

明 細 書

発明の名称： 輻射空調装置、輻射ユニット及び輻射空調システム

技術分野

[0001] 本発明は、輻射空調装置、輻射ユニット及び輻射空調システムに関する。

背景技術

[0002] 近年、屋内の冷房や暖房を輻射空調により行う天井用冷暖房パネルが提案されている（例えば、特許文献 1 参照）。

[0003] 特許文献 1 に記載された天井用冷暖房パネルは、金属製の板状の輻射パネル（金属パネルともいう。）と、熱媒体が流れる樹脂製の熱交換パイプと、輻射パネルの裏面上に熱交換パイプを部分的に固定する金属製の複数の保持部材とを備える。この天井用冷暖房パネルは、熱交換パイプが固定された複数の輻射パネルを天井側に敷設して使用される。この天井用冷暖房パネルによれば、加熱又は冷却された熱媒体を熱交換パイプに流すことで、金属パネルが加熱又は冷却され、金属パネルの床面側の面が赤外線を放射又は吸収する輻射面となって屋内の輻射空調が行われる。

先行技術文献

特許文献

[0004] 特許文献 1：特許第 5 2 2 4 1 7 1 号公報

特許文献 2：特許第 5 8 8 7 5 7 7 号公報

発明の概要

発明が解決しようとする課題

[0005] しかし、従来の天井用冷暖房パネルによると、床面側の面が輻射面となる輻射部材として金属パネルを用い、熱交換パイプを固定する保持部材として金属製のものを用い、複数の金属パネルを天井全体に敷設するために格子状に組まれた枠部材（一般的には金属製）を用いることになるため（例えば、特許文献 2 参照）、天井用冷暖房パネル全体の重量が重くなり、搬送時や設置時における作業者の負担となっている。

[0006] したがって、本発明の課題は、運搬時や設置時等における作業負担を軽減することが可能な輻射空調装置、輻射ユニット及び輻射空調システムを提供することにある。

課題を解決するための手段

[0007] 本発明は、上記課題を解決するため、屋内の天井面との間に第1空間を設けて前記天井面よりも狭い領域に配置され、熱媒体が前記天井面に略平行に流れる複数の流路部分を有する管状部材と、前記管状部材との間に第2空間を設けて前記管状部材の前記天井面と反対側に輻射面として露出するように前記天井面よりも狭い領域に配置され、前記管状部材との間で直接熱交換する布製の輻射部材と、を備えた輻射空調装置を提供する。

また、本発明は、上記課題を解決するため、平面視において内側の領域を囲むように矩形状に形成された枠体と、熱媒体が流れる複数の流路部分を有し、前記枠体の前記内側の領域に配置されるように前記枠体に取り付けられた管状部材と、前記管状部材との間に空間を設けて前記管状部材の一方側に輻射面として露出するように前記枠体の前記内側の領域に配置されて前記枠体に取り付けられ、前記管状部材との間で直接熱交換する布製の輻射部材と、を備えた輻射ユニットを提供する。

また、本発明は、上記課題を解決するため、複数の前記輻射空調装置と、前記複数の輻射空調装置の前記管状部材に温度及び流量が制御された前記熱媒体を循環させる熱源機と、を備えた輻射空調システムを提供する。

発明の効果

[0008] 本発明によれば、運搬時や設置時等における作業負担を軽減することが可能な輻射空調装置、輻射ユニット及び輻射空調システムを提供することができる。

図面の簡単な説明

[0009] [図1A]図1Aは、本発明の第1の実施の形態に係る輻射空調システムを構成する輻射空調装置の設置状態の一例を示す正面図である。

[図1B]図1Bは、図1AのA-A線断面図である。

[図2]図2は、図1に示す輻射空調装置の平面図である。

[図3]図3は、熱交換マットの構成の一例を示す図である。

[図4]図4は、第1の熱交換マット及び第2の熱交換マットを取り付ける第1の取付部の一例を示す要部斜視図である。

[図5]図5は、幕部材を取り付ける第2の取付部の一例を示す要部斜視図である。

[図6]図6は、制御装置の構成の一例を示すブロック図である。

[図7]図7は、熱源機と熱交換マットとの間の熱媒体の経路の一例を模式的に示す平面図である。

[図8]図8は、本発明の第2の実施の形態に係る輻射空調システムを構成する輻射空調装置の設置状態の一例を示す正面図である。

[図9A]図9Aは、図8に示す輻射空調装置の平面図である。

[図9B]図9Bは、図9AのC部拡大図である。

[図10]図10は、熱交換マット及び幕部材の取付部の一例を示す要部斜視図である。

[図11A]図11Aは、変形例1に係る輻射空調システムを構成する輻射空調装置の設置状態の一例を示す図12のE-E線断面図である。

[図11B]図11Bは、図11AのD部拡大図である。

[図12]図12は、図11Aに示す輻射空調装置の平面図である。

[図13]図13は、変形例2に係る輻射空調システムを構成する輻射空調装置の設置状態の一例を示す要部正面図である。

[図14]図14は、変形例3を示す要部平面図である。

[図15]図15は、変形例4に係る幕部材の図1Aに示すB-B線断面図である。

[図16]図16は、変形例4に係る幕部材を取り付ける第2の取付部の一例を示す斜視図である。

[図17]図17は、変形例6に係る輻射空調システムの正面図である。

[図18A]図18Aは、図17に示す輻射空調装置の平面図である。

[図18B]図18Bは、図18AのF部拡大図である。

[図19A]図19Aは、変形例7に係る輻射空調装置を斜め上方から見て模式的に示す斜視図である。

[図19B]図19Bは、変形例7に係る輻射空調装置を斜め下方から見て模式的に示す斜視図である。

[図19C]図19Cは、図19Aにおいてロール式カーテンを下げた状態の輻射空調装置を模式的に示す斜視図である。

[図20]図20は、図19Aに示す輻射空調装置のユニットの平面図である。

[図21A]図21Aは、図20のG-G線断面図である。

[図21B]図21Bは、図21AのH部拡大図である。

発明を実施するための形態

[0010] 以下、本発明の実施の形態について図面を参照して説明する。なお、各図中、実質的に同一の機能を有する構成要素については、同一の符号を付してその重複した説明を省略する。

[0011] [第1の実施の形態]

図1A、図1B及び図2は、本発明の第1の実施の形態に係る輻射空調システムを構成する輻射空調装置の設置状態の一例を示し、図1Aは正面図、図1Bは図1AのA-A線断面図、図2は平面図である。

[0012] 図1A中、符号a、bは、赤外線、遠赤外線等の輻射熱（放射熱ともいう。）を示し、cは対流を示す。輻射熱a、bの向きは、冷房運転モード時の向きを示しているが、暖房運転モード時は図1Aとは逆向きとなる。なお、本明細書及び図面において、Xは後述する熱交換マット2及び幕部材3の長手方向を示し、Xaは長手方向Xの一方の側（図1A、図2における左側）、Xbは長手方向Xの他方の側（図1A、図2における右側）を示す。また、Yは熱交換マット2及び幕部材3の長手方向Xに直交する短手方向を示し、Yaは短手方向Yの一方の側（図1Bにおける左側、図2における手前側）、Ybは短手方向Yの他方の側（図1Bにおける右側、図2における奥側）を示す。

- [0013] この輻射空調システム 10 は、例えば、居室 100 内に並列して配置された複数（本実施の形態では 2 つ）の輻射空調装置 1 と、輻射空調装置 1 を構成する第 1 の熱交換マット 2 A 及び第 2 の熱交換マット 2 B（これらを総称するときは、以下「熱交換マット 2」ともいう。）に温度及び流量が制御され所定の温度に加熱又は冷却された水等の熱媒体を循環させる熱源機 11 とを備えている。
- [0014] また、輻射空調システム 10 は、輻射及び対流（気流ともいう。）によって熱交換を行い、居室 100 内を冷暖房する機能を有する。居室 100 は、例えば、戸建て住宅、集合住宅、病院等の建物の寝室や居間等である。なお、輻射空調装置 1 を設置する屋内は、居室 100 以外にオフィスビル、工場、公共施設等の屋内でもよい。居室 100 内は、屋内の一例である。
- [0015] 輻射空調装置 1 は、天井 101 の表面（以下「天井面 101 a」という。）との間に第 1 空間（例えば、長手方向 X の中心で 300 mm の間隔）S a を設けて天井面 101 a よりも狭い領域に配置された第 1 の熱交換マット 2 A と、第 1 の熱交換マット 2 A の天井面 101 a と反対側に天井面 101 a よりも狭い領域に配置された第 2 の熱交換マット 2 B と、第 2 の熱交換マット 2 B の天井面 101 a と反対側に赤外線を放射又は吸収する輻射面 3 a として露出するように第 2 の熱交換マット 2 B との間に第 2 空間（例えば、長手方向 X の中心で 200 mm の間隔）S b を設けて天井面 101 a よりも狭い領域に配置された布製の幕部材 3 とを備える。
- [0016] なお、図 1 A では、第 2 の熱交換マット 2 B を第 1 の熱交換マット 2 A に接触するように図示しているが、図 1 B に示すように、第 1 の熱交換マット 2 A に接触しないように配置してもよい。ここで、第 1 の熱交換マット 2 A は、第 1 の管状部材の一例である。第 2 の熱交換マット 2 B は、第 2 の管状部材の一例である。幕部材 3 は、輻射部材の一例である。第 1 の熱交換マット 2 A 及び第 2 の熱交換マット 2 B は、複数の流路部分を天井面 101 a に対向する方向（上下方向）に層状に有する管状部材の一例である。例えば、輻射空調装置 1 を構成する熱交換マット 2 を 3 つ以上とし、後述する熱交換

パイプ２３を天井面１０１aに対向する方向（上下方向）に層状に配置してもよい。熱交換パイプ２３は、流路部分の一例である。また、熱交換マット２を層状に設けずに１つの熱交換マット２を用いてもよい。このことは他の実施の形態及び変形例においても同様である。

[0017] また、輻射空調システム１０は、温度及び湿度が調整された空気を生成するエアコン等の空気調和機８と、２つの輻射空調装置１の一方の輻射空調装置１の第１の熱交換マット２Ａ又は第２の熱交換マット２Ｂの周囲の露点温度を検出する露点温度センサ９１と、露点温度センサ９１が検出した露点温度に基づいて温度制御を行う後述する制御装置９とを備えている。空気調和機８は、気流生成部の一例である。なお、空気調和機８は、必須の構成ではなく、結露の発生状況によっては設けなくてもよい。また、空気調和機８は、温度及び湿度の少なくとも一方が調整された空気を生成してもよい。

[0018] なお、広い範囲で結露の発生を抑制するため、図２に示すように、露点温度センサ９１を空気調和機８の室内機から遠い方の熱交換マット２の近傍に配置したが、露点温度センサ９１を空気調和機８の室内機に近い方の熱交換マット２と遠い方の熱交換マット２の両方に配置し、検出された２つの露点温度の平均値を採用してもよい。また、本実施の形態では、図２に示すように、ベッド１１０を２つ配置したが、ベッド１１０を１つ配置してもよい。この場合、ベッド１１０に近い方の結露の発生を抑制するため、露点温度センサ９１をベッド１１０に近い方の熱交換マット２の近傍に配置してもよい。また、図１では、露点温度センサ９１を第２の熱交換マット２Ｂの近傍に配置したが、第１の熱交換マット２Ａの近傍に配置してもよく、第１の熱交換マット２Ａの近傍と第２の熱交換マット２Ｂの近傍の両方に配置し、検出された２つの露点温度の平均値を採用してもよい。

[0019] 空気調和機８は、室内機を構成するものとして、略箱形状の筐体８０と、筐体８０内に配置され、温度及び湿度が調整された空気を送風するファン８１と、ファン８１から送風された空気を気流として吹き出す吹出し口８２と、吹出し口８２の周囲に設けられ、ファン８１から送風された空気を気流

として生成し、気流dを幕部材3の輻射面3aに沿って通過させるとともに、幕部材3の開口を介して熱交換マット2に向けて吹き付ける気流制御板83a、83bとを備え、さらに屋外に設置され、室内機からの冷媒と屋外の空気との間で熱交換を行う室外機（図示せず）と、リモートコントローラ（図示せず）とを備えている。また、空気調和機8は、リモートコントローラにより空気調和機8のON/OFFの指示や吹き出す空気の温度及び湿度を設定できるように構成されている。空気調和機8から吹き出される気流dは、図2に示すように、近くの幕部材3だけでなく、隣の幕部材3に向かって流れる。冷房運転モード時等において熱交換マット2の熱交換パイプ23の表面に結露が発生するおそれがある場合には、熱交換マット2に向けて吹き付ける気流dの温度及び湿度の一方又は両方を制御するか、熱源機11から熱交換マット2に供給する熱媒体の温度を後述する制御部90により制御することで、熱交換パイプ23の表面に結露が発生するのを抑制してもよい。

[0020] 本実施の形態では、図2に示すように、居室100内の床103の表面（以下「床面103a」という。）に2つのベッド110が配置され、輻射空調装置1が各ベッド110の上方にそれぞれ配置されている。なお、ベッド110の代わりに布団を用いてもよい。ここで、ベッド110及び布団は、就寝具の一例である。また、ベッド110は、同図ではシングルベッドであるが、セミダブルベッドやダブルベッドでもよい。熱交換マット2及び幕部材3は、平面視において、ベッド110よりも広い面積を有する。なお、熱交換マット2及び幕部材3は、ベッド110の面積（全体の縦×横の長さ）に応じた面積（全体の縦×横の長さ）、すなわちベッド110の面積と同程度の面積を有するものでもよい。同程度の面積とは、縦横のサイズがそれぞれ30%程度の差を許容する意味である。また、熱交換マット2及び幕部材3は、平面視において、長手方向Xに長い長方形に限られず、正方形でもよい。このことは他の実施の形態及び変形例においても同様である。

[0021] 第2の熱交換マット2Bは、図1Bに示すように、第1の熱交換マット2Aに対して短手方向Yの一方の側Yaに後述する熱交換パイプ23の間隔の

1 / 2 分ずらして配置している。これにより、熱交換パイプ 2 3 の床面 1 0 3 a に対向する面積（床面 1 0 3 a への投影面積）が増えるため、第 2 の熱交換マット 2 B を短手方向 Y にずらさない構成と比較して輻射成分を約 1.6 倍に増大させることができる。熱交換パイプ 2 3 は、熱媒体が天井面 1 0 1 a に略平行に流れるように、天井面 1 0 1 a に略平行に配置されている。略平行とは、厳密な意味での平行ではなく、数度の傾きを許容する意味であり、また熱交換パイプ 2 3 の両端部を支持した場合に、重力により熱交換パイプ 2 3 が懸垂線に沿う形態となることを許容する意味である。

[0022] 幕部材 3 は、高い輻射性能を発揮するために、放射率が 7 0 % 以上、かつ、熱伝導率が $0.3 \text{ W} / (\text{m} \cdot \text{K})$ 以上が好ましい。また、幕部材 3 は、対流 c や気流 d の通過を妨げないために、開口率 3 % 以上が好ましく、1 0 % 以上がより好ましい。このような幕部材 3 として、例えば、シルク（絹）1 0 0 % のシルク布、ポリエチレンが主体の樹脂製のスリットシート、麻 1 0 0 % の麻布、綿花 1 0 0 % のキュープラ等を用いることができる。なお、シルク、樹脂、麻、綿等の複数種類が混在したものでもよい。

[0023] （熱交換マット及び幕部材の取付構造）

また、輻射空調装置 1 は、第 1 の熱交換マット 2 A 及び第 2 の熱交換マット 2 B の長手方向 X の両端部を壁 1 0 2 に取り付ける複数（例えば、2 つ）の第 1 の取付部 4 A と、幕部材 3 の長手方向 X の両端部を壁 1 0 2 に取り付ける複数（例えば、2 つ）の第 2 の取付部 4 B とを備える。第 1 の取付部 4 A 及び第 2 の取付部 4 B は、取付部、第 1 の熱交換マット 2 A、第 2 の熱交換マット 2 B 及び幕部材 3 を屋内に配置する配置部の一例である。壁 1 0 2 は、屋内の側方の壁の一例である。

[0024] 第 1 の取付部 4 A は、壁 1 0 2 に取り付けられる一対の壁取付部材 4 0 と、第 1 の熱交換マット 2 A 及び第 2 の熱交換マット 2 B に長手方向 X に張力を付与しつつ第 1 の熱交換マット 2 A 及び第 2 の熱交換マット 2 B を一対の壁取付部材 4 0 に取り付けるマット取付部材 4 1 とを備える。第 2 の取付部 4 B は、壁 1 0 2 に取り付けられる一対の壁取付部材 4 0 と、幕部材 3 に長

手方向Xに張力を付与しつつ幕部材3を一对の壁取付部材40に取り付ける幕取付部材42とを備える。第1の取付部4A及び第2の取付部4Bの詳細については、図4及び図5を参照して後述する。配置部は、第1の熱交換マット2A、第2の熱交換マット2B及び幕部材3と屋内の側方の壁102との間に第3空間Scを設けることにより、居室100内の温度差により発生する気流が第1空間Sa、第2空間Sb、第3空間Sc及び幕部材3の床面103a側の第4空間Sdを通過できるように第1の熱交換マット2A、第2の熱交換マット2B及び幕部材3を居室100内に配置する。なお、幕部材3に短手方向Yにのみ張力を付与してもよく、長手方向X及び短手方向Yに張力を付与してもよい。このことは他の実施の形態及び変形例においても同様である。また、第1の熱交換マット2A及び第2の熱交換マット2Bの長手方向Xの中間部を支持してもよい。このことは他の実施の形態及び変形例においても同様である。

[0025] (熱源機の構成)

熱源機11は、例えば、圧縮器、凝縮器、蒸発器、モータ等を備え、四方弁を用いて冷媒の流れを逆転させることで、冷房運転モードと暖房運転モードとを切り替えられるように構成されている。熱源機11は、第1の熱交換マット2A及び第2の熱交換マット2Bに供給ライン12及び戻りライン13を介して接続されている。

[0026] 熱源機11は、冷房運転モード時に冷却された熱媒体を供給ライン12を介して第1の熱交換マット2A及び第2の熱交換マット2Bに供給し、暖房運転モード時に加熱された熱媒体を供給ライン12を介して第1の熱交換マット2A及び第2の熱交換マット2Bに供給する。第1の熱交換マット2A及び第2の熱交換マット2Bを通過した熱媒体は、戻りライン13を介して熱源機11に戻る。なお、同図では、複数の輻射空調装置1に対して1つの熱源機11を設けているが、輻射空調装置1ごとに熱源機11を設けてもよい。

[0027] (熱交換マットの構成)

図3は、熱交換マット2の構成の一例を示す図である。熱交換マット2は、長手方向Xの一方の側Xaであって熱媒体が供給される側に配置される供給側メインパイプ20と、長手方向Xの他方の側Xb、すなわち熱媒体が折り返す側に配置される折り返し側メインパイプ21と、長手方向Xの一方の側Xaであって熱媒体が戻る側に配置される戻り側メインパイプ22と、供給側メインパイプ20及び戻り側メインパイプ22と折り返し側メインパイプ21とを接続する複数の熱交換パイプ23と、熱交換パイプ23の間隔を保持する複数の保持部材24とを備える。なお、保持部材24を設けなくてもよい。また、図3に示す矢印は、熱媒体の流れを示す。ここで、供給側メインパイプ20及び戻り側メインパイプ22は、第1のメインパイプの一例である。折り返し側メインパイプ21は、第2のメインパイプの一例である。

[0028] 熱交換マット2は、例えばポリプロピレン等の熱可塑性樹脂からなり、供給側メインパイプ20、折り返し側メインパイプ21、戻り側メインパイプ22及び熱交換パイプ23をそれぞれ押出成形し、これらを溶着して組み立てたものである。なお、熱交換マット2は、射出成形等により一体的に形成してもよい。供給側メインパイプ20、折り返し側メインパイプ21及び戻り側メインパイプ22は、熱交換パイプ23の内径よりも大きい内径を有する。

[0029] 熱交換パイプ23は、表面積を増やして高い輻射性能を発揮するために、ピッチを小さくして本数を多くするのが好ましい。熱交換パイプ23のピッチは、例えば、10～50mmが好ましく、10～20mmがより好ましい。熱交換マット2は、隣り合う熱交換パイプ23の間に隙間が存在することによって全体として約10～94%の開口率を有する。例えば、熱交換パイプ23の外径を3.4mm、ピッチを8～20mmとした場合、開口率は58～83%となる。

[0030] 熱交換マット2の材料の熱可塑性樹脂は、金属に比べて熱伝導率が低いために、熱交換パイプ23の肉厚を薄く成形する必要がある。また、熱交換パ

イプ23の外径を細く成形することで内圧に対する強度を維持する必要がある。このため、熱交換パイプ23の外径は、例えば、3～15mmが好ましく、3～8mmがより好ましい。

[0031] 供給側メインパイプ20は、一端に供給口20aを有する。戻り側メインパイプ22は、一端に排出口22aを有する。供給側メインパイプ20の供給口20aには、熱源機11から供給ライン12が接続されている。戻り側メインパイプ22の排出口22aには、熱源機11から戻りライン13が接続されている。なお、供給側メインパイプ20及び戻り側メインパイプ22と折り返し側メインパイプ21は、互いに平行に配置されているが、平行でなくてもよい。供給側メインパイプ20及び戻り側メインパイプ22は、互いに対向する端面が接続されていてもよい。

[0032] 供給口20aを有する供給側メインパイプ20と排出口22aを有する戻り側メインパイプ22を折り返し側メインパイプ21に対向して同じ側（一方の側Xa）に配置することにより、熱源機11に接続される供給ライン12及び戻りライン13の距離を短くすることができることから、配管経路が短くなることで軽量化が図れ、設置作業の負担を軽減することができる。

[0033] （熱交換マットを取り付ける取付部の構成）

図4は、第1の熱交換マット2A及び第2の熱交換マット2Bを取り付ける第1の取付部4Aの一例を示す要部斜視図である。なお、同図は、第1の熱交換マット2A及び第2の熱交換マット2Bの長手方向Xの他方の側Xbの端部を壁102に取り付ける第1の取付部4Aを示す。第1の熱交換マット2A及び第2の熱交換マット2Bの長手方向Xの一方の側Xaの端部を壁102に取り付ける第1の取付部4Aも同図と同様の構成になっている。

[0034] 第1の取付部4Aは、壁102にビス40a等により取り付けられる一对の壁取付部材40と、第1の熱交換マット2A及び第2の熱交換マット2Bに長手方向Xに沿って張力を付与しつつ第1の熱交換マット2A及び第2の熱交換マット2Bを一对の壁取付部材40に取り付けるマット取付部材41とを備える。熱交換マット2に付与する張力の方向を熱交換パイプ23の方

向（長手方向X）に一致させているため、熱交換パイプ23の変形や破損を抑制することができる。

[0035] マット取付部材41は、上層の第1の熱交換マット2Aの折り返し側メインパイプ21の周面にタイラップ、紐等の結束バンド411により固定されたパイプ410と、パイプ410の内部を挿通させるワイヤ412と、ワイヤ412を一方の壁取付部材40の開口40bを挿通させ、その端部を固定する固定部413と、ワイヤ412の他方を他方の壁取付部材40の開口40bに挿通させ、その端部を一对の壁取付部材40間のワイヤ412の長さを調整可能に固定する調整部414とを備える。

[0036] 同図では、結束バンド411で下層の第2の熱交換マット2Bの折り返し側メインパイプ21も同時に固定している。一对の壁取付部材40間のワイヤ412の長さを調整することにより、第1の熱交換マット2A及び第2の熱交換マット2Bに付与する張力を調整することができる。マット取付部材41により第1の熱交換マット2A及び第2の熱交換マット2Bを壁取付部材40に取り付けることより、第1の熱交換マット2A及び第2の熱交換マット2Bは懸垂線に沿う形態になる。

[0037] （幕部材を取り付ける取付部の構成）

図5は、幕部材3を取り付ける第2の取付部4Bの一例を示す要部斜視図である。なお、同図は、幕部材3の長手方向Xの他方の側Xbの端部を壁102に取り付ける第2の取付部4Bを示す。幕部材3の長手方向Xの一方の側Xaの端部を壁102に取り付ける第2の取付部4Bも同図と同様の構成になっている。

[0038] 第2の取付部4Bは、壁102にビス40a等により取り付けられる一对の壁取付部材40と、幕部材3に長手方向Xに沿って張力を付与しつつ幕部材3を一对の壁取付部材40に取り付ける幕取付部材42とを備える。

[0039] 幕取付部材42は、幕部材3の長手方向Xの袋状になっている端部3bの内部に挿通させるパイプ420と、パイプ420の内部に挿通させるワイヤ422と、ワイヤ422を一方の壁取付部材40の開口40bに挿通させ、

その端部を固定する固定部423と、ワイヤ422の他方を他方の壁取付部材40の開口40bに挿通させ、その端部を一对の壁取付部材40間のワイヤ422の長さを調整可能に固定する調整部424とを備える。一对の壁取付部材40間のワイヤ422の長さを調整することにより、幕部材3に付与する張力を調整することができ、熱交換マット2との間の距離を調整することができる。幕取付部材42により幕部材3を壁取付部材40に取付けることより、幕部材3は懸垂線に沿う形態になる。

[0040] (制御装置の構成)

図6は、制御装置9の構成の一例を示すブロック図である。制御装置9は、制御部90と、制御部90に接続された露点温度センサ91及び操作部92を備えている。

[0041] 制御部90は、プログラム、各種データ等が記憶されたメモリと、プログラムに従って動作することにより熱源機11に対する制御を行うCPUとを備えている。制御部90は、熱交換マット2の周囲の温度が露点温度センサ91によって検出された露点温度を超えないように、メモリに記憶されている熱媒体の送出時の温度と露点温度の関係を示すテーブルに基づいて、熱源機11から熱交換マット2に送出する熱媒体の温度を制御する。

[0042] 露点温度センサ91は、例えば、鏡面冷却式や静電容量式の露点温度センサを用いることができる。操作部92は、例えば、タッチパネルディスプレイ等を用いることができ、タッチパネルディスプレイに表示されたボタンの操作により、制御部90が熱源機11の四方弁を切り替えて冷房運転モードと暖房運転モードの切り替えができるように構成されている。

[0043] (第1の実施の形態の作用)

次に、第1の実施の形態に係る輻射空調システム10の動作の一例について図7を参照して説明する。図7は、熱源機11と熱交換マット2との間の熱媒体の経路の一例を模式的に示す平面図である。図7中、矢印は熱媒体の流れる方向を示す。なお、保持部材24の図示を省略する。

[0044] 熱源機11から温度及び流量が制御された熱媒体が供給ライン12を介し

て上層に位置する２つの第１の熱交換マット２Ａ、及び下層に位置する２つの第２の熱交換マット２Ｂの供給側メインパイプ２０の供給口２０ａに導入される。その後、熱媒体は、図７の矢印に示すように、供給側メインパイプ２０の供給口２０ａとは反対側の端部に向かって流れるとともに、各熱交換パイプ２３に分岐する。各熱交換パイプ２３に分岐した熱媒体は、折り返し側メインパイプ２１で折り返して、再び各熱交換パイプ２３に分岐する。各熱交換パイプ２３に分岐した熱媒体は、戻り側メインパイプ２２で合流して戻り側メインパイプ２２の排出口２２ａから戻りライン１３を介して熱源機１１に戻る。熱媒体が熱交換パイプ２３を通過する間に、熱交換パイプ２３で熱交換が行われる。

[0045] 熱交換パイプ２３で熱交換が行われている間に、例えば、冷房運転モード時の場合、図１Ａに示すように、人Ｐから幕部材３に向かって輻射熱ａが放射され、幕部材３から熱交換パイプ２３に向かって輻射熱ｂが放射される。また、図１Ａに示すように、居室１００内の温度差により、第１の熱交換マット２Ａ及び第２の熱交換マット２Ｂの熱交換パイプ２３の間、及び幕部材３の開口を通して対流ｃが発生する。例えば、冷房運転モード時に第１の熱交換マット２Ａ及び第２の熱交換マット２Ｂに熱媒体として冷水を供給すると、第１の熱交換マット２Ａ及び第２の熱交換マット２Ｂの周囲の空気が冷却され、周囲の空気の密度が増加して下降し、これが連続することによって下降気流として対流ｃが発生する。幕部材３は、第１の熱交換マット２Ａ及び第２の熱交換マット２Ｂからの対流ｃと第１の熱交換マット２Ａ及び第２の熱交換マット２Ｂへの輻射熱ｂによって冷却され、人Ｐからの輻射熱ａを幕部材３の輻射面３ａで吸収する。居室１００内のベッド１１０で就寝する人Ｐは、輻射熱ａが吸収されるだけでなく、幕部材３の開口を通して対流ｃを受けることになる。また、人Ｐは、幕部材３の周囲を通して対流ｃを受ける場合もある。

[0046] （第１の実施の形態の効果）

第１の実施の形態に係る輻射空調システム１０によれば、以下の効果を奏

する。

- [0047] (a) 熱交換マット2を下面側から支持する従来の金属パネルを用いていないため、軽量で取扱が容易となる。このため、輻射空調装置1の運搬時や設置時等における作業負担を軽減することが可能となり、コストダウンと工期短縮が可能となる。例えば、従来の金属パネルの単位重量を 1.94 kg/m^2 、金属パネルを支持する枠部材の単位重量を 1.30 kg/m^2 、熱交換マット2の単位重量を 1.09 kg/m^2 とし、幕部材3の単位重量(0.004 kg/m^2)は小さいため無視し、第1の取付部4A及び第2の取付部4Bの重量(0.8 kg)を熱交換マット2と同等の敷設面積に換算した単位重量を 0.4 kg/m^2 とした場合、従来の合計の単位重量／本実施の形態の合計の単位重量 $= (1.94 + 1.30 + 1.09) / (1.09 + 0.4) = 2.91$ となり、本実施の形態の単位重量を従来の約3分の1に軽量化できる。さらに、輻射空調装置1を天井全体に配置するのではなく、就寝具の面積に応じた面積に配置することで、全体の重量の軽量化が図れる。
- [0048] (b) 従来の金属パネルを用いた構成と比較して、全能力(全冷房能力又は全暖房能力)が高くなる。このため、本実施の形態を従来の金属パネルと同能力とした場合の送水温度を緩和(冷却時は高く、暖房時は低く)することができる。例えば、冷房運転モード時に送水温度 16°C を $18\sim 20^{\circ}\text{C}$ に緩和することができる。したがって、結露対策として屋内の高い除湿能力が不要となるか、低い除湿能力で済むことになり、除湿に関して省コスト化、省エネ化を実現することができる。また、熱源機11の運転効率が向上することで、省エネを実現することができる。
- [0049] (c) 冷房運転モード時において、ベッド110で就寝する人Pは、輻射熱aが吸収されるだけでなく、幕部材3の開口を通して対流cを受けることができ、快適な輻射空調を行うことができる。すなわち、全能力(全冷房能力又は全暖房能力)に対する対流成分が従来の金属パネルを用いた構成と比較して増えるため、人Pが快適に感ずることができる環境(例えば、予想平均温冷感申告PMVが $-0.5 < \text{PMV} < +0.5$ の環境)を提供することができる。

可能となる。また、そよ風のような気流があることにより、就寝空間にゆらぎが生まれ、疲労回復の効果が得られる（例えば、梶本修身著「すべての疲労は脳が原因2」株式会社集英社、2016年12月21日発行、p117等参照）。

[0050] (d) 空気調和機8から吐出された温度及び湿度の一方又は両方が調整された空気の気流dを幕部材3を介して熱交換マット2に向けて吹き付けることにより、熱交換マット2の熱交換パイプ23の周囲の露点温度を高くすることができ、冷房運転モード時における熱交換マット2の周囲に結露の発生を抑制することができる。

[0051] [第2の実施の形態]

図8、図9A及び図9Bは、本発明の第2の実施の形態に係る輻射空調システムを構成する輻射空調装置の設置状態の一例を示し、図8は正面図、図9Aは平面図、図9Bは図9AのC部拡大図である。本実施の形態は、第1の実施の形態に対し、居室100内に1つのベッド110を配置し、ベッド110と対向する幕部材3との間の空間（以下「就寝空間」という。）を囲むカーテン6を備えるものである。以下、第1の実施の形態と異なる点を中心に説明する。

[0052] この輻射空調システム10は、第1の実施の形態と同様に、居室100内に並列して配置された2つの輻射空調装置1と、輻射空調装置1を構成する第1の熱交換マット2A及び第2の熱交換マット2Bに所定の温度に加熱又は冷却された水等の熱媒体を供給する熱源機11と、空気調和機8とを備えている。

[0053] また、輻射空調システム10は、ベッド110を囲むように床面103a上に配置されたフレーム5と、フレーム5に支持されたカーテン6とを備えている。すなわち、図8に示すように、居室100内の床面103aに1つのベッド110が配置され、2つの輻射空調装置1のうち一方の輻射空調装置1がベッド110の上方に配置され、他方の輻射空調装置1は一方の輻射空調装置1に隣接して配置されている。一方のベッド110上の就寝空間は、カーテン6によって囲われている。空気調和機8は、吹き出される気流d

の影響を人Pが受け難くするため、カーテン6で囲まれている方の一方の輻射空調装置1の側に配置されている。なお、居室100内に複数のベッド110を配置し、それぞれをカーテンで囲んでもよい。

[0054] なお、第2の熱交換マット2Bを第1の熱交換マット2Aに接近（例えば、長手方向Xの中心で50mm未満）させて配置してもよく、第1の熱交換マット2Aとの間に所定の間隔（例えば、長手方向Xの中心で50～150mm）を設けて配置してもよい。空気調和機8から吐出された気流dは、図8に示すように、幕部材3の輻射面3aに沿って通過するだけでなく、幕部材3の開口を介して第2の熱交換マット2Bや第1の熱交換マット2Aに向けて吹き付けられ、その後、第1の熱交換マット2A及び第2の熱交換マット2Bに沿って長手方向Xの他方の側Xbに向かって流れる。

[0055] 露点温度センサ91は、第1の実施の形態と同様に、第2の熱交換マット2Bと幕部材3との間に配置しているが、第1の熱交換マット2Aと第2の熱交換マット2Bとの間や、天井面101aと第1の熱交換マット2Aとの間に配置してもよい。

[0056] （フレームの構成）

フレーム5は、上部フレーム50と、上部フレーム50の四隅を床面103aから支持する4つの柱フレーム51とを備える。上部フレーム50は、平面視において四角形となるように構成されている。上部フレーム50及び柱フレーム51は、例えば、アルミニウム等の金属材料から形成されている。上部フレーム50及び柱フレーム51は、軽量化のために、例えば、角状又は丸状のパイプ部材を用いてもよい。上部フレーム50と柱フレーム51とは、溶接、ボルト締結等の公知の接続方法によって接続されている。なお、上部フレーム50は、平面視において4つの角部が湾曲した構造でもよい。また、フレーム5を床面103aから支持したが、柱フレーム51を用いずに上部フレーム50を天井101や壁102から支持してもよい。

[0057] （カーテンの構成）

カーテン6は、例えば、横引き式のカーテンであり、上部フレーム50の

下面に取り付けられたカーテンレール60と、カーテンレール60に吊り下げ具によって開閉可能に吊り下げられたカーテン生地61とを備える。吊り下げ具は、カーテンレール60を移動するローラと、カーテン生地61を固定する固定部とを備える。

[0058] カーテンレール60は、平面視において4つの角部が湾曲した四角形となるように構成されている。カーテン生地61は、例えば、1枚で全周を仕切ってもよく、複数枚で全周を仕切ってもよい。

[0059] カーテン生地61の素材は、外部から就寝空間に輻射熱や気流が侵入するのを遮断又は抑制する機能を有するものが好ましい。カーテン生地61の素材は、例えば、ポリエステル、アクリル等の化学繊維や、シルク（絹）、綿、麻等の自然素材でもよく、レース素材でもよい。

[0060] なお、就寝空間を形成する仕切部材として、上記の横引き式のカーテンの他に、ロール式カーテンでもよく、板部材でもよい。ロール式カーテンは、例えば、巻き取り軸にカーテンを巻き取り及び引出し可能に構成されたものである。また、日差しによる放射熱を遮断又は抑制する場合は、日差しが当たる側にのみカーテン生地61を設け、エアコン等の外部からの気流を遮断又は抑制する場合は、気流が就寝空間に侵入する側にのみカーテン生地61を設けてもよい。また、ベッド110が壁102に接近している側（図9に示す場合は、長手方向Xの他方の側Xb、及び短手方向Yの他方の側Yb）のカーテン生地61は省いてもよい。

[0061] （取付部の構成）

図10は、熱交換マット2及び幕部材3の取付部の一例を示す要部斜視図である。同図は、熱交換マット2及び幕部材3の長手方向Xの他方の側Xbの端部を壁102に取り付ける取付部4Cを示している。熱交換マット2及び幕部材3の長手方向Xの一方の側Xaの端部を壁102に取り付ける取付部4Cも同図と同様の構成になっている。取付部4Cは、第1の熱交換マット2A、第2の熱交換マット2B及び幕部材3を壁102に取り付けるためのものである。取付部4Cは、配置部の一例である。

[0062] 取付部4 Cは、第1の熱交換マット2 A、第2の熱交換マット2 B及び幕部材3の長手方向Xの両端部側に配置され、短手方向Yに沿う3本のパイプ4 3 0と、各パイプ4 3 0の両端部をそれぞれ壁1 0 2に固定する市販のパイプ固定具4 3 1と、熱交換マット2の折り返し側メインパイプ2 1をパイプ4 3 0に固定するタイラップ、紐等の複数の結束バンド4 3 2とを備える。パイプ固定具4 3 1は、壁1 0 2にビス等により固定するための開口を有するベース部と、パイプ4 3 0を把持する把持部とを備えている。結束バンド4 3 2は、パイプ4 3 0の両端部側をそれぞれ固定しているが、両端部間の複数の箇所を固定してもよい。パイプ4 3 0は、アルミニウム等の金属、ポリ塩化ビニル（PVC）等の樹脂から形成された市販のパイプを用いることができる。また、パイプ4 3 0の代わりに、金属、樹脂、木材等から形成された中実の丸棒、角棒を用いてもよい。

[0063] （第2の実施の形態の効果）

第2の実施の形態に係る輻射空調システム1 0によれば、以下の効果を奏する。

（a）第1の実施の形態と同様に、軽量で取扱が容易となり、送水温度を緩和することができ、人Pが快適に感ずることができる環境を提供することが可能となる。

（b）2つの輻射空調装置1により居室1 0 0全体の輻射空調を行うことができるとともに、カーテン6によりベッド1 1 0上の就寝空間に対する側方（カーテン6の上端と幕部材3との隙間を除く。）の輻射熱や気流を遮断又は抑制した空間とすることができる。例えば、ベッド1 1 0の周囲をカーテン6で囲むことにより、熱交換マット2及び幕部材3以外の側方からの輻射熱（例えば、日差しによる放射熱）や気流（例えば、空気調和機8や他のエアコンの気流）を遮断又は抑制することができ、理想の就寝空間を確保することができる。

[0064] （実施の形態の効果のまとめ）

第1の実施の形態、及び第2の実施の形態と従来例との効果上の比較につ

いて、表 1 を参照して説明する。表 1 は、輻射部材として金属パネルを用いた従来例と、第 1 の実施の形態と、第 2 の実施の形態と、第 1 の実施の形態において、幕部材 3 を用いない参考例 1 と、第 1 の実施の形態において、熱交換マット 2 を 1 つとし、幕部材 3 を用いない参考例 2 との効果上の比較を示す。

[0065] 比較する効果項目は、「全能力」、「輻射成分」、「人に対する輻射効果」、「送水温度」、「結露防止」とした。「全能力」とは、全冷房能力又は全暖房能力をいう。「輻射成分」とは、全能力に対する輻射成分の割合をいう。「人に対する輻射効果」とは、人 P に作用する輻射成分をいう。「送水温度」とは、室内温湿度、流量を同条件とし、全冷房能力が同一となるように送水温度を調整した場合の温度をいう。「結露防止」とは、結露の発生し難さのことをいう。効果の程度を効果の高い順に A、B、C、D、E で示す。また、表 1 中、○印は、構成要素を用いていることを意味し、×印は構成要素を用いていないことを意味する。「空気調和機」及び「結露防止」の括弧書きは、空気調和機 8 が O F F の場合を示す。

[0066] [表1]

		従来例	第 1 の実施の形態	第 2 の実施の形態	参考例 1	参考例 2
構成要素	輻射部材	金属パネル	幕部材	幕部材	×	×
	熱交換マット	1 つ	2 つ	2 つ	2 つ	1 つ
	カーテン	×	×	○	×	×
	空気調和機	×	○(×)	○(×)	○(×)	○(×)
効果項目	全能力	E	B	B	A	D
	輻射成分	A	B	B	D	E
	人に対する輻射効果	A	C	B	D	E
	送水温度	E	B	B	A	D
	結露防止	E	A (B)	A (B)	A (A)	A (B)

[0067] (a) 第 1 の実施の形態及び第 2 の実施の形態によれば、熱交換マット 2 を 2 つ使用しているので、全能力を参考例 2 (熱交換マット 2 を 1 つ使用) の D ランクよりも高い B ランクとすることができる。この結果、送水温度を A ランク又は B ランクまで緩和 (冷房時は高く、暖房時は低く) させることができる。例えば、冷房運転モード時の送水温度を、従来例では 1 6℃とした

場合、第1の実施の形態及び第2の実施の形態によれば、18～20℃にすることが可能となる。

(b) 第1の実施の形態によれば、輻射部材として幕部材3を用いることにより、幕部材3が熱交換マット2からの冷却（輻射と対流）効果により、幕部材3全体が冷やされるため、輻射成分を参考例1（幕部材3なし）のDランクよりも高いBランクとすることができる。

(c) 第2の実施の形態によれば、カーテン6を用いることにより、周囲からの熱線が遮断され、熱交換マット2及び幕部材3からの冷却効果によりカーテン6が冷やされることで、ベッド110上の就寝空間の平均放射温度（MRT）が下がりやすくなり、人Pに対する輻射効果が高くなる。

(d) 第1の実施の形態及び第2の実施の形態によれば、送水温度を緩和させることができることから、結露防止をBランクまで高めることができ、空気調和機8がONの場合は結露防止をAランクまで高めることができる。結露は、熱交換マット2の表面温度が室内露点温度より低い場合に発生する。このため、熱交換マット2の表面温度（送水温度）の高い方が、室内露点温度より低くなる頻度が減少するため、結露発生の可能性が減少する。

[0068] 以上、本発明の実施の形態を説明したが、本発明の実施の形態は上記実施の形態に限定されるものではなく、以下に説明するように種々の変形、実施が可能である。

[0069] [変形例1]

図11Aは、変形例1に係る輻射空調システムを構成する輻射空調装置の設置状態の一例を示す図12のE-E線断面図、図11Bは、図11AのD部拡大図である。図12は、図11Aに示す輻射空調装置の平面図である。第2の実施の形態では、熱交換マット2及び幕部材3を壁102に取り付け、カーテン6をフレーム5に取り付けたが、この変形例1は、熱交換マット2、幕部材3及びカーテン6をユニット化したものである。

[0070] 変形例1は、熱交換マット2、幕部材3及びカーテン6をユニット化したユニット14Aを有している。ユニット14Aは、熱交換マット2及び幕部

材 3 を囲むように設けられた断面 T 字状の金属製のフレーム 1 4 0 A と、フレーム 1 4 0 A を天井面 1 0 1 a に取り付けるための 2 つの取付部材 1 4 1 と、フレーム 1 4 0 A に熱交換マット 2 及び幕部材 3 を取り付けるための第 2 の実施の形態と同様の取付部 4 C とを備えている。カーテン 6 は、フレーム 1 4 0 A の下側に取り付けられている。ユニット 1 4 A は、輻射ユニットの一例である。フレーム 1 4 0 A は、平面視において内側の領域を囲むように矩形状に形成された枠体の一例である。フレーム 1 4 0 A は、所定の間隔を設けて対向する一対の面 1 4 0 c を有する。熱交換マット 2 及び幕部材 3 は、フレーム 1 4 0 A の内側の領域に配置されるようにフレーム 1 4 0 A の一対の面 1 4 0 c に取り付けられている。

[0071] フレーム 1 4 0 A は、図 1 2 に示すように、平面視において 4 つの角部が湾曲した四角形となるように構成された外板 1 4 0 a と、外板 1 4 0 a の内側に溶接等により接合された内板 1 4 0 b とを備えている。フレーム 1 4 0 A 及び取付部材 1 4 1 は、例えば、互いにボルト、ナット等の締結部品によって固定されている。取付部材 1 4 1 は、ユニット 1 4 A を天井面 1 0 1 a にビス等により固定するための開口を有している。フレーム 1 4 0 A は、アルミニウム等の金属、ポリカーボネイト等の樹脂、木材等から形成してもよい。熱交換マット 2 及び幕部材 3 をユニット化し、カーテン 6 は必要に応じて後付けできるようにしてもよい。フレーム 1 4 0 A、取付部材 1 4 1 及び取付部 4 C は、熱交換マット 2 及び幕部材 3 を屋内に配置する配置部の一例である。

[0072] 取付部 4 C は、第 2 の実施の形態と同様に、3 本のパイプ 4 3 0 と、各パイプ 4 3 0 の両端部をそれぞれフレーム 1 4 0 A の外板 1 4 0 a の内面に固定する市販のパイプ固定具 4 3 1 と、熱交換マット 2 の折り返し側メインパイプ 2 1 をパイプ 4 3 0 に固定するタイラップ、紐等の複数の結束バンド 4 3 2 とを備える。

[0073] カーテン 6 は、例えば、横引き式のカーテンであり、フレーム 1 4 0 A の内板 1 4 0 b の下面に取り付けられたカーテンレール 6 0 と、カーテンレー

ル 6 0 に吊り下げ具 6 2 によって開閉可能に吊り下げられたカーテン生地 6 1 とを備える。吊り下げ具 6 2 は、カーテンレール 6 0 を移動するローラと、カーテン生地 6 1 を固定する固定部とを備える。

[0074] この変形例 1 によれば、熱交換マット 2、幕部材 3 及びカーテン 6 をユニット化したことにより、熱交換マット 2、幕部材 3 及びカーテンレール 6 0 をフレーム 1 4 0 A に取り付けてユニット化したユニット 1 4 A を取付部材 1 4 1 により天井面 1 0 1 a に容易に取り付けることができる。また、熱交換マット 2 及び幕部材 3 が対象とする空間が、カーテン 6 で囲まれたベッド 1 1 0 上の狭い空間（就寝空間）であるので、省エネ化を実現することができる。また、幕部材 3 に長手方向 X だけでなく短手方向 Y に張力を付与してフレーム 1 4 0 A に取り付けることにより、ベッド 1 1 0 から見上げたときにぴんと張ったデザインを提示することができる。なお、幕部材 3 の短手方向 Y に張力を付与してフレーム 1 4 0 A に取り付ける際に、幕部材 3 の短手方向 Y の端部とフレーム 1 4 0 A との間に空間を設けてもよい。

[0075] [変形例 2]

図 1 3 は、変形例 2 に係る輻射空調システムを構成する輻射空調装置の設置状態の一例を示す正面図である。なお、同図では、図 1 A に示すベッド 1 1 0 及び人 P の図示を省略している。本実施の形態は、幕部材 3 を下層の第 2 の熱交換マット 2 B に接触するように幕部材 3 を第 2 の取付部 4 B により壁 1 0 2 に取り付けたものである。この変形例 2 によれば、熱交換マット 2 から幕部材 3 に、輻射及び対流だけでなく伝導によっても熱を移動させることができ、第 1 の実施の形態と比較して、全能力（全冷房能力又は全暖房能力）は低くなるが、全能力に対する輻射成分の割合を高めることができる。

[0076] [変形例 3]

図 1 4 は、変形例 3 を示す要部平面図である。なお、図 1 4 では、保持部材 2 4 の図示を省略している。第 1 の実施の形態では、熱交換マット 2 を第 1 の取付部 4 A によって熱交換マット 2 に張力を付与して壁 1 0 2 に固定したが、変形例 3 は、熱交換マット 2 に張力を付与しないように熱交換マット

2を下面側からネット7によって支持したものである。ネット7は、受け部材の一例である。なお、第1の熱交換マット2Aと第2の熱交換マット2Bを重ねてネット7上に配置してもよいが、2つのネット7を用い、第1の熱交換マット2Aを一方のネット7上に配置し、第2の熱交換マット2Bを他方のネット7上に配置してもよい。

[0077] ネット7は、熱交換マット2よりも大きい開口率（例えば、80%以上）を有し、金属又は樹脂から形成され、長手方向Xの両端部を第1の取付部4Aによって壁102に取り付けられる。ネット7を取り付ける第1の取付部4Aは、壁102にビス等によって取り付けられる壁取付部材43と、ネット7を取り付ける取付部材44とを備える。取付部材44によりネット7を壁取付部材43に取付けることより、ネット7は懸垂線に沿う形態になり、ネット7上に配置される熱交換マット2も懸垂線に沿う形態になる。

[0078] この変形例3によれば、熱交換マット2が張力を付与されないため、過大な張力によって熱交換マット2が破損するのを抑制することができる。

[0079] [変形例4]

図15は、変形例4に係る幕部材3の図1Aに示すB-B線断面図である。幕部材3は、図15に示すように、周期的に連続して湾曲した波形としてもよい。波形の山と山のピッチは、例えば、10～100mm、山と谷の長さは、例えば、10～100mmである。

[0080] 図16は、変形例4に係る幕部材3を取り付ける第2の取付部4Bの一例を示す斜視図である。波形に形成された幕部材3の長手方向Xの他方の側Xbの端部を、図16に示すように、第2の取付部4Bにより壁102に取り付けてもよい。すなわち、波形に形成したパイプ420を用いて幕部材3に長手方向Xに沿って張力を付与することにより、幕部材3がパイプ420の波形に倣って波形になる。幕部材3の長手方向Xの一方の側Xaの端部を壁102に取り付ける第2の取付部4Bも図16と同様の構成になっている。なお、幕部材3を周期的に連続して屈曲した山形としてもよい。例えば、幕部材3として窓のカーテンの様に蛇腹（ジャバラ）状に縫製加工したものを

用いてもよい。

[0081] この変形例4によれば、幕部材3の表面積が増えるため、全能力（全冷房能力又は全暖房能力）をより高めることができる。

[0082] [変形例5]

変形例5は、幕部材3を2重にしたものである。この変形例5によれば、幕部材3による熱交換機能を第1の実施の形態及び第2の実施の形態よりも高めることができる。なお、重ねる幕部材3の数は、2つに限られず、3つ以上でもよい。

[0083] [変形例6]

図17は、変形例6に係る輻射空調システムの正面図、図18Aは、図17に示す輻射空調装置の平面図、図18Bは図18AのF部拡大図である。第2の実施の形態では、第1の熱交換マット2A、第2の熱交換マット2B及び幕部材3の長手方向Xの両端部を取付部4Cによって壁102に取り付けたが、変形例6は、第1の熱交換マット2A、第2の熱交換マット2B及び幕部材3を取付部4Cによってフレーム5に取り付けたものである。フレーム5及び取付部4Cは、熱交換マット2及び幕部材3を屋内に配置する配置部の一例である。熱交換マット2及び幕部材3が取り付けられたフレーム5は、輻射ユニットの一例である。

[0084] フレーム5は、第2の実施の形態と同様に、上部フレーム50と、上部フレーム50の四隅を床面103aから支持する4つの柱フレーム51とを備える。上部フレーム50は、平面視において四角形状に形成されている。上部フレーム50の下面には、第2の実施の形態と同様に、カーテン6が取り付けられている。カーテン6は、カーテンレール60と、カーテン生地61とを備える。なお、カーテン6は、必須ではなく必要に応じて設けてもよい。上部フレーム50は、平面視において内側の領域を囲むように矩形状に形成された枠体の一例である。上部フレーム50は、所定の間隔を設けて対向する一对の面50aを有する。上部フレーム50は、アルミニウム等の金属、ポリカーボネイト等の樹脂、木材等から形成してもよい。熱交換マット2

及び幕部材 3 は、上部フレーム 5 0 の内側の領域に配置されるように上部フレーム 5 0 の一対の面 5 0 a に取り付けられている。なお、上部フレーム 5 0、第 1 の熱交換マット 2 A、第 2 の熱交換マット 2 B、幕部材 3 及び取付部 4 C をユニット化し、このユニットを輻射ユニットの一例として 4 つの柱フレーム 5 1 で支持してもよい。

[0085] 変形例 6 の取付部 4 C は、図 1 8 A 及び図 1 8 B に示すように、第 1 の熱交換マット 2 A、第 2 の熱交換マット 2 B 及び幕部材 3 の長手方向 X の両端部を上部フレーム 5 0 の長手方向 X の対向する内側の面 5 0 a に取り付ける。取付部 4 C は、図 1 0 に示すように、3 本のパイプ 4 3 0 と、6 個のパイプ固定具 4 3 1 と、4 本の結束バンド 4 3 2 とを備える。

[0086] この変形例 6 によれば、壁 1 0 2 がパイプ固定具 4 3 1 等を取り付けできない構造であっても、ベッド 1 1 0 を囲むようにフレーム 5 を配置することで、当該フレーム 5 に第 1 の熱交換マット 2 A、第 2 の熱交換マット 2 B 及び幕部材 3 を取り付けることができることから、輻射空調装置 1 を既存のベッド 1 1 0 に容易に設置することができる。また、快適な空調空間を提供することができるので、ベッド 1 1 0 の上に快適に寝ていられる。また、幕部材 3 に長手方向 X だけでなく短手方向 Y に張力を付与して上部フレーム 5 0 に取り付けることにより、ベッド 1 1 0 から見上げたときにぴんと張ったデザインを提示することができる。なお、幕部材 3 の短手方向 Y に張力を付与して上部フレーム 5 0 に取り付ける際に、幕部材 3 の短手方向 Y の端部と上部フレーム 5 0 との間に空間を設けてもよい。

[0087] [変形例 7]

図 1 9 A は、変形例 7 に係る輻射空調装置を斜め上方から見て模式的に示す斜視図、図 1 9 B は、変形例 7 に係る輻射空調装置を斜め下方から見て模式的に示す斜視図、図 1 9 C は、図 1 9 A においてロール式カーテンを下げた状態の輻射空調装置を模式的に示す斜視図である。図 2 0 は、図 1 9 A に示す輻射空調装置 1 のユニット 1 4 B の平面図、図 2 1 A は、図 2 0 の G-G 線断面図である。図 2 1 B は、図 2 1 A の H 部拡大図である。

- [0088] この輻射空調装置 1 は、図 19 A、図 19 B 及び図 19 C に示すように、ベッド 210 の真上に第 1 の熱交換マット 2 A、第 2 の熱交換マット 2 B 及び幕部材 3 が位置するように、第 1 の熱交換マット 2 A、第 2 の熱交換マット 2 B 及び幕部材 3 とフレーム 140 B とがユニット化されたユニット 14 B をオーバーハング構造（片持ち構造）のスタンド部 200 により支持したスタンド型である。スタンド部 200 は、配置部の一例である。
- [0089] ベッド 210 は、床面 103 a を移動可能なように床面 103 a 側にキャスタ 211 が設けられているが、キャスタ 211 が設けられていなくてもよい。また、変形例 7 は、スタンド型の輻射空調装置 1 を病院の個室、複数人用の部屋、人工透析用の部屋等に設置する場合について説明するが、これに限られず、寝室等に設置してもよい。
- [0090] スタンド部 200 は、床面 103 a からユニット 14 B を支持するものであり、側方から見て全体として L 字状を有し、床面 103 a に置かれるベース部 201 と、ベース部 201 にほぼ垂直に接続された柱部 202 とを備える。柱部 202 の上部には、図 21 A に示すように、フレーム 140 B の基端部が、例えば、ボルト等の締結部材によって固定されている。
- [0091] スタンド部 200 は、例えばアルミニウム等の金属を主な材料として形成される。スタンド部 200 は、床面 103 a から幕部材 3 までの距離は、例えば 1700～2000 mm としている。ベース部 201 は、ベッド 210 の下に入るような幅（例えば 500～700 mm）を有する。ベース部 201 は、床面 103 a にアンカーボルト等の固定手段で固定してもよい。
- [0092] ユニット 14 B は、図 20 に示すように、平面視において内側の領域を囲むように矩形状に形成され、所定の間隔を設けて対向する一対の面 140 c を有するフレーム 140 B と、第 1 の熱交換マット 2 A、第 2 の熱交換マット 2 B 及び幕部材 3 の長手方向 X の両端部をフレーム 140 B の一対の面 140 c に取り付けるための第 2 の実施の形態と同様の取付部 4 C とを備える。熱交換マット 2 及び幕部材 3 は、フレーム 140 B の内側の領域に配置されるようにフレーム 140 B の一対の面 140 c に取り付けられている。フ

フレーム 140B は、アルミニウム等の金属、ポリカーボネイト等の樹脂、木材等から形成してもよい。ユニット 14B は、輻射ユニットの一例である。

フレーム 140B は、枠体の一例である。

[0093] フレーム 140B は、必ずしも床面 103a に平行になっていなくてもよく、例えば先端を予め持ち上げておき、第 1 の熱交換マット 2A、第 2 の熱交換マット 2B 及び幕部材 3 をフレーム 140B に取り付けるときに床面 103a に平行になるようにしてもよい。また、フレーム 140B は、先端部を天井からワイヤ等により支持してもよく、床面 103a から支持棒により支えてもよい。これにより、地震等による大きな外力が加わってもフレーム 140B から熱交換マット 2 等が外れたり落ちたりするのを防止することが可能となり、フレーム 140B を薄型化、軽量化することができる。

[0094] ロール式カーテン 16 は、フレーム 140B の柱部 202 側の周縁を除く 3 つの周縁側にそれぞれ取り付けられている。ロール式カーテン 16 は、例えば、巻き取り軸にカーテン 161 を巻き取り及び引出し可能に連結して構成されている。カーテン 161 の生地は、例えば、ポリエステル、アクリル等の化学繊維や、シルク（絹）、綿、麻等の自然素材でもよく、レース素材でもよい。

[0095] この変形例 7 によれば、輻射空調装置 1 は自立型であるので、既存のベッド 210 に容易に設置することができる。また、快適な空調空間を提供することができるので、ベッド 210 の上に快適に寝ていられる。また、熱交換マット 2 及び幕部材 3 が対象とする空間が、カーテン 161 で囲まれたベッド 210 上の狭い空間（就寝空間）であるので、省エネ化を実現することができる。また、幕部材 3 に長手方向 X だけでなく短手方向 Y に張力を付与してフレーム 140B に取り付けることにより、ベッド 210 から見上げたときにぴんと張ったデザインを提示することができる。なお、幕部材 3 の短手方向 Y に張力を付与してフレーム 140B に取り付ける際に、幕部材 3 の短手方向 Y の端部とフレーム 140B との間に空間を設けてもよい。

符号の説明

[0096] 1…輻射空調装置、2 A…第1の熱交換マット、2 B…第2の熱交換マット、3…幕部材、3 a…輻射面、3 b…端部、4 A…第1の取付部、4 B…第2の取付部、4 C…取付部、5…フレーム、6…カーテン、7…ネット、8…空気調和機、9…制御装置、10…輻射空調システム、11…熱源機、12…供給ライン、13…戻りライン、14 A、14 B…ユニット、16…ロール式カーテン、20…供給側メインパイプ、20 a…供給口、21…折り返し側メインパイプ、22…戻り側メインパイプ、22 a…排出口、23…熱交換パイプ、24…保持部材、40…壁取付部材、40 a…ビス、40 b…開口、41…マット取付部材、42…幕取付部材、43…壁取付部材、44…取付部材、50…上部フレーム、50 a…面、51…柱フレーム、60…カーテンレール、61…カーテン生地、62…吊り下げ具、90…制御部、91…露点温度センサ、92…操作部、100…居室、101…天井、101 a…天井面、102…壁、103…床、103 a…床面、110…ベッド、140 A、140 B…フレーム、140 a…外板、140 b…内板、140 c…面、141…取付部材、161…カーテン、200…スタンド、201…ベース部、202…柱部、210…ベッド、211…キャスタ、410、420…パイプ、411…結束バンド、412、422…ワイヤ、413、423…固定部、414、424…調整部、430…パイプ、431…パイプ固定具、432…結束バンド、a、b…輻射熱、c…対流、d…気流、X…長手方向、X a…長手方向の一方の側、X b…長手方向の他方の側、Y…短手方向、Y a…短手方向の一方の側、Y b…短手方向の他方の側、P…人

請求の範囲

- [請求項1] 屋内の天井面との間に第1空間を設けて前記天井面よりも狭い領域に配置され、熱媒体が前記天井面に略平行に流れる複数の流路部分を有する管状部材と、
- 前記管状部材との間に第2空間を設けて前記管状部材の前記天井面と反対側に輻射面として露出するように前記天井面よりも狭い領域に配置され、前記管状部材との間で直接熱交換する布製の輻射部材と、
- を備えた輻射空調装置。
- [請求項2] 前記管状部材の前記複数の流路部分は、長手方向に延び、前記管状部材は、前記長手方向に沿って張力が付与されて配置され、
- 前記輻射部材は、少なくとも前記長手方向に張力が付与されて配置されている、
- 請求項1に記載の輻射空調装置。
- [請求項3] 前記輻射部材を構成する布は、放射率が70%以上である、請求項2に記載の輻射空調装置。
- [請求項4] 前記布は、熱伝導率が $0.3\text{ W}/(\text{m} \cdot \text{k})$ 以上である、請求項3に記載の輻射空調装置。
- [請求項5] 前記布は、シルクからなる、請求項4に記載の輻射空調装置。
- [請求項6] 前記長手方向に延びる前記複数の流路部分を有し、前記管状部材の前記天井面と反対側に前記天井面よりも狭い領域に配置される他の管状部材、をさらに備え、
- 前記管状部材及び前記他の管状部材は、前記流路部分が前記長手方向に直交する短手方向に一定の間隔を設けて配置され、平面視において、前記他の管状部材の前記流路部分が、前記管状部材の前記流路部分の間に位置するように配置され、
- 前記輻射部材は、前記他の管状部材との間に第2空間を設けて配置されている、
- 請求項2に記載の輻射空調装置。

- [請求項7] 平面視において内側の領域を囲むように矩形状に形成された枠体と、
熱媒体が流れる複数の流路部分を有し、前記枠体の前記内側の領域に配置されるように前記枠体に取り付けられた管状部材と、
前記管状部材との間に空間を設けて前記管状部材の一方側に輻射面として露出するように前記枠体の前記内側の領域に配置されて前記枠体に取り付けられ、前記管状部材との間で直接熱交換する布製の輻射部材と、
を備えた輻射ユニット。
- [請求項8] 前記枠体は、所定の間隔を設けて対向する一对の面を有し、
前記管状部材の前記複数の流路部分は、長手方向に延び、前記管状部材は、前記長手方向に張力が付与されて前記一对の面に取り付けられ、
前記輻射部材は、少なくとも前記長手方向に張力が付与されて前記一对の面に取り付けられている、
請求項7に記載の輻射ユニット。
- [請求項9] 請求項8に記載の輻射ユニットと、
前記管状部材が屋内の天井面との間に空間を設けて前記天井面よりも狭い領域に位置するように前記輻射ユニットを前記屋内に配置する配置部と、
を備えた輻射空調装置。
- [請求項10] 輻射及び対流によって熱交換を行い、屋内を冷暖房する機能を有する輻射空調装置であって、
輻射熱を受ける第1面、及び前記第1面と反対側に設けられ、前記輻射熱を受けて輻射熱を放射する第2面を有する布製の輻射部材を備えた輻射空調装置。
- [請求項11] 複数の請求項1、2、3、4、5、6、9又は10に記載の輻射空調装置と、

複数の前記輻射空調装置の前記管状部材に温度及び流量が制御された前記熱媒体を循環させる熱源機と、
を備えた輻射空調システム。