

明 細 書

発明の名称：冷却デバイス

技術分野

[0001] 本開示は、冷却デバイスに関する。

本願は、2023年10月2日に日本に出願された特願2023-171320号について優先権を主張し、その内容をここに援用する。

背景技術

[0002] 特許文献1には、冷却ジャケットが開示されている。冷却ジャケットは、冷媒が流通する第1及び第2筒部と、第1及び第2筒部のそれぞれの側面に接続された本体部と、を備える。本体部は、単一の部材により冷媒が流通する流路部を画定し、冷却の対象物を冷却する。

先行技術文献

特許文献

[0003] 特許文献1：特許第5533215号

発明の概要

発明が解決しようとする課題

[0004] ところで、例えばデータセンターのネットワークラックにおいては、小さな発熱体が密集して設けられている。発熱体は、空気が供給されることにより冷却される。例えばこの発熱体が光モジュールである場合、数cm程度の小さな光モジュールが密集した状態となる。このため、光モジュールに空気を供給して冷却する空冷方式では、多くの電力が必要となる。昨今の脱炭素のニーズからも、消費電力の削減が重要な課題となっている。

[0005] また、消費電力を抑える冷却方式として、発熱体を冷媒に浸漬させて冷却する液浸方式が存在する。しかしながら、発熱体が光モジュールである場合、情報伝達の媒体として光を利用する。このため、光の屈折率が変化する冷媒に光モジュールを浸漬させる液浸方式を、光モジュールの冷却方式として採用することができず、上述した空冷方式を採用せざるを得なかった。

[0006] 本開示は、上記課題を解決するためになされたものであって、冷却効率を向上させ、消費電力を削減することができる冷却デバイス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に、本開示に係る冷却デバイスは、内側に空間が形成されているとともに、外面から内側に窪む凹部を有する筐体と、前記筐体内に設けられているとともに、前記凹部内に突出する端子を有するサーバと、前記凹部内に設けられているとともに前記端子に接続された光モジュールと、前記筐体内に冷媒を供給する冷媒供給部と、前記筐体から冷媒を排出する冷媒排出部と、を備える。

発明の効果

[0008] 本開示の冷却デバイスによれば、冷却効率を向上させ、消費電力を削減することができる。

図面の簡単な説明

[0009] [図1]本開示の第1実施形態に係る冷却デバイスの斜視図である。

[図2]本開示の第1実施形態に係る冷却デバイスの奥行方向に沿った断面図である。

[図3]本開示の第1実施形態に係る冷却デバイスの幅方向に沿った断面図である。

[図4]本開示の第2実施形態に係る冷却デバイスの斜視図である。

[図5]本開示の第2実施形態に係る冷却デバイスの奥行方向に沿った断面図である。

[図6]本開示の第2実施形態に係る冷却デバイスの幅方向に沿った断面図である。

[図7]本開示の第3実施形態に係る冷却デバイスの幅方向に沿った断面図である。

[図8]本開示の第4実施形態に係る冷却デバイスの幅方向に沿った断面図である。

[図9]本開示の第5実施形態に係る冷却デバイスの幅方向に沿った断面図である。

[図10]本開示の第6実施形態に係る冷却デバイスの幅方向に沿った断面図である。

[図11]本開示の第7実施形態に係る冷却デバイスの幅方向に沿った断面図である。

[図12]本開示の第8実施形態に係る冷却デバイスの斜視図である。

[図13]本開示の第8実施形態に係る冷却デバイスの奥行方向に沿った断面図である。

[図14]本開示の第8実施形態に係る冷却デバイスの幅方向に沿った断面図である。

[図15]本開示の第9実施形態に係る冷却デバイスの奥行方向に沿った断面図である。

[図16]本開示の第9実施形態に係る冷却デバイスの幅方向に沿った断面図である。

[図17]本開示のその他の実施形態に係る冷却デバイスの斜視図である。

発明を実施するための形態

[0010] <第1実施形態>

(冷却デバイスの構成)

以下、本開示の実施形態に係る冷却デバイス1について、図1～図3を参照して説明する。

図1～図3に示すように冷却デバイス1は、筐体10と、サーバ2と、光モジュール20と、冷媒供給部3と、冷媒排出部4と、冷媒ライン5と、熱交換器6と、を備える。

[0011] (筐体)

筐体10は、後述するサーバ2等の電子機器を収納する。筐体10は、例えばAM(Additive Manufacturing)造形によって形成されている。筐体10は、筐体本体11と、ジャケット12と、を有す

る。

[0012] (筐体本体)

筐体本体 11 は、例えば立方体状に形成されている。筐体本体 11 は、水平方向に延在する下壁 13 と、下壁 13 の上方に間隔を空けて配置された上壁 14 と、下壁 13 の外縁と上壁 14 の外縁とを上下方向 Dv に接続する複数の側壁 15 と、を有する。下壁 13 は、矩形板状に形成されている。上壁 14 は、下壁 13 と同形状の矩形板状に形成されている。各側壁 15 は、上下方向 Dv に延在する矩形板状に形成されている。これら下壁 13 と上壁 14 と側壁 15 とによって、筐体本体 11 の内側には密閉された空間 S が形成されている。筐体本体 11 は、上下方向 Dv に延びるとともに、水平方向に延在するように配置されている。筐体本体 11 は、例えば金属材料に形成されている。

[0013] 以下では、上下方向 Dv に直交する水平方向のうち、一方向を幅方向 Dw と称して説明する。また、上下方向 Dv に直交する水平方向のうち、幅方向 Dw に直交する方向を奥行方向 Ds と称する。

本実施形態では、側壁 15 は 4 枚設けられている。4 枚の側壁 15 のうち 2 枚の側壁 15 は、幅方向 Dw に対向するように配置されている。また、4 枚の側壁 15 のうち別の 2 枚の側壁 15 は、奥行方向 Ds に対向するように配置されている。

[0014] (ジャケット)

ジャケット 12 は、奥行方向 Ds に対して垂直に配置された 1 つの側壁 15 に設けられている。ジャケット 12 は、筐体 10 の外面 10a から内側に突出するように設けられている。ジャケット 12 は、凹部 16 を有する。

[0015] (凹部)

凹部 16 は、筐体 10 の外面 10a から内側に凹むようにジャケット 12 に形成されている。

[0016] 本実施形態では、ジャケット 12 は、筐体本体 11 と、同一の材料で一体に形成されている。ジャケット 12 は、例えば金属材料に形成されて、所定

の剛性を有する。

ジャケット 12 の形状や配置（凹部 16 の形状や配置）については、後に詳細に説明する。

[0017] （サーバ）

サーバ 2 は、筐体 10 内の空間 S に設けられている。なお、図示の例では、サーバ 2 は模式的に図示され、サーバ 2 以外の電子機器は省略されている。サーバ 2 は、凹部 16 内に突出した端子 2a を有する。本実施形態は、サーバ 2 は、端子 2a を複数有している。端子 2a は、凹部 16 ごとに少なくとも 1 つずつ設けられている。

[0018] （光モジュール）

光モジュール 20 は、各凹部 16 内に一つずつ設けられている。なお、図示の例では、光モジュール 20 は、模式的に図示されている。光モジュール 20 は、筐体 10 の外側から凹部 16 内に挿し込まれている。光モジュール 20 は、サーバ 2 の端子 2a に接続されている。端子 2a とは反対側の光モジュール 20 の端部には、光ファイバー 22 が接続されている。光モジュール 20 は、光ファイバー 22 を介して他の装置と情報を送受信する。

[0019] （冷媒供給部）

冷媒供給部 3 は、筐体 10 内に冷媒 R を供給する。冷媒供給部 3 は、筐体本体 11 の下壁 13 の中央部に設けられている。冷媒供給部 3 は、筐体 10 内の空間 S に連通し、下壁 13 から下方に延びる供給管である。冷媒供給部 3 から供給された冷媒 R が、液相の状態ですべて筐体 10 内に満たされている。全てのジャケット 12 は、筐体 10 の内の冷媒 R に浸漬されている。

[0020] （冷媒排出部）

冷媒排出部 4 は、筐体 10 から冷媒 R を排出する。冷媒排出部 4 は、筐体本体 11 の上壁 14 の中央部に設けられている。冷媒排出部 4 は、筐体 10 内の空間 S に連通し、上壁 14 から上方に延びる排出管である。

[0021] （冷媒ライン）

冷媒ライン 5 は、冷媒供給部 3 の上流端と、冷媒排出部 4 の下流端とを接

続する配管である。冷媒ライン 5 は、冷媒排出部 4 から排出された冷媒 R を、再び冷媒供給部 3 に導く。

[0022] (熱交換器)

熱交換器 6 は、冷媒ライン 5 に設けられている。熱交換器 6 は、光モジュール 20 と熱交換を行った冷媒 R を冷却する。熱交換器 6 は、空冷式であってもよく、液冷式であってもよい。

[0023] (ジャケット周辺の詳細構造)

以下、ジャケット 12 周辺の詳細構造について説明する。

ここでは、光モジュール 20 の形状を簡略化して、光モジュール 20 が一方向に延びる立方体状に形成される場合を例に説明する。

[0024] 図 2、図 3 に示すように、ジャケット 12 の外形は、光モジュール 20 の形状に合わせて一方向に延びる立方体状に形成されている。ジャケット 12 は、側壁 15 の 1 つに、複数設けられている。複数のジャケット 12 は、奥行方向 D_s から見て、上下方向 D_v 及び幅方向 D_w に並べられ、長方形格子状に配置されている。複数のジャケット 12 は、上下方向 D_v 及び幅方向 D_w に間隔をあけて配置されている。図示の例では、幅方向 D_w に 4 個並ぶジャケット 12 の列が、上下方向 D_v に 3 列設けられている。各列内で、ジャケット 12 は、幅方向 D_w に等間隔に配置されている。また、ジャケット 12 の列は、上下方向 D_v に等間隔に配置されている。

[0025] 各ジャケット 12 には、凹部 16 が光モジュール 20 の形状に合わせて一方向に延びるように形成されている。本実施形態では、この凹部 16 が奥行方向 D_s に窪むように、各ジャケット 12 が設けられている。

本実施形態では、凹部 16 の内面 16a に、光モジュール 20 が接触している。より詳細には、凹部 16 の内面 16a と光モジュール 20 とが幅方向 D_w 及び上下方向 D_v に隙間なく接触している。さらに、光モジュール 20 の表面のうち他の領域として比較的発熱量と大きい発熱面 21 が凹部 16 の内面 16a に接触している。図示の例では、光モジュール 20 の発熱面 21 は、上方を向くように配置され、凹部 16 の内面 16a のうち上面に接触し

ている。発熱面 21 は、幅方向 D_w 及び奥行方向 D_s に延在する水平面である。

[0026] ジャケット 12 は、伝熱促進部 17 を有する。伝熱促進部 17 は、ジャケット 12 を構成する壁部のうち、光モジュール 20 が接触する部分である。本実施形態では、伝熱促進部 17 は、ジャケット 12 の上壁を構成している。伝熱促進部 17 は、加熱面 18 を有する。加熱面 18 は、ジャケット 12 の外面の一部分を構成している。加熱面 18 は、光モジュール 20 の発熱面 21 と接触する凹部 16 の内面 16a と反対側を向いている。加熱面 18 は、筐体 10 内の冷媒 R に発熱面 21 からの熱を伝達して冷媒 R を加熱する。本実施形態では、加熱面 18 は、上方を向いて、幅方向 D_w 及び奥行方向 D_s に延在する水平面である。

[0027] (冷媒の循環)

続いて、冷却デバイス 1 内の冷媒 R の循環について説明する。

筐体 10 は液相の冷媒 R で満たされている。以下では、液相の冷媒 R を液冷媒 R_L、気相の冷媒 R をガス冷媒 R_G として説明する。

光モジュール 20 が発熱すると、その光モジュール 20 が収納されたジャケット 12 に光モジュール 20 の熱が伝達される。この熱伝達は、ジャケット 12 のうち光モジュール 20 の発熱面 21 が接触した伝熱促進部 17 で主として生じる。ジャケット 12 の周囲に存在する液冷媒 R_L には、ジャケット 12 を介して光モジュール 20 の熱が伝達される。特に、ジャケット 12 の加熱面 18 に接触する冷媒 R は、加熱面 18 から伝達される熱より加熱され、沸騰する。これにより、加熱面 18 でガス冷媒 R_G (冷媒 R の蒸気) が生じ、上方に向けて移動する。上壁 14 に達したガス冷媒 R_G は、冷媒排出部 4 から筐体 10 の外部に排出される。その後、ガス冷媒 R_G は、熱交換器 6 で冷却される。冷却されたガス冷媒 R_G は、凝縮されて液冷媒 R_L となる。この液冷媒 R_L は、冷媒供給部 3 に導かれ、筐体 10 内に再び供給される。

このようにして、冷媒 R は、光モジュール 20 の発熱によって生じた熱対

流により冷却デバイス 1 内を循環する。

[0028] (作用効果)

本実施形態では、冷却デバイス 1 は、筐体 10 と、サーバ 2 と、光モジュール 20 と、冷媒供給部 3 と、冷媒排出部 4 と、を備える。筐体 10 は、内側に空間 S が形成されているとともに、外面 10a から内側に窪む凹部 16 を有する。サーバ 2 は、筐体 10 内に設けられているとともに、凹部 16 内に突出する端子 2a を有する。光モジュール 20 は、凹部 16 内に設けられているとともに端子 2a に接続されている。冷媒供給部 3 は、筐体 10 内に冷媒 R を供給する。冷媒排出部 4 は、筐体 10 から冷媒 R を排出する。

[0029] これにより、光モジュール 20 が収容される凹部 16 の周りに冷媒 R を流通させることができる。よって、光モジュール 20 を冷媒 R に直接接触させることなく光モジュール 20 の熱を冷媒 R に効率よく伝達することができる。よって、液浸冷却と同等の冷却効率を得ることができる。このため、送風に多大な電力を必要とする空冷方式と比較して、消費電力を削減することができる。したがって、上記構成によれば、冷却効率を向上させ、消費電力を削減することができる。

[0030] 本実施形態では、凹部 16 の内面 16a に、光モジュール 20 が接触している。

[0031] これにより、光モジュール 20 と冷媒 R との熱伝達を促進させることができる。よって、冷却効率をさらに向上させることができる。

[0032] 本実施形態では、筐体 10 は、外面 10a から内側に突出するように設けられるとともに、凹部 16 が形成されたジャケット 12 を有する。光モジュール 20 の表面のうち比較的発熱量の大きい発熱面 21 が凹部 16 の内面 16a と接触している。ジャケット 12 は、発熱面 21 と接触する凹部 16 の内面 16a と反対側を向くとともに、筐体 10 内の冷媒 R に発熱面 21 からの熱を伝達して冷媒 R を加熱する加熱面 18 を有する。

[0033] これにより、光モジュール 20 の熱を、加熱面 18 を介して冷媒 R に効率良く伝達することができる。よって、加熱面 18 で冷媒 R を沸騰させやすくな

り、光モジュール20の熱を冷媒Rの気化熱として多量に放熱させることが可能となる。よって、冷却効率をより一層向上させることができる。

[0034] <第2実施形態>

以下、本開示の第2実施形態に係る冷却デバイス201について、図4～図6を参照して説明する。上述した実施形態と同様の構成については、同様の名称、及び同様の符合を付す等して説明を適宜省略する。本実施形態は、発熱面21及び加熱面18が、上下方向D_vに延在する鉛直面であるという点で第1実施形態と相違する。

[0035] 本実施形態では、図4に示すように、冷媒供給部3が筐体本体11の下壁13の角部付近に設けられ、冷媒排出部4が筐体本体11の上壁14の角部付近に設けられている。上方向からみて、冷媒供給部3と、冷媒排出部4とは、上壁14の対角線上に配置されている。

[0036] また、本実施形態では、図5、図6に示すように、複数のジャケット12は、奥行方向D_sから見て、上下方向D_v及び幅方向D_wに並べられ、長方形格子状に配置されている。複数のジャケット12は、上下方向D_v及び幅方向D_wに間隔をあけて配置されている。図示の例では、幅方向D_wに6個並ぶジャケット12の列が、上下方向D_vに2列設けられている。各列内で、ジャケット12は、幅方向D_wに等間隔に配置されている。

[0037] 上下方向D_vに並ぶ2つのジャケット12は、上側のジャケット12の下壁と下側のジャケット12の上壁とを共有して、一体に形成されている。

[0038] 光モジュール20の発熱面21は、幅方向D_wの一方側を向くように配置され、凹部16の内面16aのうち幅方向D_wを向く側面に接触している。発熱面21は、上下方向D_v及び奥行方向D_sに延在する鉛直面である。

[0039] また、本実施形態では、伝熱促進部17は、ジャケット12の側壁を構成している。伝熱促進部17の加熱面18は、対応する発熱面21と同様に幅方向D_w一方側を向いて、上下方向D_v及び奥行方向D_sに延在する鉛直面である。上下方向D_vに並ぶ2つのジャケット12は、互いの加熱面18が面一となるように設けられている。これら2つの加熱面18は、連続してい

る。

[0040] (作用効果)

本実施形態では、ジャケット12は、上下方向Dvに並べて複数設けられている。加熱面18は、上下方向Dvに延在する鉛直面である。

[0041] これにより、下側のジャケット12の加熱面18で生じた冷媒Rの蒸気の流れが、上側のジャケット12で阻害されることを抑制することができる。よって、冷却効率をより一層向上させることができる。

[0042] <第3実施形態>

以下、本開示の第3実施形態に係る冷却デバイス301について、図7を参照して説明する。上述した実施形態と同様の構成については、同様の名称、及び同様の符合を付す等して説明を適宜省略する。本実施形態は、光モジュール20、及び光モジュール20が収納されるジャケット12が、上下方向Dvにオフセットされているという点で第2実施形態と相違する。

[0043] 本実施形態では、図7に示すように、上下方向Dvに並ぶ2つのジャケット12が、間隔を空けて設けられている。上下方向Dvに並ぶ2つのジャケット12は、互いの加熱面18が同一鉛直面上に位置するように設けられている。

[0044] (作用効果)

本実施形態では、上下方向Dvに並ぶジャケット12は、間隔を空けて設けられている。

[0045] これにより、上下方向Dvに並ぶジャケット12の間に冷媒Rを流入させることができる。よって、ジャケット12の冷媒Rと接触する伝熱面積が増大するので、冷却効率をより一層向上させることができる。

[0046] <第4実施形態>

以下、本開示の第4実施形態に係る冷却デバイス401について、図8を参照して説明する。上述した実施形態と同様の構成については、同様の名称、及び同様の符合を付す等して説明を適宜省略する。本実施形態は、ジャケット12が、加熱面18に表面積増大部材19をさらに有するという点で第

3実施形態と相違する。

[0047] (表面積増大部材)

本実施形態では、図8に示すように、各ジャケット12の加熱面18には、表面積増大部材19が設けられている。表面積増大部材19とは、加熱面18に熱的に接続され、加熱面18の表面積を増大させる部材である。本実施形態の表面積増大部材19は、加熱面18から幅方向Dwに突出した複数のフィンである。なお、表面積増大部材19は、フィンに限られず、例えばラティスや多孔質材であってもよい。

[0048] (作用効果)

本実施形態では、ジャケット12は、加熱面18に、加熱面18の表面積を増大させる表面積増大部材19をさらに有する。

[0049] これにより、冷媒Rと加熱面18との接触面積を増大させることができる。よって、光モジュール20とジャケット12との熱交換を促進させることができる。また、冷媒Rと加熱面18との接触面積が増大することにより、限界熱流束が上昇する。これにより、加熱面18における、熱伝達効率のよい核沸騰から膜沸騰への突然の遷移を抑制することができる。

[0050] <第5実施形態>

以下、本開示の第5実施形態に係る冷却デバイス501について、図9を参照して説明する。上述した実施形態と同様の構成については、同様の名称、及び同様の符合を付す等して説明を適宜省略する。本実施形態は、光モジュール20の発熱面21及びジャケット12の加熱面18が水平面に対して傾斜しているという点で第2～第4実施形態と相違する。

[0051] 本実施形態では、図9に示すように、複数のジャケット12は、奥行方向Dsから見て、上下方向Dv及び幅方向Dwに並べられ、長方形格子状に配置されている。複数のジャケット12は、第2実施形態と同様に、上下方向Dv及び幅方向Dwに間隔をあけて配置されている。図示の例では、幅方向Dwに6個並ぶジャケット12の列が、上下方向Dvに2列設けられている。各列内で、ジャケット12は、幅方向Dwに等間隔に配置されている。

[0052] 上下方向D_vに並ぶ2つのジャケット12は、奥行方向D_sから見て、上側のジャケット12の下端と下側のジャケット12の上端とが接触するように設けられている。

[0053] また、本実施形態では、加熱面18は、水平面に対して傾斜する傾斜面である。より具体的には、複数の加熱面18は、全て同一の方向を向き、各加熱面18は、上方及び幅方向D_wの一方側を向いている。各加熱面18は、水平面に対して約45度傾斜している。なお、各加熱面18の水平面に対する傾斜角度は、適宜変更可能である。

[0054] (作用効果)

本実施形態では、ジャケット12は、上下方向D_vに並べて複数設けられ、加熱面18は、水平面に対して傾斜する傾斜面である。

[0055] これにより、加熱面18で生じた冷媒Rの気泡が加熱面18から離脱しやすくなる。このため、冷媒Rの蒸気が滞らずに上方に抜けやすくなる。よって、各ジャケット12の徐熱性能の低下を抑制し、冷却効率をより一層向上させることができる。

[0056] <第6実施形態>

以下、本開示の第6実施形態に係る冷却デバイス601について、図10を参照して説明する。上述した実施形態と同様の構成については、同様の名称、及び同様の符合を付す等して説明を適宜省略する。本実施形態は、光モジュール20、及び光モジュール20が収納されるジャケット12が、上下方向D_vにオフセットされているという点で第5実施形態と相違する。

[0057] 本実施形態では、図10に示すように、上下方向D_vに並ぶ2つのジャケット12が、間隔を空けて設けられている。

[0058] (作用効果)

本実施形態では、上下方向D_vに並ぶジャケット12は、間隔を空けて設けられている。

[0059] これにより、上下方向D_vに並ぶジャケット12の間に冷媒Rを流入させることができる。よって、ジャケット12の冷媒Rと接触する伝熱面積が増

大するので、冷却効率をより一層向上させることができる。

[0060] <第7実施形態>

以下、本開示の第7実施形態に係る冷却デバイス701について、図11を参照して説明する。上述した実施形態と同様の構成については、同様の名称、及び同様の符合を付す等して説明を適宜省略する。本実施形態は、光モジュール20、及び光モジュール20が収納されるジャケット12の幅方向Dwに延びる各列が、水平方向にオフセットされているという点で第6実施形態と相違する。

[0061] 本実施形態では、図11に示すように、ジャケット12は、奥行方向Dsから見て、上下方向Dv及び幅方向Dwに並べて複数設けられている。上下方向Dvに並ぶジャケット12は、互いの加熱面18が幅方向Dwにずれるように、幅方向Dwにずらして配置されている。これにより、幅方向Dwに延びるジャケット12の2列のうち、上側のジャケット12の列が幅方向Dw一方側の側壁15に接近するように配置され、下側のジャケット12の列が幅方向Dw他方側の側壁15に接近するように配置されている。

[0062] (作用効果)

本実施形態では、ジャケット12は、幅方向Dwに並べて複数設けられている。上下方向Dvに並ぶジャケット12は、互いの加熱面18が幅方向Dwにずれるように、幅方向Dwにずらして配置されている。

[0063] これにより、下側のジャケット12の加熱面18で生じた冷媒Rの蒸気の流れが、上側のジャケット12で阻害されることを抑制することができる。このため、冷媒Rの蒸気がよりスムーズに上方に抜けやすくなる。よって、各ジャケット12の徐熱性能の低下を抑制し、冷却効率をより一層向上させることができる。

[0064] <第8実施形態>

以下、本開示の第8実施形態に係る冷却デバイス801について、図12～図14を参照して説明する。上述した実施形態と同様の構成については、同様の名称、及び同様の符合を付す等して説明を適宜省略する。本実施形態

は、１つの凹部１６内に複数の光モジュール２０が設置されているという点で第１実施形態と相違する。

[0065] 本実施形態では、図１２～図１４に示すように、ジャケット１２は、上下方向Ｄｖに２つ並べて配置されている。各ジャケット１２は、奥行方向Ｄｓに延びるとともに、幅方向Ｄｗに長く延びるように形成されている。また、各ジャケット１２には、凹部１６が１つ形成されている。この凹部１６は、ジャケット１２の外形に合わせて、奥行方向Ｄｓに延びるとともに、幅方向Ｄｗに長く延びるように形成されている。

[0066] １つの凹部１６内に、複数の光モジュール２０が収容されている。これら複数の光モジュール２０の発熱面２１は、上方を向くように配置され、凹部１６の内面１６ａのうち上面に接触している。発熱面２１は、幅方向Ｄｗ及び奥行方向Ｄｓに延在する水平面である。本実施形態では、複数の光モジュール２０は、凹部１６内に幅方向Ｄｗに隙間なく設置されている。

[0067] また、本実施形態では、伝熱促進部１７は、ジャケット１２の上壁を構成している。伝熱促進部１７の加熱面１８は、対応する発熱面２１と同様に上方を向いて、幅方向Ｄｗ及び奥行方向Ｄｓに延在する水平面である。

[0068] （作用効果）

本実施形態では、１つの凹部１６内に、複数の光モジュール２０が収容されている。

[0069] これにより、１つの凹部１６内で、隣り合う光モジュール２０を区切る隔壁をなくすることができる。よって、光モジュール２０の搭載台数を維持したまま、冷却デバイス１を小型化することが可能となる。本実施形態では、凹部１６が幅方向Ｄｗに長く形成され、１つの凹部１６内に複数の光モジュール２０が幅方向Ｄｗに並べて隙間なく配置されている。これにより、凹部１６に光モジュール２０を１つずつ設置し、光モジュール２０を本実施形態と同数だけ幅方向Ｄｗに並べる場合と比較して、冷却デバイス１を幅方向Ｄｗに小型化することができる。

[0070] なお、本実施形態では、凹部１６は、幅方向Ｄｗに長く延びるように設け

られているとしたが、これに限るものでない。凹部 16 は、例えば上下方向 D_v に長く延びるように設けられていてもよい。

[0071] 本実施形態では、複数の光モジュール 20 は、凹部 16 内に幅方向 D_w に隙間なく設置されているとしたが、これに限られない。同じ 1 つの凹部 16 内に收容される複数の光モジュール 20 は、幅方向 D_w に間隔を空けて設置されているもよい。

[0072] <第 9 実施形態>

以下、本開示の第 9 実施形態に係る冷却デバイス 901 について、図 15、図 16 を参照して説明する。上述した実施形態と同様の構成については、同様の名称、及び同様の符合を付す等して説明を適宜省略する。本実施形態は、冷却デバイス 901 が発熱体を直接冷却する冷却プレート 30 をさらに備えるという点で、第 8 実施形態と相違する。

[0073] 本実施形態では、図 15、図 16 に示すように、第 8 実施形態と同様に、凹部 16 は、幅方向 D_w に長く延びるように形成され、1 つの凹部 16 内に、複数の光モジュール 20 が收容されている。複数の光モジュール 20 は、凹部 16 内に幅方向 D_w に隙間なく設置されている。

また、本実施形態の冷却デバイス 1 は、第 8 実施形態の構成に加えて、冷却プレート 30 と、第 2 冷媒供給部 31 と、第 2 冷媒排出部 32 と、第 2 冷媒ライン 33 と、第 2 熱交換器 34 と、をさらに備える。

[0074] (冷却プレート)

冷却プレート 30 は、凹部 16 内に設けられている。冷却プレート 30 は、光モジュール 20 に接触している。本実施形態では、冷却プレート 30 は、光モジュール 20 とジャケット 12 の伝熱促進部 17 との間に配置されている。冷却プレート 30 は、幅方向 D_w に延びるように形成され、複数の光モジュール 20 の発熱面 21 に直接接触している。冷却プレート 30 内には、第 2 冷媒 R₂ を貯留可能な空間が形成されている。冷却プレート 30 を介して光モジュール 20 と第 2 冷媒 R₂ とが熱交換を行うことにより、光モジュール 20 が冷却される。第 2 冷媒 R₂ は、冷媒 R と同一の媒質であっても

よい。

[0075] (第2冷媒供給部)

第2冷媒供給部31は、冷却プレート30内に第2冷媒R2を供給する。

第2冷媒供給部31は、冷却プレート30内の空間に連通した供給管である。

[0076] (第2冷媒排出部)

第2冷媒排出部32は、冷却プレート30から冷媒Rを排出する。第2冷媒排出部32は、冷却プレート30内の空間に連通した排出管である。

[0077] (第2冷媒ライン)

第2冷媒ライン33は、第2冷媒供給部31の上流端と、第2冷媒排出部32の下流端とを接続する配管である。第2冷媒ライン33は、第2冷媒排出部32から排出された冷媒Rを、再び第2冷媒供給部31に導く。

[0078] (第2熱交換器)

第2熱交換器34は、第2冷媒ライン33に設けられている。第2熱交換器34は、光モジュール20と熱交換を行った第2冷媒R2を冷却する。第2熱交換器34は、空冷式であってもよく、液冷式であってもよい。

[0079] (作用効果)

本実施形態では、冷却デバイス1は、冷却プレート30と、第2冷媒供給部31と、第2冷媒排出部32と、をさらに備える。冷却プレート30は、凹部16内に設けられているとともに、光モジュール20に接触する。第2冷媒供給部31は、冷却プレート30内に第2冷媒R2を供給する。第2冷媒排出部32は、冷却プレート30から第2冷媒R2を排出する。

[0080] これにより、光モジュール20と第2冷媒R2とで熱交換させ、光モジュール20を冷却プレート30でさらに冷却することができる。よって、冷媒Rのみで光モジュール20を冷却する場合と比較して、短時間で光モジュール20を冷却することができる。

[0081] 本実施形態では、1つの凹部16内に、複数の光モジュール20が収容されている。冷却プレート30は、複数の光モジュール20に接触している。

- [0082] これにより、1つの冷却プレート30で、複数の光モジュール20をまとめて冷却することができる。よって、冷却効率をより一層向上させることができる。
- [0083] なお、本実施形態では、冷却プレート30は、第8実施形態の幅方向Dwに延びる凹部16内に設けられ、複数の光モジュール20を冷却するものを例に実施形態を説明したが、これに限るものでない。冷却プレート30は、第1～第7実施形態の凹部16に設けられ、1つの冷却プレート30で1つの光モジュール20を冷却するものであってもよい。この場合、冷却プレート30は、奥行方向Dsに延びるように配置される。
- [0084] 本実施形態では、冷却プレート30が光モジュール20とジャケット12の伝熱促進部17との間に配置されているとしたが、これに限るものではない。冷却プレート30は、凹部16内で配置を適宜変更可能である。例えば、光モジュール20の発熱面21とは反対側の表面と接触する位置に、冷却プレート30を配置してもよい。
- [0085] (その他の実施形態)
- 以上、本開示の実施の形態について図面を参照して詳述したが、具体的な構成はこの実施の形態に限られるものではなく、本開示の要旨を逸脱しない範囲の設計変更等も含まれる。
- なお、上記実施形態では、筐体本体11が立方体状に形成されているとしたが、これに限るものではない。例えば筐体本体11は多角形筒状や、円筒状に形成されていてもよく、冷却デバイス1、201、301、401、501、601、701、801、901の設置条件に応じて、筐体本体11の形状は、適宜変更可能である。
- [0086] 上記実施形態では、ジャケット12は、筐体本体11と一体に形成されているとしたが、これに限るものではない。例えば、ジャケット12は、筐体本体11と別体で形成されて、筐体本体11に取り付けられていてもよい。
- [0087] 上記実施形態では、ジャケット12は、例えば金属材料に形成されて、所定の剛性を有するとしたが、これに限るものではない。例えば、ジャケット

12は、柔軟性を有する素材で形成されていてもよい。この場合、ジャケット12は、筐体本体11の形状や内部の電子機器の配置、光モジュール20の形状等、周囲の構造物に合わせて形状を変化させることができる。

[0088] 上記実施形態では、凹部16が水平方向に窪むように、各ジャケット12が配置されているとしたが、これに限るものではない。ジャケット12は、下壁13や上壁14等、筐体本体11の側壁15以外の箇所に設置可能とされている。すなわち、凹部16は、筐体10の外面10aから内側に、上下方向Dv等、水平方向以外の方向に窪むように設けられていてもよい。

[0089] 上記実施形態では、1つの筐体10にジャケット12が複数設けられる場合について説明したがこれに限るものではない。1つの筐体10にジャケット12が1つのみ設けられていてもよい。すなわち、1つの筐体10に凹部16が1つのみ設けられてもよい。

[0090] 上記実施形態では、光モジュール20の形状を簡略化して、光モジュール20が一方向に延びる立方体状に形成されている場合を例に説明したが、これに限られない。光モジュール20の形状は適宜変更可能であり、ジャケット12の形状は、光モジュール20の形状に合わせて適宜変更可能である。

[0091] 上記実施形態では、凹部16の内面16aと光モジュール20とが幅方向Dw及び上下方向Dvに隙間なく接触している場合を例に実施形態を説明したが、これに限るものではない。凹部16の内面16aと光モジュール20とは、幅方向Dwまたは上下方向Dvに離間していてもよい。

[0092] 上記実施形態では、冷媒Rが加熱面18で沸騰して蒸発する場合について説明したが、これに限るものではない。冷媒Rは、加熱面18で蒸発せずに液相のまま、冷却デバイス1内を循環してもよい。

[0093] 上記実施形態では、冷媒供給部3は下壁13に設けられ、冷媒排出部4は上壁14に設けられている場合について説明したが、これに限るものではない。冷媒供給部3及び冷媒排出部4の配置は、適宜変更可能である。例えば、冷媒供給部3及び冷媒排出部4は、それぞれ側壁15設けられていてもよい。

[0094] 上記実施形態では、冷媒Rの相変化を利用した自然循環により、冷媒Rを循環させる場合について説明したが、これに限るものではない。例えば図17に示すように、冷媒ライン5にポンプ8を設けて、ポンプ8によって、冷媒Rを強制循環させてもよい。この場合、冷媒Rが加熱面18で蒸発しない場合であっても、冷媒Rを液相のままスムーズに循環させることができる。

[0095] 上記実施形態では、熱交換器6は、空冷式であってもよく、液冷式であってもよい。熱交換器6が空冷式の場合には、例えば図17に示すように、上方に筒状部材9を設けて、熱交換器6によって暖められた空気の上昇流によって生じるドラフト力によって、熱交換器6に空気が自然に導入されるようにしてもよい。

また、第1実施形態の冷却デバイス1を例に、ポンプ8によって冷媒Rが液相のまま循環する形態と筒状部材9が設けられる形態とを説明したが、これらの形態は、第2～第9の実施形態の冷却デバイス201、301、401、501、601、701、801、901にも適用可能である。

[0096] <付記>

各実施形態に記載の冷却デバイス1、201、301、401、501、601、701、801、901は、例えば以下のように把握される。

[0097] (1) 第1の態様に係る冷却デバイス1、201、301、401、501、601、701、801、901は、内側に空間Sが形成されているとともに、外面10aから内側に窪む凹部16を有する筐体10と、前記筐体10内に設けられているとともに、前記凹部16内に突出する端子2aを有するサーバ2と、前記凹部16内に設けられているとともに前記端子2aに接続された光モジュール20と、前記筐体10内に冷媒Rを供給する冷媒供給部3と、前記筐体10から冷媒Rを排出する冷媒排出部4と、を備える。

[0098] これにより、光モジュール20が収容される凹部16の周りに冷媒Rを流通させることができる。よって、光モジュール20を冷媒Rに直接接触させることなく光モジュール20の熱を冷媒Rに効率よく伝達することができる。よって、液浸冷却と同等の冷却効率を得ることができる。このため、送風

に多大な電力を必要とする空冷方式と比較して、消費電力を削減することができる。

[0099] (2) 第2の態様の冷却デバイス1、201、301、401、501、601、701、801、901は、第1の態様の冷却デバイス1、201、301、401、501、601、701、801、901であって、前記凹部16の内面16aに、前記光モジュール20が接触していてもよい。

[0100] これにより、光モジュール20と冷媒Rとの熱伝達を促進させることができる。

[0101] (3) 第3の態様の冷却デバイス1、201、301、401、501、601、701、801は、第2の態様の冷却デバイス1、201、301、401、501、601、701、801であって、前記筐体10は、外面10aから内側に突出するように設けられるとともに、前記凹部16が形成されたジャケット12を有し、前記光モジュール20の表面のうち比較的発熱量の大きい発熱面21が前記凹部16の内面16aと接触し、前記ジャケット12は、前記発熱面21と接触する前記凹部16の内面16aと反対側を向くとともに、前記筐体10内の冷媒Rに前記発熱面21からの熱を伝達して冷媒Rを加熱する加熱面18を有してもよい。

[0102] これにより、光モジュール20の熱を、加熱面18を介して冷媒Rに効率良く伝達することができる。よって、加熱面18で冷媒Rを沸騰させやすくなり、光モジュール20の熱を冷媒Rの気化熱として多量に放熱させることが可能となる。

[0103] (4) 第4の態様の冷却デバイス201、301、401は、第3の態様の冷却デバイス201、301、401であって、前記ジャケット12は、上下方向Dvに並べて複数設けられ、前記加熱面18は、上下方向Dvに延在する鉛直面であってもよい。

[0104] これにより、下側のジャケット12の加熱面18で生じた冷媒Rの蒸気の流れが、上側のジャケット12で阻害されることを抑制することができる。

[0105] (5) 第5の態様の冷却デバイス301は、第4の態様の冷却デバイス30

1 であって、上下方向 D v に並ぶ前記ジャケット 1 2 は、間隔を空けて設けられていてもよい。

[0106] これにより、上下方向 D v に並ぶジャケット 1 2 の間に冷媒 R を流入させることができる。

[0107] (6) 第 6 の態様の冷却デバイス 4 0 1 は、第 3 から第 5 の態様のいずれか 1 つの冷却デバイス 4 0 1 であって、前記ジャケット 1 2 は、前記加熱面 1 8 に、前記加熱面 1 8 の表面積を増大させる表面積増大部材 1 9 をさらに有してもよい。

[0108] これにより、冷媒 R と加熱面 1 8 との接触面積を増大させることができる。よって、光モジュール 2 0 とジャケット 1 2 との熱交換を促進させることができる。

[0109] (7) 第 7 の態様の冷却デバイス 5 0 1、6 0 1、7 0 1 は、第 3 の態様の冷却デバイス 5 0 1、6 0 1、7 0 1 であって、前記ジャケット 1 2 は、上下方向 D v に並べて複数設けられ、前記加熱面 1 8 は、水平面に対して傾斜する傾斜面であってもよい。

[0110] これにより、加熱面 1 8 で生じた冷媒 R の気泡が加熱面 1 8 から離脱しやすくなる。このため、冷媒 R の蒸気が上方に抜けやすくなる。

[0111] (8) 第 8 の態様の冷却デバイス 6 0 1、7 0 1 は、第 7 の態様の冷却デバイス 6 0 1、7 0 1 であって、上下方向 D v に並ぶ前記ジャケット 1 2 は、間隔を空けて設けられていてもよい。

[0112] これにより、上下方向 D v に並ぶジャケット 1 2 の間に冷媒 R を流入させることができる。

[0113] (9) 第 9 の態様の冷却デバイス 7 0 1 は、第 7 又は第 8 の態様の冷却デバイス 7 0 1 であって、前記ジャケット 1 2 は、水平方向に並べて複数設けられ、上下方向 D v に並ぶ前記ジャケット 1 2 は、互いの前記加熱面 1 8 が水平方向にずれるように、水平方向にずらして配置されていてもよい。

[0114] これにより、下側のジャケット 1 2 の加熱面 1 8 で生じた冷媒 R の蒸気の流れが、上側のジャケット 1 2 で阻害されることを抑制することができる。

- [0115] (10) 第10の態様の冷却デバイス801、901は、第1から第9の態様のいずれか1つの冷却デバイス801、901であって、1つの前記凹部16内に、複数の光モジュール20が収容されていてもよい。
- [0116] これにより、1つの凹部16内で、隣り合う光モジュール20を区切る隔壁をなくすることができる。
- [0117] (11) 第11の態様の冷却デバイス901は、第1から第9の態様のいずれか1つの冷却デバイス901であって、前記凹部16内に設けられているとともに、前記光モジュール20に接触する冷却プレート30と、前記冷却プレート30内に第2冷媒R2を供給する第2冷媒供給部31と、前記冷却プレート30から第2冷媒R2を排出する第2冷媒排出部32と、をさらに備えてもよい。
- [0118] これにより、光モジュール20と第2冷媒R2とで熱交換させ、光モジュール20を冷却プレート30でさらに冷却することができる。
- [0119] (12) 第12の態様の冷却デバイス901は、第11の態様の冷却デバイス901であって、1つの前記凹部16内に、複数の光モジュール20が収容され、前記冷却プレート30は、複数の前記光モジュール20に接触していてもよい。
- [0120] これにより、1つの冷却プレート30で、複数の光モジュール20を冷却することができる。

産業上の利用可能性

- [0121] 本開示の冷却デバイスによれば、冷却効率を向上させ、消費電力を削減することができる。

符号の説明

- [0122] 1…冷却デバイス 2…サーバ 2a…端子 3…冷媒供給部 4…冷媒排出部 5…冷媒ライン 6…熱交換器 8…ポンプ 9…筒状部材 10…筐体 10a…外面 11…筐体本体 12…ジャケット 13…下壁 14…上壁 15…側壁 16…凹部 16a…内面 17…伝熱促進部 18…加熱面 19…表面積増大部材 20…光モジュール 21…発熱面

22…光ファイバー 30…冷却プレート 31…第2冷媒供給部 32…
第2冷媒排出部 33…第2冷媒ライン 34…第2熱交換器 201…冷
却デバイス 301…冷却デバイス 401…冷却デバイス 501…冷却
デバイス 601…冷却デバイス 701…冷却デバイス 801…冷却デ
バイス 901…冷却デバイス D_v…上下方向 D_w…幅方向 D_s…奥
行方向 R…冷媒 R2…第2冷媒 RL…液冷媒 RG…ガス冷媒 S…
空間

請求の範囲

- [請求項1] 内側に空間が形成されているとともに、外面から内側に窪む凹部を有する筐体と、
- 前記筐体内に設けられているとともに、前記凹部内に突出する端子を有するサーバと、
- 前記凹部内に設けられているとともに前記端子に接続された光モジュールと、
- 前記筐体内に冷媒を供給する冷媒供給部と、
- 前記筐体から冷媒を排出する冷媒排出部と、
- を備える冷却デバイス。
- [請求項2] 前記凹部の内面に、前記光モジュールが接触している、請求項1に記載の冷却デバイス。
- [請求項3] 前記筐体は、外面から内側に突出するように設けられるとともに、前記凹部が形成されたジャケットを有し、
- 前記光モジュールの表面のうち比較的発熱量の大きい発熱面が前記凹部の内面と接触し、
- 前記ジャケットは、前記発熱面と接触する前記凹部の内面と反対側を向くとともに、前記筐体内の冷媒に前記発熱面からの熱を伝達して冷媒を加熱する加熱面を有する請求項2に記載の冷却デバイス。
- [請求項4] 前記ジャケットは、上下方向に並べて複数設けられ、
- 前記加熱面は、上下方向に延在する鉛直面である、請求項3に記載の冷却デバイス。
- [請求項5] 上下方向に並ぶ前記ジャケットは、間隔を空けて設けられている、請求項4に記載の冷却デバイス。
- [請求項6] 前記ジャケットは、前記加熱面に、前記加熱面の表面積を増大させる表面積増大部材をさらに有する、請求項3から5のいずれか一項に記載の冷却デバイス。
- [請求項7] 前記ジャケットは、上下方向に並べて複数設けられ、

前記加熱面は、水平面に対して傾斜する傾斜面である、請求項 3 に記載の冷却デバイス。

- [請求項8] 上下方向に並ぶ前記ジャケットは、間隔を空けて設けられている、請求項 7 に記載の冷却デバイス。
- [請求項9] 前記ジャケットは、水平方向に並べて複数設けられ、
上下方向に並ぶ前記ジャケットは、互いの前記加熱面が水平方向にずれるように、水平方向にずらして配置されている、請求項 7 又は 8 に記載の冷却デバイス。
- [請求項10] 1 つの前記凹部内に、複数の光モジュールが収容されている、請求項 1 から 5 のいずれか一項に記載の冷却デバイス。
- [請求項11] 前記凹部内に設けられているとともに、前記光モジュールに接触する冷却プレートと、
前記冷却プレート内に第 2 冷媒を供給する第 2 冷媒供給部と、
前記冷却プレートから第 2 冷媒を排出する第 2 冷媒排出部と、
をさらに備える請求項 1 から 5 のいずれか一項に記載の冷却デバイス。
- [請求項12] 1 つの前記凹部内に、複数の光モジュールが収容され、
前記冷却プレートは、複数の前記光モジュールに接触している、請求項 1 1 に記載の冷却デバイス。