

(19)日本国特許庁(JP)

(12)特許公報(B2)

(11)特許番号
特許第7635586号
(P7635586)

(45)発行日 令和7年2月26日(2025.2.26)

(24)登録日 令和7年2月17日(2025.2.17)

(51)国際特許分類	F I			
F 2 8 D 15/02 (2006.01)	F 2 8 D 15/02	1 0 2 A		
H 0 5 K 7/20 (2006.01)	F 2 8 D 15/02	M		
H 0 1 L 23/427(2006.01)	F 2 8 D 15/02	1 0 1 L		
	H 0 5 K 7/20	Q		
	H 0 1 L 23/46	A		
請求項の数 8 (全21頁)				

(21)出願番号	特願2021-44510(P2021-44510)	(73)特許権者	000005234
(22)出願日	令和3年3月18日(2021.3.18)		富士電機株式会社
(65)公開番号	特開2022-143797(P2022-143797		神奈川県川崎市川崎区田辺新田 1 番 1 号
	A)	(74)代理人	110003177
(43)公開日	令和4年10月3日(2022.10.3)		弁理士法人旺知国際特許事務所
審査請求日	令和6年2月14日(2024.2.14)	(72)発明者	内部 銀二
			神奈川県川崎市川崎区田辺新田 1 番 1 号
			富士電機株式会社内
		(72)発明者	中村 淳
			神奈川県川崎市川崎区田辺新田 1 番 1 号
			富士電機株式会社内
		審査官	柳本 幸雄
最終頁に続く			

(54)【発明の名称】 沸騰冷却装置

(57)【特許請求の範囲】

【請求項 1】

冷媒を収容する収容室を有し、発熱体からの熱を受ける受熱部と、
前記受熱部からの熱を放熱する放熱部と、
前記受熱部で冷媒が気化されることにより生成された気相冷媒を前記放熱部に輸送する第 1 管部と、
前記放熱部で前記気相冷媒が凝縮されることにより生成された液相冷媒を前記受熱部に輸送する第 2 管部と、を備え、
前記受熱部は、前記収容室の少なくとも一部を第 1 空間と第 2 空間とに仕切る壁部材を有し、
前記第 1 管部は、前記第 2 空間に向けて開口する第 1 開口を有し、
前記第 2 管部は、前記第 2 空間に向けて開口する第 2 開口を有し、
前記第 1 開口は、前記第 2 空間に収容される液状の冷媒の液面よりも上方に位置し、
前記第 2 開口は、前記第 2 空間に収容される液状の冷媒の液面よりも下方に位置し、
前記第 1 管部は、前記受熱部から前記放熱部に前記気相冷媒を輸送する複数の蒸気管を有し、
前記第 2 管部は、前記放熱部から前記受熱部に前記液相冷媒を輸送する複数の液管を有し、
前記複数の蒸気管は、前記第 1 開口を有する蒸気管と、前記第 1 空間に向けて開口する開口を有する蒸気管と、を含み、

前記複数の液管は、前記第 2 開口を有する液管と、前記第 1 空間に向けて開口する開口を有する液管と、を含み、

前記壁部材の少なくとも一部は、前記収容室に収容される液状の冷媒の液面よりも上方に位置し、

前記壁部材は、前記収容室に収容される液状の冷媒を、前記第 1 空間に収容される冷媒と前記第 2 空間に収容される冷媒とに区分し、前記第 1 空間から前記第 1 開口への液状の冷媒の移動を阻止する、

沸騰冷却装置。

【請求項 2】

前記壁部材は、前記収容室の底面から上方に延びる、

請求項 1 に記載の沸騰冷却装置。

10

【請求項 3】

前記壁部材の高さを h とし、前記壁部材の厚さ方向に沿う前記第 2 空間の長さを a とし、前記壁部材の高さ方向での前記収容室の長さを b とし、前記壁部材の厚さ方向での前記第 1 開口と前記収容室の側面との間の距離を L とし、前記壁部材の高さ方向と水平面とのなす角度を $\theta 2$ としたとき、

$\theta 2$ が 45° よりも小さい場合、

$h > (b - (a - L) / \tan \theta 2)$ の関係を満たす、

請求項 2 に記載の沸騰冷却装置。

【請求項 4】

20

冷媒を収容する収容室を有し、発熱体からの熱を受ける受熱部と、

前記受熱部からの熱を放熱する放熱部と、

前記受熱部で冷媒が気化されることにより生成された気相冷媒を前記放熱部に輸送する第 1 管部と、

前記放熱部で前記気相冷媒が凝縮されることにより生成された液相冷媒を前記受熱部に輸送する第 2 管部と、を備え、

前記受熱部は、前記収容室の少なくとも一部を第 1 空間と第 2 空間とに仕切る壁部材を有し、

前記第 1 管部は、前記第 2 空間に向けて開口する第 1 開口を有し、

前記第 2 管部は、前記第 1 空間に向けて開口する第 2 開口を有し、

30

前記第 1 開口は、前記壁部材よりも上方に位置し、

前記第 2 開口は、前記第 1 空間に収容される液状の冷媒の液面よりも下方に位置し、

前記第 1 管部は、前記受熱部から前記放熱部に前記気相冷媒を輸送する複数の蒸気管を有し、

前記第 2 管部は、前記放熱部から前記受熱部に前記液相冷媒を輸送する複数の液管を有し、

前記複数の蒸気管は、前記第 1 開口を有する蒸気管と、前記壁部材の厚さ方向にみて前記壁部材に重ならない蒸気管と、を含み、

前記複数の液管は、前記第 2 開口を有する液管と、前記壁部材の厚さ方向にみて前記壁部材に重ならない液管と、を含み、

40

前記壁部材は、前記収容室に収容される液状の冷媒の液面よりも上方に位置し、前記第 1 空間から前記第 1 開口への液状の冷媒の移動を阻止する、

沸騰冷却装置。

【請求項 5】

前記壁部材には、前記第 2 開口を有する液管が貫通する、

請求項 4 に記載の沸騰冷却装置。

【請求項 6】

前記壁部材は、前記収容室の側面から側方に向けて延びる、

請求項 4 または 5 に記載の沸騰冷却装置。

【請求項 7】

50

前記壁部材の高さを h とし、前記壁部材の厚さ方向での前記第2空間の長さを c とし、前記壁部材の高さ方向での前記第1開口と前記収容室の側面との間の距離を L とし、前記壁部材の高さ方向と水平面とのなす角度を $\theta 2$ としたとき、

$\theta 2$ が 45° よりも小さい場合、

$h > (L + c \times \tan \theta 2)$ の関係を満たす、

請求項6に記載の沸騰冷却装置。

【請求項8】

前記受熱部は、側方から発熱体からの熱を受ける、

請求項1から7のいずれか1項に記載の沸騰冷却装置。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は、沸騰冷却装置に関する。

【背景技術】

【0002】

冷媒の沸騰に伴う潜熱による熱輸送を利用して発熱体を冷却する沸騰冷却装置が知られている。

【0003】

特許文献1に記載の冷却装置は、受熱部と、放熱部と、これらを連結する蒸気管および液管と、を有する。受熱部は、冷媒を貯蔵する容器であり、冷却対象物からの熱を受け、当該熱により冷媒を気化させる。蒸気管は、受熱部で気化した冷媒を放熱部に輸送する。放熱部は、冷媒から放熱することで冷媒を凝縮液化させる。液管は、放熱部で凝縮液化した冷媒を受熱部に輸送する。ここで、受熱部の容器の側面には、蒸気流出口および液流入口が設けられる。蒸気流出口には、蒸気管が接続される。液流入口には、液管が接続される。

【先行技術文献】

【特許文献】

【0004】

【文献】国際公開第2015/146110号

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

【0005】

特許文献1に記載の冷却装置では、傾斜した姿勢で設置した場合、冷媒が蒸気流出口を塞いでしまうことにより、冷媒の循環が阻害され、その結果、冷却性能が低下してしまうという課題がある。

【課題を解決するための手段】

【0006】

以上の課題を解決するために、本発明の一態様に係る沸騰冷却装置は、冷媒を収容する収容室を有し、発熱体からの熱を受ける受熱部と、前記受熱部からの熱を放熱する放熱部と、前記受熱部で冷媒が気化されることにより生成された気相冷媒を前記放熱部に輸送する第1管部と、前記放熱部で前記気相冷媒が凝縮されることにより生成された液相冷媒を前記受熱部に輸送する第2管部と、を備え、前記受熱部は、前記収容室の少なくとも一部を第1空間と第2空間とに仕切る壁部材を有し、前記第1管部は、前記第2空間に向けて開口する第1開口を有し、前記壁部材の少なくとも一部は、前記収容室に収容される液状の冷媒の液面よりも上方に位置し、前記壁部材は、前記第1空間から前記第1開口への液状の冷媒の移動を阻止する。

【図面の簡単な説明】

【0007】

【図1】第1実施形態に係る沸騰冷却装置の概略構成を示す斜視図である。

【図2】図1に示す沸騰冷却装置の断面図である。

10

20

30

40

50

【図 3】図 2 中の A - A 線断面図である。

【図 4】図 2 中の B - B 線断面図である。

【図 5】第 1 実施形態に係る沸騰冷却装置の使用例における受熱部の状態を示す図である。

【図 6】第 1 実施形態に係る沸騰冷却装置の使用例における放熱部の状態を示す図である。

【図 7】第 2 実施形態に係る沸騰冷却装置の断面図である。

【図 8】図 7 中の C - C 線断面図である。

【図 9】図 7 中の D - D 線断面図である。

【図 10】第 2 実施形態に係る沸騰冷却装置の使用例における受熱部の状態を示す図である。

【図 11】沸騰冷却装置の応用例を示す斜視図である。

10

【図 12】変形例 1 に係る沸騰冷却装置の断面図である。

【図 13】変形例 2 に係る沸騰冷却装置の断面図である。

【図 14】変形例 3 に係る沸騰冷却装置の断面図である。

【発明を実施するための形態】

【0008】

以下、添付図面を参照しながら本発明に係る好適な実施形態を説明する。なお、図面において各部の寸法および縮尺は実際と適宜に異なり、理解を容易にするために模式的に示している部分もある。また、本発明の範囲は、以下の説明において特に本発明を限定する旨の記載がない限り、これらの形態に限られない。

【0009】

20

1. 第 1 実施形態

1-1. 沸騰冷却装置の概略

図 1 は、第 1 実施形態に係る沸騰冷却装置 1 の概略構成を示す斜視図である。以下、図 1 に基づいて、沸騰冷却装置 1 の概略を説明する。以下の説明は、便宜上、互いに直交する X 軸、Y 軸および Z 軸を適宜に用いて行う。また、以下では、X 軸に沿う一方向が X 1 方向であり、X 1 方向とは反対の方向が X 2 方向である。Y 軸に沿う一方向が Y 1 方向であり、Y 1 方向とは反対の方向が Y 2 方向である。Z 軸に沿う一方向が Z 1 方向であり、Z 1 方向とは反対の方向が Z 2 方向である。

【0010】

ここで、典型的には、Z 軸が鉛直線であり、Z 1 方向が鉛直上方に相当し、Z 2 方向が鉛直下方に相当する。なお、実空間での Z 軸の向きは、沸騰冷却装置 1 の設置姿勢に応じて決められる。Z 軸は、鉛直線に対して 45°以下の範囲内で傾斜してもよい。また、以下では、単に「上方」とは、鉛直線に沿う方向での位置を示しており、鉛直上方および鉛直斜め上方の双方を概念として含む。同様に、単に「下方」とは、鉛直線に沿う方向での位置を示しており、鉛直下方および鉛直斜め下方の双方を概念として含む。

30

【0011】

沸騰冷却装置 1 は、図 1 中に二点鎖線で示す 2 個の発熱体 100 を冷却する。各発熱体 100 は、例えば、ダイオードまたは IGBT (Insulated Gate Bipolar Transistor) 等のパワー半導体素子である。パワー半導体素子は、例えば、鉄道車両、自動車または家庭用電気機械等に搭載されるインバーターまたは整流器等のパワーエレクトロニクス製品

40

【0012】

図 1 に示す例では、各発熱体 100 が XZ 平面に沿う扁平形状をなす。また、2 個の発熱体 100 は、沸騰冷却装置 1 を挟むように、Y 軸に沿う方向に並んで配置される。なお、図 1 では、発熱体 100 の外形が概略的に示される。発熱体 100 の形状は、図 1 に示す例に限定されず、任意である。また、2 個の発熱体 100 のうちの一方が省略されてもよい。また、発熱体 100 は、パワー半導体素子に限定されず、冷却を必要とするのであれば、駆動または通電等により発熱する他の電気部品または電子部品でもよい。

【0013】

沸騰冷却装置 1 は、気化した冷媒 RE と液化した冷媒 RE との密度差を利用したループ

50

型サーモサイフォン方式の冷却器である。沸騰冷却装置 1 は、受熱部 1 0 と放熱部 2 0 と第 1 管部 3 0 と第 2 管部 4 0 とを有する。

【 0 0 1 4 】

受熱部 1 0 では、冷媒 R E が発熱体 1 0 0 からの熱により加熱され、冷媒 R E が気化されることにより、気相冷媒が生成される。当該気相冷媒は、密度の減少により第 1 管部 3 0 を通じて上昇し、放熱部 2 0 に輸送される。放熱部 2 0 では、当該気相冷媒が放熱により冷却され、冷媒 R E が凝縮されることにより、液相冷媒が生成される。当該液相冷媒は、密度の増大により第 2 管部 4 0 を通じて下降し、受熱部 1 0 に輸送される。このように、気化した冷媒 R E と液化した冷媒 R E との密度差により受熱部 1 0 からの冷媒 R E を第 1 管部 3 0 、放熱部 2 0 、第 2 管部 4 0 および受熱部 1 0 の順に循環させながら、発熱体 1 0 0 の冷却が行われる。以下、沸騰冷却装置 1 の各部を順に説明する。

10

【 0 0 1 5 】

1 - 2 . 沸騰冷却装置の各部

図 2 は、図 1 に示す沸騰冷却装置 1 の断面図である。図 3 は、図 2 中の A - A 線断面図である。図 4 は、図 2 中の B - B 線断面図である。なお、図 2 では、沸騰冷却装置 1 を X 軸および Z 軸を含む平面に平行な切断面が示される。図 3 では、受熱部 1 0 を X 軸および Y 軸を含む平面に平行な切断面が示される。図 4 では、受熱部 1 0 を Y 軸および Z 軸を含む平面に平行な切断面が示される。

【 0 0 1 6 】

1 - 2 a . 受熱部

受熱部 1 0 は、収容室 S 1 0 を有する構造体であり、発熱体 1 0 0 からの熱を受ける。収容室 S 1 0 は、液状の冷媒 R E を収容する空間である。受熱部 1 0 では、発熱体 1 0 0 の熱によって冷媒 R E が気化されることにより気相冷媒が生成される。

20

【 0 0 1 7 】

冷媒 R E としては、特に限定されないが、例えば、水等の水系冷媒、メタノール等のアルコール系冷媒、アセトン等のケトン系冷媒、エチレングリコール等のグリコール系冷媒、フロリナート等のフッ化炭素系冷媒、H F C 1 3 4 a 等のフロン系冷媒、およびブタン等の炭化水素系冷媒等が挙げられる。なお、冷媒 R E には、必要に応じて、フッ素系界面活性剤、シリコン系界面活性剤または炭化水素系界面活性剤等の界面活性剤等が添加されてもよい。また、冷媒 R E は、前述の冷媒の 2 種以上を組み合わせてもよい。

30

【 0 0 1 8 】

図 2 に示す例では、受熱部 1 0 は、収容室 S 1 0 を内部空間として有する箱状をなす容器である。ここで、受熱部 1 0 は、底板 1 1 と天板 1 2 と側壁 1 3 と壁部材 1 4 とを有する。

【 0 0 1 9 】

底板 1 1 および天板 1 2 のそれぞれは、Z 軸に直交する方向に広がる平板である。ただし、天板 1 2 は、底板 1 1 に対して Z 1 方向に位置しており、天板 1 2 には、第 1 管部 3 0 および第 2 管部 4 0 との接続のための孔が設けられる。底板 1 1 および天板 1 2 は、互いに平行となるように配置されており、これらの間には、側壁 1 3 が配置される。

【 0 0 2 0 】

側壁 1 3 は、底板 1 1 および天板 1 2 の外周同士を全周にわたって連結する。本実施形態では、側壁 1 3 の外周面には、発熱体 1 0 0 が接触する。また、側壁 1 3 の内側には、壁部材 1 4 が配置される。ここで、壁部材 1 4 は、底板 1 1 から天板 1 2 に向けて延びており、天板 1 2 と壁部材 1 4 との間には、隙間 d 1 が形成される。

40

【 0 0 2 1 】

壁部材 1 4 は、収容室 S 1 0 の一部を図 2 中の左右に二分するように配置され、底板 1 1 および側壁 1 3 のそれぞれに接続される板状の部材である。ここで、壁部材 1 4 は、X 軸に直交する面に沿って広がっており、図 3 に示すように、収容室 S 1 0 の一部を第 1 空間 S 1 1 と第 2 空間 S 1 2 とに区分する。また、図 4 に示すように、壁部材 1 4 は、天板 1 2 に対向する端縁を除く周縁が全域にわたり底板 1 1 および側壁 1 3 に接続される。

50

【 0 0 2 2 】

図 2 に示すように、第 1 空間 S 1 1 は、壁部材 1 4 の X 1 方向を向く面と底板 1 1 と側壁 1 3 とで囲まれる凹部である。第 2 空間 S 1 2 は、壁部材 1 4 の X 2 方向を向く面と底板 1 1 と側壁 1 3 とで囲まれる凹部である。

【 0 0 2 3 】

本実施形態では、第 1 空間 S 1 1 および第 2 空間 S 1 2 のそれぞれに液状の冷媒 R E が収容される。すなわち、本実施形態では、収容室 S 1 0 の収容される冷媒 R E が第 1 空間 S 1 1 に収容される冷媒 R E と第 2 空間 S 1 2 に収容される冷媒 R E とに区分される。

【 0 0 2 4 】

ここで、図 2 に示すように、Z 軸が鉛直線となるよう沸騰冷却装置 1 が傾斜せずに設置される場合、壁部材 1 4 の Z 1 方向での端は、冷媒 R E の液面 R E 0 よりも上方に位置する。言い換えると、この場合、冷媒 R E の液面 R E 0 は、壁部材 1 4 の Z 1 方向での端よりも下方に位置する。このため、Z 軸が鉛直線である場合、壁部材 1 4 と天板 1 2 との間の隙間 d 1 を介して第 1 空間 S 1 1 と第 2 空間 S 1 2 との間での気体状の冷媒 R E の移動を許容するが、第 1 空間 S 1 1 と第 2 空間 S 1 2 との間での液状の冷媒 R E の移動が壁部材 1 4 により阻止される。この阻止は、Y 1 方向にみて時計回りとなるよう鉛直線に対して Z 軸が Y 軸まわりに所定角度範囲内で傾斜しても実現される。なお、壁部材 1 4 の作用効果については、後述の図 4 に基づいて詳述する。

10

【 0 0 2 5 】

受熱部 1 0 は、熱伝導性に優れる材料で構成される。受熱部 1 0 の具体的な構成材料としては、例えば、銅、アルミニウムまたはこれらのいずれかの合金等の金属材料が挙げられる。なお、受熱部 1 0 の底板 1 1、天板 1 2、側壁 1 3 および壁部材 1 4 の各部の構成材料は、互いに同じであっても異なってもよい。また、底板 1 1、天板 1 2、側壁 1 3 および壁部材 1 4 のそれぞれは別部材で構成されてもよいし、底板 1 1、天板 1 2、側壁 1 3 および壁部材 1 4 は、一体で構成されてもよい。

20

【 0 0 2 6 】

ただし、壁部材 1 4 は、熱伝導性を有しなくてもよいが、熱伝導性を有する場合、発熱体 1 0 0 から冷媒 R E に熱を伝達する伝熱面の面積が大きくなるので、冷媒 R E の核沸騰を効率的に生じさせることができる。また、この場合、冷媒 R E の核沸騰を促進する観点から、壁部材 1 4 の表面は、複数の凹部または複数の凸部を有することが好ましい。当該複数の凹部または当該複数の凸部としては、例えば、切削等の加工による加工痕、ディンプル加工による複数の凹部、ブラスト処理による複数の凹凸部、エッチング処理による凹部パターンまたは凸部パターン、連続空孔を有する多孔質体の表面、押出成形、溶接または口ウ付け等により形成される並列型、格子型または波型のフィン等が挙げられる。

30

【 0 0 2 7 】

以上の受熱部 1 0 には、発熱体 1 0 0 が熱的に接続される。本実施形態では、発熱体 1 0 0 が側壁 1 3 の外表面に熱的に接続される。ここで、「熱的に接続」とは、次の条件 a、b または c のいずれかを満たすことをいう。条件 a：2 つの部材が物理的に直接に接する。条件 b：2 つの部材が $50 \mu\text{m}$ 以下の間隙を介して配置される。条件 c：2 つの部材が $10 \text{ W} \cdot \text{m}^{-1} \cdot \text{K}^{-1}$ 以上の熱伝導率の他の部材を介して物理的に接続される。なお、各条件における 2 つの部材間には、伝熱グリースおよび接着剤等が存在してもよい。この場合、接着剤は、熱伝導性を高める観点から、熱伝導性のフィラー等を含むことが好ましい。

40

【 0 0 2 8 】

1 - 2 b . 放熱部

放熱部 2 0 は、凝縮室 S 2 0 を有する構造体であり、受熱部 1 0 からの熱を放熱する。凝縮室 S 2 0 は、冷媒 R E を気化した状態から凝縮液化させる空間である。放熱部 2 0 では、受熱部 1 0 で生成された気相冷媒が凝縮されることにより液相冷媒が生成される。ここで、放熱部 2 0 は、凝縮室 S 2 0 の気相冷媒を外部の流体との熱交換により放熱することにより凝縮液化させる。当該外部の流体は、凝縮室 S 2 0 の外部を流動する流体であれ

50

ばよく、特に限定されず、液体でも気体でもよいが、典型的には、例えば空気である。

【 0 0 2 9 】

図 2 に示す例では、放熱部 2 0 は、2 個の容器 2 1 と複数の放熱フィン 2 2 とを有する。2 個の容器 2 1 のそれぞれは、凝縮室 S 2 0 を内部空間として有する。容器 2 1 は、底板 2 1 1 と天板 2 1 2 と側壁 2 1 3 とを有する。これらで囲まれた空間が凝縮室 S 2 0 である。底板 2 1 1 および天板 2 1 2 のそれぞれは、Z 軸に交差する方向に広がる平板である。ただし、底板 2 1 1 は、天板 2 1 2 に対して Z 2 方向に位置しており、底板 2 1 1 には、第 1 管部 3 0 および第 2 管部 4 0 との接続のための孔が設けられる。底板 2 1 1 および天板 2 1 2 は、互いに平行となるように配置されており、これらの間には、側壁 2 1 3 が配置される。側壁 2 1 3 は、底板 2 1 1 および天板 2 1 2 の外周同士を全周にわたって連結する。

10

【 0 0 3 0 】

本実施形態では、側壁 2 1 3 が円筒状をなしており、凝縮室 S 2 0 が円柱状をなす。なお、凝縮室 S 2 0 の形状は、円柱状に限定されず、例えば、角各柱状でもよい。また、側壁 2 1 3 の内周面および外周面の形状は、互いに異なってもよい。

【 0 0 3 1 】

容器 2 1 は、熱伝導性に優れる材料で構成される。容器 2 1 の具体的な材料としては、例えば、銅、アルミニウムまたはこれらのいずれかの合金等の金属材料が挙げられる。

【 0 0 3 2 】

各放熱フィン 2 2 は、2 個の容器 2 1 に熱的に接続される。各放熱フィン 2 2 は、平板状の部材である。複数の放熱フィン 2 2 は、互いに厚さ方向に間隔を隔てて配置される。各放熱フィン 2 2 は、熱伝導性に優れる材料で構成される。放熱フィン 2 2 の具体的な材料としては、例えば、銅、アルミニウムまたはこれらのいずれかの合金等の金属材料が挙げられる。各放熱フィン 2 2 には、容器 2 1 を挿入するための孔が設けられる。放熱フィン 2 2 は、例えば、容器 2 1 に対して拡管、圧入、接着剤、ネジ止め、口付けまたは溶接等により固定される。

20

【 0 0 3 3 】

なお、放熱フィン 2 2 の形状は、図 2 に示す例に限定されず、任意である。また、放熱フィン 2 2 は、必要に応じて設ければよく、省略してもよい。ただし、放熱部 2 0 が複数の放熱フィン 2 2 を有することにより、冷媒 R E の気体を効率的に凝縮液化させることができる。

30

【 0 0 3 4 】

1 - 2 c . 第 1 管部

第 1 管部 3 0 は、受熱部 1 0 で冷媒 R E が気化されることにより生成された気相冷媒を放熱部 2 0 に輸送する第 1 流路 S 3 0 を有する。本実施形態では、第 1 管部 3 0 は、前述の 2 個の容器 2 1 に対応する 2 個の蒸気管 3 1 で構成される。2 個の蒸気管 3 1 のそれぞれは、Z 軸に沿って直線状に延びており、第 1 流路 S 3 0 を内部空間として有する管である。

【 0 0 3 5 】

蒸気管 3 1 は、例えば、銅、アルミニウムまたはこれらのいずれかの合金等の金属材料で構成される。また、蒸気管 3 1 は、天板 1 2 および底板 2 1 1 に対して口付け等により固定される。なお、蒸気管 3 1 の構成材料は、金属材料に限定されず、例えば、セラミックス材料または樹脂材料等でもよい。

40

【 0 0 3 6 】

蒸気管 3 1 は、受熱部 1 0 および放熱部 2 0 のそれぞれに接続されており、受熱部 1 0 に向けて開口する開口 3 1 a と、放熱部 2 0 に向けて開口する開口 3 1 b と、を有する。開口 3 1 a は、蒸気管 3 1 の内周面 3 1 c の Z 2 方向での端縁で囲まれる空間である。開口 3 1 b は、蒸気管 3 1 の内周面 3 1 c の Z 1 方向での端縁で囲まれる空間である。

【 0 0 3 7 】

ここで、開口 3 1 a は、天板 1 2 の Z 2 方向を向く面である内壁面と同一平面上に位置

50

する。また、２個の蒸気管３１のうち、一方の蒸気管３１の開口３１ａは、前述の第１空間Ｓ１１に向けて開口し、他方の蒸気管３１の開口３１ａは、「第１開口」の一例であり、前述の第２空間Ｓ１２に向けて開口する。

【００３８】

また、蒸気管３１の一部は、放熱部２０の底板２１１よりもＺ１方向に突出する。したがって、開口３１ｂは、底板２１１よりもＺ１方向に位置する。このため、容器２１内で開口３１ｂへ液相冷媒が混入したり、当該液相冷媒により開口３１ｂが塞がれたりすることが低減される。この点については、後述の図５に基づいて詳述する。なお、第１流路Ｓ３０は、蒸気管３１と前述の受熱部１０の天板１２とにより形成されてもよい。この場合、開口３１ａは、天板１２に設けられる孔により形成される。

10

【００３９】

第１流路Ｓ３０は、蒸気管３１の内周面３１ｃで囲まれる空間である。第１流路Ｓ３０は、開口３１ａを介して収容室Ｓ１０に連通するとともに、開口３１ｂを介して凝縮室Ｓ２０に連通する。

【００４０】

図２に示す例では、第１流路Ｓ３０の幅は、一定である。また、第１流路Ｓ３０の断面積は、一定である。さらに、第１流路Ｓ３０の横断面の形状は、円形である。なお、第１流路Ｓ３０の横断面の形状は、円形に限定されず、例えば、四角形等の多角形、楕円形等でもよい。また、第１流路Ｓ３０は、屈曲または湾曲する部分を有してもよい。

【００４１】

20

１－２ｄ．第２管部

第２管部４０は、放熱部２０で気相冷媒が凝縮されることにより生成された液相冷媒を受熱部１０に輸送する第２流路Ｓ４０を有する。本実施形態では、第２管部４０は、前述の２個の容器２１に対応する２個の液管４１で構成される。２個の液管４１のそれぞれは、Ｚ軸に沿って直線状に延びており、第２流路Ｓ４０を内部空間として有する管である。

【００４２】

液管４１は、例えば、銅、アルミニウムまたはこれらのいずれかの合金等の金属材料で構成される。また、液管４１は、天板１２および底板２１１に対して口付け等により固定される。なお、液管４１の構成材料は、金属材料に限定されず、例えば、セラミックス材料または樹脂材料等でもよい。また、液管４１の構成材料は、蒸気管３１の構成材料と同一であってもよいし異なってもよい。

30

【００４３】

液管４１は、受熱部１０および放熱部２０のそれぞれに接続されており、受熱部１０に向けて開口する開口４１ａと、放熱部２０に向けて開口する開口４１ｂと、を有する。開口４１ａは、液管４１の内周面４１ｃのＺ２方向での端縁で囲まれる空間である。開口４１ｂは、液管４１の内周面４１ｃのＺ１方向での端縁で囲まれる空間である。

【００４４】

ここで、液管４１の一部は、受熱部１０の天板１２よりもＺ２方向に突出する。したがって、開口４１ａは、天板１２よりもＺ２方向に位置する。本実施形態では、開口４１ａは、冷媒ＲＥの液面ＲＥ０よりも下方に位置する。このため、気相冷媒が開口４１ａに混入され難くすることができる。しかも、開口４１ａは、発熱体１００よりも下方に位置しており、発熱体１００と受熱部１０とが重なる方向にみて発熱体１００に重ならない。このため、冷媒ＲＥの核沸騰により生じた気泡が開口４１ａに入り難くすることができる。また、２個の液管４１のうち、一方の液管４１の開口４１ａは、前述の第１空間Ｓ１１に位置し、他方の液管４１の開口４１ａは、「第２開口」の一例であり、前述の第２空間Ｓ１２に位置する。

40

【００４５】

また、開口４１ｂは、放熱部２０の底板２１１のＺ１方向を向く面と同一平面上に位置する。このため、容器２１内で開口４１ｂへ液相冷媒を導入しやすくすることができる。この点については、後述の図５に基づいて詳述する。なお、第２流路Ｓ４０は、液管４１

50

と前述の放熱部 2 0 の底板 2 1 1 とにより形成されてもよい。この場合、開口 4 1 b は、底板 2 1 1 に設けられる孔により形成される。

【 0 0 4 6 】

第 2 流路 S 4 0 は、液管 4 1 の内周面 4 1 c で囲まれる空間である。第 2 流路 S 4 0 は、開口 4 1 a を介して収容室 S 1 0 に連通するとともに、開口 4 1 b を介して凝縮室 S 2 0 に連通する。

【 0 0 4 7 】

第 2 流路 S 4 0 の断面積は、前述の第 1 流路 S 3 0 の断面積よりも小さい。すなわち、第 1 流路 S 3 0 の断面積は、第 2 流路 S 4 0 の断面積よりも大きい。このため、第 1 流路 S 3 0 の断面積が第 2 流路 S 4 0 の断面積以下である構成に比べて、第 1 流路 S 3 0 での気相冷媒の輸送を円滑に行うことができる。なお、第 2 流路 S 4 0 の断面積は、第 1 流路 S 3 0 の断面積に等しくてもよい。

10

【 0 0 4 8 】

図 2 に示す例では、第 2 流路 S 4 0 の幅は、一定である。また、第 2 流路 S 4 0 の断面積は、一定である。さらに、第 2 流路 S 4 0 の横断面の形状は、円形である。なお、第 2 流路 S 4 0 の横断面の形状は、円形に限定されず、例えば、四角形等の多角形、楕円形等でもよい。また、第 2 流路 S 4 0 は、屈曲または湾曲する部分を有してもよい。

【 0 0 4 9 】

1 - 3 . 沸騰冷却装置の使用例

図 5 は、第 1 実施形態に係る沸騰冷却装置 1 の使用例における受熱部 1 0 の状態を示す図である。図 5 では、沸騰冷却装置 1 が Y 軸まわりに角度 $\theta 1$ で傾斜して設置された場合の受熱部 1 0 の状態が示される。ここで、角度 $\theta 1$ は、水平面 F 0 と受熱部 1 0 の底面とのなす角度に等しいか、あるいは、収容室 S 1 0 の中心線 L C または液管 4 1 の中心線と鉛直線とのなす角度である。具体的には、角度 $\theta 1$ は、 45° 以下の角度である。なお、中心線 L C は、収容室 S 1 0 の中心を通り、かつ、底板 1 1 または天板 1 2 に直交する直線である。

20

【 0 0 5 0 】

図 5 に示すように、沸騰冷却装置 1 の傾斜角度が角度 $\theta 1$ である場合でも、壁部材 1 4 の Z 1 方向での端は、冷媒 R E の液面 R E 0 よりも上方に位置する。言い換えると、この場合でも、冷媒 R E の液面 R E 0 は、壁部材 1 4 の Z 1 方向での端よりも下方に位置する。このため、この場合でも、壁部材 1 4 と天板 1 2 との間の隙間 d 1 を介して第 1 空間 S 1 1 と第 2 空間 S 1 2 との間での気体状の冷媒 R E の移動を許容するが、第 1 空間 S 1 1 と第 2 空間 S 1 2 との間での液状の冷媒 R E の移動が壁部材 1 4 により阻止される。なお、沸騰冷却装置 1 の傾斜角度が角度 $\theta 1$ である場合、壁部材 1 4 の Z 1 方向での端が液面 R E 0 に一致してもよい。

30

【 0 0 5 1 】

図 5 には、沸騰冷却装置 1 の傾斜角度が角度 $\theta 1$ である場合の液面 R E 0 が実線で示される。また、図 5 には、沸騰冷却装置 1 を傾斜させない場合の液面 R E 0 が一点鎖線で示される。さらに、図 5 には、壁部材 1 4 を省略した場合の冷媒 R E の液面 R E 0 が二点鎖線で示される。

40

【 0 0 5 2 】

図 5 に示すように、沸騰冷却装置 1 を傾斜させた場合、第 1 空間 S 1 1 の底面が第 2 空間 S 1 2 の底面よりも上方に位置する。この場合であっても、第 1 空間 S 1 1 から第 2 空間 S 1 2 への液状の冷媒 R E の移動が壁部材 1 4 により阻止されるので、壁部材 1 4 を省略した場合に比べて、冷媒 R E の液面 R E 0 と蒸気管 3 1 の開口 3 1 a との間の距離を大きくすることができる。このため、沸騰冷却装置 1 を傾斜させた場合でも、冷媒 R E による開口 3 1 a の封鎖を低減することができる。

【 0 0 5 3 】

ここで、液面 R E 0 は、第 1 空間 S 1 1 および第 2 空間 S 1 2 のそれぞれで個別に Y 軸まわりに X 軸に対して傾斜する。したがって、第 1 空間 S 1 1 および第 2 空間 S 1 2 のそ

50

れぞれでは、X軸に沿う方向で液面RE0の中央と天板12との間の距離は、ほとんど変化しない。

【0054】

図5に示す例では、開口31aが第1空間S11および第2空間S12のそれぞれのX軸に沿う方向での中央に位置する。このため、冷媒REの液面RE0と蒸気管31の開口31aとの間の距離は、沸騰冷却装置1を傾斜させない場合と比べて、ほとんど変化しない。

【0055】

Z軸に沿う方向での壁部材14の長さ、すなわち壁部材14の高さhは、前述のように、沸騰冷却装置1の傾斜角度が角度θ1である場合でも、壁部材14のZ1方向での端が液面RE0よりも上方に位置するように設定される。

10

【0056】

ここで、高さhは、高さH1よりも高いことが好ましい。この場合、前述のような壁部材14による効果が好適に得られる。ただし、高さH1は、以下の式(1)により求められる。

$$H1 = (b - (a - L) / \tan \theta 2) \quad (1)$$

式(1)中、aは、X軸に沿う方向での第2空間S12の長さ[mm]である。bは、Z軸に沿う方向での収容室S10の長さ[mm]である。Lは、第2空間S12に対応する開口31aについて、X軸に沿う方向での開口31aと側壁13との間の距離[mm]である。θ2は、水平面F0とZ軸とのなす角度[°]であり、 $\theta 2 = 90 [^\circ] - \theta 1$ の関係を満たす。

20

【0057】

また、図5に示すように、沸騰冷却装置1の傾斜角度が角度θ1である場合、蒸気管31が液管41に対して上方に位置する。このため、前述のように開口31aと液面RE0との間の距離を大きくしつつ、蒸気管31と側壁13または壁部材14との間に液管41を配置するための領域を十分に確保することができる。

【0058】

図6は、第1実施形態に係る沸騰冷却装置1の使用例における放熱部20の状態を示す図である。図6では、前述の図5に示すように沸騰冷却装置1がY軸まわりに傾斜して設置された場合の放熱部20の状態が示される。

30

【0059】

図6に示すように、沸騰冷却装置1の傾斜角度が角度θ1である場合、開口41bが開口31bに対して下方に位置する。このため、開口41bが開口31bに対して上方に位置する構成に比べて、容器21から開口41bに液相冷媒を導入させやすい。しかも、本実施形態では、前述のように開口41bが容器21の底板211の内壁面に開口するので、当該内壁面に沿って液相冷媒を開口41bに円滑に案内することができる。

【0060】

また、開口31bが開口41bに対して上方に位置するので、開口31bが開口41bに対して下方に位置する構成に比べて、開口31bが容器21内の液相冷媒により塞がれ難い。しかも、本実施形態では、前述のように開口31bが底板211よりもZ1方向に位置するので、容器21内に溜まる液相冷媒の液面よりも上方に開口31bを位置させることができる。このため、容器21内で開口31bへ液相冷媒が混入したり、当該液相冷媒により開口31bが塞がれたりすることが好適に低減される。

40

【0061】

1-4. まとめ

以上の沸騰冷却装置1は、前述のように、受熱部10と放熱部20と第1管部30と第2管部40とを有する。受熱部10は、冷媒REを収容する収容室S10を有し、発熱体100からの熱を受ける。放熱部20は、受熱部10からの熱を放熱する。第1管部30は、受熱部10で冷媒REが気化されることにより生成された気相冷媒を放熱部20に輸送する。第2管部40は、放熱部20で気相冷媒が凝縮されることにより生成された液相

50

冷媒を受熱部 10 に輸送する。

【0062】

そのうえで、受熱部 10 は、収容室 S 10 の少なくとも一部を第 1 空間 S 11 と第 2 空間 S 12 とに仕切る壁部材 14 を有する。ここで、第 1 管部 30 は、第 2 空間 S 12 に向けて開口する第 1 開口としての開口 31 a を有する。また、壁部材 14 の少なくとも一部は、収容室 S 10 に収容される液状の冷媒 R E の液面 R E 0 よりも上方に位置する。そして、壁部材 14 は、第 1 空間 S 11 から第 1 開口としての開口 31 a への液状の冷媒 R E の移動を阻止する。

【0063】

以上の沸騰冷却装置では、収容室 S 10 に収容される液状の冷媒 R E の液面 R E 0 よりも上方に壁部材 14 の少なくとも一部が位置するので、収容室 S 10 の中心線 L C が鉛直線 V L に対して傾斜する場合でも、壁部材 14 が第 1 空間 S 11 から第 1 開口としての開口 31 a への液状の冷媒 R E の移動を阻止することができる。このため、沸騰冷却装置 1 を傾斜した姿勢で設置した場合でも、冷媒 R E が第 1 開口としての開口 31 a を塞いでしまうことを低減することができる。この結果、沸騰冷却装置 1 の設置姿勢によらず、受熱部 10 から第 1 管部 30、放熱部 20 および第 2 管部 40 をこの順に通って受熱部 10 に戻るといった冷媒 R E の循環が従来に比べて円滑に行われるので、冷却性能の低下を低減することができる。

【0064】

ここで、第 1 空間 S 11 と第 2 空間 S 12 とが収容室 S 10 内で互いに連通するので、第 1 空間 S 11 および第 2 空間 S 12 のそれぞれが独立した空間である構成に比べて、沸騰冷却装置 1 の製造時における収容室 S 10 への冷媒 R E の充填が簡単に済むという利点がある。また、中心線 L C が鉛直線 V L に対して傾斜する場合、前述の放熱フィン 22 が水平面 F 0 に対して傾斜するので、放熱フィン 22 が水平面 F 0 に対して平行である場合に比べて、放熱フィン 22 に沿って気流を生じさせやすく、放熱部 20 の放熱性を高めることができる。

【0065】

本実施形態では、前述のように、壁部材 14 は、収容室 S 10 に収容される液状の冷媒 R E を、第 1 空間 S 11 に収容される冷媒 R E と第 2 空間 S 12 に収容される冷媒 R E とに区分する。このため、1 つの空間に液状の冷媒 R E を収容する構成に比べて、沸騰冷却装置 1 を傾斜した姿勢で設置した場合の冷媒 R E の液面 R E 0 と第 1 開口としての開口 31 a との間の距離を大きくすることができる。

【0066】

また、前述のように、第 2 管部 40 は、第 2 空間 S 12 に向けて開口する第 2 開口としての開口 41 a を有する。したがって、第 1 開口としての開口 31 a および第 2 開口としての開口 41 a の双方が第 2 空間 S 12 に向けて開口する。

【0067】

そのうえで、第 1 開口としての開口 31 a は、第 2 空間 S 12 に収容される液状の冷媒 R E の液面 R E 0 よりも上方に位置する。このため、第 2 空間 S 12 で生じた気相冷媒を円滑に第 1 開口としての開口 31 a に導入することができる。

【0068】

一方、第 2 開口としての開口 41 a は、第 2 空間 S 12 に収容される液状の冷媒 R E の液面 R E 0 よりも下方に位置する。このため、第 2 空間 S 12 で生じた気相冷媒が第 2 開口としての開口 41 a に混入するのを低減することができる。しかも、第 1 開口としての開口 31 a および第 2 開口としての開口 41 a の双方が第 2 空間 S 12 に向けて開口するので、第 1 管部 30 および第 2 管部 40 を互いに近づけて配置することができる。この結果、沸騰冷却装置 1 を傾斜した姿勢で設置した場合に、第 2 開口としての開口 41 a が冷媒 R E に接触したり離反したりすることを低減することができる。

【0069】

さらに、前述のように、第 1 管部 30 は、受熱部 10 から放熱部 20 に気相冷媒を輸送

10

20

30

40

50

する複数の蒸気管 3 1 を有する。複数の蒸気管 3 1 は、第 1 開口としての開口 3 1 a を有する蒸気管 3 1 と、第 1 空間 S 1 1 に向けて開口する開口 3 1 a を有する蒸気管 3 1 と、を含む。また、第 2 管部 4 0 は、放熱部 2 0 から受熱部 1 0 に液相冷媒を輸送する複数の液管 4 1 を有する。複数の液管 4 1 は、第 2 開口としての開口 4 1 a を有する液管 4 1 と、第 1 空間 S 1 1 に向けて開口する開口 4 1 a を有する液管 4 1 と、を含む。

【 0 0 7 0 】

このように複数の蒸気管 3 1 および複数の液管 4 1 を用いることにより、冷媒 R E の循環効率を高めることができる。また、このように複数の蒸気管 3 1 および複数の液管 4 1 を有する構成では、収容室 S 1 0 の中心線 L C からずれた位置に蒸気管 3 1 および液管 4 1 が配置される。このため、当該構成では、沸騰冷却装置 1 を傾斜した姿勢で設置した場合に、蒸気管 3 1 の開口が液状の冷媒 R E により封鎖されないようにするうえで、前述の壁部材 1 4 を設けることは有用である。

10

【 0 0 7 1 】

また、前述のように、壁部材 1 4 は、収容室 S 1 0 の底面から上方に延びる。このため、壁部材 1 4 を板材で構成することができる。この結果、沸騰冷却装置 1 の構成または製造の簡単化を図ることができる。

【 0 0 7 2 】

さらに、前述のように、壁部材 1 4 の高さを h とし、壁部材 1 4 の厚さ方向に沿う第 2 空間 S 1 2 の長さを a とし、壁部材 1 4 の高さ方向での収容室 S 1 0 の長さを b とし、壁部材 1 4 の厚さ方向での第 1 開口としての開口 3 1 a と収容室 S 1 0 の側面との間の距離を L とし、壁部材 1 4 の高さ方向と水平面 F 0 とのなす角度を $\theta 2$ としたとき、 $\theta 2$ が 45° よりも小さい場合、 $h > (b - (a - L) / \tan \theta 2)$ の関係を満たすことが好ましい。

20

【 0 0 7 3 】

この関係を満たす場合、この関係を満たさない場合に比べて、収容室 S 1 0 内の冷媒 R E の収容率を高めつつ、第 1 開口としての開口 3 1 a が液状の冷媒 R E により封鎖されることを低減することができる。

【 0 0 7 4 】

また、前述のように、受熱部 1 0 は、側方から発熱体 1 0 0 からの熱を受ける。このとき、沸騰冷却装置 1 を傾斜した姿勢で設置した場合でも、受熱部 1 0 と発熱体 1 0 0 とが並ぶ方向にみて、液状の冷媒 R E と発熱体 1 0 0 とが重なる面積の低下を低減することができる。したがって、沸騰冷却装置 1 を傾斜した姿勢で設置した場合でも、発熱体 1 0 0 から受熱部 1 0 の液状の冷媒 R E に効率的に熱を伝えることができる。

30

【 0 0 7 5 】

2. 第 2 実施形態

以下、本発明の第 2 実施形態について説明する。以下に例示する形態において作用や機能が前述の実施形態と同様である要素については、前述の実施形態の説明で使用した符号を流用して各々の詳細な説明を適宜に省略する。

【 0 0 7 6 】

図 7 は、第 2 実子形態に係る沸騰冷却装置 1 A の断面図である。図 8 は、図 7 中の C - C 線断面図である。図 9 は、図 7 中の D - D 線断面図である。沸騰冷却装置 1 A は、受熱部 1 0 に代えて受熱部 1 0 A を有する以外は、前述の第 1 実施形態の沸騰冷却装置 1 と同様である。受熱部 1 0 A は、壁部材 1 4 に代えて壁部材 1 5 を有する以外は、受熱部 1 0 と同様である。

40

【 0 0 7 7 】

壁部材 1 5 は、側壁 1 3 の X 1 方向を向く内壁面から X 1 方向に延びており、側壁 1 3 の X 2 方向を向く内壁面と壁部材 1 5 との間には、隙間 $d 2$ が形成される。

【 0 0 7 8 】

壁部材 1 5 は、収容室 S 1 0 一部を図 7 中の上下に二分するように配置され、側壁 1 3 に接続される板状の部材である。ここで、壁部材 1 5 は、Z 軸に直交する面に沿って広が

50

っており、図 7 に示すように、収容室 S 1 0 の一部を第 1 空間 S 1 3 と第 2 空間 S 1 4 とに区分する。また、図 8 に示すように、壁部材 1 5 は、側壁 1 3 の X 2 方向を向く内平面に対向する端縁を除く周縁が全域にわたり側壁 1 3 に接続される。

【 0 0 7 9 】

壁部材 1 5 は、Z 軸に沿う方向にみて、図 7 中の右側の蒸気管 3 1 および液管 4 1 に重なる位置に配置される。図 7 に示す例では、壁部材 1 5 には、貫通孔 1 5 a が設けられる。貫通孔 1 5 a は、X 軸に沿う方向に並ぶ 2 個の液管 4 1 のうちの X 2 方向に位置する一方の液管 4 1 が挿入される孔である。当該一方の液管 4 1 は、必要に応じて、壁部材 1 5 に対して拡張、圧入、接着剤、ネジ止め、口付けまたは溶接等により固定される。また、貫通孔 1 5 a を通じて冷媒 R E が第 1 空間 S 1 3 から第 2 空間 S 1 4 へ移動しないよう、貫通孔 1 5 a の内壁面と液管 4 1 の外周面との隙間が塞がれる。なお、貫通孔 1 5 a が省略されてもよい。この場合、液管 4 1 は、例えば、壁部材 1 5 を迂回するように下方に延びるよう、屈曲または湾曲する部分を有する。

10

【 0 0 8 0 】

ここで、図 7 に示すように、Z 軸が鉛直線となるよう沸騰冷却装置 1 が傾斜せずに設置される場合、壁部材 1 5 は、冷媒 R E の液面 R E 0 に対して上方に位置する。したがって、第 1 空間 S 1 3 には、液状の冷媒 R E が存在するが、第 2 空間 S 1 4 には、液状の冷媒が実質的に存在しない。

【 0 0 8 1 】

図 1 0 は、第 2 実施形態に係る沸騰冷却装置 1 A の使用例における受熱部 1 0 A の状態を示す図である。図 1 0 では、沸騰冷却装置 1 が Y 軸まわりに角度 $\theta 1$ で傾斜して設置された場合の受熱部 1 0 A の状態が示される。

20

【 0 0 8 2 】

図 1 0 に示すように、沸騰冷却装置 1 A の傾斜角度が角度 $\theta 1$ である場合、壁部材 1 5 が第 1 空間 S 1 3 から第 2 空間 S 1 4 に液状の冷媒 R E が移動するのを阻止する。このため、この場合でも、第 1 空間 S 1 3 には、液状の冷媒 R E が存在するが、第 2 空間 S 1 4 には、液状の冷媒が実質的に存在しない。

【 0 0 8 3 】

図 1 0 には、沸騰冷却装置 1 A の傾斜角度が角度 $\theta 1$ である場合の液面 R E 0 が実線で示される。また、図 1 0 には、沸騰冷却装置 1 を傾斜させない場合の液面 R E 0 が一点鎖線で示される。さらに、図 1 0 には、壁部材 1 4 を省略した場合の冷媒 R E の液面 R E 0 が二点鎖線で示される。

30

【 0 0 8 4 】

図 1 0 に示すように、沸騰冷却装置 1 A を傾斜させた場合、第 1 空間 S 1 3 から第 2 空間 S 1 4 への液状の冷媒 R E の移動が壁部材 1 4 により阻止されるので、壁部材 1 5 を省略した場合のように液面 R E 0 が開口 3 1 a に接近することが防止される。このため、沸騰冷却装置 1 A を傾斜させた場合でも、冷媒 R E による開口 3 1 a の封鎖を低減することができる。

【 0 0 8 5 】

X 軸に沿う方向での壁部材 1 5 の長さ、すなわち壁部材 1 4 の高さ h は、沸騰冷却装置 1 A の傾斜角度が角度 $\theta 1$ である場合でも、壁部材 1 5 の X 1 方向での端が液面 R E 0 よりも上方に位置するよう設定される。

40

【 0 0 8 6 】

ここで、高さ h は、高さ $H 2$ よりも高いことが好ましい。この場合、前述のような壁部材 1 5 による効果が好適に得られる。ただし、高さ $H 2$ は、以下の式 (2) により求められる。

$$H 2 = (L + c \times \tan \theta 2) \quad (2)$$

式 (2) 中、 c は、Z 軸に沿う方向での第 2 空間 S 1 4 の長さ [mm] である。L は、2 個の開口 3 1 a のうち壁部材 1 5 に近いほうの開口 3 1 a について、X 軸に沿う方向での開口 3 1 a と側壁 1 3 との間の距離 [mm] である。 $\theta 2$ は、水平面 F 0 と Z 軸とのな

50

す角度 $[\circ]$ であり、 $\theta 2 = 90 [\circ] - \theta 1$ の関係を満たす。

【0087】

以上の第2実施形態によっても、前述の第1実施形態と同様、冷却性能の低下を低減することができる。本実施形態では、前述のように、壁部材15は、収容室S10に収容される液状の冷媒REの液面RE0よりも上方に位置する。このため、収容室S10に収容される液状の冷媒REを第1空間S13と第2空間S14とに区分しなくても、第1開口としての開口31aが液状の冷媒REにより封鎖されることを低減することができる。

【0088】

また、前述のように、第2管部40は、第1空間S13に向けて開口する第2開口としての開口41aを有する。このため、第2管部40からの液相冷媒を第1空間S13に排出することができる。

10

【0089】

そのうえで、第1開口としての開口31aは、壁部材15よりも上方に位置する。このため、第1空間S13から第1開口としての開口31aへの液状の冷媒REの移動を壁部材15により阻止することができる。

【0090】

一方、第2開口としての開口41aは、第1空間S13に収容される液状の冷媒REの液面RE0よりも下方に位置する。第1空間S13で生じた気相冷媒が第2開口としての開口41aに混入するのを低減することができる。

【0091】

20

さらに、前述のように、第1管部30は、受熱部10から放熱部20に気相冷媒を輸送する複数の蒸気管31を有する。複数の蒸気管31は、第1開口としての開口31aを有する蒸気管31と、壁部材15の厚さ方向にみて壁部材15に重ならない蒸気管31と、を含む。また、第2管部40は、放熱部20から受熱部10に液相冷媒を輸送する複数の液管41を有する。複数の液管41は、第2開口としての開口41aを有する液管41と、壁部材15の厚さ方向にみて壁部材15に重ならない液管41と、を含む。

【0092】

このように複数の蒸気管31および複数の液管41を用いることにより、冷媒REの循環効率を高めることができる。また、このように複数の蒸気管31および複数の液管41を有する構成では、収容室S10の中心線LCからずれた位置に蒸気管31および液管41が設けられる。このため、当該構成では、沸騰冷却装置1を傾斜した姿勢で設置した場合に、蒸気管31の開口が液状の冷媒REにより封鎖されないようにするうえで、前述の壁部材15を設けることは有用である。

30

【0093】

また、前述のように、壁部材15には、第2開口としての開口41aを有する液管41が貫通する。このため、液管41を蒸気管31の近傍に配置しても、液管41を直線状に延びる構成とすることができる。このような液管41は、折り曲げ加工等の加工が不要である。このため、沸騰冷却装置1の低コスト化を図ることができる。

【0094】

さらに、前述のように、壁部材15は、収容室S10の側面から側方に向けて延びる。このため、壁部材15を板材で構成することができる。この結果、沸騰冷却装置1の構成または製造の簡単化を図ることができる。

40

【0095】

また、前述のように、壁部材15の高さを h とし、壁部材15の厚さ方向での第2空間S14の長さを c とし、壁部材15の高さ方向での第1開口としての開口31aと収容室S10の側面との間の距離を L とし、壁部材15の高さ方向と水平面F0とのなす角度を $\theta 2$ としたとき、 $\theta 2$ が 45° よりも小さい場合、 $h > (L + c \times \tan \theta 2)$ の関係を満たすことが好ましい。

【0096】

この関係を満たす場合、この関係を満たさない場合に比べて、収容室S10内の冷媒R

50

Eの収容率を高めつつ、第1開口としての開口31aが液状の冷媒REにより封鎖されることを低減することができる。

【0097】

3. 応用例

図11は、沸騰冷却装置1の応用例を示す斜視図である。図11では、複数の沸騰冷却装置1により複数の発熱体100を冷却する場合の例が示される。

【0098】

図11に示す例では、複数の沸騰冷却装置1と複数の発熱体100とがY軸に沿う方向に交互に配置される。ここで、複数の沸騰冷却装置1および複数の発熱体100は、図示しない固定具により、互いに隣り合う沸騰冷却装置1と発熱体100とが密着するよう固定される。以上の構成により、複数の沸騰冷却装置1により複数の発熱体100を冷却することができる。

10

【0099】

なお、互いに隣り合う2つの沸騰冷却装置1の放熱フィン22が一体で構成されてもよい。また、沸騰冷却装置1の数は、冷却すべき発熱体100の数に応じて決められ、図11に示す例に限定されず、5個以下または7個以上でもよい。また、図11に示す例は、沸騰冷却装置1を用いるが、複数の沸騰冷却装置1のうちの少なくとも1つに代えて、前述の沸騰冷却装置1Aを用いてもよい。

【0100】

4. 変形例

本発明は前述の各実施形態に限定されるものではなく、以下に述べる各種の変形が可能である。また、各実施形態及び各変形例を適宜組み合わせてもよい。

20

【0101】

4-1. 変形例1

前述の第1実施形態では、壁部材14のZ1方向での端と天板12との間に隙間d1が設けられるが、壁部材14が収容室S10のZ軸に沿う方向での全域にわたり設けられてもよい。この場合、例えば、第1空間S11および第2空間S12は、冷媒REの液面RE0よりも上方の位置で、適宜の流路を介して互いに連通する。

【0102】

また、前述の第2実施形態では、壁部材15のX1方向での端と側壁13との間に隙間d2が設けられるが、壁部材15が収容室S10のX軸に沿う方向での全域にわたり設けられてもよい。この場合、例えば、第1空間S11および第2空間S12は、冷媒REの液面RE0よりも上方の位置で、適宜の流路を介して互いに連通する。

30

【0103】

図12は、変形例1に係る沸騰冷却装置1Bの断面図である。沸騰冷却装置1Bは、受熱部10に代えて受熱部10Bを有する以外は、前述の第1実施形態の沸騰冷却装置1と同様である。受熱部10Bは、壁部材14に代えて壁部材14Bを有する以外は、受熱部10と同様である。

【0104】

壁部材14Bは、収容室S10のZ軸に沿う方向での全域にわたり設けられており、第1空間S11と第2空間S12とを連通させる孔14aを有する以外は、壁部材14と同様である。孔14aは、冷媒REの液面RE0よりも上方に位置する。ここで、Z軸に沿う方向での孔14aと底板11との間の距離は、前述の第1実施形態での高さhに相当する。以上の変形例1によっても、前述の第1実施形態と同様、冷却性能の低下を低減することができる。

40

【0105】

4-2. 変形例2

前述の第1実施形態の壁部材14と第2実施形態の壁部材15のそれぞれは、平板状をなすが、壁部材14および壁部材15の形状は、これに限定されず、少なくとも一部が液面RE0よりも上方に位置すればよく、例えば、屈曲または湾曲する部分を有してもよい

50

。また、収容室 S 1 0 の内壁面に対する壁部材 1 4 または壁部材 1 5 の接続位置も、前述の実施形態に限定されない。

【 0 1 0 6 】

図 1 3 は、変形例 2 に係る沸騰冷却装置 1 C の断面図である。沸騰冷却装置 1 C は、受熱部 1 0 に代えて受熱部 1 0 C を有する以外は、前述の第 1 実施形態の沸騰冷却装置 1 と同様である。受熱部 1 0 C は、壁部材 1 4 に代えて壁部材 1 5 C を有する以外は、受熱部 1 0 と同様である。

【 0 1 0 7 】

壁部材 1 5 C は、天板 1 2 から Z 2 方向に延びた後に X 1 方向に延びるよう屈曲した部分を有する以外は、前述の第 2 実施形態の壁部材 1 5 と同様である。ここで、壁部材 1 5 C の X 1 方向での端と側壁 1 3 との間の距離は、前述の第 2 実施形態での高さ h に相当する。以上の変形例 2 によっても、前述の第 2 実施形態と同様、冷却性能の低下を低減することができる。

10

【 0 1 0 8 】

4 - 3 . 変形例 3

前述の第 1 実施形態の壁部材 1 4 と第 2 実施形態の壁部材 1 5 のそれぞれは、収容室 S 1 0 の内壁面に直交する方向に収容室 S 1 0 の内壁面から延びるが、収容室 S 1 0 の内壁面の法線に対して傾斜する方向に延びてもよい。

【 0 1 0 9 】

図 1 4 は、変形例 3 に係る沸騰冷却装置 1 D の断面図である。沸騰冷却装置 1 D は、受熱部 1 0 に代えて受熱部 1 0 D を有する以外は、前述の第 1 実施形態の沸騰冷却装置 1 と同様である。受熱部 1 0 D は、壁部材 1 4 に代えて壁部材 1 5 D を有する以外は、受熱部 1 0 と同様である。

20

【 0 1 1 0 】

壁部材 1 5 D は、側壁 1 3 から斜め上方に向けて、X 軸に対して傾斜した方向に延びる以外は、前述の第 2 実施形態の壁部材 1 5 と同様である。ただし、壁部材 1 5 D は、液面 R E 0 よりも下方に位置する部分を有する。ここで、壁部材 1 5 D の X 1 方向での端と側壁 1 3 との間の距離は、前述の第 2 実施形態での高さ h に相当する。以上の変形例 3 によっても、前述の第 2 実施形態と同様、冷却性能の低下を低減することができる。なお、変形例 3 では、第 2 空間 S 1 4 に少量の液状の冷媒 R E が収容されてもよい。

30

【 0 1 1 1 】

4 - 4 . 変形例 4

前述の実施形態では、液管 4 1 の開口 4 1 a が液面 R E 0 よりも下方に位置するが、これに限定されず、開口 4 1 a が液面 R E 0 よりも上方に位置してもよい。また、前述の実施形態では、蒸気管 3 1 の開口 3 1 b が容器 2 1 の底面よりも上方に位置するが、これに限定されず、蒸気管 3 1 の開口 3 1 b が容器 2 1 の底面と同一平面上に位置してもよい。

【 0 1 1 2 】

4 - 5 . 変形例 5

前述の実施形態では、1 個の受熱部 1 0 に対して 2 個の蒸気管 3 1 および 2 個の液管 4 1 が設けられるが、1 個の受熱部 1 0 に対して設けられる蒸気管 3 1 または液管 4 1 の数は、1 個でもよいし、3 個以上でもよい。また、放熱部 2 0 の有する容器 2 1 の数も、1 個でもよいし、3 個以上でもよい。また、放熱部 2 0 の放熱フィン 2 2 は、容器 2 1 ごとに分割されてもよい。

40

【 符号の説明 】

【 0 1 1 3 】

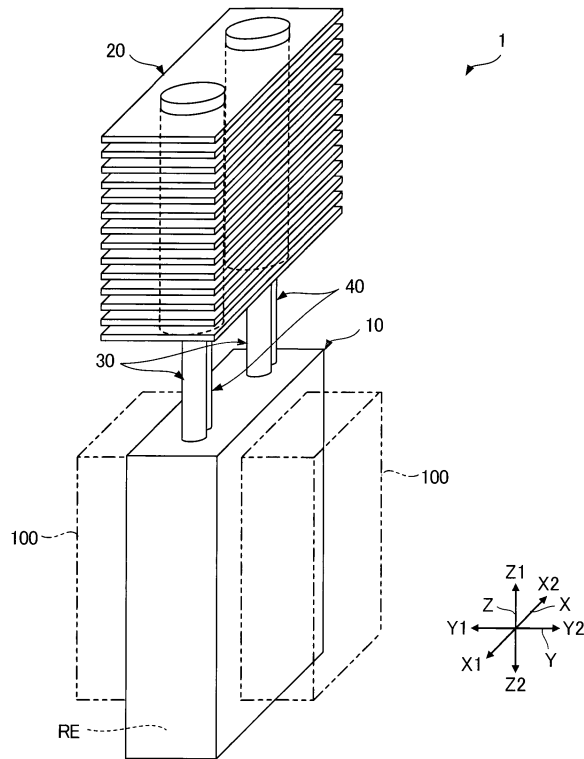
1 ... 沸騰冷却装置、1 A ... 沸騰冷却装置、1 B ... 沸騰冷却装置、1 C ... 沸騰冷却装置、1 D ... 沸騰冷却装置、1 0 ... 受熱部、1 0 A ... 受熱部、1 0 B ... 受熱部、1 0 C ... 受熱部、1 0 D ... 受熱部、1 1 ... 底板、1 2 ... 天板、1 2 a ... 内壁面、1 3 ... 側壁、1 4 ... 壁部材、1 4 B ... 壁部材、1 4 a ... 孔、1 5 ... 壁部材、1 5 C ... 壁部材、1 5 D ... 壁部材、1 5 a ... 貫通孔、2 0 ... 放熱部、2 1 ... 容器、2 2 ... 放熱フィン、3 0 ... 第 1 管部、3 1 ... 蒸

50

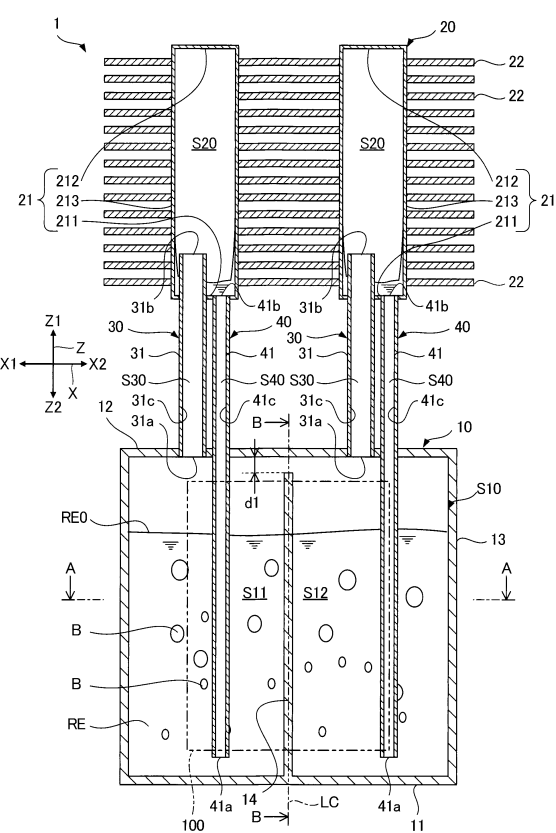
気管、3 1 a ... 開口、3 1 b ... 開口、3 1 c ... 内周面、4 0 ... 第 2 管部、4 1 ... 液管、4 1 a ... 開口、4 1 b ... 開口、4 1 c ... 内周面、1 0 0 ... 発熱体、2 1 1 ... 底板、2 1 2 ... 天板、2 1 3 ... 側壁、F 0 ... 水平面、L C ... 中心線、R E ... 冷媒、R E 0 ... 液面、S 1 0 ... 収容室、S 1 1 ... 第 1 空間、S 1 2 ... 第 2 空間、S 1 3 ... 第 1 空間、S 1 4 ... 第 2 空間、S 2 0 ... 凝縮室、S 3 0 ... 第 1 流路、S 4 0 ... 第 2 流路、V L ... 鉛直線、d 1 ... 隙間、d 2 ... 隙間、h ... 高さ、 θ 1 ... 角度、 θ 2 ... 角度。

【図面】

【図 1】



【図 2】



10

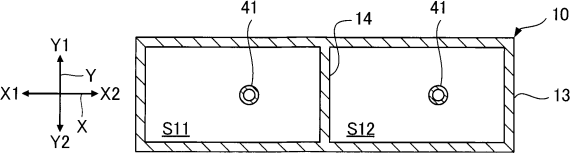
20

30

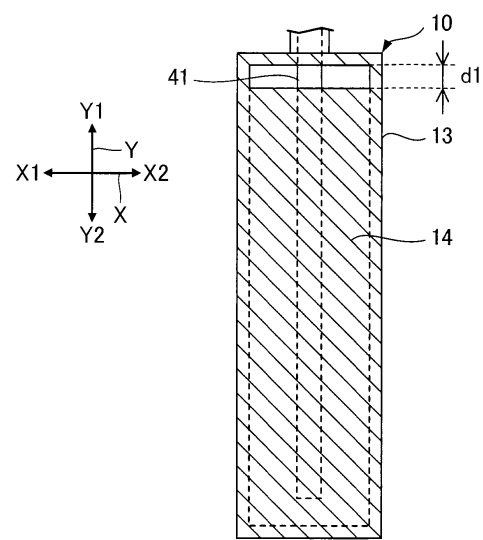
40

50

【図 3】

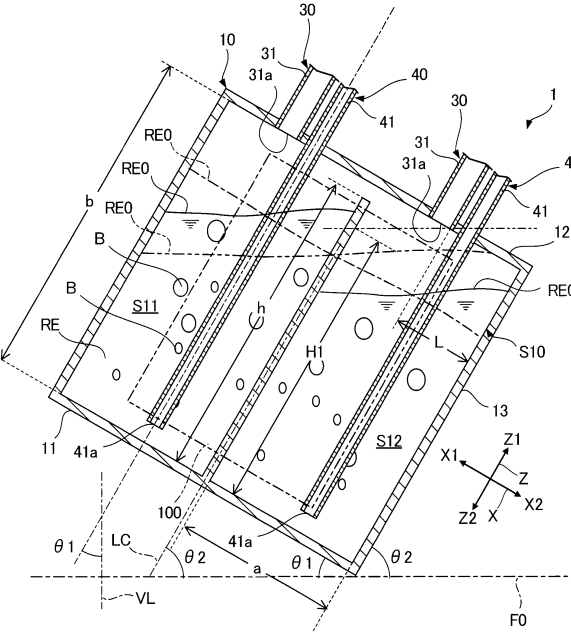


【図 4】

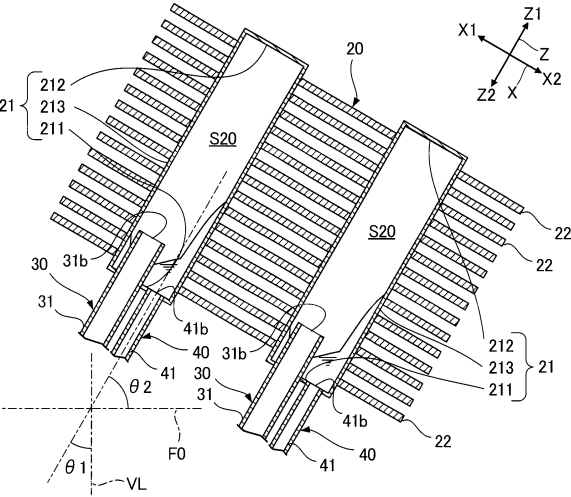


10

【図 5】



【図 6】



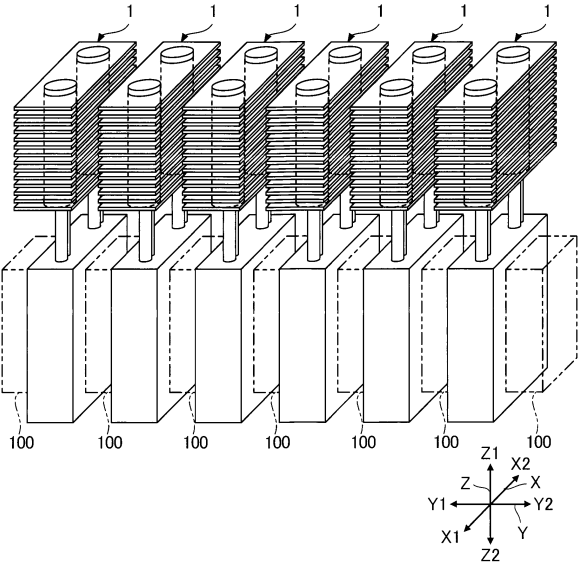
20

30

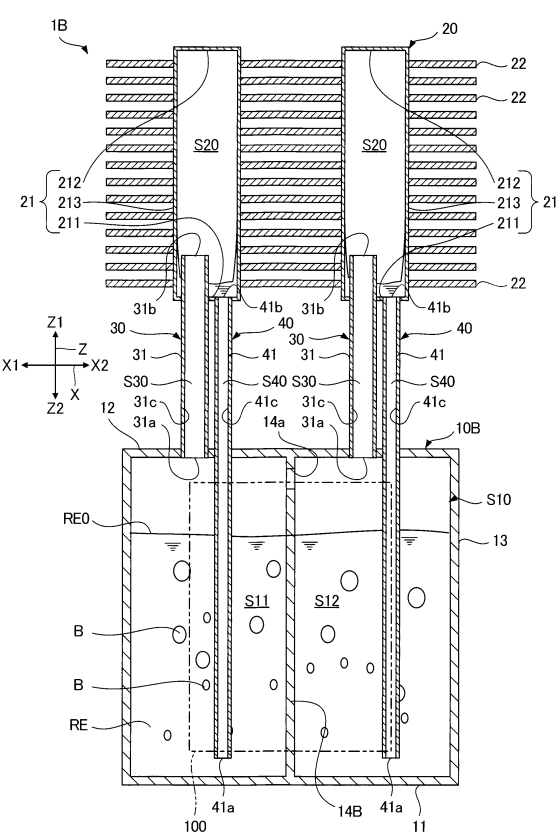
40

50

【図 1 1】



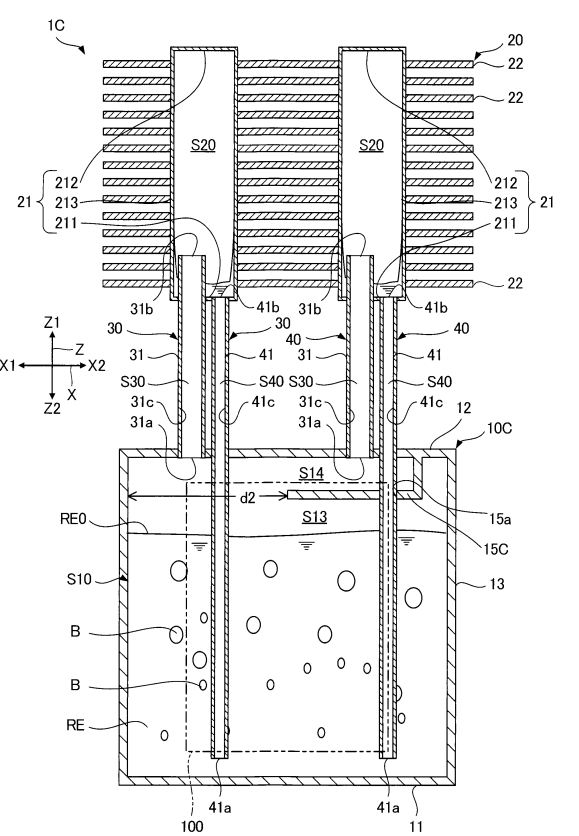
【図 1 2】



10

20

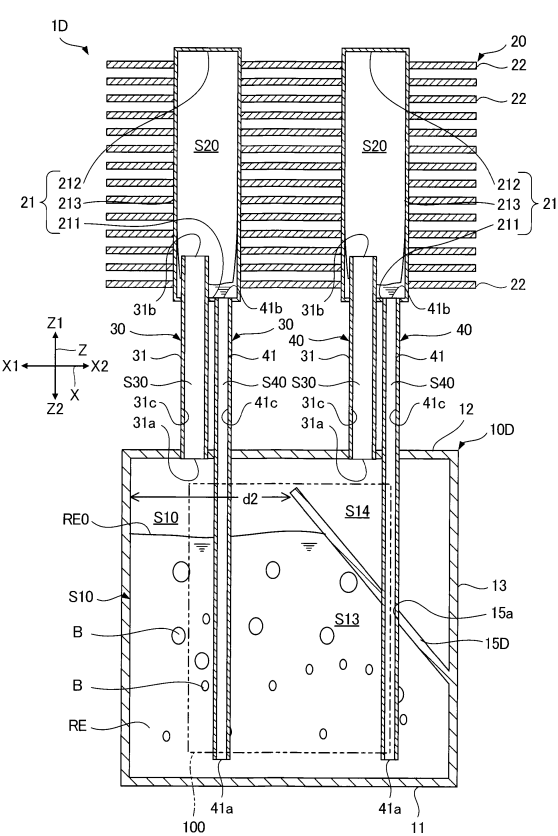
【図 1 3】



30

40

【図 1 4】



50

フロントページの続き

- (56)参考文献 韓国公開特許第 10 - 2012 - 0057409 (KR, A)
特開平 08 - 313178 (JP, A)
特開 2020 - 106209 (JP, A)
国際公開第 2021 / 261552 (WO, A1)
国際公開第 2017 / 150415 (WO, A1)
韓国登録特許第 10 - 1305437 (KR, B1)
米国特許出願公開第 2015 / 0305199 (US, A1)
特開 2006 - 114603 (JP, A)
特開 2020 - 106208 (JP, A)

- (58)調査した分野 (Int.Cl., DB 名)
F 28 D 15 / 02
H 05 K 7 / 20
H 01 L 23 / 427