

(12) 特許協力条約に基づいて公開された国際出願

(19) 世界知的所有権機関
国際事務局

(43) 国際公開日
2020年3月19日(19.03.2020)



(10) 国際公開番号

WO 2020/054752 A1

(51) 国際特許分類:

F28D 15/02 (2006.01) *F28F 1/40* (2006.01)
F28D 1/06 (2006.01) *F28F 21/02* (2006.01)
F28D 15/04 (2006.01) *F28F 21/08* (2006.01)
F28F 1/12 (2006.01)

(71) 出願人: 古河電気工業株式会社(FURUKAWA ELECTRIC CO., LTD.) [JP/JP]; 〒1008322 東京都千代田区丸の内二丁目2番3号 Tokyo (JP).

(72) 発明者: 稲垣 義勝 (INAGAKI Yoshikatsu); 〒1008322 東京都千代田区丸の内二丁目2番3号 古河電気工業株式会社内 Tokyo (JP). 青木 博史(AOKI Hirofumi); 〒1008322 東京都千代田区丸の内二丁目2番3号 古河電気工業株式会社内 Tokyo (JP). 岡田 博(OKADA Hiroshi); 〒1008322 東京都千代田区丸の内二丁目2番3号 古河電気工業株式会社内 Tokyo (JP). 川畑 賢也(KAWABATA Kenya); 〒1008322 東京都千代田区丸の内二丁目2番3号 古河電気工業株式会社内 Tokyo (JP). 虎谷 智明(TORATANI Tomoaki); 〒1008322 東京都千代田区丸の内二丁目2番3号 古河電気工業株式会社内 Tokyo (JP).

(21) 国際出願番号: PCT/JP2019/035632

(22) 国際出願日: 2019年9月11日(11.09.2019)

(25) 国際出願の言語: 日本語

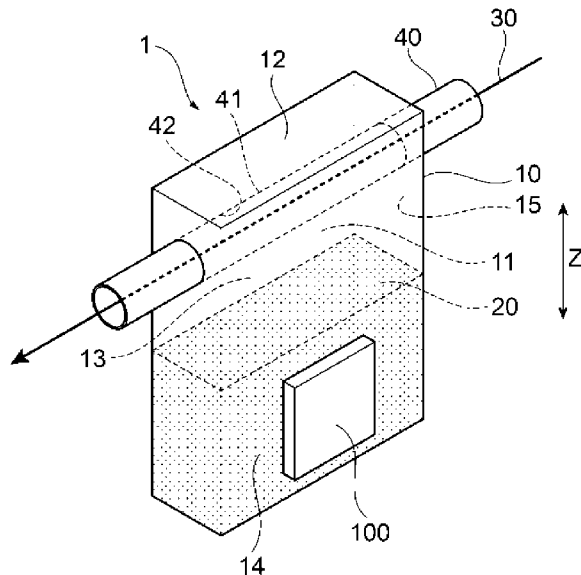
(26) 国際公開の言語: 日本語

(30) 優先権データ:

特願 2018-173037 2018年9月14日(14.09.2018) JP
特願 2018-192929 2018年10月11日(11.10.2018) JP
特願 2018-226033 2018年11月30日(30.11.2018) JP

(54) Title: COOLING DEVICE AND COOLING SYSTEM USING SAME

(54) 発明の名称: 冷却装置および冷却装置を用いた冷却システム



(57) Abstract: The present invention provides a cooling device that is capable of exhibiting a superior cooling property while avoiding an increase in the size of the device, and a cooling system that uses the cooling device. This cooling device is provided with: a container to which at least one heat radiating body is thermally connected; a primary coolant that is sealed inside the container; and a condensing tube that penetrates through a gaseous phase section inside the container, and in which a secondary coolant circulates.

(57) 要約: 本発明は、装置の大型化を避けつつ優れた冷却特性を発揮できる冷却装置及び該冷却装置を用いた冷却システムを提供する。少なくとも1つの発熱体が熱的に接続されるコンテナと、前記コンテナ内部に封入された一次冷媒と、前記コンテナ内部の気相部を貫通した、二次冷媒が流通する凝縮管と、を備えた冷却装置。



WO 2020/054752 A1

(74) 代理人: アインゼル・フェリックス＝ライ
ンハルト, 外(EINSEL Felix-Reinhard et al.);
〒1000005 東京都千代田区丸の内1丁目6番2
号 新丸の内センタービルディング ソンデルホ
フ&アインゼル法律特許事務所 Tokyo (JP).

(81) 指定国(表示のない限り、全ての種類の国内保
護が可能): AE, AG, AL, AM, AO, AT, AU, AZ,
BA, BB, BG, BH, BN, BR, BW, BY, BZ, CA, CH,
CL, CN, CO, CR, CU, CZ, DE, DJ, DK, DM, DO,
DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, GT,
HN, HR, HU, ID, IL, IN, IR, IS, JO, KE, KG, KH,
KN, KP, KR, KW, KZ, LA, LC, LK, LR, LS, LU, LY,
MA, MD, ME, MG, MK, MN, MW, MX, MY, MZ,
NA, NG, NI, NO, NZ, OM, PA, PE, PG, PH, PL, PT,
QA, RO, RS, RU, RW, SA, SC, SD, SE, SG, SK, SL,
SM, ST, SV, SY, TH, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA,
UG, US, UZ, VC, VN, ZA, ZM, ZW.

(84) 指定国(表示のない限り、全ての種類の広域保
護が可能): ARIPO (BW, GH, GM, KE, LR, LS,
MW, MZ, NA, RW, SD, SL, ST, SZ, TZ, UG, ZM,
ZW), ユーラシア (AM, AZ, BY, KG, KZ, RU, TJ,
TM), ヨーロッパ (AL, AT, BE, BG, CH, CY, CZ,
DE, DK, EE, ES, FI, FR, GB, GR, HR, HU, IE, IS, IT,
LT, LU, LV, MC, MK, MT, NL, NO, PL, PT, RO, RS,
SE, SI, SK, SM, TR), OAPI (BF, BJ, CF, CG, CI, CM,
GA, GN, GQ, GW, KM, ML, MR, NE, SN, TD, TG).

添付公開書類:

— 国際調査報告 (条約第21条(3))

明 細 書

発明の名称： 冷却装置および冷却装置を用いた冷却システム

技術分野

[0001] 本発明は、電気・電子部品等を冷却する冷却装置に関し、特に、冷却装置を大型化させることなく、発熱量の大きい電気・電子部品等を所定の許容温度まで冷却できる冷却装置に関するものである。

背景技術

[0002] 電子機器の高機能化に伴い、電子機器内部には、電気・電子部品等の発熱体が高密度に搭載され、また、発熱体の発熱量が増大化されている。電気・電子部品等の発熱体の温度が所定の許容温度よりも上昇してしまうと、電気・電子部品等が誤作動等を起こす原因となるので、電気・電子部品等の発熱体の温度を許容温度以下に維持することが重要である。そこで、電気・電子部品等を冷却するための冷却装置が、電子機器内部に搭載されている。

[0003] 一方で、上記の通り、電気・電子部品等の発熱体は高密度に搭載されているので、冷却装置の設置可能空間には制限がある。従って、冷却装置には、大型化を避けつつ冷却特性をさらに向上させることが要求されている。

[0004] そこで、発熱量の増大化された電気・電子部品等であっても、安定して冷却するために、複数の筒状凸部を有する多孔質体と、前記多孔質体によって隔てられた蒸気室及び液溜めタンクを兼ねる液室と、蒸気管が接続され、前記蒸気室を規定する第1部分と、一方の側に液管が接続され、前記第1部分よりも熱伝導率が低く、前記液室を規定する第2部分と、前記第1部分に設けられ、前記第2部分の側へ向けて突出し、前記多孔質体の前記複数の筒状凸部のそれぞれに嵌め込まれる複数の突起部と、を有するケースを備える蒸発器を用いたループヒートパイプが提案されている（特許文献1）。特許文献1では、複数の筒状凸部を有する多孔質体により、作動流体の液相から気相への相変化を円滑化させることで、冷却性能を向上させている。

[0005] しかし、ループヒートパイプである特許文献1では、蒸気器内で発熱体か

ら受熱し液相から気相へ相変化した作動流体は、蒸気器から熱交換手段である放熱フィン部へ搬出されて、放熱フィン部で熱交換されて放熱フィン部へ放熱し、気相から液相へ相変化する。放熱フィン部の熱交換機能は、放熱フィン部へ供給される冷却風によるので、放熱フィン部の熱交換機能を向上させるには、フィン面積を増大させる、すなわち、装置を大型化させることが必要となる。従って、特許文献1のようなループヒートパイプでは、大型化を避けつつ冷却特性を向上させることに改善の余地があった。

[0006] また、特許文献1のようなループヒートパイプでは、蒸気器内の気相の作動流体は、蒸気器から搬出されて熱交換されることで液相へ相変化し、液相の作動流体が放熱フィン部から蒸気器内へ還流する。従って、特許文献1のようなループヒートパイプでは、作動流体の流通の制御が容易ではない点でも、冷却特性に改善の余地があった。

先行技術文献

特許文献

[0007] 特許文献1：特開2014-214985号公報

発明の概要

発明が解決しようとする課題

[0008] 上記事情に鑑み、本発明は、装置の大型化を避けつつ優れた冷却特性を発揮できる冷却装置及び該冷却装置を用いた冷却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

[0009] 本発明の冷却装置及び該冷却装置を用いた冷却システムの構成の要旨は、以下の通りである。

[1] 少なくとも1つの発熱体が熱的に接続されるコンテナと、前記コンテナ内部に封入された一次冷媒と、前記コンテナ内部の気相部を貫通した、二次冷媒が流通する凝縮管と、を備えた冷却装置。

[2] 前記コンテナの外面のうち、液相の前記一次冷媒が存在する部位ま

たは液相の前記一次冷媒が存在する部位の近傍に、前記発熱体が熱的に接続される〔１〕に記載の冷却装置。

〔３〕前記発熱体が熱的に接続される前記コンテナの内面に、液相の前記一次冷媒との接触面積を増大させるコンテナ内面表面積増大部が形成されている〔１〕または〔２〕に記載の冷却装置。

〔４〕前記コンテナ内面表面積増大部が、液相の前記一次冷媒中に浸漬されている〔３〕に記載の冷却装置。

〔５〕前記コンテナ内面表面積増大部が、板状フィン、ピンフィン及び／または窪みである〔３〕または〔４〕に記載の冷却装置。

〔６〕前記コンテナ内面表面積増大部が、熱伝導性部材を有する〔３〕乃至〔５〕のいずれか１つに記載の冷却装置。

〔７〕前記熱伝導性部材が、金属部材または炭素部材である〔６〕に記載の冷却装置。

〔８〕前記コンテナ内面表面積増大部の少なくとも一部が、熱伝導性材料の焼結体または粒子状の熱伝導性材料の集合体である〔３〕乃至〔７〕のいずれか１つに記載の冷却装置。

〔９〕前記熱伝導性材料の焼結体が、金属焼結体であり、前記金属焼結体が、金属粉、金属繊維、金属メッシュ、金属編組体及び金属箔からなる群から選択される少なくとも１種の金属材料の焼結体である〔８〕に記載の冷却装置。

〔１０〕前記粒子状の熱伝導性材料の集合体が、炭素粒子の集合体である〔８〕に記載の冷却装置。

〔１１〕前記凝縮管の外面に、気相の前記一次冷媒との接触面積を増大させる凝縮管外面表面積増大部が形成されている〔１〕乃至〔１０〕のいずれか１つに記載の冷却装置。

〔１２〕前記凝縮管の内面に、前記二次冷媒との接触面積を増大させる凝縮管内面表面積増大部が形成されている〔１〕乃至〔１１〕のいずれか１つに記載の冷却装置。

〔１３〕複数の前記凝縮管が、並列配置されている〔１〕乃至〔１２〕のいずれか１つに記載の冷却装置。

〔１４〕複数の前記凝縮管が、積層配置されている〔１〕乃至〔１３〕のいずれか１つに記載の冷却装置。

〔１５〕前記凝縮管が、発熱体が熱的に接続される部位におけるコンテナ内面よりも重力方向上方に位置する〔１〕乃至〔１４〕のいずれか１つに記載の冷却装置。

〔１６〕前記凝縮管が、平面視において前記発熱体と重なり合う部位を有する〔１〕乃至〔１５〕のいずれか１つに記載の冷却装置。

〔１７〕前記凝縮管に、前記発熱体の許容最高温度よりも低温の前記二次冷媒が流通している〔１〕乃至〔１６〕のいずれか１つに記載の冷却装置。

〔１８〕前記コンテナ内部における前記凝縮管のうち、少なくとも一部領域における長手方向に対して直交方向の形状が、前記コンテナ外部における前記凝縮管の、長手方向に対して直交方向の形状とは、異なる〔１〕乃至〔１７〕のいずれか１つに記載の冷却装置。

〔１９〕前記凝縮管に、前記二次冷媒が貯留される二次冷媒貯留ブロックが、さらに設けられ、前記二次冷媒貯留ブロックが、前記コンテナと熱的に接続されている〔１〕乃至〔１８〕のいずれか１つに記載の冷却装置。

〔２０〕前記コンテナ外面に、さらに、放熱フィンが設けられている〔１〕乃至〔１９〕のいずれか１つに記載の冷却装置。

〔２１〕少なくとも１つの発熱体が熱的に接続されるコンテナと、前記コンテナ内部に封入された一次冷媒と、前記コンテナ内部の気相部を貫通した、二次冷媒が流通する凝縮管と、を備えた冷却装置と、前記冷却装置から延在した前記凝縮管が接続された二次冷媒冷却部とが用いられ、前記凝縮管が前記冷却装置と前記二次冷媒冷却部とを循環する冷却システムであり、

前記発熱体と熱的に接続された前記コンテナの内部で、前記発熱体から受熱した前記一次冷媒が液相から気相へ相変化し、気相の前記一次冷媒が前記凝縮管の熱交換作用により気相から液相へ相変化することで、前記一次冷媒

から前記凝縮管を流通する前記二次冷媒へ熱が伝達され、熱が伝達された前記二次冷媒が、前記凝縮管を前記二次冷媒冷却部まで流通して所定温度まで冷却され、前記二次冷媒冷却部で冷却された前記二次冷媒が前記凝縮管を流通して前記冷却装置へ還流する冷却システム。

〔22〕第1のコンテナと、前記第1のコンテナ内部に封入された一次冷媒と、前記第1のコンテナ内部の気相部を貫通した、二次冷媒が流通する凝縮管と、前記第1のコンテナと連設された熱輸送部材と、を備え、

前記熱輸送部材が、少なくとも1つの発熱体が熱的に接続される第2のコンテナと、前記第2のコンテナの内部と連通した内部空間を有する延出部と、前記熱輸送部材の内部に封入された三次冷媒と、を有し、前記延出部が、液相の前記一次冷媒と接している冷却装置。

〔23〕第1のコンテナと、前記第1のコンテナ内部に封入された一次冷媒と、前記第1のコンテナ内部の気相部を貫通した、二次冷媒が流通する凝縮管と、前記第1のコンテナと連設された熱輸送部材と、を備え、

前記熱輸送部材が、少なくとも1つの発熱体が熱的に接続される第2のコンテナと、前記第2のコンテナの内部に封入された三次冷媒と、を有し、前記第2のコンテナが、液相の前記一次冷媒と接している冷却装置。

〔24〕第1のコンテナと、前記第1のコンテナ内部に封入された一次冷媒と、前記第1のコンテナ内部の気相部を貫通した、二次冷媒が流通する凝縮管と、前記第1のコンテナと連設された熱輸送部材と、を備え、

前記熱輸送部材が、少なくとも1つの発熱体が熱的に接続されるベースブロックと、前記ベースブロックに立設されたヒートパイプ部と、前記ヒートパイプ部の内部に封入された三次冷媒と、を有し、前記ヒートパイプ部が、液相の前記一次冷媒と接している冷却装置。

〔25〕第1のコンテナと、前記第1のコンテナ内部に封入された一次冷媒と、前記第1のコンテナ内部の気相部を貫通した、二次冷媒が流通する凝縮管と、前記第1のコンテナと連設された熱輸送部材と、を備え、

前記熱輸送部材が、少なくとも1つの発熱体が熱的に接続されるベースブ

ロックと、前記ベースブロックに埋設されたヒートパイプと、前記ヒートパイプの内部に封入された三次冷媒と、を有する冷却装置。

〔26〕前記第2のコンテナが、液相の前記一次冷媒と接している〔22〕に記載の冷却装置。

〔27〕前記ベースブロックが、液相の前記一次冷媒と接している〔24〕または〔25〕に記載の冷却装置。

〔28〕前記第2のコンテナの外面のうち、液相の前記三次冷媒が存在する部位または液相の前記三次冷媒が存在する部位の近傍に、前記発熱体が熱的に接続される〔22〕または〔23〕に記載の冷却装置。

〔29〕前記発熱体が熱的に接続される前記第2のコンテナの内面に、液相の前記三次冷媒との接触面積を増大させる第2のコンテナ内面表面積増大部が形成されている〔22〕または〔23〕に記載の冷却装置。

〔30〕前記第2のコンテナ及び／または前記延出部の外面に、液相の前記一次冷媒との接触面積を増大させる熱輸送部材外面表面積増大部が形成されている〔22〕に記載の冷却装置。

〔31〕前記第2のコンテナの外面に、液相の前記一次冷媒との接触面積を増大させる熱輸送部材外面表面積増大部が形成されている〔23〕に記載の冷却装置。

〔32〕前記ヒートパイプ部の外面に、液相の前記一次冷媒との接触面積を増大させる熱輸送部材外面表面積増大部が形成されている〔24〕に記載の冷却装置。

〔33〕前記熱輸送部材外面表面積増大部が、凹凸部を有する〔30〕乃至〔32〕のいずれか1つに記載の冷却装置。

〔34〕前記凹凸部が、金属線の焼結体及び／または金属粉の焼結体を有する〔33〕に記載の冷却装置。

〔35〕前記凹凸部が、エッチング及び／または研磨で形成された凹凸部を有する〔33〕に記載の冷却装置。

〔36〕前記第1のコンテナ内部における前記凝縮管のうち、少なくとも

一部領域における長手方向に対して直交方向の形状が、前記第 1 のコンテナ外部における前記凝縮管の、長手方向に対して直交方向の形状とは、異なる [22] 乃至 [35] のいずれか 1 つに記載の冷却装置。

[37] 前記凝縮管に、前記二次冷媒が貯留される二次冷媒貯留ブロックが、さらに設けられ、前記二次冷媒貯留ブロックが、前記第 1 のコンテナと熱的に接続されている [22] 乃至 [36] のいずれか 1 つに記載の冷却装置。

[38] 前記第 1 のコンテナ外面に、さらに、放熱フィンが設けられている [22] 乃至 [37] のいずれか 1 つに記載の冷却装置。

[39] 第 1 のコンテナと、前記第 1 のコンテナ内部に封入された一次冷媒と、前記第 1 のコンテナ内部の気相部を貫通した、二次冷媒が流通する凝縮管と、前記第 1 のコンテナと連設された熱輸送部材と、を備え、前記熱輸送部材が、少なくとも 1 つの発熱体が熱的に接続される第 2 のコンテナと、前記第 2 のコンテナの内部と連通した内部空間を有する延出部と、前記熱輸送部材の内部に封入された三次冷媒と、を有し、前記延出部が、液相の前記一次冷媒と接している冷却装置と、前記冷却装置から延在した前記凝縮管が接続された二次冷媒冷却部とが用いられ、前記凝縮管が前記冷却装置と前記二次冷媒冷却部とを循環する冷却システムであり、

前記発熱体と熱的に接続された前記第 2 のコンテナの内部で、前記発熱体から受熱した前記三次冷媒が液相から気相へ相変化し、気相の前記三次冷媒が、前記第 2 のコンテナの内部から延出部の内部方向へ流通して前記一次冷媒との熱交換作用により気相から液相へ相変化することで、前記三次冷媒から前記一次冷媒へ熱が伝達され、前記三次冷媒から熱が伝達された前記一次冷媒は、前記第 1 のコンテナの内部で液相から気相へ相変化し、気相の前記一次冷媒が前記凝縮管の熱交換作用により気相から液相へ相変化することで、前記一次冷媒から前記凝縮管を流通する前記二次冷媒へ熱が伝達され、熱が伝達された前記二次冷媒が、前記凝縮管を前記二次冷媒冷却部まで流通して所定温度まで冷却され、前記二次冷媒冷却部で冷却された前記二次冷媒が

前記凝縮管を流通して前記冷却装置へ還流する冷却システム。

[40] 第1のコンテナと、前記第1のコンテナ内部に封入された一次冷媒と、前記第1のコンテナ内部の気相部を貫通した、二次冷媒が流通する凝縮管と、前記第1のコンテナと連設された熱輸送部材と、を備え、前記熱輸送部材が、少なくとも1つの発熱体が熱的に接続される第2のコンテナと、前記第2のコンテナの内部に封入された三次冷媒と、を有し、前記第2のコンテナが、液相の前記一次冷媒と接している冷却装置と、前記冷却装置から延在した前記凝縮管が接続された二次冷媒冷却部とが用いられ、前記凝縮管が前記冷却装置と前記二次冷媒冷却部とを循環する冷却システムであり、

前記発熱体と熱的に接続された前記第2のコンテナの内部で、前記発熱体から受熱した前記三次冷媒が液相から気相へ相変化し、気相の前記三次冷媒が、前記第2のコンテナの壁面を介した、前記一次冷媒との熱交換作用により気相から液相へ相変化することで、前記三次冷媒から前記一次冷媒へ熱が伝達され、前記三次冷媒から熱が伝達された前記一次冷媒は、前記第1のコンテナの内部で液相から気相へ相変化し、気相の前記一次冷媒が前記凝縮管の熱交換作用により気相から液相へ相変化することで、前記一次冷媒から前記凝縮管を流通する前記二次冷媒へ熱が伝達され、熱が伝達された前記二次冷媒が、前記凝縮管を前記二次冷媒冷却部まで流通して所定温度まで冷却され、前記二次冷媒冷却部で冷却された前記二次冷媒が前記凝縮管を流通して前記冷却装置へ還流する冷却システム。

[41] 第1のコンテナと、前記第1のコンテナ内部に封入された一次冷媒と、前記第1のコンテナ内部の気相部を貫通した、二次冷媒が流通する凝縮管と、前記第1のコンテナと連設された熱輸送部材と、を備え、前記熱輸送部材が、少なくとも1つの発熱体が熱的に接続されるベースブロックと、前記ベースブロックに立設されたヒートパイプ部と、前記ヒートパイプ部の内部に封入された三次冷媒と、を有し、前記ヒートパイプ部が、液相の前記一次冷媒と接している冷却装置と、前記冷却装置から延在した前記凝縮管が接続された二次冷媒冷却部とが用いられ、前記凝縮管が前記冷却装置と前記

二次冷媒冷却部とを循環する冷却システムであり、

前記発熱体と熱的に接続された前記ベースブロックから前記ヒートパイプ部へ熱が伝達され、前記ベースブロックから受熱した前記ヒートパイプ部に封入された前記三次冷媒が液相から気相へ相変化し、気相の前記三次冷媒が、前記ヒートパイプ部の内部を流通して前記一次冷媒との熱交換作用により気相から液相へ相変化することで、前記三次冷媒から前記一次冷媒へ熱が伝達され、前記三次冷媒から熱が伝達された前記一次冷媒は、前記第1のコンテナの内部で液相から気相へ相変化し、気相の前記一次冷媒が前記凝縮管の熱交換作用により気相から液相へ相変化することで、前記一次冷媒から前記凝縮管を流通する前記二次冷媒へ熱が伝達され、熱が伝達された前記二次冷媒が、前記凝縮管を前記二次冷媒冷却部まで流通して所定温度まで冷却され、前記二次冷媒冷却部で冷却された前記二次冷媒が前記凝縮管を流通して前記冷却装置へ還流する冷却システム。

[42] 第1のコンテナと、前記第1のコンテナ内部に封入された一次冷媒と、前記第1のコンテナ内部の気相部を貫通した、二次冷媒が流通する凝縮管と、前記第1のコンテナと連設された熱輸送部材と、を備え、前記熱輸送部材が、少なくとも1つの発熱体が熱的に接続されるベースブロックと、前記ベースブロックに埋設されたヒートパイプと、前記ヒートパイプの内部に封入された三次冷媒と、を有する冷却装置と、前記冷却装置から延在した前記凝縮管が接続された二次冷媒冷却部とが用いられ、前記凝縮管が前記冷却装置と前記二次冷媒冷却部とを循環する冷却システムであり、

前記発熱体と熱的に接続された前記ベースブロックから前記ヒートパイプへ熱が伝達され、前記ベースブロックから受熱した前記ヒートパイプに封入された前記三次冷媒が液相から気相へ相変化し、気相の前記三次冷媒が、前記ヒートパイプの内部を流通して、前記三次冷媒から前記一次冷媒へ熱が伝達され、前記三次冷媒から熱が伝達された前記一次冷媒は、前記第1のコンテナの内部で液相から気相へ相変化し、気相の前記一次冷媒が前記凝縮管の熱交換作用により気相から液相へ相変化することで、前記一次冷媒から前記

凝縮管を流通する前記二次冷媒へ熱が伝達され、熱が伝達された前記二次冷媒が、前記凝縮管を前記二次冷媒冷却部まで流通して所定温度まで冷却され、前記二次冷媒冷却部で冷却された前記二次冷媒が前記凝縮管を流通して前記冷却装置へ還流する冷却システム。

[0010] 上記〔１〕の冷却装置の態様では、コンテナ内部に封入された一次冷媒が発熱体からの熱を受けることで、液相から気相へ相変化し、気相へ相変化した一次冷媒は、コンテナ内部の気相部を貫通した、二次冷媒が流通する凝縮管によって、気相から液相へ相変化し、この相変化の際に一次冷媒から放出される潜熱が、凝縮管を流通する二次冷媒へ伝達される。一次冷媒から潜熱を受けた二次冷媒は、凝縮管を冷却装置の内部から外部へ流通することで、潜熱が冷却装置の外部へ輸送される。潜熱を受けた二次冷媒は、冷却装置の外部に設けられた二次冷媒冷却部で冷却される。また、上記〔１９〕の冷却装置の態様では、熱輸送部材の第２のコンテナの内部に封入された三次冷媒が発熱体からの熱を受けることで、液相から気相へ相変化し、気相へ相変化した三次冷媒は、第２のコンテナの内部から延出部の内部方向へ流通して、第１のコンテナ内部に封入された一次冷媒との熱交換作用により気相から液相へ相変化する。この相変化の際に三次冷媒から放出される潜熱が、第１のコンテナ内部に封入された一次冷媒へ伝達される。一次冷媒は、三次冷媒から潜熱を受けることで、液相から気相へ相変化し、気相へ相変化した一次冷媒は、第１のコンテナ内部の気相部を貫通した、二次冷媒が流通する凝縮管によって、気相から液相へ相変化し、この相変化の際に一次冷媒から放出される潜熱が、凝縮管を流通する二次冷媒へ伝達される。一次冷媒から潜熱を受けた二次冷媒は、凝縮管を冷却装置の内部から外部へ流通することで、潜熱が冷却装置の外部へ輸送される。潜熱を受けた二次冷媒は、冷却装置の外部に設けられた二次冷媒冷却部で冷却される。

[0011] なお、本明細書中、「平面視」とは重力方向上方から視認した状態を意味する。

発明の効果

- [0012] 本発明の冷却装置の態様によれば、コンテナ内部に封入された一次冷媒と、前記コンテナ内部の気相部を貫通した、二次冷媒が流通する凝縮管と、を備えることにより、装置の大型化を避けつつ優れた冷却特性を発揮できる。
- [0013] 本発明の冷却装置の態様によれば、コンテナの外面のうち、液相の一次冷媒が存在する部位またはその近傍に発熱体が熱的に接続されることで、発熱体から一次冷媒への熱抵抗を低減できる。
- [0014] 本発明の冷却装置の態様によれば、発熱体が熱的に接続されるコンテナの内面に、液相の一次冷媒との接触面積を増大させるコンテナ内面表面積増大部が形成されていることにより、コンテナを介した発熱体から一次冷媒への熱伝達が円滑化される。従って、一次冷媒の液相から気相への相変化が促進されて、冷却特性がより向上する。
- [0015] 本発明の冷却装置の態様によれば、コンテナ内面表面積増大部の少なくとも一部が、熱伝導性材料の焼結体または粒子状の熱伝導性材料の集合体であることにより、コンテナ内面表面積増大部に多孔質部が形成されるので、一次冷媒の液相から気相への相変化がさらに促進されて、冷却特性がさらに向上する。
- [0016] 本発明の冷却装置の態様によれば、凝縮管の外面に、気相の一次冷媒との接触面積を増大させる凝縮管外面表面積増大部が形成されていることにより、凝縮管の熱交換作用が向上して一次冷媒の気相から液相への相変化が促進される。よって、一次冷媒から二次冷媒への熱伝達がより促進されて、冷却特性がさらに向上する。
- [0017] 本発明の冷却装置の態様によれば、凝縮管の内面に、二次冷媒との接触面積を増大させる凝縮管内面表面積増大部が形成されていることにより、凝縮管の熱交換作用が向上して、一次冷媒から二次冷媒への熱伝達がより促進される。

図面の簡単な説明

- [0018] [図1]本発明の第1実施形態例に係る冷却装置の概要を説明する斜視図である。

[図2]本発明の第2実施形態例に係る冷却装置の概要を説明する斜視図である。

[図3]本発明の第3実施形態例に係る冷却装置の概要を説明する斜視図である。

[図4] (a) 図は、本発明の第3実施形態例に係る冷却装置に設けられる凝縮管の外面を拡大した説明図、(b) 図は、本発明の第3実施形態例に係る冷却装置に設けられる凝縮管の内面を拡大した説明図である。

[図5]本発明の第4実施形態例に係る冷却装置の概要を説明する側面断面図である。

[図6] (a) 図は、本発明の第5実施形態例に係る冷却装置の概要を説明する側面断面図、(b) 図は、本発明の第5実施形態例に係る冷却装置の概要を説明する正面断面図である。

[図7]本発明の第6実施形態例に係る冷却装置の概要を説明する側面断面図である。

[図8]本発明の第7実施形態例に係る冷却装置の概要を説明する斜視図である。

[図9]本発明の第8実施形態例に係る冷却装置の概要を説明する側面断面図である。

[図10]本発明の第8実施形態例に係る冷却装置の概要を説明する平面断面図である。

[図11]本発明の第9実施形態例に係る冷却装置の概要を説明する側面断面図である。

発明を実施するための形態

[0019] 以下に、本発明の実施形態例に係るヒートシンクについて、図面を用いながら説明する。図1は、本発明の第1実施形態例に係る冷却装置の概要を説明する斜視図である。図2は、本発明の第2実施形態例に係る冷却装置の概要を説明する斜視図である。図3は、本発明の第3実施形態例に係る冷却装置の概要を説明する斜視図である。図4は、(a) 図は、本発明の第3実施

形態例に係る冷却装置に設けられる凝縮管の外表面を拡大した説明図、（b）図は、本発明の第3実施形態例に係る冷却装置に設けられる凝縮管の内表面を拡大した説明図である。図5は、本発明の第4実施形態例に係る冷却装置の概要を説明する側面断面図である。図6の（a）図は、本発明の第5実施形態例に係る冷却装置の概要を説明する側面断面図、同（b）図は、本発明の第5実施形態例に係る冷却装置の概要を説明する正面断面図である。図7は、本発明の第6実施形態例に係る冷却装置の概要を説明する側面断面図である。図8は、本発明の第7実施形態例に係る冷却装置の概要を説明する斜視図である。図9は、本発明の第8実施形態例に係る冷却装置の概要を説明する側面断面図である。図10は、本発明の第8実施形態例に係る冷却装置の概要を説明する平面断面図である。図11は、本発明の第9実施形態例に係る冷却装置の概要を説明する側面断面図である。

[0020] まず、本発明の第1実施形態例に係る冷却装置について説明する。図1に示すように、本発明の第1実施形態例に係る冷却装置1は、コンテナ10と、コンテナ10内部に封入された一次冷媒20と、コンテナ10内部の気相部11を貫通した、二次冷媒30が流通する凝縮管40と、を備えている。コンテナ10の外表面12に冷却対象である発熱体100が熱的に接続されることで、発熱体100が冷却される。

[0021] コンテナ10内部には、中空の空洞部13が形成されている。空洞部13は、外部環境に対して密閉された空間であり、脱気処理により減圧されている。コンテナ10の形状は直方体であり、長手方向Zを有している。冷却装置1では、コンテナ10の長手方向Zが重力方向に沿うように設置されている。従って、冷却装置1では、直方体のコンテナ10が立てられた状態で設置されている。また、直方体のコンテナ10が立てられた状態である冷却装置1では、発熱体100が立てられた状態で、コンテナ10の側面14に熱的に接続されている。冷却装置1では、幅方向が狭い空間に冷却装置を設置する必要がある場合に有効である。

[0022] また、図1に示すように、空洞部13には、所定量の液相の一次冷媒20

が収納されている。液相の一次冷媒 20 は、コンテナ 10 内部に気相部 11 が形成できる体積量にて収納されている。空洞部 13 の重力方向下方側に、液相の一次冷媒 20 が存在し、空洞部 13 の重力方向上方側に、液相の一次冷媒 20 が収納されていない気相部 11 が形成されている。発熱体 100 の接続位置は、特に限定されないが、冷却装置 1 では、コンテナ 10 の外面 12 のうち、液相の一次冷媒 20 が存在する部位に、発熱体 100 が熱的に接続されている。発熱体 100 のコンテナ 10 への接続位置を上記部位とすることで、発熱体 100 から液相の一次冷媒 20 への熱伝達が円滑化されて、発熱体 100 から一次冷媒 20 への熱抵抗を低減できる。コンテナ 10 の内面 15 のうち、発熱体 100 が熱的に接続される部位に対応する領域には、凸凹等、コンテナ 10 の内面 15 の表面積を増大させる部位（コンテナ内面表面積増大部）が形成されていてもよく、平坦面でもよい。図 1 では、便宜上、コンテナ 10 の内面 15 は、平坦面としている。

[0023] 凝縮管 40 は、管状部材であり、コンテナ 10 内部の気相部 11 を貫通している。凝縮管 40 は、発熱体 100 が熱的に接続される部位におけるコンテナ 10 の内面 15 よりも重力方向上方に位置している。凝縮管 40 の内部空間は、コンテナ 10 の内部（空洞部 13）とは連通していない。すなわち、凝縮管 40 の内部空間は、気相部 11 とは連通していない、気相部 11 から独立した空間となっている。また、凝縮管 40 は、重力方向下方側に収納された液相の一次冷媒 20 とは接触していない。すなわち、液相の一次冷媒 20 は、二次冷媒が収納された凝縮管 40 とは接触していない。凝縮管 40 の外面 41 には、凹凸等、凝縮管 40 の外面 41 の表面積を増大させる部位（凝縮管外面表面積増大部）が形成されていてもよく、平滑面でもよい。また、凝縮管 40 の内面 42 には、凹凸等、凝縮管 40 の内面 42 の表面積を増大させる部位（凝縮管内面表面積増大部）が形成されていてもよく、平滑面でもよい。図 1 では、便宜上、凝縮管 40 の外面 41、凝縮管 40 の内面 42 とともに、平滑面としている。

[0024] コンテナ 10 のうち、気相部 11 に対応する部位に貫通孔が形成されてお

り、該貫通孔に凝縮管４０が嵌挿されることで、空洞部１３の密閉状態を維持したまま、凝縮管４０がコンテナ１０に取り付けられている。凝縮管４０の本数は、特に限定されず、冷却装置１では、凝縮管４０が１つ取り付けられている。凝縮管４０の径方向の断面形状は、略円形となっている。

[0025] 凝縮管４０には、液相の二次冷媒３０が凝縮管４０の延在方向に沿って一定方向に流通している。従って、二次冷媒３０は、凝縮管４０の壁面を介して、気相部１１を貫通するように流通する。二次冷媒３０は、例えば、発熱体１００の許容最高温度よりも低温の液温まで冷却されている。

[0026] コンテナ１０の材料としては、特に限定されず、広汎な材料が使用でき、例えば、銅、銅合金、アルミニウム、アルミニウム合金、ニッケル、ニッケル合金、ステンレス、チタン、チタン合金等を挙げることができる。凝縮管４０の材料としては、特に限定されず、例えば、銅、銅合金、アルミニウム、アルミニウム合金、ニッケル、ニッケル合金、ステンレス、チタン、チタン合金等を挙げることができる。一次冷媒としては、特に限定されず、広汎な材料が使用でき、例えば、電気絶縁性の冷媒を挙げることができる。具体例としては、例えば、水、フルオロカーボン類、シクロペンタン、エチレングリコール、これらの混合物等を挙げることができる。これらの一次冷媒のうち、電気絶縁性の点から、フルオロカーボン類、シクロペンタン、エチレングリコールが好ましく、フルオロカーボン類が特に好ましい。二次冷媒としては、特に限定されず、例えば、水、不凍液（主成分は、例えば、エチレングリコール）等を挙げることができる。

[0027] 次に、第１実施形態例に係る冷却装置１の動作及び冷却装置１を用いた冷却システムについて説明する。まず、冷却装置１の動作について説明する。

[0028] コンテナ１０の空洞部１３に収納された液相の一次冷媒２０が発熱体１００からの熱を受けることで、液相から気相へ相変化し、発熱体１００からの熱を潜熱として吸収する。気相へ相変化した一次冷媒は、コンテナ１０の内部空間を重力方向上方へ移動し、コンテナ１０の気相部１１へ流入する。一方で、気相部１１を貫通した凝縮管４０には、低温の二次冷媒３０が流通し

ている。凝縮管 40 に低温の二次冷媒 30 が流通していることで、気相部 11 に配置された凝縮管 40 は、熱交換作用を発揮する。気相に相変化した一次冷媒は、凝縮管 40 の外面 41 に接触または接近することで、凝縮管 40 の熱交換作用により、潜熱を放出し、気相から液相へ相変化する。気相から液相への相変化の際に一次冷媒から放出される潜熱が、凝縮管 40 を流通する二次冷媒 30 へ伝達される。また、液相へ相変化した一次冷媒は、重力作用により、気相部 11 から重力方向下方へ液相の一次冷媒 20 として還流する。上記から、一次冷媒 20 は、コンテナ 10 の内部空間にて、液相から気相へ及び気相から液相への相変化を繰り返す。なお、冷却装置 1 では、コンテナ 10 の気相部 11 が所定の体積を有することから、一次冷媒 20 がコンテナ 10 の内部空間にて液相から気相へ及び気相から液相への相変化を繰り返すにあたり、仕切り板のような一次冷媒 20 の循環経路を形成する必要はない。従って、コンテナ 10 の構造は、簡略化が可能である。一次冷媒から熱を受けた二次冷媒 30 は、凝縮管 40 の延在方向に沿って冷却装置 1 の内部から外部へ流通することで、発熱体 100 の熱が冷却装置 1 の外部へ輸送される。

[0029] 次に、第 1 実施形態例に係る冷却装置 1 を用いた冷却システムについて説明する。冷却装置 1 を用いた冷却システムでは、冷却装置 1 と、冷却装置 1 から延在した凝縮管 40 が接続された二次冷媒冷却部（図示せず）とが用いられる。さらに、上記冷却システムでは、凝縮管 40 が冷却装置 1 と二次冷媒冷却部とをループ状に循環する、凝縮管 40 の循環経路が形成されている。一次冷媒から熱を受けた二次冷媒 30 が、凝縮管 40 を冷却装置 1 から二次冷媒冷却部まで流通して、二次冷媒冷却部にて所定の液温、例えば、発熱体 100 の許容最高温度よりも低温の液温まで冷却される。二次冷媒冷却部で冷却された二次冷媒 30 は、凝縮管 40 を流通して二次冷媒冷却部から冷却装置 1 へ還流し、冷却装置 1 の気相部 11 にて熱交換作用を発揮する。従って、二次冷媒 30 が冷却装置 1 と二次冷媒冷却部とをループ状に循環することで、冷却された二次冷媒 30 が、連続的に気相部 11 の領域へ供給され

る。

[0030] 次に、本発明の第2実施形態例に係る冷却装置について説明する。なお、第1実施形態例に係る冷却装置と同じ構成要素については、同じ符号を用いて説明する。

[0031] 第1実施形態例に係る冷却装置1では、コンテナ10の長手方向Zが重力方向に沿うようにコンテナ10が立てられて設置され、発熱体100が立てられた状態でコンテナ10の側面14に熱的に接続されていた。これに代えて、図2に示すように、第2実施形態例に係る冷却装置2では、コンテナ10は平面型であり、コンテナ10の平面方向が重力方向に対して略直交方向となるように、直方体のコンテナ10が横置きされ、発熱体100が横置きされた姿勢でコンテナ10の底面16に熱的に接続されている。なお、凝縮管40の取り付け位置は、特に限定されず、冷却装置2では、凝縮管40は、平面視において発熱体100と重なり合わない位置に取り付けられている。

[0032] 冷却装置2では、高さ方向が狭い空間に冷却装置を設置する必要がある場合に有効である。発熱体が高密度に搭載されることがあるところ、このように、本発明の冷却装置は、幅方向が狭い空間だけではなく、高さ方向が狭い空間でも設置することができる。

[0033] 次に、本発明の第3実施形態例に係る冷却装置について説明する。なお、第1、第2実施形態例に係る冷却装置と同じ構成要素については、同じ符号を用いて説明する。

[0034] 図3に示すように、第3実施形態例に係る冷却装置3では、コンテナ10の内面15のうち、発熱体100が熱的に接続される部位に対応する領域には、凸凹等、コンテナ10の内面15の表面積を増大させる部位であるコンテナ内面表面積増大部50が形成されている。コンテナ内面表面積増大部50が形成されていることにより、コンテナ10の内面15のうち、発熱体100が熱的に接続される部位に対応する領域において、コンテナ10の内面15と液相の一次冷媒20との接触面積が増大する。従って、コンテナ内面

表面積増大部50により、コンテナ10を介した発熱体100から液相の一次冷媒20への熱伝達が円滑化される。結果、一次冷媒20の液相から気相への相変化が促進されて、冷却装置3の冷却特性がより向上する。

[0035] コンテナ内面表面積増大部50は、コンテナ10に収納された液相の一次冷媒20中に浸漬されている。従って、コンテナ内面表面積増大部50は、液相の一次冷媒20と直接接している。コンテナ内面表面積増大部50は、全体が液相の一次冷媒20中に浸漬されてもよく、一部が液相の一次冷媒20中に浸漬されてもよい。なお、冷却装置3では、コンテナ内面表面積増大部50全体が液相の一次冷媒20中に浸漬されている。

[0036] コンテナ内面表面積増大部50は、例えば、型を用いたコンテナ10の成形、コンテナ10とは別部材をコンテナ10の内面15に取り付けることで設けることができる。コンテナ内面表面積増大部50の態様としては、例えば、コンテナ10の内面15に形成された凸凹部を挙げることができ、具体例としては、コンテナ10の内面15に立設された板状フィン、ピンフィン、コンテナ10の内面15に形成された窪み部、溝部等を挙げることができる。板状フィン、ピンフィンの形成方法としては、例えば、別途作製した板状フィン、ピンフィンをコンテナ10の内面15に、はんだ付け、ろう付け、焼結等にて取り付ける方法、コンテナ10の内面15を切削する方法、押し出す方法、エッチングする方法等が挙げられる。また、窪み部、溝部の形成方法としては、例えば、コンテナ10の内面15を切削する方法、押し出す方法、エッチングする方法等が挙げられる。なお、冷却装置3では、コンテナ内面表面積増大部50として複数の正方形または長方形の板状フィンが並列配置されている。

[0037] コンテナ内面表面積増大部50の材料は、特に限定されず、例えば、熱伝導性部材を挙げることができる。コンテナ内面表面積増大部50の材料の具体例としては、金属部材（例えば、銅、銅合金、アルミニウム、アルミニウム合金、ステンレス等）、炭素部材（例えば、グラファイト等）を挙げることができる。また、コンテナ内面表面積増大部50は、その少なくとも一部

が、熱伝導性材料の焼結体や粒子状の熱伝導性材料の集合体で形成されていてもよく、例えば、金属焼結体や炭素粒子の集合体で形成されていてもよい。金属焼結体や炭素粒子の集合体は、例えば、コンテナ内面表面積増大部50の表面部に設けてもよい。より具体的には、例えば、コンテナ10の内面15に立設された板状フィン、ピンフィン、コンテナ10の内面15に形成された窪み部、溝部等の表面部に、金属焼結体等の熱伝導性材料の焼結体や炭素粒子及び／または金属粉の集合体等の粒子状の熱伝導性材料の集合体が層状に形成されてもよい。コンテナ内面表面積増大部50の少なくとも一部が、熱伝導性材料の焼結体や粒子状の熱伝導性材料の集合体で形成されていることにより、コンテナ内面表面積増大部50に多孔質部が形成されるので、一次冷媒20の液相から気相への相変化がさらに促進されて、冷却装置3の冷却特性がさらに向上する。コンテナ内面表面積増大部50が、熱伝導性材料の焼結体や粒子状の熱伝導性材料の集合体からなると、コンテナ内面表面積増大部50全体が多孔質体となり、気相の一次冷媒が多孔質体中に生成、滞留することで、コンテナ内面表面積増大部50から液相の一次冷媒20への熱伝達性が十分得られないことがある。しかし、板状フィン、ピンフィン、窪み部、溝部等の表面部に、熱伝導性材料の焼結体や粒子状の熱伝導性材料の集合体が層状に形成されていることにより、一次冷媒20の液相から気相への相変化がさらに促進されつつ、コンテナ内面表面積増大部50から液相の一次冷媒20への熱伝達性が向上し、結果として、冷却装置3の冷却特性がさらに向上する。金属焼結体の材料としては、例えば、金属粉、金属繊維、金属メッシュ、金属編組体、金属箔等を挙げることができる。これらの金属材料は、単独で使用してもよく、2種以上を併用してもよい。また、金属焼結体の金属種としては、特に限定されず、例えば、銅、銅合金等を挙げることができる。金属焼結体は、金属材料を炉等の加熱手段で加熱することにより形成できる。また、金属粉を表面に溶射加工することで細かい凸凹を有する被膜状である、粒子状の熱伝導性材料の集合体を形成できる。また、金属粉をレーザー等で熔融形成して、粒子状の熱伝導性材料の集合体を形

成してもよい。また、炭素粒子の集合体を形成する炭素粒子としては、特に限定されず、例えば、カーボンナノ粒子、カーボンプラック等を挙げることができる。

[0038] また、第1、第2実施形態例に係る冷却装置では、凝縮管の設置本数は1本であったが、これに代えて、図3に示すように、第3実施形態例に係る冷却装置3では、複数の凝縮管40、40・・・が、設けられている。冷却装置3では、複数の凝縮管40、40・・・が積層配置されている。冷却装置3では、凝縮管40が多層（図3では2層）に配置されており、液相の一次冷媒20側に配置された複数の第1凝縮管40-1、40-1・・・と、第1凝縮管40-1の重力方向上方に配置された複数の第2凝縮管40-2、40-2・・・とが設けられている。複数の第1凝縮管40-1、40-1・・・は、相互に略同一平面状に並列配置され、複数の第2凝縮管40-2、40-2・・・は、相互に略同一平面状に並列配置されている。

[0039] また、コンテナ10の気相部11における第1凝縮管40-1の延在方向は、第2凝縮管40-2の延在方向と同じでも異なってもよいが、冷却装置3では、第1凝縮管40-1の延在方向は、第2凝縮管40-2の延在方向と異なっている。気相部11において、第1凝縮管40-1の延在方向は、第2凝縮管40-2の延在方向に対して、略直交方向となっている。

[0040] 冷却装置3では、発熱体100は横置きされた姿勢でコンテナ10の底面16に熱的に接続されている。凝縮管40は、平面視において発熱体100と重なり合う部位を有している。

[0041] 図4（a）に示すように、冷却装置3では、凝縮管40の外表面41に、凹凸等、凝縮管40の外表面41の表面積を増大させることで、気相の一次冷媒との接触面積を増大させる凝縮管外表面積増大部43が形成されている。凝縮管外表面積増大部43が形成されていることにより、凝縮管40の熱交換作用が向上して一次冷媒の気相から液相への相変化が促進される。結果、一次冷媒20から二次冷媒30への熱伝達がより促進されて、冷却装置3の冷却特性がさらに向上する。凝縮管外表面積増大部43は、気相の一次

冷媒と接触する外面４１全体に形成されていてもよく、外面４１の一部領域（例えば、外面４１の重力方向下方側）にのみ形成されていてもよい。

[0042] 凝縮管外面表面積増大部４３は、例えば、型を用いた凝縮管４０の成形、凝縮管４０とは別部材を凝縮管４０の外面４１に取り付けることで設けることができる。凝縮管外面表面積増大部４３の態様としては、特に限定されず、凝縮管４０の外面４１に形成された複数の突起、凝縮管４０の外面４１に形成された複数の溝、窪み等を挙げることができる。突起の形成方法としては、特に限定されず、例えば、別途作製した突起を凝縮管４０の外面４１に、はんだ付け、ろう付け、焼結等にて取り付ける方法、凝縮管４０の外面４１を切削する方法、エッチングする方法等が挙げられる。また、窪み部、溝の形成方法としては、特に限定されず、例えば、凝縮管４０の外面４１を切削する方法、エッチングする方法等が挙げられる。図４（ａ）の凝縮管外面表面積増大部４３では、外面４１上に錐体状の突起４７が千鳥状に配置されている。より具体的には、図４（ａ）の凝縮管外面表面積増大部４３では、突起４７の形状は四角錐である。凝縮管外面表面積増大部４３では、複数の突起４７が凝縮管４０の長手方向に直線状に並列配置されることで突起列４８が形成され、また、凝縮管４０の周方向に沿って複数の突起列４８が並列配置されている。また、隣接する突起列４８は、相互に、突起４７の位置が所定量ずれていることで、突起４７が千鳥状に配置されている。上記のような凝縮管外面表面積増大部４３とすることで、凝縮管４０の外面４１の表面張力が低下して、一次冷媒の気相から液相への相変化が、より促進される。凝縮管外面表面積増大部４３では、外面４１を転造加工、鍛造加工、切削する方法またはエッチングする方法で突起４７が形成されている。すなわち、凝縮管外面表面積増大部４３は凝縮管４０と一体となっている。外面４１が、転造加工、鍛造加工、切削またはエッチングされて凝縮管外面表面積増大部４３が形成されていることにより、別途作製した突起を凝縮管４０の外面４１に取り付ける態様と比較して、凝縮管４０を省スペース化、小型化することができ、ひいては、冷却装置３を省スペース化、小型化することがで

きる。また、凝縮管 40 を省スペース化、小型化できることで、凝縮管 40 の外面 41 の単位面積あたり、より多くの突起 47 を設けることができ、結果、一次冷媒の気相から液相への相変化が、より促進される。

[0043] また、図 4 (b) に示すように、冷却装置 3 では、凝縮管 40 の内面 42 には、凹凸等、凝縮管 40 の内面 42 の表面積を増大させることで、凝縮管 40 の内面 42 と二次冷媒 30 との接触面積を増大させる凝縮管内面表面積増大部 44 が形成されている。凝縮管内面表面積増大部 44 が形成されていることにより、凝縮管 40 の熱交換作用が向上して、一次冷媒 20 から二次冷媒 30 への熱伝達がより促進される。

[0044] 凝縮管内面表面積増大部 44 は、例えば、型を用いた凝縮管 40 の成形、凝縮管 40 とは別部材を凝縮管 40 の内面 42 に取り付けることで設けることができる。凝縮管内面表面積増大部 44 の態様としては、特に限定されず、凝縮管 40 の内面 42 に形成された複数の突起、凝縮管 40 の内面 42 に形成された複数の溝、窪み等を挙げることができる。突起の形成方法としては、例えば、別途作製した突起を凝縮管 40 の内面 42 に、はんだ付け、ろう付け、焼結等にて取り付ける方法、凝縮管 40 の内面 42 を切削する方法、エッチングする方法等が挙げられる。また、窪み部、溝の形成方法としては、例えば、凝縮管 40 の内面 42 を切削する方法、エッチングする方法等が挙げられる。図 4 (b) の凝縮管内面表面積増大部 44 では、内面 42 に複数の溝が螺旋状に形成されている。

[0045] 次に、本発明の第 4 実施形態例に係る冷却装置について説明する。なお、第 1 ～第 3 実施形態例に係る冷却装置と同じ構成要素については、同じ符号を用いて説明する。

[0046] 図 5 に示すように、第 4 実施形態例に係る冷却装置 4 では、コンテナ 10 (冷却装置 4 では、第 1 のコンテナ 10) の底面 16 として、第 1 のコンテナ 10 と連設された熱輸送部材 60 が設けられている。熱輸送部材 60 は、少なくとも 1 つの発熱体 100 が熱的に接続される第 2 のコンテナ 61 と、第 2 のコンテナ 61 の内部空間 62 と連通した内部空間 64 を有する延出部

63と、熱輸送部材60の内部、すなわち、第2のコンテナ61の内部空間62と延出部63の内部空間64に封入された三次冷媒70と、を有している。三次冷媒70は、熱輸送部材60の作動流体として機能する。三次冷媒70は、第2のコンテナ61の内部空間62と延出部63の内部空間64との間で流通可能となっている。第2のコンテナ61の内部空間62と延出部63の内部空間64は、外部環境に対して密閉された空間であり、脱気処理により減圧された状態となっている。

[0047] 第2のコンテナ61は、平面型となっている。第2のコンテナ61の外面のうち、凝縮管40と対向する外面65は、第1のコンテナ10内部に封入された液相の一次冷媒20と接している。冷却装置4では、第2のコンテナ61の外面65が、第1のコンテナ10の底面16を形成している。また、第2のコンテナ61の外面65と対向する外面66に冷却対象である発熱体100が熱的に接続されることで、発熱体100が冷却される。

[0048] 第2のコンテナ61の外面66における発熱体100の接続位置は、特に限定されないが、例えば、第2のコンテナ61の外面66のうち、作動液である液相の三次冷媒70が存在する部位または液相の三次冷媒70が存在する部位の近傍に、発熱体100が熱的に接続される。発熱体100の第2のコンテナ61への接続位置を上記部位とすることで、発熱体100から液相の三次冷媒70への熱伝達が円滑化されて、発熱体100から三次冷媒70への熱抵抗を低減できる。

[0049] また、発熱体100が熱的に接続される第2のコンテナ61の内底面67のうち、発熱体100が熱的に接続される部位に対応する領域には、凸凹等、第2のコンテナ61の内底面67の表面積を増大させる部位である第2のコンテナ内面表面積増大部80が形成されている。第2のコンテナ内面表面積増大部80が形成されていることにより、第2のコンテナ61の内底面67のうち、発熱体100が熱的に接続される部位に対応する領域において、第2のコンテナ61の内面と液相の三次冷媒70との接触面積が増大する。従って、第2のコンテナ内面表面積増大部80により、第2のコンテナ61

を介した発熱体 100 から液相の三次冷媒 70 への熱伝達が円滑化される。結果、三次冷媒 70 の液相から気相への相変化が促進されて、冷却装置 4 の冷却特性がより向上する。

[0050] 第 2 のコンテナ内面表面積増大部 80 は、例えば、型を用いた第 2 のコンテナ 61 の成形、第 2 のコンテナ 61 とは別部材を第 2 のコンテナ 61 の内底面 67 に取り付けることで設けることができる。第 2 のコンテナ内面表面積増大部 80 の態様としては、例えば、第 2 のコンテナ 61 の内底面 67 に形成された凸凹部を挙げることができ、具体例としては、第 2 のコンテナ 61 の内底面 67 に立設された板状フィン、ピンフィン、第 2 のコンテナ 61 の内底面 67 に形成された窪み部、溝部等を挙げることができる。板状フィン、ピンフィンの形成方法としては、例えば、別途作製した板状フィン、ピンフィンを第 2 のコンテナ 61 の内底面 67 に、はんだ付け、ろう付け、焼結等にて取り付ける方法、第 2 のコンテナ 61 の内底面 67 を切削する方法、押し出す方法、エッチングする方法等が挙げられる。また、窪み部、溝部の形成方法としては、例えば、第 2 のコンテナ 61 の内底面 67 を切削する方法、押し出す方法、エッチングする方法等が挙げられる。なお、冷却装置 4 では、第 2 のコンテナ内面表面積増大部 80 として複数の板状フィンが並列配置されている。

[0051] 第 2 のコンテナ内面表面積増大部 80 の材料は、特に限定されず、例えば、熱伝導性部材を挙げることができる。第 2 のコンテナ内面表面積増大部 80 の材料の具体例としては、金属部材（例えば、銅、銅合金、アルミニウム、アルミニウム合金、ステンレス等）、炭素部材（例えば、グラファイト等）を挙げることができる。また、第 2 のコンテナ内面表面積増大部 80 は、その少なくとも一部が、熱伝導性材料の焼結体や粒子状の熱伝導性材料の集合体で形成されていてもよく、例えば、金属焼結体や炭素粒子の集合体で形成されていてもよい。金属焼結体や炭素粒子の集合体は、例えば、第 2 のコンテナ内面表面積増大部 80 の表面部に設けてもよい。より具体的には、例えば、第 2 のコンテナ 61 の内底面 67 に立設された板状フィン、ピンフィ

ン、第2のコンテナ61の内底面67に形成された窪み部、溝部等の表面部に、金属焼結体等の熱伝導性材料の焼結体や炭素粒子及び／または金属粉の集合体等の粒子状の熱伝導性材料の集合体が層状に形成されてもよい。第2のコンテナ内面表面積増大部80の少なくとも一部が、熱伝導性材料の焼結体や粒子状の熱伝導性材料の集合体で形成されていることにより、第2のコンテナ内面表面積増大部80に多孔質部が形成されるので、三次冷媒70の液相から気相への相変化がさらに促進されて、冷却装置4の冷却特性がさらに向上する。第2のコンテナ内面表面積増大部80が、熱伝導性材料の焼結体や粒子状の熱伝導性材料の集合体からなると、第2のコンテナ内面表面積増大部80全体が多孔質体となり、気相の三次冷媒70が多孔質体中に生成、滞留することで、第2のコンテナ内面表面積増大部80から液相の三次冷媒70への熱伝達性が十分得られないことがある。しかし、板状フィン、ピンフィン、窪み部、溝部等の表面部に、熱伝導性材料の焼結体や粒子状の熱伝導性材料の集合体が層状に形成されていることにより、三次冷媒70の液相から気相への相変化がさらに促進されつつ、第2のコンテナ内面表面積増大部80から液相の三次冷媒70への熱伝達性が向上し、結果として、冷却装置4の冷却特性がさらに向上する。金属焼結体の材料としては、例えば、金属粉、金属繊維、金属メッシュ、金属編組体、金属箔等を挙げることができる。これらの金属材料は、単独で使用してもよく、2種以上を併用してもよい。また、金属焼結体の金属種としては、特に限定されず、例えば、銅、銅合金等を挙げることができる。金属焼結体は、金属材料を炉等の加熱手段で加熱することにより形成できる。また、金属粉を表面に溶射加工することで細かい凸凹を有する被膜状である、粒子状の熱伝導性材料の集合体を形成できる。また、金属粉をレーザー等で熔融形成して、粒子状の熱伝導性材料の集合体を形成してもよい。また、炭素粒子の集合体を形成する炭素粒子としては、特に限定されず、例えば、カーボンナノ粒子、カーボンブラック等を挙げることができる。

[0052] また、第2のコンテナ61の内面には、毛細管力を有するウィック構造体

(図示せず)が設けられている。潜熱を放出して気相から液相へ相変化した三次冷媒70は、ウィック構造体の毛細管力により、第2のコンテナ61の内底面67のうち、発熱体100が熱的に接続される部位に対応する領域に還流する。

[0053] 図5に示すように、延出部63は、第2のコンテナ61の外表面65から第1のコンテナ10内部の気相部11の方向へ延在している。延出部63の様子は、特に限定されないが、冷却装置4では、気相部11側の端部が閉塞された管体である。延出部63の形状は、特に限定されないが、冷却装置4では、直線状であり、第2のコンテナ61の外表面65に対して鉛直に立設されている。また、冷却装置4では、複数の延出部63が設けられている。

[0054] 延出部63の内部空間64は、第2のコンテナ61の内部空間62と連通している。すなわち、延出部63の第2のコンテナ61側の端部は開口している。よって、延出部63の内部空間64は、第2のコンテナ61の内部空間62と同様に、脱気処理により減圧された状態となっている。なお、必要に応じて、延出部63の内面にも毛細管力を有するウィック構造体を設けてもよい。

[0055] 延出部63は、第1のコンテナ10の内部に封入された液相の一次冷媒20と接している。冷却装置4では、延出部63全体が、液相の一次冷媒20に浸漬された状態となっている。

[0056] また、延出部63の外表面に、液相の一次冷媒20との接触面積を増大させる熱輸送部材外表面面積増大部81が形成されている。熱輸送部材外表面面積増大部81は、凹凸部となっている。熱輸送部材外表面面積増大部81の凹凸部は、例えば、金属線の焼結体、金属粉の焼結体等で形成されてもよく、エッチングや研磨で形成されてもよい。延出部63の外表面に熱輸送部材外表面面積増大部81が設けられることで、一次冷媒20が液相から気相に相変化する際に、一次冷媒30の細かい気泡核が形成されやすくなり、一次冷媒20の液相から気相への相変化が円滑化される。一次冷媒20の液相から気相への相変化が円滑化されることで、三次冷媒70から一次冷媒20への

熱伝達が円滑化される。また、延出部 6 3 の外面に熱輸送部材外面表面積増大部 8 1 が設けられることで、延出部 6 3 の外面に沿って気相の一次冷媒を含む気体層が成長することが防止されるので、三次冷媒 7 0 から一次冷媒 2 0 への熱伝達が円滑化される。

[0057] なお、熱輸送部材外面表面積増大部 8 1 は、延出部 6 3 の外面と第 2 のコンテナ 6 1 の外面 6 5 に形成されていてもよく、第 2 のコンテナ 6 1 の外面 6 5 にのみ形成されていてもよい。

[0058] 第 2 のコンテナ 6 1 及び延出部 6 3 の材料としては、特に限定されず、広汎な材料が使用でき、例えば、銅、銅合金、アルミニウム、アルミニウム合金、ニッケル、ニッケル合金、ステンレス、チタン、チタン合金等を挙げることができる。また、三次冷媒 7 0 としては、特に限定されず、水、フルオロカーボン類、シクロペンタン、エチレングリコール、これらの混合物等を挙げることができる。

[0059] 次に、第 4 実施形態例に係る冷却装置 4 の動作について説明する。熱輸送部材 6 0 は、第 2 のコンテナ 6 1 が発熱体 1 0 0 から受熱すると、第 2 のコンテナ 6 1 の内部空間 6 2 に封入された液相の三次冷媒 7 0 が、第 2 のコンテナ内面表面積増大部 8 0 とその近傍にて液相から気相へ相変化し、第 2 のコンテナ 6 1 の内部空間 6 2 の蒸气流路を流通する。さらに、気相の三次冷媒 7 0 は、第 2 のコンテナ 6 1 の内部空間 6 2 の蒸气流路から内部空間 6 2 と連通している延出部 6 3 の内部空間 6 4 へ流入する。延出部 6 3 の内部空間 6 4 へ流入した気相の三次冷媒 7 0 は、延出部 6 3 の内部空間 6 4 にて潜熱を放出して、気相から液相に相変化する。延出部 6 3 の内部空間 6 4 にて放出された潜熱は、延出部 6 3 の壁面を介して液相の一次冷媒 2 0 へ伝達される。延出部 6 3 の内部空間 6 4 にて気相から液相に相変化した三次冷媒 7 0 は、延出部 6 3 から第 2 のコンテナ 6 1 へ還流され、第 2 のコンテナ 6 1 に設けられたウィック構造体にて、第 2 のコンテナ 6 1 から第 2 のコンテナ内面表面積増大部 8 0 へ還流される。

[0060] 第 1 のコンテナ 1 0 に封入された液相の一次冷媒 2 0 は、三次冷媒 7 0 か

ら受熱することで、コンテナ 10 内部にて液相から気相へ相変化し、発熱体 100 からの熱を潜熱として吸収する。その後は、上記冷却装置 1、2、3 と同様の作用にて、発熱体 100 からの熱は、一次冷媒 20 から凝縮管 40 を流通する二次冷媒 30 へ伝達され、一次冷媒 20 から熱を受けた二次冷媒 30 は、凝縮管 40 の延在方向に沿って冷却装置 4 の内部から外部へ流通することで、発熱体 100 の熱が冷却装置 4 の外部へ輸送される。

[0061] 次に、第 4 実施形態例に係る冷却装置 4 を用いた冷却システムでは、冷却装置 4 と、冷却装置 4 から延在した凝縮管 40 が接続された二次冷媒冷却部（図示せず）とが用いられる。さらに、上記冷却システムでは、凝縮管 40 が冷却装置 4 と二次冷媒冷却部とをループ状に循環する、凝縮管 40 の循環経路が形成されている。三次冷媒 70 から熱を受けた一次冷媒 20 が、第 1 のコンテナ 10 の内部で液相から気相へ相変化し、気相の一次冷媒が凝縮管 40 の熱交換作用により気相から液相へ相変化することで、一次冷媒から凝縮管 40 を流通する二次冷媒 30 へ熱が伝達される。一次冷媒から熱を受けた二次冷媒 30 が、凝縮管 40 を冷却装置 4 から二次冷媒冷却部まで流通して、二次冷媒冷却部にて所定の液温、例えば、発熱体 100 の許容最高温度よりも低温の液温まで冷却される。二次冷媒冷却部で冷却された二次冷媒 30 は、凝縮管 40 を流通して二次冷媒冷却部から冷却装置 4 へ還流し、冷却装置 4 の気相部 11 にて熱交換作用を発揮する。従って、二次冷媒 30 が冷却装置 4 と二次冷媒冷却部とをループ状に循環することで、冷却された二次冷媒 30 が、連続的に気相部 11 の領域へ供給される。

[0062] 次に、本発明の冷却装置の他の実施形態例について説明する。第 1 ～ 第 3 実施形態例の冷却装置では、コンテナの平面視の形状は、四角形状であったが、コンテナの形状は、特に限定されず、例えば、五角形以上の多角形、円形、楕円形、これら形状の組み合わせでもよい。また、第 3 実施形態例に係る冷却装置では、コンテナ内面のうち、発熱体が熱的に接続される部位に対応する領域にコンテナ内面表面積増大部が形成されていたが、これに代えて、発熱体が熱的に接続される部位に対応する領域から該領域の周縁にかけて

コンテナ内面表面積増大部が形成されていてもよく、コンテナのうち、発熱体が熱的に接続される壁面（第3実施形態例に係る冷却装置では、コンテナの底面）全体にコンテナ内面表面積増大部が形成されてもよい。

[0063] また、第1～第3実施形態例の冷却装置では、コンテナに1つの発熱体が熱的に接続されていたが、コンテナと熱的に接続される発熱体の数量は、特に限定されず、複数個でもよい。また、上記各実施形態例では、凝縮管の径方向の断面形状は略円形であったが、凝縮管の径方向の断面形状は、特に限定されず、例えば、楕円形状、扁平形状、四角形状、角丸長方形形状等でもよい。

[0064] また、第1～第3実施形態例の冷却装置では、液相の一次冷媒が存在する部位に発熱体が熱的に接続されていたが、これに代えて、液相の一次冷媒が存在する部位の近傍に発熱体が熱的に接続されていてもよい。この場合、近傍とは、液相の一次冷媒が存在する部位と同様に、発熱体から液相の一次冷媒への熱伝達が円滑化可能な部位である。

[0065] 第4実施形態例の冷却装置では、熱輸送部材は、第2のコンテナと、第2のコンテナの内部空間と連通した内部空間を有する延出部とを備えていたが、これに代えて、延出部が設けられていない熱輸送部材としてもよい。この場合、熱輸送部材は、平面形状であり、ペーパーチャンバとして機能する。また、熱輸送部材の第2のコンテナの外面のうち、凝縮管と対向した外面は、液相の一次冷媒と接している。また、延出部が設けられていない熱輸送部材では、第2のコンテナの外面に、液相の一次冷媒との接触面積を増大させる熱輸送部材外面表面積増大部が形成されていてもよい。

[0066] 延出部が設けられていない熱輸送部材の場合、第2のコンテナの内部空間に封入された液相の三次冷媒が、第2のコンテナ内面表面積増大部とその近傍にて液相から気相へ相変化し、第2のコンテナの内部空間を拡散していく。気相の三次冷媒は、第2のコンテナの内部空間にて潜熱を放出して、気相から液相に相変化する。第2のコンテナの内部空間にて放出された潜熱は、第2のコンテナの壁面を介して液相の一次冷媒へ伝達される。第2のコンテ

ナの内部空間にて気相から液相に相変化した三次冷媒は、第2のコンテナに設けられたウィック構造体にて、第2のコンテナから第2のコンテナ内面表面積増大部へ還流される。

[0067] 第1のコンテナに封入された液相の一次冷媒は、三次冷媒から受熱することで、第1のコンテナの内部にて液相から気相へ相変化し、発熱体からの熱を潜熱として吸収する。その後は、上記各冷却装置と同様の作用にて、発熱体からの熱は、一次冷媒から凝縮管を流通する二次冷媒へ伝達され、一次冷媒から熱を受けた二次冷媒は、凝縮管の延在方向に沿って冷却装置の内部から外部へ流通することで、発熱体の熱が冷却装置の外部へ輸送される。

[0068] 延出部が設けられていない熱輸送部材を用いた冷却装置の冷却システムでは、冷却装置と、冷却装置から延在した凝縮管が接続された二次冷媒冷却部とが用いられる。さらに、上記冷却システムでは、凝縮管が冷却装置と二次冷媒冷却部とをループ状に循環する、凝縮管の循環経路が形成されている。三次冷媒から熱を受けた一次冷媒が、第1のコンテナの内部で液相から気相へ相変化し、気相の一次冷媒が凝縮管の熱交換作用により気相から液相へ相変化することで、一次冷媒から凝縮管を流通する二次冷媒へ熱が伝達される。一次冷媒から熱を受けた二次冷媒が、凝縮管を冷却装置から二次冷媒冷却部まで流通して、二次冷媒冷却部にて所定の液温、例えば、発熱体の許容最高温度よりも低温の液温まで冷却される。二次冷媒冷却部で冷却された二次冷媒は、凝縮管を流通して二次冷媒冷却部から冷却装置へ還流し、冷却装置の気相部にて熱交換作用を発揮する。従って、二次冷媒が冷却装置と二次冷媒冷却部とをループ状に循環することで、冷却された二次冷媒が、連続的に気相部の領域へ供給される。

[0069] 第4実施形態例の冷却装置では、熱輸送部材は、第2のコンテナを備えていたが、図6(a)、(b)に示すように、第5実施形態例の冷却装置として、第2のコンテナに代えて、中実のベースブロック71を用いた冷却装置5としてもよい。この場合、延出部はヒートパイプ部73として機能し、三次冷媒は、ヒートパイプ部73の内部に封入されている。延出部であるヒ-

トパイプ部73は、ベースブロック71に立設された状態となっている。また、ベースブロック71は第1のコンテナ10の底面16に対応した板状部材であり、ベースブロック71は液相の一次冷媒20と接している。

[0070] ヒートパイプ部73を形成するヒートパイプの形状は、特に限定されず、例えば、L字状、U字状、直線状等を挙げることができる。冷却装置5では、U字状のヒートパイプがベースブロック71に立設されている。ベースブロック71の材料としては、特に限定されず、広汎な材料が使用でき、例えば、熱伝導性部材、具体例としては、銅、銅合金、アルミニウム、アルミニウム合金等の金属部材を挙げることができる。ベースブロック71へのヒートパイプ部73の取り付け方法は、特に限定されず、例えば、冷却装置5では、ベースブロック71の厚さ方向に凹部を設け、該凹部にU字状のヒートパイプの底部を嵌合することで、ベースブロック71にヒートパイプ部73を設けることができる。

[0071] 中実のベースブロック71とヒートパイプ部73とを備えた熱輸送部材60の場合、ヒートパイプ部73のベースブロック71側が受熱部として機能し、液相の一次冷媒と接した部位が放熱部として機能する。ヒートパイプ部73の受熱部がベースブロック71を介して発熱体100から受熱すると、ヒートパイプ部73の内部に封入された液相の三次冷媒が、ヒートパイプ部73の受熱部にて液相から気相へ相変化し、気相の三次冷媒が、ヒートパイプ部73の受熱部から放熱部へ流通する。気相の三次冷媒は、ヒートパイプ部73の放熱部にて潜熱を放出して、気相から液相に相変化する。ヒートパイプ部73の放熱部にて放出された潜熱は、ヒートパイプ部73の壁面を介して液相の一次冷媒20へ伝達される。ヒートパイプ部73の内部空間にて気相から液相に相変化した三次冷媒は、ヒートパイプ部73に設けられたウィック構造体（図示せず）にて、ヒートパイプ部73の放熱部から受熱部へ還流される。

[0072] 中実のベースブロック71とヒートパイプ部73とを備えた熱輸送部材60を用いた冷却装置5の冷却システムでは、上記と同じく、冷却装置5と、

冷却装置 5 から延在した凝縮管 40 が接続された二次冷媒冷却部とが用いられる。さらに、上記冷却システムでは、凝縮管 40 が冷却装置 5 と二次冷媒冷却部とをループ状に循環する、凝縮管 40 の循環経路が形成されている。三次冷媒から熱を受けた一次冷媒 20 が、第 1 のコンテナ 10 の内部で液相から気相へ相変化し、気相の一次冷媒が凝縮管 40 の熱交換作用により気相から液相へ相変化することで、一次冷媒 20 から凝縮管 40 を流通する二次冷媒 30 へ熱が伝達される。一次冷媒 20 から熱を受けた二次冷媒 30 が、凝縮管 40 を冷却装置 5 から二次冷媒冷却部まで流通して、二次冷媒冷却部にて所定の液温、例えば、発熱体 100 の許容最高温度よりも低温の液温まで冷却される。二次冷媒冷却部で冷却された二次冷媒 30 は、凝縮管 40 を流通して二次冷媒冷却部から冷却装置 5 へ還流し、冷却装置 5 の気相部 11 にて熱交換作用を発揮する。従って、二次冷媒 30 が冷却装置 5 と二次冷媒冷却部とをループ状に循環することで、冷却された二次冷媒 30 が、連続的に気相部 11 の領域へ供給される。

[0073] また、ヒートパイプ部 73 がベースブロック 71 に立設されていることに代えて、図 7 に示すように、第 6 実施形態例の冷却装置として、ベースブロック 71 にヒートパイプ 74 が埋設されている冷却装置 6 としてもよい。冷却装置 6 では、ヒートパイプ 74 全体が、ベースブロック 71 に埋設されている。また、ヒートパイプ 74 は、ベースブロック 71 の平面方向（ベースブロック 71 の厚さ方向に対して直交方向）に沿って延在している。従って、ヒートパイプ 74 は液相の一次冷媒 20 と接していない。ヒートパイプ 74 の形状は、特に限定されないが、例えば、直線状を挙げることができる。

[0074] 図 7 に示すように、また、冷却装置 6 では、ベースブロック 71 にコンテナ内面表面積増大部 50 が形成されている。冷却装置 6 では、コンテナ内面表面積増大部 50 は、正方形または長方形の板状フィンが、複数並列配位されて形成されている。

[0075] 中実のベースブロック 71 とヒートパイプ 74 とを備えた熱輸送部材 60 の場合、ヒートパイプ 74 のうち、発熱体 100 に近接した部位が受熱部と

して機能し、該受熱部から離れた部位が放熱部として機能する。ヒートパイプ74の受熱部がベースブロック71を介して発熱体100から受熱すると、ヒートパイプ74の内部に封入された液相の三次冷媒が、ヒートパイプ74の受熱部にて液相から気相へ相変化し、気相の三次冷媒が、ヒートパイプ74の受熱部から放熱部へ流通する。気相の三次冷媒は、ヒートパイプ74の放熱部にて潜熱を放出して、気相から液相に相変化する。これにより、ベースブロック71全体に発熱体100からの熱が均一に拡散する。ベースブロック71全体に拡散した熱は、ベースブロック71を介して液相の一次冷媒20へ伝達される。

[0076] 中実のベースブロック71とヒートパイプ74とを備えた熱輸送部材60を用いた冷却装置6の冷却システムでは、上記と同じく、冷却装置6と、冷却装置6から延在した凝縮管40が接続された二次冷媒冷却部とが用いられる。さらに、上記冷却システムでは、凝縮管40が冷却装置6と二次冷媒冷却部とをループ状に循環する、凝縮管40の循環経路が形成されている。三次冷媒から熱を受けた一次冷媒20が、第1のコンテナ10の内部で液相から気相へ相変化し、気相の一次冷媒が凝縮管40の熱交換作用により気相から液相へ相変化することで、一次冷媒20から凝縮管40を流通する二次冷媒30へ熱が伝達される。一次冷媒20から熱を受けた二次冷媒30が、凝縮管40を冷却装置6から二次冷媒冷却部まで流通して、二次冷媒冷却部にて所定の液温、例えば、発熱体100の許容最高温度よりも低温の液温まで冷却される。二次冷媒冷却部で冷却された二次冷媒30は、凝縮管40を流通して二次冷媒冷却部から冷却装置6へ還流し、冷却装置6の気相部11にて熱交換作用を発揮する。従って、二次冷媒30が冷却装置6と二次冷媒冷却部とをループ状に循環することで、冷却された二次冷媒30が、連続的に気相部11の領域へ供給される。

[0077] 次に、本発明の第7実施形態例に係る冷却装置について説明する。なお、第1～第6実施形態例に係る冷却装置と同じ構成要素については、同じ符号を用いて説明する。図8に示すように、第7実施形態例に係る冷却装置7で

は、凝縮管 40 のうち、コンテナ 10 内部における凝縮管部 45 の長手方向に対して直交方向の形状が、コンテナ 10 外部における凝縮管部 46 の、長手方向に対して直交方向の形状とは、異なる態様となっている。

[0078] 冷却装置 7 では、コンテナ 10 内部における凝縮管部 45 の長手方向に対して直交方向の形状は、四角形状であり、コンテナ 10 外部における凝縮管部 46 の、長手方向に対して直交方向の形状は円形状となっている。従って、コンテナ 10 内部における凝縮管部 45 は、円筒形ではなく直方体となっている。凝縮管 40 は、コンテナ 10 内部における凝縮管部 45 とコンテナ 10 外部における凝縮管部 46 は、相互に接続され、且つ内部空間は連通している。

[0079] また、冷却装置 7 では、コンテナ 10 内部における凝縮管部 45 のうち、外面 41 に、凹凸等、凝縮管部 45 の外面 41 の表面積を増大させることで、気相の一次冷媒 20 との接触面積を増大させる凝縮管外面表面積増大部 73 が形成されている。凝縮管外面表面積増大部 73 が形成されていることにより、凝縮管 40 の熱交換作用が向上して一次冷媒 20 の気相から液相への相変化が促進される。結果、一次冷媒 20 から二次冷媒 30 への熱伝達がより促進されて、冷却装置 7 の冷却特性がさらに向上する。なお、冷却装置 7 の使用状況に応じて、凝縮管外面表面積増大部 73 は形成されていなくてもよい。

[0080] なお、冷却装置 7 は、説明の便宜上、凝縮管 40 以外の部位は第 1 実施形態例に係る冷却装置と同じ構成としているが、凝縮管 40 以外の部位について、第 2 ～ 第 6 実施形態例に係る冷却装置と同じ構成としてもよい。また、凝縮管 40 が、複数、設けられている場合には、それぞれの凝縮管 40、40、40・・・について、コンテナ 10 内部における凝縮管部 45、45、45・・・が、相互に独立していてもよく、すなわち、連通していなくてもよく、コンテナ 10 内部における凝縮管部 45、45、45・・・が、相互に連通して、一体化されていてもよい。

[0081] 次に、本発明の第 8 実施形態例に係る冷却装置について説明する。なお、

第１～第７実施形態例に係る冷却装置と同じ構成要素については、同じ符号を用いて説明する。図９、１０に示すように、第８実施形態例に係る冷却装置８では、凝縮管４０に、二次冷媒３０が貯留される二次冷媒貯留ブロック８１が、さらに設けられている。なお、冷却装置８は、説明の便宜上、凝縮管４０以外の部位は第３実施形態例に係る冷却装置と同じ構成としている。

[0082] 二次冷媒貯留ブロック８１は、コンテナ１０内部に設けられている。また、二次冷媒貯留ブロック８１は、凝縮管４０のうち、コンテナ１０内部における凝縮管部４５の二次冷媒３０上流側端部（一端）に接続された第１の二次冷媒貯留ブロック８１－１と、コンテナ１０内部における凝縮管部４５の二次冷媒３０下流側端部（他端）に接続された第２の二次冷媒貯留ブロック８１－２と、を有している。二次冷媒貯留ブロック８１は、第１の二次冷媒貯留ブロック８１－１、第２の二次冷媒貯留ブロック８１－２ともに、中空のブロック部材である。

[0083] 冷却装置８では、凝縮管４０のうち、コンテナ１０内部における凝縮管部４５は、複数本（冷却装置８では４本）設けられ、コンテナ１０内部における複数の凝縮管部４５、４５、４５・・・は、相互に略同一平面状に並列配置されている。一方で、冷却装置８では、凝縮管４０のうち、コンテナ１０外部における凝縮管部４６は、１系統（すなわち、１本）となっている。上記から、凝縮管４０は、二次冷媒貯留ブロック８１の部位にて分岐された態様となっている。

[0084] 図９、１０に示すように、コンテナ１０内部における複数の凝縮管部４５、４５、４５・・・は、それぞれ、第１の二次冷媒貯留ブロック８１－１及び第２の二次冷媒貯留ブロック８１－２と連通しており、第１の二次冷媒貯留ブロック８１－１と第２の二次冷媒貯留ブロック８１－２は、それぞれ、コンテナ１０外部における凝縮管部４６と連通している。上記から、第１の二次冷媒貯留ブロック８１－１を介して、コンテナ１０内部における複数の凝縮管部４５、４５、４５・・・の一端は、コンテナ１０外部における凝縮管部４６と連通している。また、第１の二次冷媒貯留ブロック８１－１を介

して、コンテナ 10 内部における複数の凝縮管部 45、45、45・・・は、相互に連通している。第 2 の二次冷媒貯留ブロック 81-2 を介して、コンテナ 10 内部における複数の凝縮管部 45、45、45・・・の他端は、コンテナ 10 外部における凝縮管部 46 と連通している。また、第 2 の二次冷媒貯留ブロック 81-2 を介して、コンテナ 10 内部における複数の凝縮管部 45、45、45・・・は、相互に連通している。また、冷却装置 8 では、必要に応じて、二次冷媒貯留ブロック 81 の外面に、複数の凹凸等、二次冷媒貯留ブロック 81 の外面の表面積を増大させることで、気相の一次冷媒との接触面積を増大させる二次冷媒貯留ブロック外面表面積増大部（図示せず）が形成されてもよい。

[0085] 図 10 に示すように、コンテナ 10 外部における凝縮管部 46 からコンテナ 10 内部へ流通した二次冷媒 30 は、第 1 の二次冷媒貯留ブロック 81-1 内部へ流入後に所定時間貯留してから、それぞれのコンテナ 10 内部における複数の凝縮管部 45、45、45・・・へ、分岐、流入する。それぞれのコンテナ 10 内部における複数の凝縮管部 45、45、45・・・へ、分岐、流入した二次冷媒 30 は、コンテナ 10 内部における複数の凝縮管部 45、45、45・・・の一端から他端へ流れ、第 2 の二次冷媒貯留ブロック 81-2 内部にて合流後に所定時間貯留してから、コンテナ 10 内部からコンテナ 10 外部における凝縮管部 46 へ流通する。第 1 の二次冷媒貯留ブロック 81-1 の二次冷媒 30 の流入口、第 2 の二次冷媒貯留ブロック 81-2 の二次冷媒 30 の流出口の位置は、特に限定されないが、例えば、冷却特性の点から、平面視において発熱体 100 と重なり合う部位において二次冷媒 30 の早い流速が得られるように配置することが好ましい。図 10 では、第 1 の二次冷媒貯留ブロック 81-1 の二次冷媒 30 の流入口の位置は第 1 の二次冷媒貯留ブロック 81-1 の一方端、第 2 の二次冷媒貯留ブロック 81-2 の二次冷媒 30 の流出口の位置は第 2 の二次冷媒貯留ブロック 81-2 の他方端に設けられているが、発熱体 100 がコンテナ 10 の底面 16 中央に位置する場合には、例えば、第 1 の二次冷媒貯留ブロック 81-1 の二

次冷媒 30 の流入口の位置は第 1 の二次冷媒貯留ブロック 81-1 の中央部、第 2 の二次冷媒貯留ブロック 81-2 の二次冷媒 30 の流出口の位置は第 2 の二次冷媒貯留ブロック 81-2 の中央部に設けてもよい。

[0086] また、二次冷媒貯留ブロック 81 は、コンテナ 10 と熱的に接続されている。冷却装置 8 では、第 1 の二次冷媒貯留ブロック 81-1 及び第 2 の二次冷媒貯留ブロック 81-2 が、それぞれ、コンテナ 10 の内面 15 と接していることで、二次冷媒貯留ブロック 81 は、コンテナ 10 と熱的に接続されている。具体的には、冷却装置 8 では、第 1 の二次冷媒貯留ブロック 81-1 及び第 2 の二次冷媒貯留ブロック 81-2 は、コンテナ 10 の側面 14 と接している。

[0087] 図 9 に示すように、二次冷媒貯留ブロック 81 が設けられている冷却装置 8 では、コンテナ 10 の底面 16 に熱的に接続された発熱体 100 の熱 H は、発熱体 100 からコンテナ 10 の底面 16 へ伝達され、コンテナ 10 の底面 16 へ伝達された発熱体 100 の熱 H の一部は、コンテナ 10 の底面 16 から側面 14 へ伝達される。コンテナ 10 の底面 16 から側面 14 へ伝達された熱 H は、コンテナ 10 の側面 14 から二次冷媒貯留ブロック 81 中の二次冷媒 30 へ伝達され、受熱した二次冷媒 30 が二次冷媒貯留ブロック 81 からコンテナ 10 外部における凝縮管部 46 へ流通することで、発熱体 100 の熱 H が冷却装置 8 の外部へ輸送される。また、冷却装置 8 では、発熱体 100 の熱 H の一部はコンテナ 10 の底面 16 から側面 14 へ伝達されるので、コンテナ 10 の側面 14 が放熱部として機能する。すなわち、冷却装置 8 では、コンテナ 10 の外面 12 のうち、発熱体 100 が熱的に接続されていない外面も放熱部として機能できる。

[0088] 上記から、冷却装置 8 では、二次冷媒貯留ブロック 81 が発熱体 100 の熱 H を二次冷媒 30 へ伝達する機能を有するので、冷却特性がさらに向上する。また、冷却装置 8 では、コンテナ 10 の側面 14 が放熱部として機能するので、冷却特性がさらに向上する。なお、冷却装置 8 は、説明の便宜上、凝縮管 40 以外の部位は第 3 実施形態例に係る冷却装置と同じ構成としてい

るが、凝縮管４０以外の部位について、第１～第２、第４～６実施形態例に係る冷却装置と同じ構成としてもよい。

[0089] 次に、本発明の第９実施形態例に係る冷却装置について説明する。なお、第１～第８実施形態例に係る冷却装置と同じ構成要素については、同じ符号を用いて説明する。図１１に示すように、第９実施形態例に係る冷却装置９では、本発明の第８実施形態例に係る冷却装置８のコンテナ１０の外表面１２に、さらに放熱フィン９０が設けられている。

[0090] 冷却装置９では、コンテナ１０のうち、発熱体１００が熱的に接続されていない外表面１２に、放熱フィン９０が設けられている。すなわち、発熱体１００が熱的に接続されていない外表面１２に、放熱フィン９０が熱的に接続されている。冷却装置９では、放熱部として機能するコンテナ１０の側面１４に、複数の放熱フィン９０、９０、９０・・・が設けられている。放熱フィン９０の形状は、平板状、ピン状等、特に限定されないが、冷却装置９では、平板状の放熱フィン９０が、並列配置されている。

[0091] なお、冷却装置９では、コンテナ１０の側面１４だけではなく、コンテナ１０の上面にも放熱フィン９０が設けられている。

[0092] 冷却装置９では、コンテナ１０の、発熱体１００が熱的に接続されていない外表面１２に、さらに放熱フィン９０が設けられていることにより、発熱体１００が熱的に接続されていない外表面１２の放熱部としての機能がさらに向上し、結果、冷却装置９の冷却特性がさらに向上する。

[0093] なお、第３、第６実施形態例の冷却装置では、コンテナ内面表面積増大部の板状フィンの形状は正方形または長方形であったが、これに代えて、板状フィンは、コンテナの内面と連続した基部が先端部よりも幅広の形状としてもよい。基部が先端部よりも幅広の板状フィンの形状としては、例えば、台形、三角形等が挙げられる。コンテナ内面表面積増大部は、その内部の部位ほど発熱体から伝達された熱により昇温しやすいところ、板状フィンが先端部よりも基部が幅広の形状であることにより、コンテナ内面表面積増大部の内部までコンテナ内面表面積増大部を浸漬している低温の冷媒が円滑に浸入

する。従って、発熱体からコンテナ内面表面積増大部を浸漬している冷媒への熱伝達がより円滑化されて、冷却装置の冷却特性がさらに向上する。

[0094] また、必要に応じて、上記各実施形態例について、一次冷媒の液相から気相への相変化を促進するために、コンテナの内面のうち、発熱体が熱的に接続され、一次冷媒により浸漬されている面の一部または全体の領域に、熱伝導性材料の焼結体や粒子状の熱伝導性材料の集合体が層状に形成されていてもよい。

産業上の利用可能性

[0095] 本発明の冷却装置は、装置の大型化を避けつつ優れた冷却特性を発揮できるので、広汎な分野で利用可能であり、例えば、中央演算処理装置（CPU）等、回路基板に搭載された発熱量の大きい電子部品を冷却する分野で利用価値が高い。

符号の説明

[0096]	1、2、3、4、5、6、7、8、9	冷却装置
	10	コンテナ（第1のコンテナ）
	11	気相部
	20	一次冷媒
	30	二次冷媒
	40	凝縮管
	50	コンテナ内面表面積増大部
	60	熱輸送部材
	61	第2のコンテナ
	63	延出部
	70	三次冷媒
	81	二次冷媒貯留ブロック

請求の範囲

- [請求項1] 少なくとも1つの発熱体が熱的に接続されるコンテナと、前記コンテナ内部に封入された一次冷媒と、前記コンテナ内部の気相部を貫通した、二次冷媒が流通する凝縮管と、を備え、
前記発熱体が熱的に接続される前記コンテナの内面に、コンテナ内面表面積増大部が形成され、
前記凝縮管の外面に、凝縮管外面表面積増大部が形成されている冷却装置。
- [請求項2] 前記コンテナの外面のうち、液相の前記一次冷媒が存在する部位または液相の前記一次冷媒が存在する部位の近傍に、前記発熱体が熱的に接続される請求項1に記載の冷却装置。
- [請求項3] 前記コンテナ内面表面積増大部が、液相の前記一次冷媒中に浸漬されている請求項1または2に記載の冷却装置。
- [請求項4] 前記コンテナ内面表面積増大部が、板状フィン、ピンフィン及び／または窪みである請求項1乃至3のいずれか1項に記載の冷却装置。
- [請求項5] 前記コンテナ内面表面積増大部が、熱伝導性部材を有する請求項1乃至4のいずれか1項に記載の冷却装置。
- [請求項6] 前記熱伝導性部材が、金属部材または炭素部材である請求項5に記載の冷却装置。
- [請求項7] 前記コンテナ内面表面積増大部の少なくとも一部が、熱伝導性材料の焼結体または粒子状の熱伝導性材料の集合体である請求項1乃至6のいずれか1項に記載の冷却装置。
- [請求項8] 前記熱伝導性材料の焼結体が、金属焼結体であり、前記金属焼結体が、金属粉、金属繊維、金属メッシュ、金属編組体及び金属箔からなる群から選択される少なくとも1種の金属材料の焼結体である請求項7に記載の冷却装置。
- [請求項9] 前記粒子状の熱伝導性材料の集合体が、炭素粒子の集合体である請求項7に記載の冷却装置。

- [請求項10] 前記凝縮管の内面に、凝縮管内面表面積増大部が形成されている請求項1乃至9のいずれか1項に記載の冷却装置。
- [請求項11] 複数の前記凝縮管が、並列配置されている請求項1乃至10のいずれか1項に記載の冷却装置。
- [請求項12] 複数の前記凝縮管が、積層配置されている請求項1乃至11のいずれか1項に記載の冷却装置。
- [請求項13] 前記凝縮管が、発熱体が熱的に接続される部位におけるコンテナ内面よりも重力方向上方に位置する請求項1乃至12のいずれか1項に記載の冷却装置。
- [請求項14] 前記凝縮管が、平面視において前記発熱体と重なり合う部位を有する請求項1乃至13のいずれか1項に記載の冷却装置。
- [請求項15] 前記凝縮管に、前記発熱体の許容最高温度よりも低温の前記二次冷媒が流通している請求項1乃至14のいずれか1項に記載の冷却装置。
- [請求項16] 前記コンテナ内部における前記凝縮管のうち、少なくとも一部領域における長手方向に対して直交方向の形状が、前記コンテナ外部における前記凝縮管の、長手方向に対して直交方向の形状とは、異なる請求項1乃至15のいずれか1項に記載の冷却装置。
- [請求項17] 前記凝縮管に、前記二次冷媒が貯留される二次冷媒貯留ブロックが、さらに設けられ、前記二次冷媒貯留ブロックが、前記コンテナと熱的に接続されている請求項1乃至16のいずれか1項に記載の冷却装置。
- [請求項18] 前記コンテナ外面に、さらに、放熱フィンが設けられている請求項1乃至17のいずれか1項に記載の冷却装置。
- [請求項19] 少なくとも1つの発熱体が熱的に接続されるコンテナと、前記コンテナ内部に封入された一次冷媒と、前記コンテナ内部の気相部を貫通した、二次冷媒が流通する凝縮管と、を備え、前記発熱体が熱的に接続される前記コンテナの内面に、コンテナ内面表面積増大部が形成さ

れ、前記凝縮管の外面に、凝縮管外面表面積増大部が形成されている冷却装置と、前記冷却装置から延在した前記凝縮管が接続された二次冷媒冷却部とが用いられ、前記凝縮管が前記冷却装置と前記二次冷媒冷却部とを循環する冷却システムであり、

前記発熱体と熱的に接続された前記コンテナの内部で、前記発熱体から受熱した前記一次冷媒が液相から気相へ相変化し、気相の前記一次冷媒が前記凝縮管の熱交換作用により気相から液相へ相変化することで、前記一次冷媒から前記凝縮管を流通する前記二次冷媒へ熱が伝達され、熱が伝達された前記二次冷媒が、前記凝縮管を前記二次冷媒冷却部まで流通して所定温度まで冷却され、前記二次冷媒冷却部で冷却された前記二次冷媒が前記凝縮管を流通して前記冷却装置へ還流する冷却システム。

[請求項20]

第1のコンテナと、前記第1のコンテナ内部に封入された一次冷媒と、前記第1のコンテナ内部の気相部を貫通した、二次冷媒が流通する凝縮管と、前記第1のコンテナと連設された熱輸送部材と、を備え、

前記熱輸送部材が、少なくとも1つの発熱体が熱的に接続される第2のコンテナと、前記第2のコンテナの内部と連通した内部空間を有する延出部と、前記熱輸送部材の内部に封入された三次冷媒と、を有し、前記延出部が、液相の前記一次冷媒と接し、前記発熱体が熱的に接続される前記第2のコンテナの内面に、第2のコンテナ内面表面積増大部が形成され、前記凝縮管の外面に、凝縮管外面表面積増大部が形成されている冷却装置。

[請求項21]

第1のコンテナと、前記第1のコンテナ内部に封入された一次冷媒と、前記第1のコンテナ内部の気相部を貫通した、二次冷媒が流通する凝縮管と、前記第1のコンテナと連設された熱輸送部材と、を備え、

前記熱輸送部材が、少なくとも1つの発熱体が熱的に接続される第

2のコンテナと、前記第2のコンテナの内部に封入された三次冷媒と、を有し、前記第2のコンテナが、液相の前記一次冷媒と接し、前記発熱体が熱的に接続される前記第2のコンテナの内面に、第2のコンテナ内面表面積増大部が形成され、前記凝縮管の外面に、凝縮管外面表面積増大部が形成されている冷却装置。

[請求項22] 第1のコンテナと、前記第1のコンテナ内部に封入された一次冷媒と、前記第1のコンテナ内部の気相部を貫通した、二次冷媒が流通する凝縮管と、前記第1のコンテナと連設された熱輸送部材と、を備え、

前記熱輸送部材が、少なくとも1つの発熱体が熱的に接続されるベースブロックと、前記ベースブロックに立設されたヒートパイプ部と、前記ヒートパイプ部の内部に封入された三次冷媒と、を有し、前記ヒートパイプ部が、液相の前記一次冷媒と接している冷却装置。

[請求項23] 第1のコンテナと、前記第1のコンテナ内部に封入された一次冷媒と、前記第1のコンテナ内部の気相部を貫通した、二次冷媒が流通する凝縮管と、前記第1のコンテナと連設された熱輸送部材と、を備え、

前記熱輸送部材が、少なくとも1つの発熱体が熱的に接続されるベースブロックと、前記ベースブロックに埋設されたヒートパイプと、前記ヒートパイプの内部に封入された三次冷媒と、を有する冷却装置。

[請求項24] 前記第2のコンテナが、液相の前記一次冷媒と接している請求項20に記載の冷却装置。

[請求項25] 前記ベースブロックが、液相の前記一次冷媒と接している請求項22または23に記載の冷却装置。

[請求項26] 前記第2のコンテナの外面のうち、液相の前記三次冷媒が存在する部位または液相の前記三次冷媒が存在する部位の近傍に、前記発熱体が熱的に接続される請求項20または21に記載の冷却装置。

- [請求項27] 前記第2のコンテナ及び／または前記延出部の外面に、熱輸送部材外面表面積増大部が形成されている請求項20に記載の冷却装置。
- [請求項28] 前記第2のコンテナの外面に、熱輸送部材外面表面積増大部が形成されている請求項21に記載の冷却装置。
- [請求項29] 前記ヒートパイプ部の外面に、熱輸送部材外面表面積増大部が形成されている請求項22に記載の冷却装置。
- [請求項30] 前記熱輸送部材外面表面積増大部が、凹凸部を有する請求項27乃至29のいずれか1項に記載の冷却装置。
- [請求項31] 前記凹凸部が、金属線の焼結体及び／または金属粉の焼結体を有する請求項30に記載の冷却装置。
- [請求項32] 前記凹凸部が、エッチング及び／または研磨で形成された凹凸部を有する請求項30に記載の冷却装置。
- [請求項33] 前記第1のコンテナ内部における前記凝縮管のうち、少なくとも一部領域における長手方向に対して直交方向の形状が、前記第1のコンテナ外部における前記凝縮管の、長手方向に対して直交方向の形状とは、異なる請求項20乃至32のいずれか1項に記載の冷却装置。
- [請求項34] 前記凝縮管に、前記二次冷媒が貯留される二次冷媒貯留ブロックが、さらに設けられ、前記二次冷媒貯留ブロックが、前記第1のコンテナと熱的に接続されている請求項20乃至33のいずれか1項に記載の冷却装置。
- [請求項35] 前記第1のコンテナ外面に、さらに、放熱フィンが設けられている請求項20乃至34のいずれか1項に記載の冷却装置。
- [請求項36] 第1のコンテナと、前記第1のコンテナ内部に封入された一次冷媒と、前記第1のコンテナ内部の気相部を貫通した、二次冷媒が流通する凝縮管と、前記第1のコンテナと連設された熱輸送部材と、を備え、前記熱輸送部材が、少なくとも1つの発熱体が熱的に接続される第2のコンテナと、前記第2のコンテナの内部と連通した内部空間を有する延出部と、前記熱輸送部材の内部に封入された三次冷媒と、を有

し、前記延出部が、液相の前記一次冷媒と接し、前記発熱体が熱的に接続される前記第2のコンテナの内面に、第2のコンテナ内面表面積増大部が形成され、前記凝縮管の外面に、凝縮管外面表面積増大部が形成されている冷却装置と、前記冷却装置から延在した前記凝縮管が接続された二次冷媒冷却部とが用いられ、前記凝縮管が前記冷却装置と前記二次冷媒冷却部とを循環する冷却システムであり、

前記発熱体と熱的に接続された前記第2のコンテナの内部で、前記発熱体から受熱した前記三次冷媒が液相から気相へ相変化し、気相の前記三次冷媒が、前記第2のコンテナの内部から延出部の内部方向へ流通して前記一次冷媒との熱交換作用により気相から液相へ相変化することで、前記三次冷媒から前記一次冷媒へ熱が伝達され、前記三次冷媒から熱が伝達された前記一次冷媒は、前記第1のコンテナの内部で液相から気相へ相変化し、気相の前記一次冷媒が前記凝縮管の熱交換作用により気相から液相へ相変化することで、前記一次冷媒から前記凝縮管を流通する前記二次冷媒へ熱が伝達され、熱が伝達された前記二次冷媒が、前記凝縮管を前記二次冷媒冷却部まで流通して所定温度まで冷却され、前記二次冷媒冷却部で冷却された前記二次冷媒が前記凝縮管を流通して前記冷却装置へ還流する冷却システム。

[請求項37]

第1のコンテナと、前記第1のコンテナ内部に封入された一次冷媒と、前記第1のコンテナ内部の気相部を貫通した、二次冷媒が流通する凝縮管と、前記第1のコンテナと連設された熱輸送部材と、を備え、前記熱輸送部材が、少なくとも1つの発熱体が熱的に接続される第2のコンテナと、前記第2のコンテナの内部に封入された三次冷媒と、を有し、前記第2のコンテナが、液相の前記一次冷媒と接し、前記発熱体が熱的に接続される前記第2のコンテナの内面に、第2のコンテナ内面表面積増大部が形成され、前記凝縮管の外面に、凝縮管外面表面積増大部が形成されている冷却装置と、前記冷却装置から延在した前記凝縮管が接続された二次冷媒冷却部とが用いられ、前記凝縮管

が前記冷却装置と前記二次冷媒冷却部とを循環する冷却システムであり、

前記発熱体と熱的に接続された前記第2のコンテナの内部で、前記発熱体から受熱した前記三次冷媒が液相から気相へ相変化し、気相の前記三次冷媒が、前記第2のコンテナの壁面を介した、前記一次冷媒との熱交換作用により気相から液相へ相変化することで、前記三次冷媒から前記一次冷媒へ熱が伝達され、前記三次冷媒から熱が伝達された前記一次冷媒は、前記第1のコンテナの内部で液相から気相へ相変化し、気相の前記一次冷媒が前記凝縮管の熱交換作用により気相から液相へ相変化することで、前記一次冷媒から前記凝縮管を流通する前記二次冷媒へ熱が伝達され、熱が伝達された前記二次冷媒が、前記凝縮管を前記二次冷媒冷却部まで流通して所定温度まで冷却され、前記二次冷媒冷却部で冷却された前記二次冷媒が前記凝縮管を流通して前記冷却装置へ還流する冷却システム。

[請求項38]

第1のコンテナと、前記第1のコンテナ内部に封入された一次冷媒と、前記第1のコンテナ内部の気相部を貫通した、二次冷媒が流通する凝縮管と、前記第1のコンテナと連設された熱輸送部材と、を備え、前記熱輸送部材が、少なくとも1つの発熱体が熱的に接続されるベースブロックと、前記ベースブロックに立設されたヒートパイプ部と、前記ヒートパイプ部の内部に封入された三次冷媒と、を有し、前記ヒートパイプ部が、液相の前記一次冷媒と接している冷却装置と、前記冷却装置から延在した前記凝縮管が接続された二次冷媒冷却部とが用いられ、前記凝縮管が前記冷却装置と前記二次冷媒冷却部とを循環する冷却システムであり、

前記発熱体と熱的に接続された前記ベースブロックから前記ヒートパイプ部へ熱が伝達され、前記ベースブロックから受熱した前記ヒートパイプ部に封入された前記三次冷媒が液相から気相へ相変化し、気相の前記三次冷媒が、前記ヒートパイプ部の内部を流通して前記一次

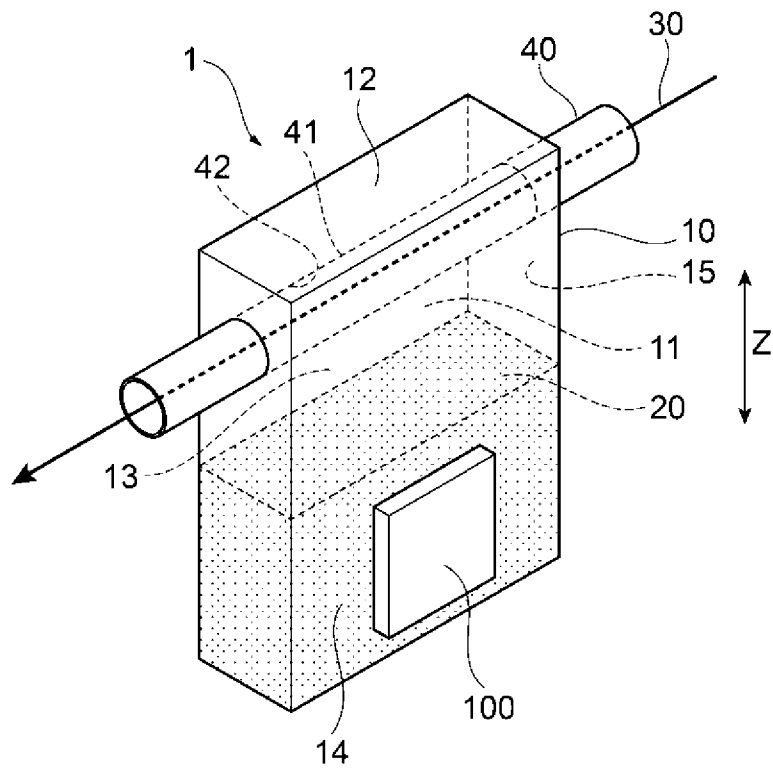
冷媒との熱交換作用により気相から液相へ相変化することで、前記三次冷媒から前記一次冷媒へ熱が伝達され、前記三次冷媒から熱が伝達された前記一次冷媒は、前記第1のコンテナの内部で液相から気相へ相変化し、気相の前記一次冷媒が前記凝縮管の熱交換作用により気相から液相へ相変化することで、前記一次冷媒から前記凝縮管を流通する前記二次冷媒へ熱が伝達され、熱が伝達された前記二次冷媒が、前記凝縮管を前記二次冷媒冷却部まで流通して所定温度まで冷却され、前記二次冷媒冷却部で冷却された前記二次冷媒が前記凝縮管を流通して前記冷却装置へ還流する冷却システム。

[請求項39] 第1のコンテナと、前記第1のコンテナ内部に封入された一次冷媒と、前記第1のコンテナ内部の気相部を貫通した、二次冷媒が流通する凝縮管と、前記第1のコンテナと連設された熱輸送部材と、を備え、前記熱輸送部材が、少なくとも1つの発熱体が熱的に接続されるベースブロックと、前記ベースブロックに埋設されたヒートパイプと、前記ヒートパイプの内部に封入された三次冷媒と、を有する冷却装置と、前記冷却装置から延在した前記凝縮管が接続された二次冷媒冷却部とが用いられ、前記凝縮管が前記冷却装置と前記二次冷媒冷却部とを循環する冷却システムであり、

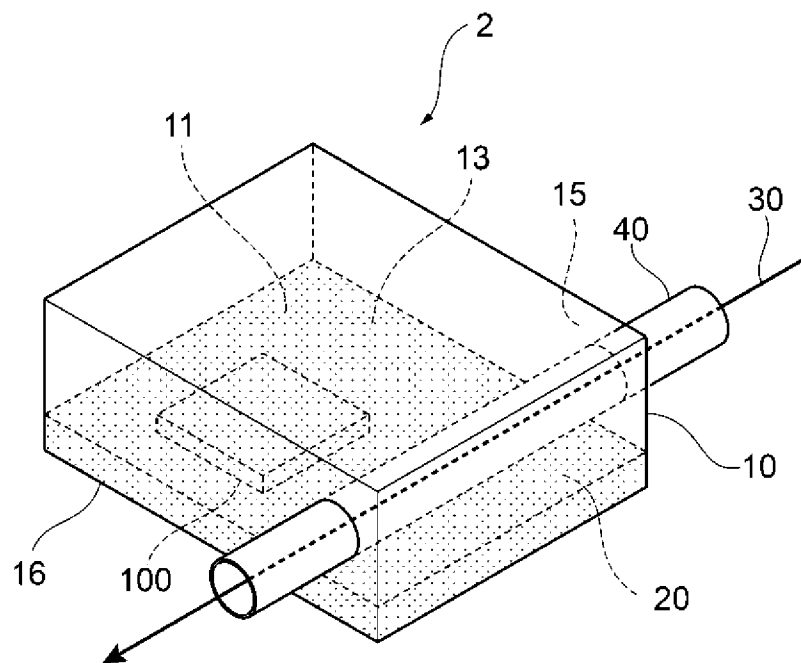
前記発熱体と熱的に接続された前記ベースブロックから前記ヒートパイプへ熱が伝達され、前記ベースブロックから受熱した前記ヒートパイプに封入された前記三次冷媒が液相から気相へ相変化し、気相の前記三次冷媒が、前記ヒートパイプの内部を流通して、前記三次冷媒から前記一次冷媒へ熱が伝達され、前記三次冷媒から熱が伝達された前記一次冷媒は、前記第1のコンテナの内部で液相から気相へ相変化し、気相の前記一次冷媒が前記凝縮管の熱交換作用により気相から液相へ相変化することで、前記一次冷媒から前記凝縮管を流通する前記二次冷媒へ熱が伝達され、熱が伝達された前記二次冷媒が、前記凝縮管を前記二次冷媒冷却部まで流通して所定温度まで冷却され、前記二

次冷媒冷却部で冷却された前記二次冷媒が前記凝縮管を流通して前記冷却装置へ還流する冷却システム。

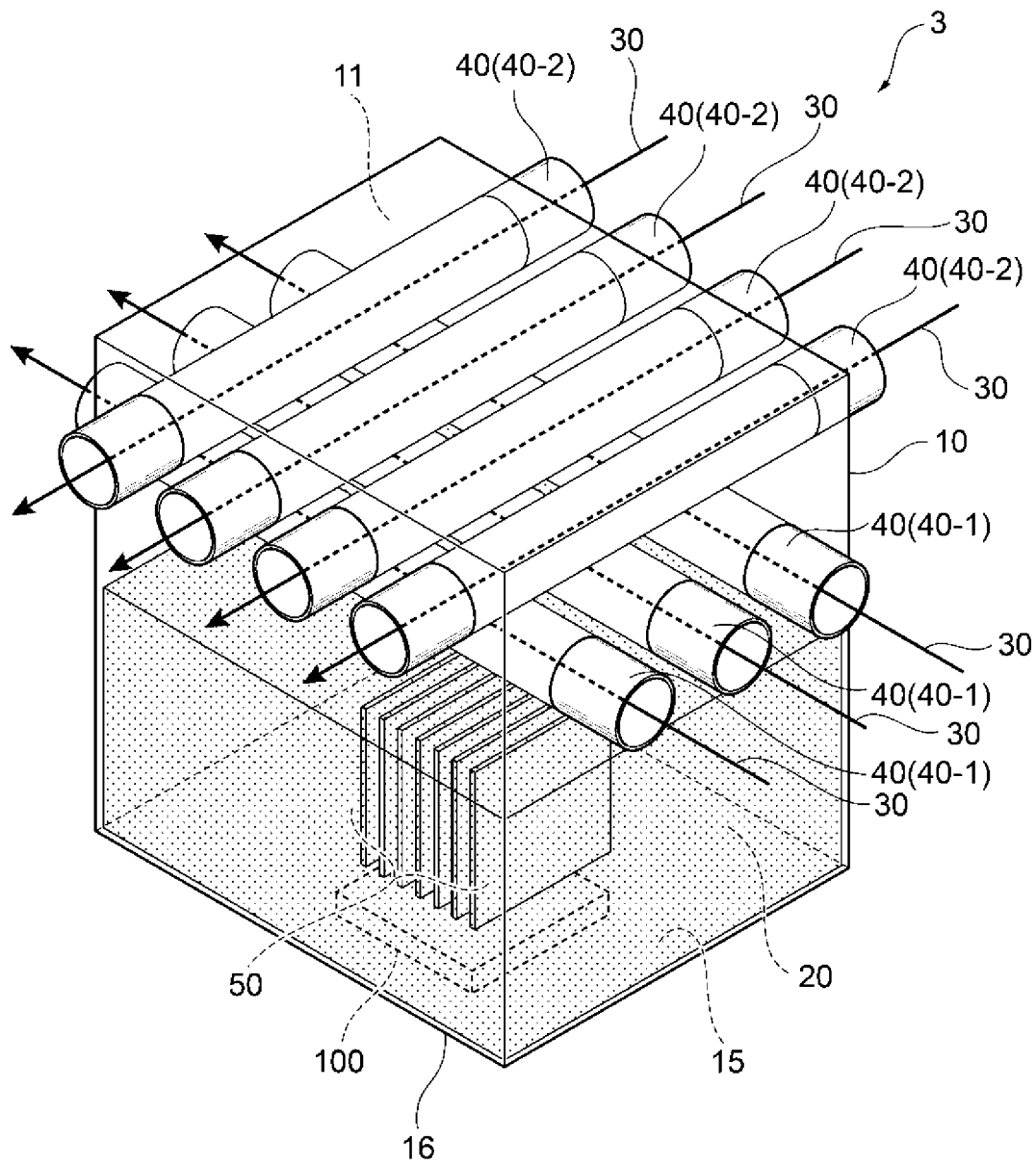
[図1]



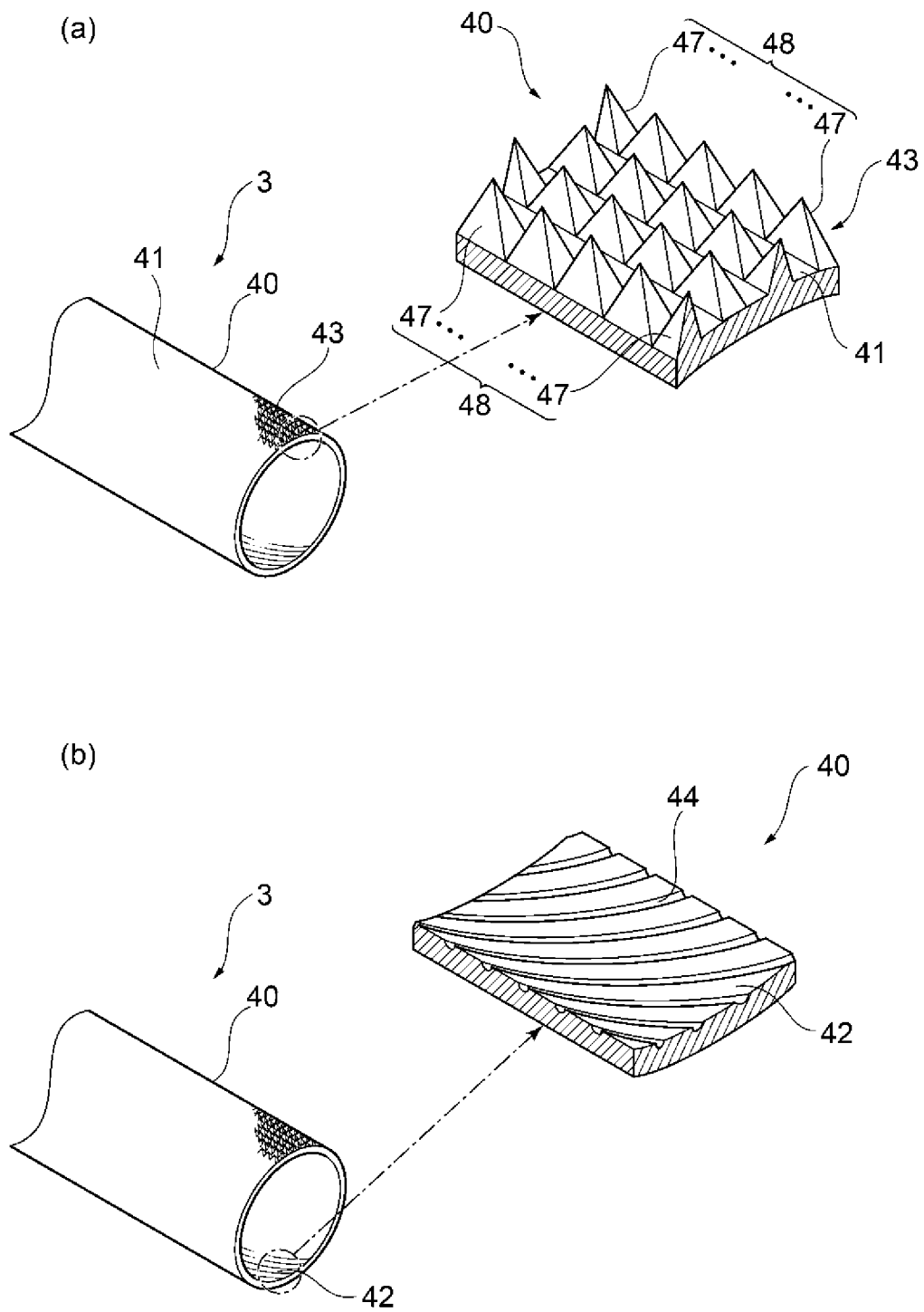
[図2]



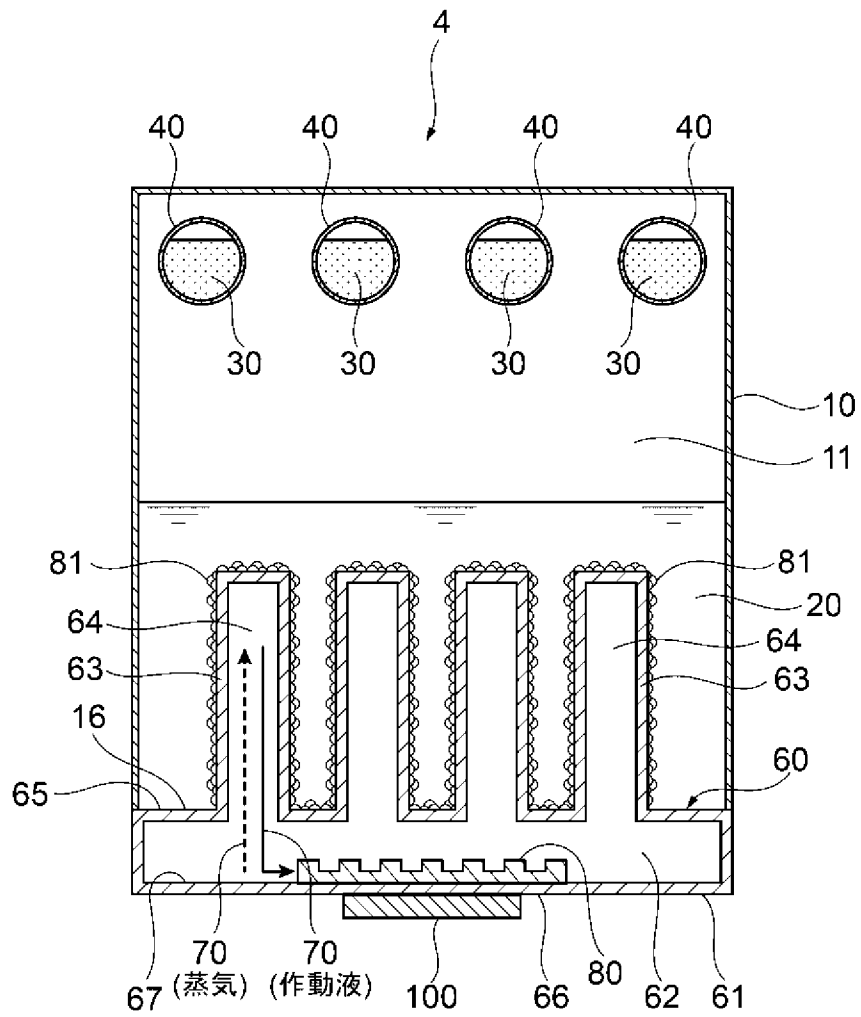
[図3]



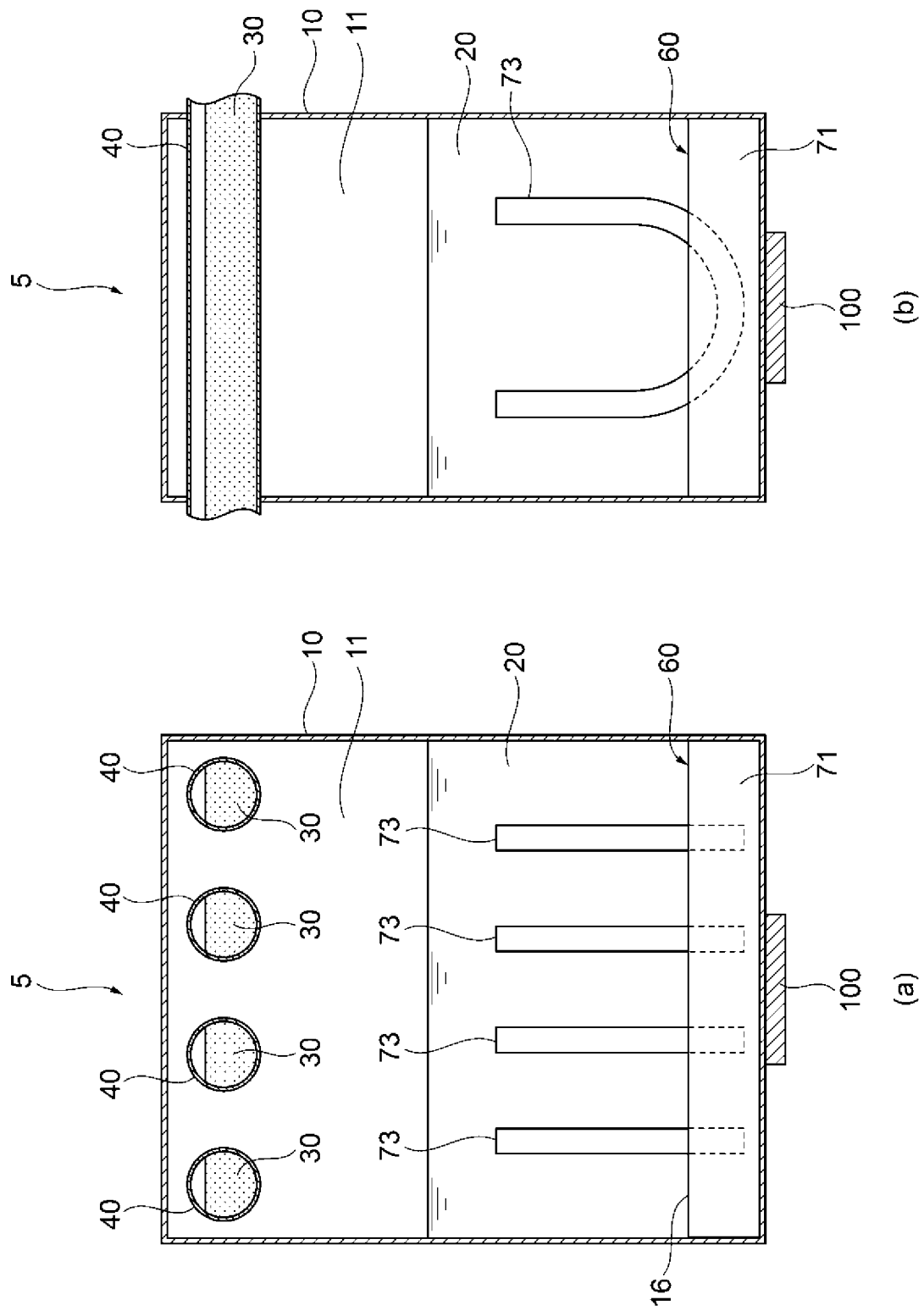
[図4]



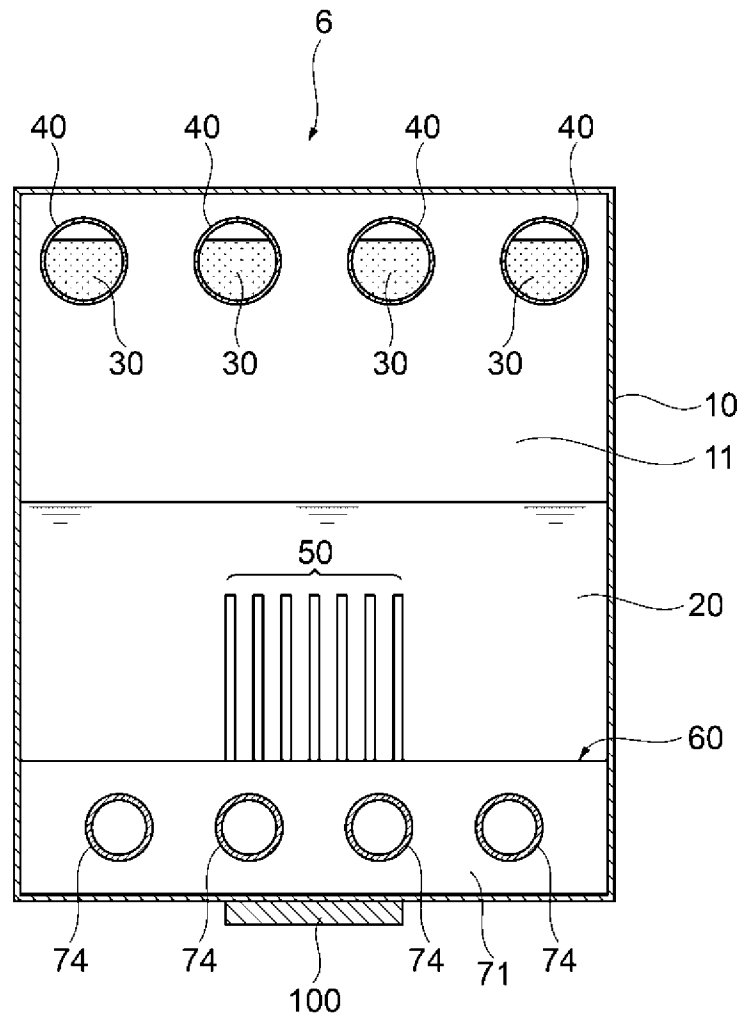
[図5]



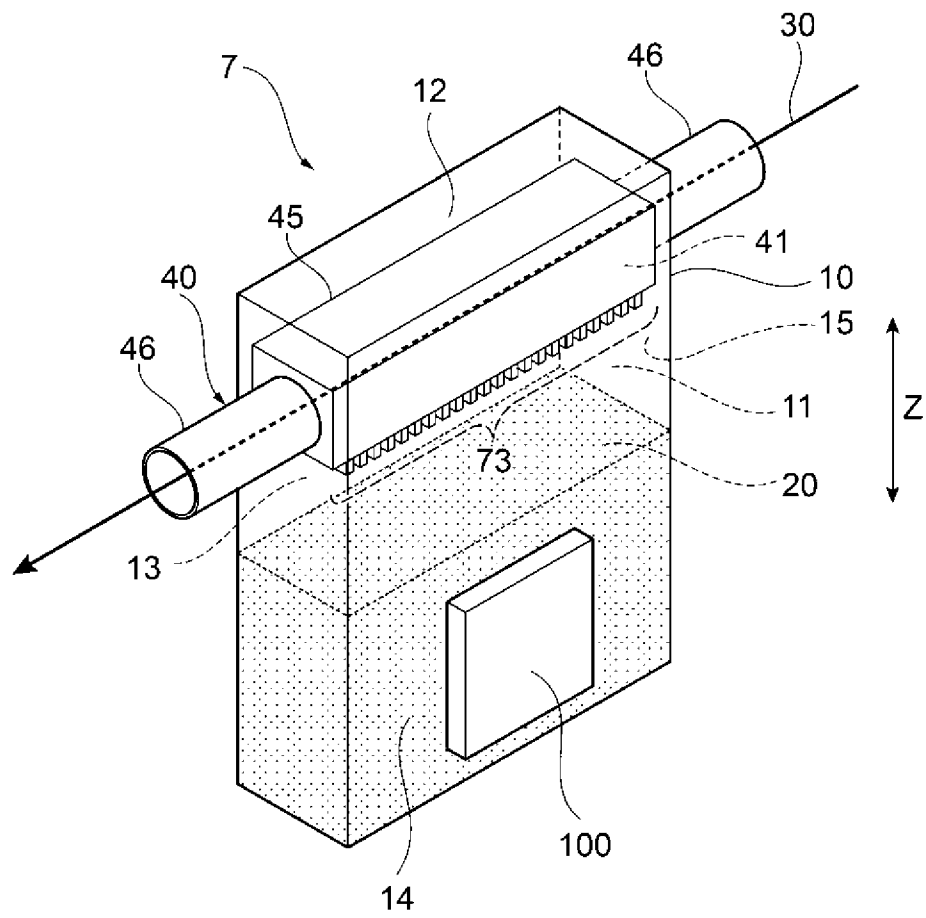
[図6]



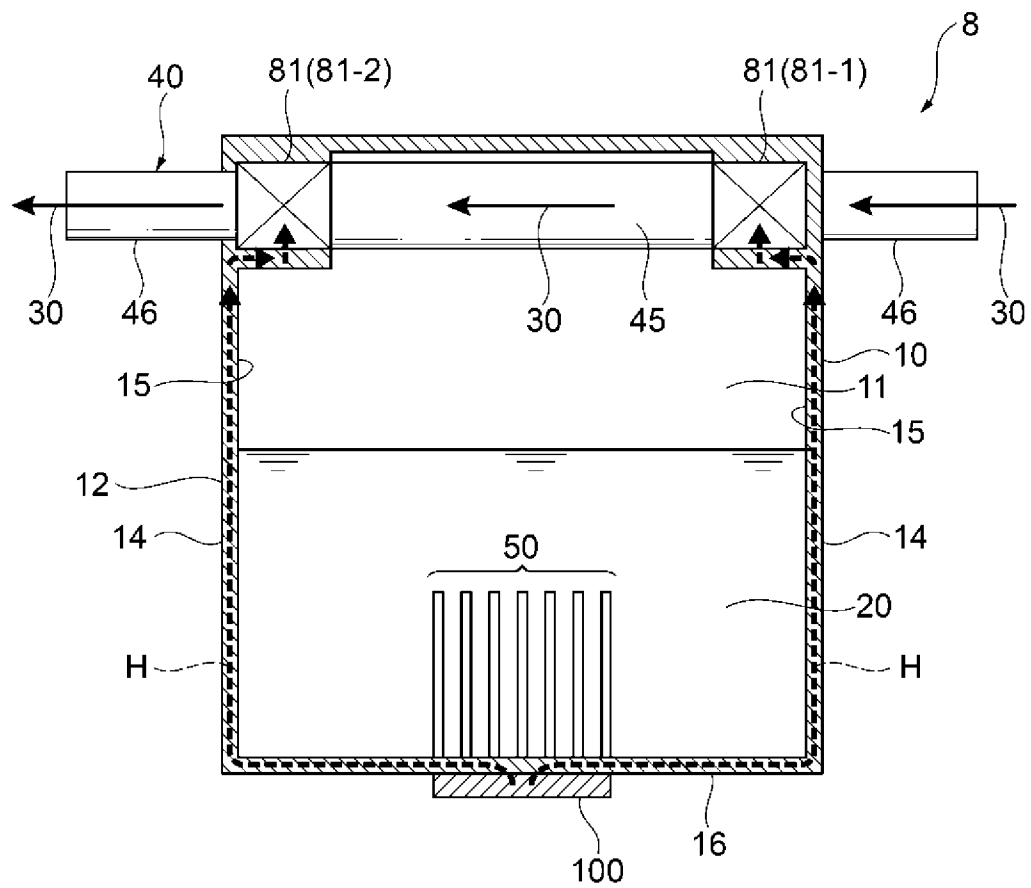
[図7]



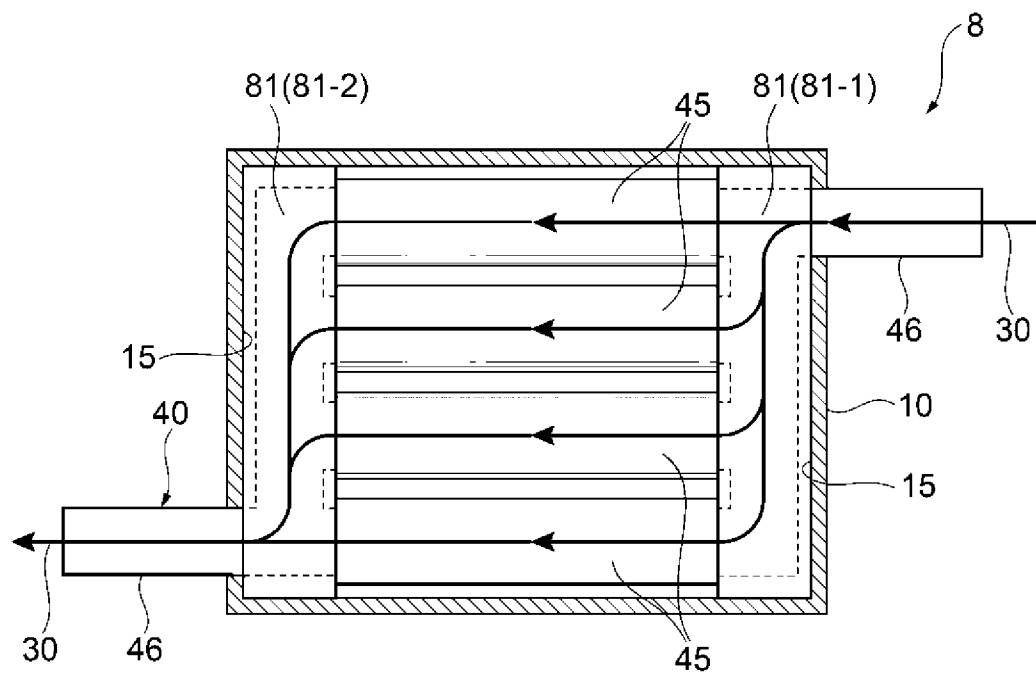
[図8]



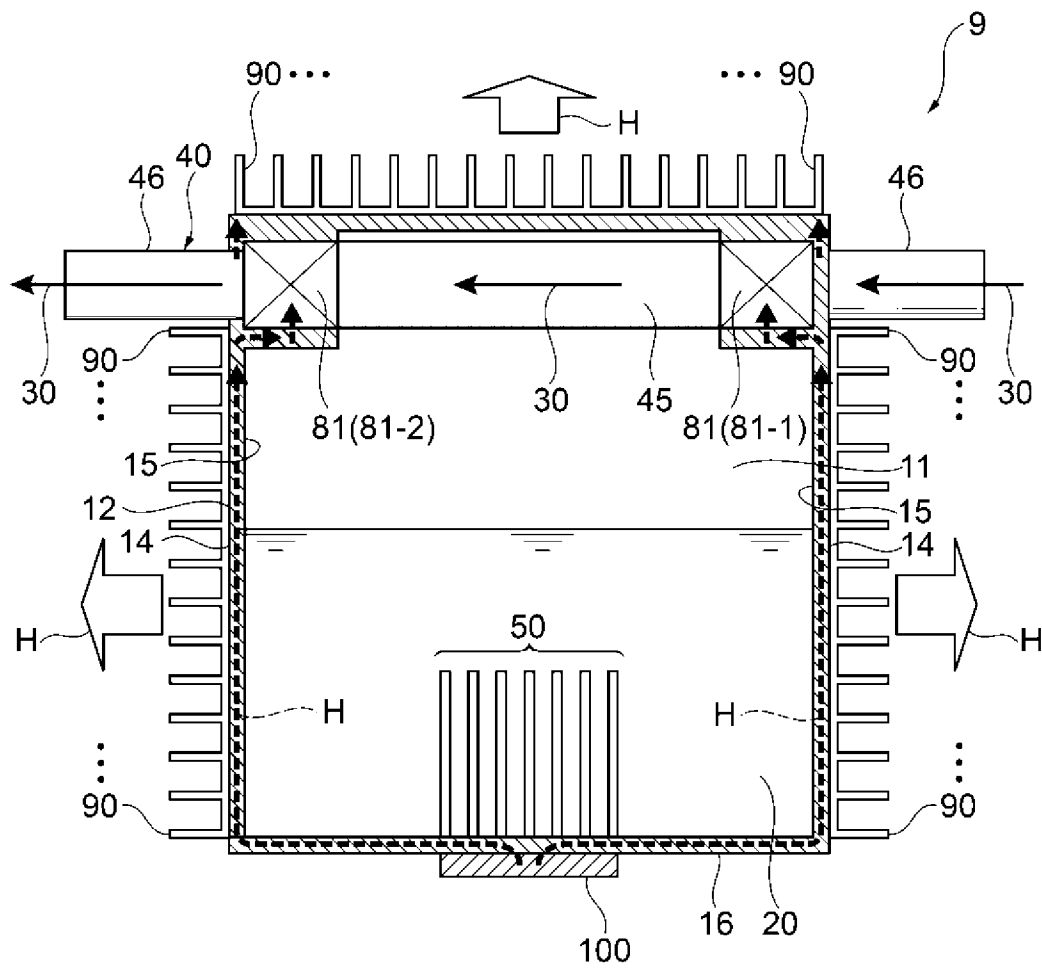
[図9]



[図10]



[図11]



INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2019/035632

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

Int.Cl. F28D15/02(2006.01)i, F28D1/06(2006.01)i, F28D15/04(2006.01)i,
F28F1/12(2006.01)i, F28F1/40(2006.01)i, F28F21/02(2006.01)i,
F28F21/08(2006.01)i

According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC

B. FIELDS SEARCHED

Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)

Int.Cl. F28D15/02, F28D1/06, F28D15/04, F28F1/12, F28F1/40, F28F21/02,
F28F21/08

Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched

Published examined utility model applications of Japan	1922-1996
Published unexamined utility model applications of Japan	1971-2019
Registered utility model specifications of Japan	1996-2019
Published registered utility model applications of Japan	1994-2019

Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practicable, search terms used)

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
Y	JP 2009-150575 A (TOYOTA INDUSTRIES CORPORATION) 09 July 2009, paragraphs [0018]-[0037], fig. 1-5 (Family: none)	1-39
Y	JP 9-133483 A (FUJIKURA LTD.) 20 May 1997, paragraphs [0015]-[0039], fig. 1-13 (Family: none)	1-39
Y	JP 2015-197245 A (SHOWA DENKO KABUSHIKI KAISHA) 09 November 2015, paragraphs [0039]-[0094], fig. 1-23 (Family: none)	1-39



Further documents are listed in the continuation of Box C.



See patent family annex.

* Special categories of cited documents:	"I" later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention
"A" document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance	"X" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone
"E" earlier application or patent but published on or after the international filing date	"Y" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art
"L" document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified)	"&" document member of the same patent family
"O" document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means	
"P" document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed	

Date of the actual completion of the international search
28 October 2019 (28.10.2019)

Date of mailing of the international search report
12 November 2019 (12.11.2019)

Name and mailing address of the ISA/
Japan Patent Office
3-4-3, Kasumigaseki, Chiyoda-ku,
Tokyo 100-8915, Japan

Authorized officer

Telephone No.

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2019/035632

C (Continuation). DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
Y	JP 58-50143 A (FURUKAWA ELECTRIC CO., LTD.) 24 March 1983, page 2, upper left column, line 8 to page 3, upper right column, line 8, fig. 1-3 (Family: none)	1-21, 24 26-28, 30-37
Y	Microfilm of the specification and drawings annexed to the request of Japanese Utility Model Application No. 137118/1982 (Laid-open No. 42476/1984) (KOBE STEEL, LTD.) 19 March 1984, specification, page 4, line 15 to page 9, line 3, fig. 4-6 (Family: none)	1-21, 24, 26-28, 30-37
Y	JP 2013-243249 A (DENSO CORP.) 05 December 2013, paragraphs [0064], [0066] (Family: none)	6-18
Y	JP 2004-20093 A (FUJINE SANGYO CO., LTD.) 22 January 2004, paragraph [0020], fig. 1 (Family: none)	17-18, 34-35
Y	JP 2010-10204 A (TOYOTA INDUSTRIES CORPORATION) 14 January 2010, paragraphs [0028]-[0032], fig. 1-2 (Family: none)	19, 36-39
Y	JP 2008-227150 A (TOYOTA INDUSTRIES CORPORATION) 25 September 2008, paragraphs [0017]-[0053], fig. 1-3 (Family: none)	19, 36-39
Y	JP 61-250492 A (TAKASAGO THERMAL ENGINEERING CO., LTD.) 07 November 1986, page 3, upper left column, line 5 to upper right column, line 13, fig. 3 (Family: none)	20-21, 24, 26-37
Y	JP 2000-150751 A (TOSHIBA TRANSPORT ENGINEERING INC.) 30 May 2000, fig. 2, 9 (Family: none)	20-21, 24, 26-37
Y	JP 4-196154 A (NGK INSULATORS, LTD.) 15 July 1992, page 2, lower left column, line 1 to page 3, upper left column, line 12, fig. 1-4 (Family: none)	2-23, 25, 29-35, 38-39

A. 発明の属する分野の分類（国際特許分類（IPC））

Int.Cl. F28D15/02(2006.01)i, F28D1/06(2006.01)i, F28D15/04(2006.01)i, F28F1/12(2006.01)i,
F28F1/40(2006.01)i, F28F21/02(2006.01)i, F28F21/08(2006.01)i

B. 調査を行った分野

調査を行った最小限資料（国際特許分類（IPC））

Int.Cl. F28D15/02, F28D1/06, F28D15/04, F28F1/12, F28F1/40, F28F21/02, F28F21/08

最小限資料以外の資料で調査を行った分野に含まれるもの

日本国実用新案公報	1922-1996年
日本国公開実用新案公報	1971-2019年
日本国実用新案登録公報	1996-2019年
日本国登録実用新案公報	1994-2019年

国際調査で使用した電子データベース（データベースの名称、調査に使用した用語）

C. 関連すると認められる文献

引用文献の カテゴリー*	引用文献名 及び一部の箇所が関連するときは、その関連する箇所の表示	関連する 請求項の番号
Y	JP 2009-150575 A（株式会社豊田自動織機）2009.07.09, 段落 [0018]-[0037]、図 1-5（ファミリーなし）	1-39
Y	JP 9-133483 A（株式会社フジクラ）1997.05.20, 段落 [0015]-[0039]、図 1-13（ファミリーなし）	1-39
Y	JP 2015-197245 A（昭和電工株式会社）2015.11.09, 段落 [0039]-[0094]、図 1-23（ファミリーなし）	1-39

☑ C 欄の続きにも文献が列挙されている。

☐ パテントファミリーに関する別紙を参照。

* 引用文献のカテゴリー

「A」特に関連のある文献ではなく、一般的技術水準を示すもの
「E」国際出願日前の出願または特許であるが、国際出願日以後に公表されたもの
「L」優先権主張に疑義を提起する文献又は他の文献の発行日若しくは他の特別な理由を確立するために引用する文献（理由を付す）
「O」口頭による開示、使用、展示等に言及する文献
「P」国際出願日前で、かつ優先権の主張の基礎となる出願

の日の後に公表された文献

「T」国際出願日又は優先日後に公表された文献であって出願と矛盾するものではなく、発明の原理又は理論の理解のために引用するもの
「X」特に関連のある文献であって、当該文献のみで発明の新規性又は進歩性がないと考えられるもの
「Y」特に関連のある文献であって、当該文献と他の1以上の文献との、当業者にとって自明である組合せによって進歩性がないと考えられるもの
「&」同一パテントファミリー文献

国際調査を完了した日

28.10.2019

国際調査報告の発送日

12.11.2019

国際調査機関の名称及びあて先

日本国特許庁（ISA/J P）

郵便番号100-8915

東京都千代田区霞が関三丁目4番3号

特許庁審査官（権限のある職員）

森山 拓哉

3M

3924

電話番号 03-3581-1101 内線 3377

C (続き) . 関連すると認められる文献		
引用文献の カテゴリー*	引用文献名 及び一部の箇所が関連するときは、その関連する箇所の表示	関連する 請求項の番号
Y	JP 58-50143 A (古河電気工業株式会社) 1983. 03. 24, 第 2 ページ左上欄第 8 行-第 3 ページ右上欄第 8 行、第 1-3 図 (ファミリーなし)	1-21, 24, 26-28, 30-37
Y	日本国実用新案登録出願 57-137118 号 (日本国実用新案登録出願公開 59-42476 号) の願書に添付した明細書及び図面の内容を撮影したマイクロフィルム (株式会社神戸製鋼所) 1984. 03. 19, 明細書第 4 ページ第 15 行-第 9 ページ第 3 行、第 4-6 図 (ファミリーなし)	1-21, 24, 26-28, 30-37
Y	JP 2013-243249 A (株式会社デンソー) 2013. 12. 05, 段落 [0064], [0066] (ファミリーなし)	6-18
Y	JP 2004-20093 A (株式会社富士根産業) 2004. 01. 22, 段落 [0020]、図 1 (ファミリーなし)	17-18, 34-35
Y	JP 2010-10204 A (株式会社豊田自動織機) 2010. 01. 14, 段落 [0028]-[0032]、図 1-2 (ファミリーなし)	19, 36-39
Y	JP 2008-227150 A (株式会社豊田自動織機) 2008. 09. 25, 段落 [0017]-[0053]、図 1-3 (ファミリーなし)	19, 36-39
Y	JP 61-250492 A (高砂熱学工業株式会社) 1986. 11. 07, 第 3 ページ左上欄第 5 行-右上欄第 13 行、第 3 図 (ファミリーなし)	20-21, 24, 26-37
Y	JP 2000-150751 A (東芝トランスポートエンジニアリング株式会社) 2000. 05. 30, 図 2, 9 (ファミリーなし)	20-21, 24, 26-37
Y	JP 4-196154 A (日本碍子株式会社) 1992. 07. 15, 第 2 ページ左下欄第 1 行-第 3 ページ左上欄第 12 行、第 1-4 図 (ファミリーなし)	22-23, 25, 29-35, 38-39