

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 公開特許公報(A)

(11) 特許出願公開番号

特開2009-184621

(P2009-184621A)

(43) 公開日 平成21年8月20日(2009.8.20)

(51) Int.Cl.  
B61D 27/00 (2006.01)

F1  
B61D 27/00

テーマコード (参考)

M

審査請求 未請求 請求項の数 11 O L (全 15 頁)

(21) 出願番号 特願2008-29192 (P2008-29192)  
(22) 出願日 平成20年2月8日 (2008.2.8)

(71) 出願人 000169499  
高砂熱学工業株式会社  
東京都千代田区神田駿河台4丁目2番地5  
(74) 代理人 100070024  
弁理士 松永 宣行  
(72) 発明者 林 利雄  
東京都千代田区神田駿河台4丁目2番地5  
高砂熱学工業株式会社内  
(72) 発明者 池田 和久  
東京都千代田区神田駿河台4丁目2番地5  
高砂熱学工業株式会社内  
(72) 発明者 込山 治良  
東京都千代田区神田駿河台4丁目2番地5  
高砂熱学工業株式会社内

最終頁に続く

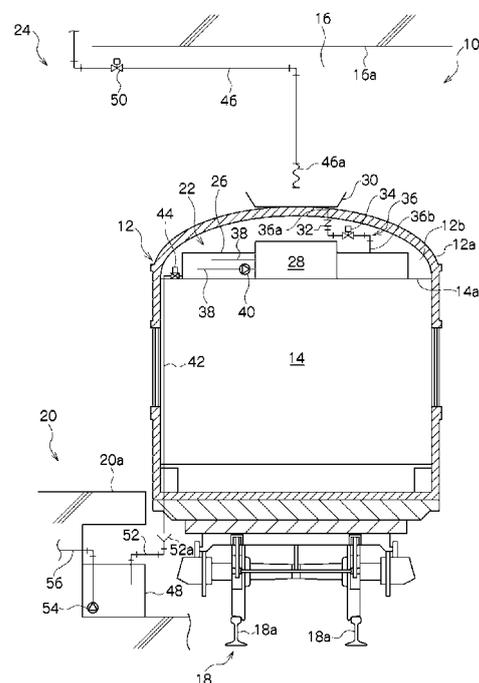
(54) 【発明の名称】 地下鉄車輦の空調システム

(57) 【要約】

【課題】 地下鉄トンネル内の温度上昇を抑制し、省エネルギー化を図り得る地下鉄の車輦の空調（冷房）システムを提供する。

【解決手段】 本発明に係る空調システムは、地下鉄の車輦に設けられ、冷却液源を給排可能に収容する少なくとも1つの熱源タンクおよび該熱源タンク内の冷却液源を用いる熱交換により前記車輦の室内を冷却する室内機を備え、前記熱源タンクおよび前記室内機との間で前記冷却液源を循環させる空調装置と、地下鉄の線路に沿って設けられた熱源給排基地に設置され、前記室内機での熱交換によって昇温した前記熱源タンク内の前記冷却液源を該冷却液源よりも低温の冷却液源と交換するための熱源給排装置とを含む。

【選択図】 図1



**【特許請求の範囲】****【請求項 1】**

地下鉄の車輛に設けられ、冷却液源を給排可能に収容する少なくとも1つの熱源タンクおよび該熱源タンク内の冷却液源を用いる熱交換により前記車輛の室内を冷却する室内機を備え、前記熱源タンクおよび前記室内機との間で前記冷却液源を循環させる空調装置と

、  
地下鉄の線路に沿って設けられた熱源給排基地に設置され、前記室内機での熱交換によって昇温した前記熱源タンク内の前記冷却液源を該冷却液源よりも低温の冷却液源と交換するための熱源給排装置とを含む、地下鉄車輛の空調システム。

**【請求項 2】**

前記冷却液源は水または氷/水混合スラリーである、請求項 1 に記載の空調システム。

**【請求項 3】**

前記熱源タンクは、前記車輛の屋根面に設置された受給口を経て前記熱源給排装置から前記冷却液源の供給を受けるべく前記車輛の天井空間に設置されている、請求項 2 に記載の空調システム。

**【請求項 4】**

前記熱源給排基地は選択された駅に設置され、前記熱源給排装置は、前記熱源タンク内の昇温した冷却液源が該熱源タンクから排出されたとき、該冷却液源を受けるべく駅のプラットフォームまたはその近傍に設けられた回収タンクを備える、請求項 3 に記載の空調システム。

**【請求項 5】**

前記冷却液源は常温水であり、前記室内機は、前記冷却液源の供給を受け、該冷却液源と熱媒体との間で熱交換を行う凝縮器と、該凝縮器を経た前記熱媒体の供給を受け、該熱媒体と前記車輛室内の空気との間で熱交換を行う蒸発器とを備え、前記熱媒体が前記凝縮器および蒸発器を循環するヒートポンプユニットである、請求項 4 に記載の空調システム。

**【請求項 6】**

前記各熱源タンクは、前記受給口から該各熱源タンクに伸びる配管を経て前記受給口に接続されており、前記配管には前記受給口を前記各熱源タンクに選択的に接続するための切換バルブが設けられている、請求項 5 に記載の空調システム。

**【請求項 7】**

前記冷却液源は、氷/水混合スラリーであり、前記室内機は、前記冷却液源の供給を受け、前記車輛室内の空気との間で熱交換を行う熱交換器と、該熱交換器により冷却された空気を前記車輛室内に供給する送風器とを有するファンコイルユニット、および前記冷却液源の供給を受け、該冷却液源と熱媒体との間で熱交換を行う凝縮器と、該凝縮器を経た前記熱媒体の供給を受け、該熱媒体と前記車輛室内の空気との間で熱交換を行う蒸発器とを備え、前記熱媒体が前記凝縮器および蒸発器を循環するヒートポンプユニットのうちの少なくとも一方のユニットを備える、請求項 4 に記載の空調システム。

**【請求項 8】**

前記熱源給排装置は、水を過冷却する過冷却器と、過冷却水を氷/水混合スラリーに変換する過冷却解除器と、氷/水混合スラリーを貯める氷蓄熱槽とを備える過冷却装置であり、前記蓄熱槽から前記受給口に氷/水混合スラリーが供給される、請求項 7 に記載の空調システム。

**【請求項 9】**

前記室内機は、室内空気と熱媒体との間で熱交換を行う蒸発器と、該蒸発器に冷媒配管を経て接続された、前記冷却液源を用いる水冷式凝縮器および空気を冷却源とする空冷式凝縮器とを有するヒートポンプを備え、前記空調装置の運転モードは、前記空冷式凝縮器の動作を停止し、前記水冷式凝縮器を作動する水冷モードと、前記両凝縮器を作動させる併用モードとを含み、前記車輛の通常のトンネル内走行時には前記水冷モードが使用される、請求項 4 に記載の空調システム。

10

20

30

40

50

**【請求項 10】**

前記地下鉄の路線は前記車輛の地上走行部を含み、前記空調装置は、前記車輛のトンネル内走行時には水冷モードを選択し、前記車輛の地上走行時には併用モードを選択する、請求項 9 に記載の空調システム。

**【請求項 11】**

前記水冷式凝縮器および前記空冷式凝縮器は前記冷媒配管により相互に直列接続されている、請求項 9 に記載の空調システム。

**【発明の詳細な説明】****【技術分野】****【0001】**

本発明は、車輛の空調システムに関し、特に、地下鉄車輛の空調システムに関する。

**【背景技術】****【0002】**

エンジンを駆動源とする自動車の従来空調システムとして、エンジンの動力を利用した蓄冷運転により、氷を作り、エンジンの停止中には、この氷を冷却源とする空調システム（例えば、特許文献 1 参照）が提案されている。また、自動車の従来空調システムとして、トラックの保冷荷室の冷却のための蓄冷ユニットが搭載されたトラックの空調システム（例えば、特許文献 2 参照）が提案されている。

**【0003】**

さらに、建物の空調システムでは、熱媒体を冷却するための熱源に熱水源を用いたヒートポンプユニットおよびファンコイルユニットの両ユニットを組み合わせた室内機を用いる空調システム（例えば、特許文献 3 参照）が提案されている。

**【0004】**

**【特許文献 1】**特開 2003 - 34131 号公報

**【特許文献 2】**特開 2003 - 254650 号公報

**【特許文献 3】**特公平 7 - 104019 号公報

**【0005】**

また、地下鉄を含む鉄道車輛の空調システムには、従来、空調システムの熱媒体を空気で冷却する空冷式の空調システムが用いられている。地下鉄を除く鉄道は、主として路線が大気に開放して形成されている。そのため、空調システムの熱媒体の冷却に空冷式を用い、その排熱を車輛外部に放出することにより、車輛内を好適に冷却することができる。

**【発明の開示】****【発明が解決しようとする課題】****【0006】**

しかしながら、地下鉄では、その路線の大部分がトンネル壁面で覆われていることから、空冷式空調システムによって車輛外部に放出された排熱がトンネル内にこもり易い。トンネル内に前記した排熱がこもると、車輛内を空調する空調システムの他、ホームを空調する空調システムも冷房効率が低下すると共に、トンネルで連結された各駅構内の温度も上昇する。前記した排熱によるトンネルおよび各駅構内の温度上昇を緩和するために、各駅では、トンネル内をも含めて冷却が可能のように、その冷房設備を大型化する傾向が見られる。しかし、この傾向は、明らかに省エネルギー対策に逆行するものであり、省エネルギー対策に沿った地下鉄の冷房が望まれていた。

**【0007】**

そこで、本発明の目的は、地下鉄トンネル内の温度上昇を抑制し、省エネルギー化を図ることができる地下鉄の車輛の空調（冷房）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】****【0008】**

本発明は、地下鉄の車輛のための空調システムに水冷式を導入するという基本構想に立脚する。

**【0009】**

10

20

30

40

50

より具体的には、地下鉄車輛に水冷式の空調システムを導入すべく、本発明は、地下鉄の車輛に設けられ、冷却液源を給排可能に収容する少なくとも1つの熱源タンクおよび該熱源タンク内の冷却液源を用いる熱交換により前記車輛の室内を冷却する室内機を備え、前記熱源タンクおよび前記室内機との間で前記冷却液源を循環させる空調装置と、地下鉄の線路に沿って設けられた熱源給排基地に設置され、前記室内機での熱交換によって昇温した前記熱源タンク内の前記冷却液源を該冷却液源よりも低温の冷却液源と交換するための熱源給排装置とを含むことを特徴とする。

【0010】

本発明に係る空調システムでは、車輛の室内を冷却する前記室内機は、前記熱源タンク内の冷却液源を用いて前記室内を好適に冷却する。冷却に使用された冷却液源は、順次昇温し、前記熱源タンクに戻される。この冷却液源の循環により、前記熱源タンク内の冷却液源が効率的な冷房が妨げられる所定の温度に達すると、あるいはその前に、前記熱源給排基地で新たな冷却液源と交換することができる。この冷却液源の交換により、前記室内機は、トンネル内に排熱することなく、引き続き前記車輛室内を効果的に冷却し続ける。

10

【0011】

前記冷却液源として、水または氷/水混合スラリーを用いることができる。水として常温水(約25℃)を用いることができる。常温水を用いた場合、前記熱源タンク内の水の温度が例えば約45℃に昇温したときに、この昇温した水を該熱源タンク内から排出し、新たな常温水を前記熱源タンク内に導入することができる。また氷/水混合スラリーを用いる場合、例えば0℃の冷水を前記熱源タンクに導入することができ、この冷水が例えば12℃に達したときに、これを新たな冷水と入れ替えることができる。

20

【0012】

水の使用温度領域および前記氷/水混合スラリーの温度領域を前記した温度範囲以外で使用することができる。しかしながら、高いCOPを得る上で、前記した温度範囲での使用が望ましい。

【0013】

前記熱源タンクは、前記車輛の天井空間に設置することが望ましく、この場合前記車輛の屋根面に設置された受給口を経て重力で前記熱源給排装置から前記冷却液源の供給を受けることができる。

【0014】

前記熱源給排基地は、駅に設置することができる。この場合、前記熱源タンクの容量、駅間の距離あるいは該熱源タンクに収容される前記冷却液源等に依存するが、前記熱源給排基地は、例えば5駅毎に設置することができる。また、この場合、隣り合う駅間の走行時間が平均約2分と仮定すると、前記熱源タンクの容量は、例えば10分間の連続空調運転が可能な容量に設定される。前記熱源給排装置に回収タンクを設けることができる。この回収タンクは、前記熱源タンク内の昇温した冷却液源が該熱源タンクから排出されたとき、該冷却液源を受けると、駅のプラットフォームまたはその近傍に設けることが望ましい。

30

【0015】

前記冷却液源に常温水を用いた場合、前記室内機には、凝縮器および蒸発器と、該凝縮器および蒸発器を巡る熱媒体とを備えるヒートポンプユニットを用いることができる。前記凝縮器は、前記冷却液源の供給を受け、該冷却液源と前記熱媒体との間で熱交換を行う。前記蒸発器は、前記凝縮器を経た前記熱媒体の供給を受け、該熱媒体と前記車輛室内の空気との間で熱交換を行う。常温水には、上水あるいは工水を用いることができる。また、冷却効率の低下を招くが、常温水よりも低温の地下水を用いることにより、前記室内機に後述するファンコイルユニットを用いることができる。

40

【0016】

複数の熱源タンクを用いる場合、各該熱源タンクは、前記受給口から該各熱源タンクに伸びる配管を経て、前記受給口に接続することができる。前記配管には前記受給口を前記各熱源タンクに選択的に接続するための切換バルブが設けられる。複数の熱源タンクを用

50

いる場合、該熱源タンク毎に前記室内機を設けることができる。これにより、前記駅での前記熱源タンクへの冷却液源の給排時に、その対象となる当該熱源タンクに接続された前記室内機は作動を停止するが、他の前記熱源タンクに接続された冷却液源および該冷却液源の供給を受ける他の前記室内機を作動させることができる。したがって、冷却液源の給排による冷房の中断を招くことなく、冷房を継続することができる。これに代えて、各室内機に複数の熱源タンクをそれぞれ切り換え可能に接続することができる。

【0017】

前記冷却液源が氷/水混合スラリーの場合、前記室内機は、ファンコイルユニットおよびヒートポンプユニットのうち少なくとも一方のユニットで構成することができる。前記ファンコイルユニットは、前記冷却液源の供給を受け、前記車輻室内の空気との間で熱交換を行う熱交換器と、該熱交換器により冷却された空気を前記車輻室内に供給する送風器とを有する。また、前記ヒートポンプユニットは、前記したと同様に、前記冷却液源の供給を受け、該冷却液源と熱媒体との間で熱交換を行う凝縮器と、該凝縮器を経た前記熱媒体の供給を受け、該熱媒体と前記車輻室内の空気との間で熱交換を行う蒸発器とを備え、前記熱媒体が前記凝縮器および蒸発器を循環する。

10

【0018】

前記冷却液源が氷/水混合スラリーの場合、前記熱源給排装置は、水を過冷却する過冷却器と、過冷却水を氷/水混合スラリーに変換する過冷却解除器と、氷/水混合スラリーを貯める水蓄熱槽とを備える過冷却装置で構成することができる。

20

【0019】

前記室内機が、室内空気と熱媒体との間で熱交換を行う蒸発器と、該蒸発器に冷媒配管を経て接続された、前記冷却液源を用いる水冷式凝縮器および空気を冷却源とする空冷式凝縮器とを有するヒートポンプを備える場合、前記空調装置の運転モードは、前記空冷式凝縮器の動作を停止し、前記水冷式凝縮器を作動する水冷モードと、前記両凝縮器を作動させる併用モードとを含むことができる。前記空調装置は、車輻の通常のトンネル内走行時には水冷モードを選択する。この場合、トンネル内での車輻故障のような緊急時に、前記併用モードを選択することができる。

【0020】

前記地下鉄の路線が前記車輻の地上走行部を含む場合、前記空調装置は、前記車輻のトンネル内走行時に水冷モードを選択し、前記車輻の地上走行時に併用モードを選択することができる。

30

【0021】

前記水冷式凝縮器および前記空冷式凝縮器は、前記冷媒配管により相互に直列に接続することができる。両凝縮器の直列接続により、COPの大幅な向上を期待することができる。

【発明の効果】

【0022】

前記したように、本発明によれば、地下鉄の線路に沿って設けられた前記熱源給排基地で交換される、前記熱源タンク内の冷却液源を用いて、前記室内機で前記車輻室内を好適に冷却することができる。そのため、この冷却によって、従来の空冷式におけるような多量の排熱をトンネル内に放出することはない。その結果、トンネルおよび駅構内の温度上昇を抑制して、前記車輻室内を好適に冷却することができる。また、各駅構内の冷房負荷を軽減することができるので、省エネルギー対策に沿った車輻の冷房が可能となる。

40

【発明を実施するための最良の形態】

【0023】

本発明に係る空調システム10は、図1に示すように、地下鉄の車輻12の室内14の冷房に用いられる。地下鉄は、主としてトンネル16内に敷設された一对のレール18a、18aからなる線路18上を走行することにより、駅20、20間を移動する。この車輻12の室内14を冷房する空調システム10は、車輻12に設けられる空調装置22と、線路18に沿って設けられる熱源給排基地の一例である駅20に設置された熱源給排装

50

置 2 4 とを備える。

【 0 0 2 4 】

空調装置 2 2 は、冷却液源を収容する熱源タンク 2 6 と、該熱源タンクに収容された前記冷却液源を用いて室内 1 4 を冷却するための室内機 2 8 とを備える。熱源タンク 2 6 および室内機 2 8 は、共に車輛 1 2 の室内天井 1 4 a と、屋根面 1 2 a との間の天井空間 1 2 b に配置されている。

【 0 0 2 5 】

図示の例では、車輛 1 2 の屋根面 1 2 a には、トンネル 1 6 の天井面 1 6 a に向けて開放する受け皿 3 0 で受給口が形成されている。ここでの受け皿 3 0 は、樋状の長い形状を有し、図 2 の受給口に向けて傾斜している。受給口すなわち受け皿 3 0 に向けて、熱源給排装置 2 4 から後述するように、冷却液源が供給されると、この冷却液源は、逆止弁 3 2 および開閉弁 3 4 が設けられた配管 3 6 を経て、熱源タンク 2 6 に案内される。また、熱源タンク 2 6 は、一对の配管 3 8、3 8 を経て室内機 2 8 に接続されており、一方の配管 3 8 には、熱源タンク 2 6 から該タンク内の冷却液源を室内機 2 8 に圧送するための加圧ポンプ 4 0 が設けられている。加圧ポンプ 4 0 は、図示しないが例えば室内機 2 8 の制御回路により、その作動を制御することができる。他方の配管 3 8 は、室内機 2 8 に圧送された冷却液源の熱源タンク 2 6 への戻り管路として作用することから、加圧ポンプ 4 0 の作動によって、熱源タンク 2 6 内の冷却液源は、一对の配管 3 8、3 8 を経て室内機 2 8 との間で循環する。

【 0 0 2 6 】

図 1 に示した車輛 1 2 の平面図が図 2 に示されている。この平面図から明らかなように、熱源タンク 2 6 と、該熱源タンクに一对の配管 3 8、3 8 を経て接続された室内機 2 8 とを一組として、図示の例では、3 組が車輛 1 2 の長手方向に相互に間隔を置いて配置されている。車輛 1 2 の屋根面 1 2 a のほぼ中央に設けられた受け皿 3 0 から冷却液源を各熱源タンク 2 6 に導くために、配管 3 6 は、受け皿 3 0 から伸びる主幹部 3 6 a と、該主幹部から各熱源タンク 2 6 に分岐する分岐部 3 6 b とを備える。

【 0 0 2 7 】

図 2 では、図面の簡素化のために省略されているが、図 1 に示した逆止弁 3 2 が受け皿 3 0 へ向けての冷却液源の逆流を防止するために、主幹部 3 6 a に設けられており、また同様に図 1 に示した開閉弁 3 4 が熱源タンク 2 6 へ向けての冷却液源の流れを許し、あるいは遮断するために、各分岐部 3 6 b に設けられている。

【 0 0 2 8 】

再び図 1 を参照するに、各熱源タンク 2 6 には、その内部に収容した冷却液源を放出するための排出管 4 2 が車輛 1 2 の一側で下方へ向けて伸びる。各排出管 4 2 には、熱源タンク 2 6 からの冷却液源の排出を許し、あるいは阻止するための開閉弁 4 4 が設けられている。

【 0 0 2 9 】

図示しないが、排出管 4 2 を配管 3 6 と同様な分岐管で構成することができる。この場合、各分岐部が対応する各熱源タンク 2 6 に接続され、この各分岐部に開閉弁 4 4 が設けられる。排出管 4 2 を前記した分岐管で構成することにより、各熱源タンク 2 6 からの冷却液源の排出を単一の主幹部から排出することができる。

【 0 0 3 0 】

各開閉弁 3 4、4 4 は、例えば前記した室内機 2 8 の制御回路でそれぞれの開閉動作を制御可能とすべく、例えば電磁開閉弁で構成することが望ましい。

【 0 0 3 1 】

熱源給排装置 2 4 は、図 1 に示す例では、駅 2 0 で停車中の車輛 1 2 の受け皿 3 0 へ向けて、上水あるいは工水のような常温水（例えば 2 5 ）を放出可能な常温水供給管 4 6 と、停車中の車輛 1 2 の排出管 4 2 から排出される冷却液源すなわち冷却水を回収するための回収タンク 4 8 とを備える。

【 0 0 3 2 】

常温水供給管 46 は、駅 20 の図示しない水源から天井面 16a に沿って伸長し、停車中の車輛 12 の受け皿 30 に対応する位置で、先端を下方の受け皿 30 へ向けて開放する。その開放端には、車輛 12 あるいは受け皿 30 との不慮の接触による衝撃の緩和のために、例えば弾性体から成る筒状緩衝部材 46a が装着されている。また、常温水供給管 46 には、冷却水の供給を制御するための電磁開閉弁 50 が設けられている。

【0033】

回収タンク 48 は、図示の例では、駅 20 のプラットフォーム 20a の下に配置されており、該回収タンクから回収管 52 が車輛 12 の排出管 42 の下端に向けて伸びる。回収管 52 の上端には、排出管 42 の下端に向けて口径を増大する広口部 52a が設けられており、該広口部により、排出管 42 から放出された冷却水を確実に回収タンク 48 内に回収することができる。

10

【0034】

回収タンク 48 内に回収した冷却水は、後述するように室内機 28 での使用によって例えば 45 に昇温されている。そのため、図示のとおり吸引ポンプ 54 が設けられた配管 56 により、回収タンク 48 から吸引した後、例えば自然冷却した後に、前記水源に戻すことができる。これにより、冷却水源として使用した水を捨てることなく熱源給排装置 24 が設けられた駅 20 で循環使用することができる。また、回収タンク 48 内の水を WC 洗浄や駅 20 での散水に利用することができる。

【0035】

また、回収タンク 48 内の冷却水は、例えば 45 に昇温していることから、この温水を駅 20 で使用している除湿器の吸着剤の再生のための熱源として再利用することもできる。回収タンク 48 を設けることなく、排出管 42 からトンネル 16 の床上に廃棄することができる。しかしながら、資源の有効利用の点で、前記したように循環使用あるいは熱源として再利用することが望ましい。

20

【0036】

常温水を冷却源液として用いる場合、室内機 28 として、図 3 に示すように、従来よく知られたヒートポンプユニット 58 を用いることができる。ヒートポンプユニット 58 は、従来よく知られているように、第 1 および第 2 の熱交換器 60a、60b と、フロン系冷媒などの気液の相変化を生じる熱媒体が両熱交換器 60a、60b 間を巡る熱媒体路を形成する配管 62 (62a、62b) と、両熱交換器 60a、60b 間の一方の配管 62a および他方の配管 62b にそれぞれ設けられた圧縮機 64 および膨張弁 66 とを備える。冷房では、熱媒体は、圧縮機 64 の作動により、該圧縮機が設けられた配管 62a を経て第 1 の熱交換器 60a に至り、さらに膨張弁 66 が設けられた配管 62b を経て第 2 の熱交換器 60b に至るように、図中反時計方向へ循環される。

30

【0037】

第 1 の熱交換器 60a は、一对の配管 38、38 を経て熱源タンク 26 に接続されている。したがって、加圧ポンプ 40 の作動により、熱源タンク 26 からの常温水が供給され、該常温水が冷却液源として、熱源タンク 26 と熱交換器 60a との間を循環している。この熱交換器 60a には、前記したように、圧縮機 64 の作動により圧縮された熱媒体が供給されることから、この圧縮により昇温した高温高圧の熱媒体は、熱源タンク 26 からの冷却液源に放熱することにより、高圧液冷媒に変化する。したがって、熱交換器 60a は凝縮器として作用する。

40

【0038】

凝縮器 60a を経た高圧熱媒体は、膨張弁 66 を経ると、断熱膨張作用により低温低圧の熱媒体に変化し、この低温低圧の熱媒体が第 2 の熱交換器 60b に送られると、該熱交換器の周辺空気との熱交換により周辺空気を冷却する。したがって、熱交換器 60b は、蒸発器として作用する。蒸発器 60b により冷却された空気は、送風器 68 により、車輛 12 の室内 14 へ向けて吹き出される。また蒸発器 60b を経た熱媒体は、再び圧縮機 64 で圧縮を受け、前記した循環サイクルを反復する。

【0039】

50

したがって、熱源タンク 26 内の常温水を用いたヒートポンプユニット 58 (室内機 28) の作動により、冷房による排熱をトンネル 16 内に放出することなく、室内 14 を好適に冷房することができる。

【0040】

熱源タンク 26 内の常温水 (約 25 ) は、凝縮器 60 a での熱媒体との熱交換により昇温するが、この温度が約 45 に達するまで、冷却水としてヒートポンプユニット 58 で有効に利用することができる。したがって、有効な冷房時間は、熱源タンク 26 の容量に比例する。そこで、隣り合う駅間を 2 分で走行すると仮定し、一般的な地下鉄の 1 車輦あたりに 2 分間の必要な冷房に要する水容量を概算する。

【0041】

例えば、床面積が  $49.4 \text{ m}^2$  の車輦 12 で定員が 150 名程度である場合、ラッシュ時には、人口密度が  $7.5 \text{ 人/m}^2$  になると考えると、1 車輦あたりに 371 人が乗り込むことになる。このとき、一人当たりの全熱量 (顕熱および潜熱の和) を約  $207 \text{ W}$  とすると、1 車輦あたりの単位時間での全熱量  $X$  は、 $76,797 \text{ W}$  になる。2 分の駅間走行時間の冷房に必要な水の容量を  $Y$  リットルとすると、次式が成り立つ。

【0042】

$$X \times 0.86 \times (2 / 60) = Y \times 20 \quad \dots (1)$$

【0043】

ここで、左辺中の  $0.86$  は、 $\text{W}$  単位を  $\text{Kcal}$  に変換するパラメータであり、係数 ( $2 / 60$ ) は 2 分当たりの熱量への変換パラメータである。したがって、左辺は、全熱量を 2 分当たりの熱量  $\text{Kcal}$  に換算した値である。また、右辺は、 $25$  から  $45$  へ  $20$  の温度差を生じる  $Y$  リットルの水 (比重 1、比熱 1) のエネルギー値 ( $\text{Kcal}$ ) である。

【0044】

式 (1) で  $X = 76,797 \text{ W}$  であることから、当該式より、 $Y$  は、 $110$  リットルとなる。したがって、隣接する駅間の走行中の冷房に必要な水量は、 $110$  リットルとなる。これによれば、例えば 5 つの停車駅毎に熱源給排装置 24 を設置する場合、 $5 \times Y$  で求められる  $550$  リットルの水が必要になる。

【0045】

図 1 および図 2 に示した例では、1 車輦に 3 つの熱源タンク 26 が設けられているが、各タンクの寸法を  $500 \text{ mm (W)} \times 250 \text{ mm (H)} \times 4400 \text{ mm (L)}$  とすることが望ましい。これにより、それぞれの熱源タンク 26 の容量を  $550$  リットルとすることができる。この場合、熱源給排装置 24 (給排水基地) で、停車時に、対応する開閉弁 34、44 および 50 の操作により、第 1 の熱源タンク 26 に給水し、同時に第 2 の熱源タンク 26 から排水することにより、第 1 および第 2 の熱源タンク 26 に接続された 2 台の室内機 28 が作動を停止しても、この間に第 3 の熱源タンク 26 に接続された室内機 28 で室内 14 を冷房することができる。すなわち、複数の熱源タンクのうちの一つに取り付けられた分岐管に介装された排水弁を開 (給水弁は閉) とし、他方の一つの熱源タンクに取り付けられた分岐管に介装された給水弁を開 (排水弁は閉) とし、残りの熱源タンクに係るヒートポンプユニット 58 のみを運転して冷房することができる。したがって、熱源タンク 26 への給排水のために冷房を中断することなく連続冷房が可能となる。なお、ヒートポンプユニットと熱源タンクとは 1 対 1 である必要はなく、共通の一台の大型ヒートポンプユニットを設けることができる。この場合、例えば分岐路に切り換えバルブが設けられた冷媒分岐管路を経て、前記大型ヒートポンプユニットを熱源タンク毎に分流、遮断可能なように接続することができる。

【0046】

図 4 は、冷却液源として氷 / 水混合スラリーを用いた空調システム 110 の例を示す。図 4 を参照しての説明に先立ち、冷却液源として氷 / 水混合スラリーを用いた場合、車輦 12 の空調装置 122 に設けられる熱源タンク 126 の容量を考察する。車輦やその走行条件およびその他の仮定等については水の場合と同一である。但し、 $0$  の水が  $12$  に

10

20

30

40

50

達するまで冷却水源として使用し、氷/水混合スラリーは、50%の水と50%の氷との混合物であると仮定すると、氷の融解熱が80 Kcal/hであることから、1 Kgの氷を溶かして12 まで上昇させる熱量は、次式で求められる。

【0047】

$$80 \text{ Kcal/h} \times 0.5 (\text{IPF}) + 12 = 52 \text{ Kcal/h} \dots (2)$$

【0048】

前記氷/水混合スラリーを冷却液源として、2分の駅間走行時間の冷房に必要な氷/水混合スラリーの容量をZリットルとすると、式(1)を参照すると、次式が導かれる。

【0049】

$$X \times 0.86 \times (2/60) = Z \times 52 \dots (3)$$

10

【0050】

式(3)の左辺で、 $X = 76, 797 \text{ W}$ であることから、式(3)より、スラリーに必要な容量Zは、約42リットルとなる。したがって、例えば5つの停車駅毎に熱源給排装置を設置する場合、 $5 \times Z$ で求められる210リットルの氷/水混合スラリーのための熱源タンク126が必要になる。

【0051】

再び図4を参照するに、駅20に設けられる熱源給排装置124には、過冷却水を用いた氷蓄熱システムが用いられている。すなわち、熱源給排装置124は、従来よく知られているように、冷凍機102、過冷却器104および氷蓄熱槽106を備える。冷凍機102と過冷却器104の間には、ポンプ108aが設けられた配管108を経て冷媒が循環する。他方、過冷却器104と氷蓄熱槽106の間には、スラリー送給管116および水帰還管118が設けられている。水帰還管118には、氷蓄熱槽106内の水を過冷却器104に送給するポンプ120が設けられている。したがって、過冷却器104と氷蓄熱槽106の間には、スラリー送給管116および水帰還管118で、循環路が形成される。過冷却器104の出口であるスラリー送給管116との接続部には、図示しないが従来よく知られた振動器のような過冷却解除器が設けられている。

20

【0052】

ポンプ120の作動により、氷蓄熱槽106から過冷却器104に送られる水は、該過冷却器で、冷凍機102から送られた冷媒によって過冷却の状態に冷やされた後、スラリー送給管116を経て氷蓄熱槽106に戻される。このとき、前記過冷却解除器を通る過冷却水は、過冷却の状態を解除されることにより、氷/水が約半々の氷/水混合スラリーの状態、氷蓄熱槽106に戻される。氷蓄熱槽106の水は、補給管70から補給可能である。この過冷却水を用いた氷蓄熱システムの詳細は、例えば、特開平1-14682号公報に記載されている。

30

【0053】

氷蓄熱槽106内の氷/水混合スラリーは、加圧ポンプ72および電磁開閉弁150が設けられた取水管146を経て、その先端に設けられた筒状緩衝部材146aから車輛12の空調装置122に供給可能である。

【0054】

取水管146を冷却液源供給管として、これから氷/水混合スラリーを受ける車輛12の空調装置122は、前記した熱源タンク126と、室内機128とを備える。熱源タンク126は、その受給口をトンネル16の天井面16aに向けて開放するように、車輛12の屋根面12aに設置されており、前記受給口には、これを開閉する自動開閉シャッター126aが設けられている。室内機128は、図示の例では、従来よく知られたファンコイルユニットであり、配管138、138を経て熱源タンク126に接続される熱交換器160と、送風器168とを備える。一方の配管138には、熱源タンク126内の前記混合スラリー中の水を該熱源タンクと熱交換器160との間で循環させるための加圧ポンプ140が設けられており、熱交換器160で冷却された周辺空気が送風器168により、室内14に送られる。なお、図示の例では、タンク内の冷却液源(氷/水混合スラリー)を吸引して送る方式としているが、タンクとファンコイルとの間を密閉管路としてブラ

40

50

インを循環させる方式としても良い。

【0055】

図4に示す例では、室内14への冷風温度の調整のために、熱交換器160を経て昇温した水の一部を熱源タンク126を経ることなく熱交換器160に直接戻すためのブリードイン配管74およびブリードインバルブ76が設けられている。このブリードインバルブ76は、ファンコイルユニット128の出口から出た水をその入口への管路に合流させるバイパス管を実質的に開閉する。ブリードインバルブ76の操作に応じて、熱交換器160に供給される冷却水中の昇温した水をファンコイルユニット128の入口に戻しかつこの戻し水の割合を変えることができる。これにより、例えば、熱交換器160に供給される冷却水温度を7から15の間で調整することができ、この範囲で冷風温度の調整が可能となる。

10

【0056】

空調装置122の作動によって熱源タンク126内の氷が順次解け出し、該熱源タンク内の水温が所定温度(例えば12)に達したとき、熱源タンク126内の水を排出するために、該熱源タンクには、開閉弁144を有する排出管142が設けられている。したがって、車輛12が駅20に到着したとき、開閉弁144を開放動作させることにより、前記したと同様に、熱源タンク126内の水をプラットフォーム20a下の回収タンク148に放出することができる。回収タンク148に回収された水は、吸引ポンプ154が設けられた配管156を経て氷蓄熱槽106に戻される。配管156に異物を捕捉するストレーナ78を設け、氷蓄熱槽106内への異物の混入を防止することが望ましい。

20

【0057】

図1および2に示したような常温水を用いた場合で熱源タンク26に110リットルの容量が必要になるとき、図4に示した氷/水混合スラリーを用いる場合は、熱源タンク126に42リットルの容量が必要となるに過ぎない。このことから、氷/水混合スラリーを用いることにより、熱源タンクの容量は、水を用いた場合に比較して約1/4に低減することができる。したがって、空調装置の省スペース化の点では、冷却熱源として氷/水混合スラリーを用いることが望ましい。

【0058】

また、図4に示したように、氷/水混合スラリーを用いる場合、空調装置として、ヒートポンプユニットよりも構成が単純なファンコイルユニットを用いることができるので、価格的にも有利である。もちろん、氷/水混合スラリーを用いる場合においても、空調装置として、図3に示したヒートポンプユニットを用いることができる。また、図3に示した空調装置として、ヒートポンプユニットとフィンコイルユニットとを組合せた装置(特許文献3に開示されたもの)を使用することができる。

30

【0059】

また、図1および2に示した例で、熱源タンク26に供給される水として、例えば10程度の地下水を用いることにより、ヒートポンプユニットに代えて、図4に示したようなファンコイルユニットを室内機として用いることができる。

【0060】

図5は、空調装置122の室内機128として、ヒートポンプユニットを用いると共に、該ヒートポンプユニットの凝縮器に空冷式凝縮器および水冷式凝縮器の組合せを用いた例を示す。

40

【0061】

図5に示す室内機128は、室内14の空気と室内機128の熱媒体との間で熱交換を行う第1の熱交換器160aと、該熱交換器に冷媒配管162a、162bを経て接続された第2の熱交換器160bおよび第3の熱交換器160cを備えるヒートポンプである。一方の配管162aには、図5に示す冷媒配管路を反時計方向へ循環させるための圧縮機164が、熱交換器160aと熱交換器160bとの間で設けられている。他方の配管162bには、膨張弁166が熱交換器160cと熱交換器160aとの間で設けられている。第2の熱交換器160bには、該熱交換器を経て空気を車輛12方へ放出するため

50

の送風器 80 が組み込まれている。

【0062】

熱源タンク 126 と第 3 の熱交換器 160c との間には、熱源タンク 126 内の氷 / 水混合スラリーの水を第 3 の熱交換器 160c に案内するための配管 180 が設けられている。配管 180 には、管路を開閉するための開閉電磁弁 82 および該弁の開放状態で熱源タンク 126 内の水を第 3 の熱交換器 160c との間で循環させるための加圧ポンプ 140 が設けられている。

【0063】

開閉電磁弁 82 が開放され、また送風器 80 が動作された状態で、圧縮機 164 が作動されると、該圧縮機で加圧された高温高压の熱媒体が熱交換器 160b に送られる。この高温高压の熱媒体は、熱交換器 160b で、送風器 80 による放出空気との間の熱交換によって冷却され、高压液冷媒に変化する。したがって、第 2 の熱交換器 160b は、空冷式凝縮器として作用する。

10

【0064】

空冷式凝縮器 160b を経た高压熱媒体が第 3 の熱交換器 160c に送られると、高压熱媒体は、熱源タンク 126 からの冷水と熱交換を行うことにより、さらに冷却される。したがって、第 3 の熱交換器 160c は水冷式凝縮器として作用する。この水冷式凝縮器 160c を経た低温高压熱媒体は、膨張弁 166 の断熱膨張作用により、低温低压熱媒体（ガス冷媒）に変化して第 1 の熱交換器 160a に送られる。

【0065】

低温低压熱媒体は、第 1 の熱交換器 160a に送られると、該熱交換器の周辺空気との熱交換により周辺空気を冷却する。したがって、第 1 の熱交換器 160a は、蒸発器として作用する。蒸発器 160a により冷却された空気は、図示しないが、図 3 に示した例におけると同様な送風器（68）の作動により、車輛 12 の室内 14 へ向けて吹き出される。また蒸発器 160a を経た熱媒体は、再び圧縮機 164 で圧縮を受け、前記した循環サイクルを反復する。したがって、熱源タンク 26 内の水を用いた水冷式凝縮器 160c および空気を用いた空冷式凝縮器 160b の 2 段凝縮作用により、高い COP で空調装置 122 を作動させることができる。この作動モードは、空冷式凝縮器 160b および水冷式凝縮器 160c を併用することから、併用モードと称する。

20

【0066】

この装置構成で、送風器 80 の作動を停止すると、冷媒は空冷式凝縮器 160b を通過するが、実質的に空冷式凝縮器 160b はその機能を停止する。したがって、この作動モードは、水冷式凝縮器 160c のみが凝縮器として作用することから、水冷モードと称する。

30

【0067】

図 5 に示した空調システムでは、通常のトンネル走行に、水冷モードを使用することができ、先の例におけると同様に、トンネル 16 内に冷房による排熱を排出することなく、車輛 12 の室内 14 を好適に冷房することができる。

【0068】

空冷モードは、例えば、車輛 12 がトンネル 16 内で故障を生じ、そのため、水冷モードでの運転によって熱源タンク 126 内の冷却水が所定の温度に達するほどの長時間停止を招いたとき、緊急用として使用することができる。

40

【0069】

また、前記した緊急用以外に、車輛 12 の路線に地上走行部が設けられているとき、車輛 12 の地上走行時に前記した併用モードを使用することができる。

【0070】

前記したように、空冷式凝縮器 160b および水冷式凝縮器 160c を直列接続することに代えて、配管 162a および配管 162b 間で空冷式凝縮器 160b を迂回するバイパス管と、該バイパス管に設けられるバイパス弁とを設置することにより、空冷式凝縮器 160b および水冷式凝縮器 160c を相互に並列接続することができる。しかしながら

50

、管路の簡素化の観点からは、前記した直列接続が望ましい。なお、受給口を車輛の側面に設けること、受給口から配管を経て車輛底面に設けた熱源タンクに冷却液源を導くこと、ヒートポンプユニットを車輛間の連結部に設けること等、車輛構造に応じて好適な配置が可能である。

【産業上の利用可能性】

【0071】

本発明は、上記実施例に限定されず、その趣旨を逸脱しない限り、種々に変更することができる。

【図面の簡単な説明】

【0072】

【図1】本発明に係る空調システムが適用された地下鉄の車輛および駅の断面図を示す。

【図2】図1に示した車輛の平面図である。

【図3】図1に示した空調システムの室内機の一例を示すヒートポンプの機器配置の系統図である。

【図4】本発明に係る空調システムの他の具体例を示す図1と同様な図面である。

【図5】本発明に係る空調システムの室内機の他の具体例を示す図3と同様な図面である。

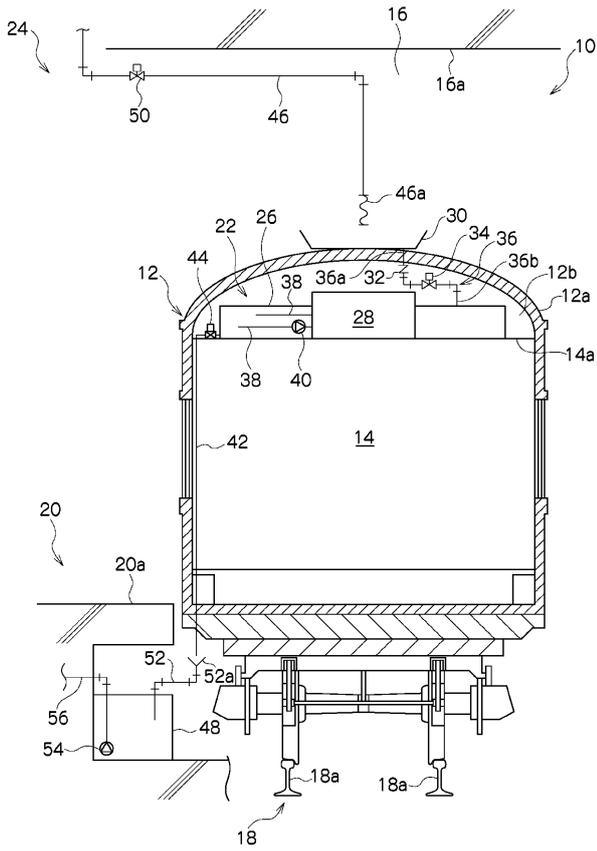
。

【符号の説明】

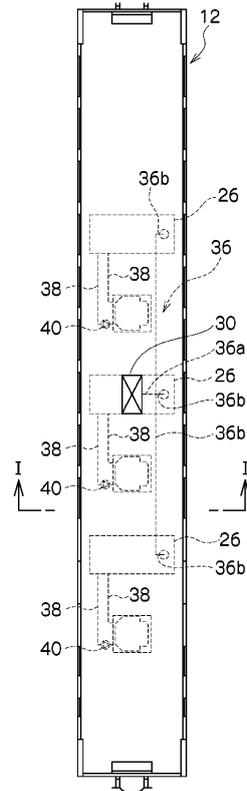
【0073】

10、110	空調システム	20
12	車輛	
12b	天井空間	
14	室内	
16	トンネル	
18	線路	
20	(熱源給排基地) 駅	
20a	プラットフォーム	
22、122	空調装置	
24、124	熱源給排装置	
26、126	熱源タンク	30
28、128	室内機	
30	(受給口) 受け皿	
58	ヒートポンプユニット	
60 (60a、60b) 160、160a、160b、160c	熱交換器 (凝縮器、蒸発器)	
62 (62a、62b)	配管	
64	圧縮機	
66	膨張弁	
102	冷凍機	
104	過冷却器	40
106	氷蓄熱槽	

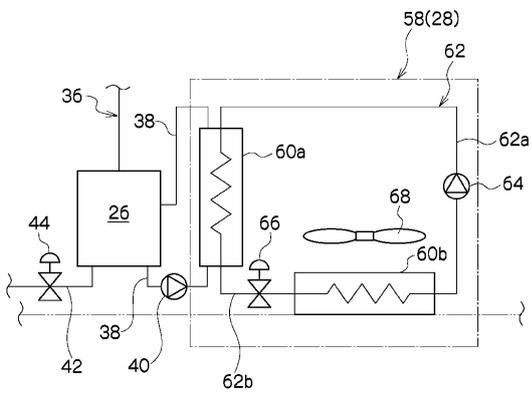
【 図 1 】



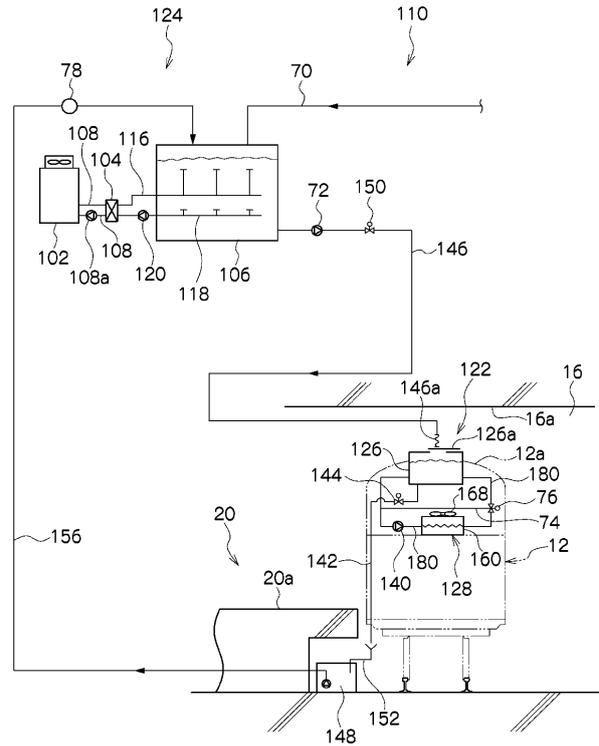
【 図 2 】



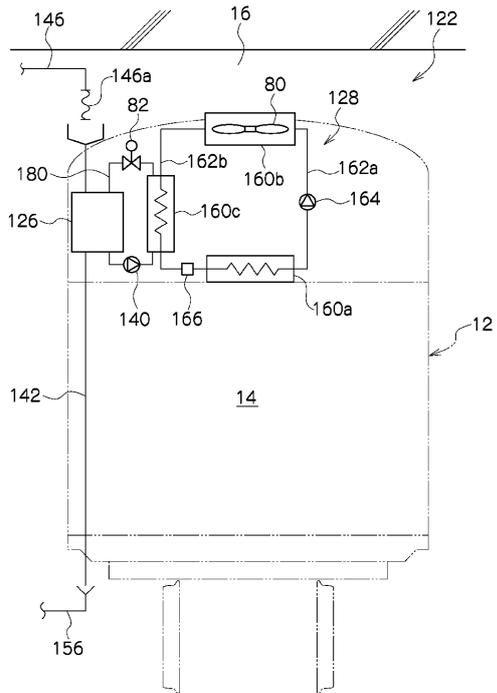
【 図 3 】



【 図 4 】



【 図 5 】



フロントページの続き

(72)発明者 河村 享

東京都千代田区神田駿河台4丁目2番地5 高砂熱学工業株式会社内