8 C 2 を通過した熱媒が所定の温度となるように、熱交換器 8 C 2 から熱媒配管 8 A 1 8 へ流れる熱媒の温度を測定する温度センサ 8 A 6 の測定値に応じて熱交換器 8 C 2 の温水の流量を調整する調整弁 8 C 1 が設けられている。また、熱媒配管 8 A 1 4 には、熱媒が熱交換器 8 C 2 を通過する際の圧力損失による流量不足を補うための熱媒ブースターポンプ 8 A 5 が設けられている。調整弁 8 A 1 7 は、熱媒配管 8 A 1 4 と熱媒配管 8 A 1 8 との差圧が適当な大きさとなるように弁開度の増減動作をすることで、加熱コイル 6 B と再熱コイル 6 D を通過する熱媒の流量をコントロールする。これにより、例えば、吸熱コイル 5 B を通過する熱媒を装置 3 から発生する熱では十分に加熱できないために、吸熱コイル 5 B を通過した熱媒が所定の温度未満の場合は、熱交換器 8 C 2 を通過した熱媒が所定の温度に達するまで調整弁 8 C 1 の開度が増加することにより、吸熱コイル 5 B から加熱コイル 6 B と再熱コイル 6 D へ流れる熱媒が温水系統 8 C の温水の熱で加熱される状態となる。また、例えば、吸熱コイル 5 B を通過する熱媒が装置 3 から発生する熱で十分に加熱されるために、吸熱コイル 5 B を通過した熱媒が所定の温度以上の場合は、熱交換器 8 C 2 を通過した熱媒が所定の温度未満となるように調整弁 8 C 1 の開度が減少することで調整弁 8 C 1 が閉弁状態に至り、吸熱コイル 5 B から加熱コイル 6 B と再熱コイル 6 D へ流れる熱媒が温水系統 8 C の温水の熱で加熱されない状態となる。熱源システ

ム8がこのように構成されているため、空調システム1は、装置3の稼働時においては空調システム1全体が消費する空調エネルギーの抑制を図りつつ、装置3が停止または起動直後等においては外調機ユニット6から空調対象室2へ適切な温度の空気を供給することが可能となる。

[0040] 例えば、図5に示されるように、熱媒送りヘッダ8A3の熱媒の温度を14℃として設計した場合について説明する。冷凍機8A1の制御器に設定されている熱媒の温度目標値が14℃となっている場合、熱媒送りヘッダ8A3の熱媒は14℃となる。熱媒送りヘッダ8A3の14℃の熱媒は、上述したように、室内機ユニット5の吸熱コイル5Bや外調機ユニット6の冷却コイル6Cへ送られる。外調機ユニット6の冷却コイル6Cへ送られた14℃の熱媒は、電動ファン6Eの吸引によって外調機ユニット6に流入する外気を冷却する。

[0041] 一方、室内機ユニット5の吸熱コイル5Bへ送られた14℃の熱媒は、電動ファン5Aの吸引によって室内機ユニット5に流入する空調対象室2内の空気を冷却することにより、例えば、26℃程度に加熱される。吸熱コイル5Bで26℃程度に加熱された熱媒は、上述したように、吸熱コイル5Bから加熱コイル6Bと再熱コイル6Dへ送られる。このため、外調機ユニット6では、外調機ユニット6に流入した外気が、加熱コイル6Bにおいて26℃の熱媒で加熱されることになる。また、外調機ユニット6では、冷却コイル6Cにおいて14℃の熱媒で冷却された外気が、再熱コイル6Dにおいて26℃の熱媒で加熱されることになる。

[0042] 本実施形態の空調システム1では、このように、熱媒送りヘッダ8A3から分岐して室内機ユニット5と外調機ユニット6へ分流した熱媒をそのまま熱媒還りヘッダ8A4へ戻すのではなく、室内機ユニット5を通過した熱媒の一部を外調機ユニット6における加熱に利用する。よって、簡単な系統構成により熱輸送に要する空調エネルギーが可及的に削減され、また、空調対象室2内の空気に含まれる熱の有効利用が図られることになる。

[0043] 一般的な置換空調の場合には、上限温度と下限温度との差分が比較的狭い範囲で温度条件が設定されている領域内で、空気を上限温度以下且つ下限温度以上にすることは困難であった。故に、一般的な置換空調は、例えば、温度条件の厳しい半導体製造工場のクリーンルームのような箇所（例えば、温度条件が $23^{\circ}\text{C} \pm 3^{\circ}\text{C}$ ）への適用は困難であった。本実施形態の空調システム1であれば、巡回成分を与えた冷気により上下間で温度差が小さい置換空調を行うことが可能なので、上限温度と下限温度との差分が比較的狭い範囲で温度条件が設定されている領域内で、空気を上限温度以下且つ下限温度以上に収めることが可能であり、このような温度条件の厳しい箇所への適用が可能となる。

[0044] また、本実施形態の空調システム1では、巡回成分を与えた冷気により上下間で温度差が小さい置換空調を行うことが可能なので、巡回成分を与えない一般的な置換空調よりも吹出温度を高く設定しても温度条件を満たすことができる。例えば、巡回成分を与えない置換空調の場合には、室内機ユニットの給気温度を $19 \sim 20^{\circ}\text{C}$ にすると、温度条件（ $23^{\circ}\text{C} \pm 3^{\circ}\text{C}$ ）が設定されている領域を上限温度以下に適合させることが不可能であった。しかし、本実施形態の空調システム1では、巡回成分を与えた冷気により上下間で温度差が小さい置換空調を行うことが可能なので、室内機ユニット5の給気温度を $19 \sim 20^{\circ}\text{C}$ にしても、温度条件（ $23^{\circ}\text{C} \pm 3^{\circ}\text{C}$ ）が設定されている領域を上限温度以下に適合させることが可能である。このため、熱媒送りヘッダ8A3が 14°C という比較的高温の熱媒を室内機ユニット5へ供給する形態を採っても、温度条件が設定されている領域を上限温度以下に適合させることが可能となる。

[0045] 熱媒系統8Aが冷凍機8A1から供給する熱媒の温度を 14°C という比較的高温の温度帯に設定できるということは、冷凍機8A1を低負荷で運転することができるので、冷凍機8A1の動力を削減できる。この結果、熱媒系統8A全体を高効率で運用することが可能となる。

[0046] また、加熱コイル6Bや再熱コイル6Dで利用する熱の熱源としては、例えば、冷却水系統8Bにおいて冷凍機8A1から出た冷却水の熱を利用することも考えられるが、その場合、外調機ユニット6で外気を適切に加熱するために

は、冷却水系統 8 B の冷却水を比較的高い温度帯（例えば、32℃）で運用する必要が生じる。冷却水系統 8 B の冷却水をそのような温度帯で運用すると、冷凍機 8 A 1 の凝縮器における凝縮能力が低下するため、冷凍機 8 A 1 の運転効率が悪い。この点、本実施形態の空調システム 1 では、加熱コイル 6 B や再熱コイル 6 D で利用する熱の熱源として、吸熱コイル 5 B を通過した熱媒の熱を利用しているため、冷却水系統 8 B の冷却水を、冷凍機 8 A 1 の運転効率に適した温度帯で運用することができる。すなわち、本実施形態の空調システム 1 では、冷却水系統 8 B の冷却水を、冷凍機 8 A 1 の凝縮器が十分な凝縮能力を発揮できる低温の温度帯で運用することができる。よって、冷凍機 8 A 1 の運転効率を高い状態にすることができる。

[0047] 本実施形態の空調システム 1 では、空調対象室 2 の装置 3 が排出する熱量や建物の断熱性能にもよるが、空調対象室 2 上部の空気の温度が概ね 30℃から 35℃程度の範囲を想定する。多種多様な機器から排出される排熱の中でも比較的低温の排熱であり、一般的には、このような温度帯の排熱を温熱として温水等の熱媒で回収することは困難である。しかし、本実施形態の空調システム 1 では、巡回成分を与えた気流による置換空調により、一般的な置換空調よりも高温の給気で温度条件を満たすことができることに着目し、室内機ユニット 5 における吸熱コイル 5 B を流す熱媒でこのような温度帯の排熱を回収できることを見出したものである。このような温度帯の排熱を、外調機ユニット 6 における外気の加熱等に利用することができるのは、巡回成分を与えた気流による置換空調を用いることで高温の給気でも温度条件を満たせるようにしたが故であり、一般的な置換空調ではこのような熱の有効利用は実現不可能である。

[0048] なお、上記実施形態では、外調機ユニット 6 において冷却コイル 6 C で外気を除湿する前提で説明したが、このような除湿処理は、例えば、湿度の高い夏期のみ行い、湿度の低い冬期は除湿を省略してもよい。例えば、冬期において除湿を省略する場合、空調システム 1 は、冷却コイル 6 C の熱媒の流通を弁で

停止し、加熱コイル 6 B と再熱コイル 6 D で外気の加熱のみを行うようにしてもよい。

[0049] また、上記実施形態では、外調機ユニット 6 が加熱コイル 6 B と再熱コイル 6 D の両方を備える形態であったが、空調システム 1 は、例えば、外調機ユニット 6 から加熱コイル 6 B を省略したものであってもよい。再熱は加熱の一種であるため、この場合、再熱コイル 6 D が本願でいう「加熱コイル」の一例に該当することになる。

[0050] <変形例>

図 6 は、空調システム 1 の第 1 変形例を示した図である。上記実施形態の空調システム 1 は、例えば、図 6 に示すように、空調対象室 2 の天井面に設けられた空調吸込口から吸い込んだ空気を空調対象室 2 の内部または外部の空調機器で処理し、吹出口ユニット 4 の空調吹出口から吹き出す形態に変形してもよい。このような変形例であっても、空調対象室 2 の天井面に設けられた空調吸込口から吸い込んだ空気に含まれる装置 3 の熱を、外調機ユニット 6 における空気の加熱に利用することが可能である。よって、外調機ユニット 6 に取り込まれた外気の加熱や、外気を冷却コイル 6 C で除湿した後の空気の加熱に、装置 3 で発生した熱が有効利用され、空調システム 1 全体が消費する空調エネルギーを抑制することが可能である。本第 1 変形例においても、上記実施形態と同様に、冬期において除湿を省略する場合は冷却コイル 6 C の熱媒の流通を弁で停止し、加熱コイル 6 B と再熱コイル 6 D で外気の加熱のみを行うようにしてもよい。

[0051] 図 7 は、空調システム 1 の第 2 変形例を示した図である。上記実施形態の空調システム 1 は、例えば、外調機ユニット 6 から送られる冷気を、吹出口ユニット 4 の代わりに室内機ユニット 5 へ送る形態に変形してもよい。このような変形例であっても、室内機ユニット 5 が吸い込んだ空気に含まれる装置 3 の熱を、外調機ユニット 6 における空気の加熱に利用することが可能である。よって、外調機ユニット 6 に取り込まれた外気の加熱や、外気を冷却コイル 6 C で除湿した後の空気の加熱に、装置 3 で発生した熱が有効利用され、空調シ

ステム 1 全体が消費する空調エネルギーを抑制することが可能である。本第 2 変形例においても、上記実施形態と同様に、冬期において除湿を省略する場合は冷却コイル 6 C の熱媒の流通を弁で停止し、加熱コイル 6 B と再熱コイル 6 D で外気の加熱のみを行うようにしてもよい。

[0052] 図 8 は、変形例に係る熱源システムの系統図である。空調システム 1 の熱源システム 8 は、例えば、図 8 に示すように変形してもよい。すなわち、熱源システム 8 は、上述した室内機ユニット 5 に相当する室内機ユニット 5 1 の他に、例えば、吸熱コイル 5 B を通過した熱媒が外調機ユニット 6 を通らずに熱媒還りヘッダ 8 A 4 へ直接戻る室内機ユニット 5 2 を含んでいてもよい。空調システム 1 が処理する空調対象室 2 が広大であり、空調対象室 2 に多数の室内機ユニット 5 が設置されるような形態の場合、室内機ユニット 5 が吸い込む空気の温度は装置 3 や室内機ユニット 5 のレイアウトに応じて大きく異なる場合がある。そこで、例えば、吸い込む空気の温度が空調対象室 2 の中でも比較的低い箇所に設置される箇所に室内機ユニット 5 2 を配置し、吸い込む空気の温度が空調対象室 2 の中でも比較的高い箇所に設置される箇所に室内機ユニット 5 1 を配置すれば、装置 3 で発生した熱を有効利用し、空調システム 1 全体が消費する空調エネルギーを抑制することが可能である。

[0053] また、空調システム 1 の熱源システム 8 は、上記の熱媒系統 8 A の他に、外調機ユニット 6 に流入する空気を冷却コイル 6 C よりも低温にするための冷水系統を有しており、外調機ユニット 6 に当該冷水系統の冷水が流れる冷却コイルが備わっていてもよい。このような冷水系統と冷却コイルが備わっていれば、例えば、気象条件等により外気が高湿の場合であり、且つ、空調対象室 2 に導入可能な外気の湿分条件が低湿な場合であっても、空調システム 1 は、低温にした外気を空調対象室 2 へ導入することが可能である。

[0054] その他、空調システム 1 は適宜の形態に変形可能である。例えば、上記実施形態の空調システム 1 では、吸熱コイル 5 B を通過する熱媒を装置 3 から発生する熱では十分に加熱できない場合に備え、吸熱コイル 5 B から加熱コイル 6 B と再熱コイル 6 D へ流れる熱媒を温水系統 8 C の温水の熱で加熱する手段

が熱源システム 8 に設けられていたが、このような加熱手段を省略してもよいし、或いは、温水系統 8 C の温水を外調機ユニット 6 内のコイルに通水して温水系統 8 C が空気を直接加熱する形態を採ってもよい。

符号の説明

- [0055] 1・・・空調システム
2・・・空調対象室
3・・・装置
4・・・吹出口ユニット
4 C・・・フィルタ
5・・・室内機ユニット
5 A・・・電動ファン
5 B・・・吸熱コイル
5 C・・・フィルタ
5 D・・・空調吸込口
5 E・・・空調吹出口
6・・・外調機ユニット
6 A・・・フィルタ
6 B・・・加熱コイル
6 C・・・冷却コイル
6 D・・・再熱コイル
6 E・・・電動ファン
7・・・ダクト
8・・・熱源システム
8 A・・・熱媒系統
8 B・・・冷却水系統
8 C・・・温水系統
8 A 1・・・冷凍機
8 A 2・・・熱媒循環ポンプ

8 A 3 ・ ・ 熱媒送りヘッダ
8 A 4 ・ ・ 熱媒還りヘッダ
8 A 5 ・ ・ 熱媒ブースターポンプ
8 A 6, 8 A 7 ・ ・ 温度センサ
8 A 8, 8 A 9, 8 A 1 7 ・ ・ 調整弁
8 A 1 0 ~ 8 A 1 6, 8 A 1 8, 8 A 1 9 ・ ・ 熱媒配管
8 B 1 ・ ・ 冷却水循環ポンプ
8 B 2 ・ ・ 冷却塔
8 B 3, 8 B 4 ・ ・ 冷却水配管
8 C 1 ・ ・ 調整弁
8 C 2 ・ ・ 熱交換器
8 C 3, 8 C 4 ・ ・ 温水配管

請求の範囲

- [請求項1] 熱を発する装置が設置された空調対象室を置換空調する空調システムであって、
- 前記空調対象室の下部において空気を吹き出す空調吹出口と、
- 前記空調対象室の上部において空気を吸い込む空調吸入口と、
- 前記空調吸入口から吸い込んだ空気が通る吸熱コイルと、
- 外気を前記空調対象室へ給気する外調機であって、前記吸熱コイルを通過した熱媒により外気を加熱する加熱コイルを有する外調機と、を備える、
- 空調システム。
- [請求項2] 前記空調吹出口には、吹き出す空気に旋回成分を与えるフィンが設けられている、
- 請求項1に記載の空調システム。
- [請求項3] 前記空調対象室には、前記熱を発する装置の仕様に基づく温度条件が前記空調対象室の下部空間に設定されており、
- 前記吸熱コイルは、前記空調吸入口から吸い込んだ空気により熱媒を前記温度条件より高い温度にすることが可能な熱交換能を有する、
- 請求項2に記載の空調システム。
- [請求項4] 前記吸熱コイルから前記加熱コイルへ通じる熱媒の経路には、前記吸熱コイルを通過した熱媒が所定の温度未満の場合に熱媒を加熱するための加熱手段が設けられている、
- 請求項3に記載の空調システム。
- [請求項5] 前記外調機は、外気を除湿する冷却コイルを更に有し、
- 前記空調システムは、
- 前記冷却コイルに熱媒で冷熱を供給する冷凍機と、
- 前記冷凍機に冷却水を供給する冷却塔と、を更に備え、

前記冷却塔は、前記冷凍機へ流す冷却水を前記冷凍機の運転効率が高くなる温度にする、

請求項 4 に記載の空調システム。