

(19)日本国特許庁(JP)

(12)特許公報(B2)

(11)特許番号
特許第7635587号
(P7635587)

(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	1 0 1 K		
H 0 1 L 23/427(2006.01)	F 2 8 D 15/02	M		
	H 0 5 K 7/20	Q		
	H 0 1 L 23/46	A		
請求項の数 10 (全21頁)				

(21)出願番号	特願2021-44512(P2021-44512)	(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2022-143799(P2022-143799		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	藤本 裕地
			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、発熱体からの熱により気化させるための液状の冷媒に接触する伝熱面を有し、
前記伝熱面は、冷媒の核沸騰を生じさせる第1部分と、前記第1部分よりも冷媒の核沸騰を生じさせ難い第2部分と、を有し、
前記受熱部は、鉛直線に沿って延びる貫通孔を有する伝熱部材を有し、
前記貫通孔の内周面の少なくとも一部は、前記第1部分であり、
前記第2管部は、前記貫通孔に挿入されており、
前記第1部分は、鉛直線に沿って並ぶ複数の凹部または複数の凸部で構成され、
前記第2管部は、前記受熱部に向けて開口する第1開口と、前記放熱部に向けて開口する第2開口と、を有し、
前記第1開口は、前記受熱部に収容される冷媒の液面よりも下方に位置し、
前記第1開口および前記第2部分のそれぞれは、前記第1部分の下端よりも下方に位置

し、

前記第 1 開口から液状の冷媒を通して前記第 1 部分に至る最短距離は、前記第 1 開口から液状の冷媒を通して前記第 2 部分に至る最短距離よりも長い、
沸騰冷却装置。

【請求項 2】

鉛直方向にみて前記第 1 開口に重なる領域において、前記第 1 開口よりも下方には、前記第 1 部分が存在しない、

請求項 1 に記載の沸騰冷却装置。

【請求項 3】

前記第 1 開口は、前記貫通孔よりも下方に位置する、

請求項 1 または 2 に記載の沸騰冷却装置。

10

【請求項 4】

前記第 2 部分には、鉛直方向にみて前記第 1 開口に重なる領域に、冷媒の核沸騰を抑制する抑制部が設けられる、

請求項 3 に記載の沸騰冷却装置。

【請求項 5】

前記貫通孔の内周面の一部は、前記第 2 部分であり、

前記第 1 開口は、前記貫通孔内に位置する、

請求項 1 または 2 に記載の沸騰冷却装置。

【請求項 6】

前記第 1 開口は、下方を向く、

請求項 1 から 5 のいずれか 1 項に記載の沸騰冷却装置。

20

【請求項 7】

冷媒を収容し、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、発熱体からの熱により気化させるための液状の冷媒に接触する伝熱面を有し、

30

前記伝熱面は、冷媒の核沸騰を生じさせる第 1 部分と、前記第 1 部分よりも冷媒の核沸騰を生じさせ難い第 2 部分と、を有し、

前記第 2 管部は、前記受熱部に向けて開口する第 1 開口と、前記放熱部に向けて開口する第 2 開口と、を有し、

前記第 1 開口は、前記受熱部に収容される冷媒の液面よりも下方に位置し、

前記第 1 部分および前記第 2 部分のそれぞれの上端は、前記第 1 開口よりも下方に位置し、

前記第 1 部分は、鉛直方向にみて前記第 1 開口に重ならず、

前記第 2 部分は、鉛直方向にみて前記第 1 開口に重なり、

40

前記第 1 開口から液状の冷媒を通して前記第 1 部分に至る最短距離は、前記第 1 開口から液状の冷媒を通して前記第 2 部分に至る最短距離よりも長い、

沸騰冷却装置。

【請求項 8】

前記第 1 開口は、水平方向を向く、

請求項 7 に記載の沸騰冷却装置。

【請求項 9】

前記第 1 部分の表面粗さは、前記第 2 部分の表面粗さよりも大きい、

請求項 1 から 8 のいずれか 1 項に記載の沸騰冷却装置。

【請求項 10】

50

冷媒を収容し、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、発熱体からの熱により気化させるための液状の冷媒に接触する伝熱面を有し、
前記伝熱面は、冷媒の核沸騰を生じさせる第 1 部分と、前記第 1 部分よりも冷媒の核沸騰を生じさせ難い第 2 部分と、を有し、
前記受熱部は、鉛直線に沿って延びる貫通孔を有する伝熱部材を有し、
前記貫通孔の内周面の少なくとも一部は、前記第 1 部分であり、
前記第 2 管部は、前記貫通孔に挿入されており、
前記第 1 部分は、鉛直線に沿って並ぶ複数の凹部または複数の凸部で構成され、
前記第 2 管部は、前記受熱部に向けて開口する第 1 開口と、前記放熱部に向けて開口する第 2 開口と、を有し、
前記第 1 開口は、前記受熱部に収容される冷媒の液面よりも下方に位置し、
前記第 1 開口および前記第 2 部分のそれぞれは、前記第 1 部分の下端よりも下方に位置する、

10

沸騰冷却装置。

20

【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。

30

【先行技術文献】

【特許文献】

【0004】

【文献】国際公開第 2015/146110 号

40

【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、受熱部での冷媒の核沸騰により発生した気泡が液流入口に混入することにより、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、本発明の第 1 態様に係る沸騰冷却装置は、冷媒を収容し、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

50

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、発熱体からの熱により気化させるための液状の冷媒に接触する伝熱面を有し、前記伝熱面は、冷媒の核沸騰を生じさせる第 1 部分と、前記第 1 部分よりも冷媒の核沸騰を生じさせ難い第 2 部分と、を有し、前記第 2 管部は、前記受熱部に向けて開口する第 1 開口と、前記放熱部に向けて開口する第 2 開口と、を有し、前記第 1 開口は、前記受熱部に收容される冷媒の液面よりも下方に位置し、前記第 1 開口と前記第 1 部分との間の距離は、前記第 1 開口と前記第 2 部分との間の距離よりも短い。

【 0 0 0 7 】

10

また、本発明の第 2 態様に係る沸騰冷却装置は、冷媒を收容し、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、発熱体からの熱により気化させるための液状の冷媒に接触する伝熱面を有し、前記伝熱面は、冷媒の核沸騰を生じさせる第 1 部分と、前記第 1 部分よりも冷媒の核沸騰を生じさせ難い第 2 部分と、を有し、前記第 2 管部は、前記受熱部に向けて開口する第 1 開口と、前記放熱部に向けて開口する第 2 開口と、を有し、前記第 1 開口は、前記受熱部に收容される冷媒の液面よりも下方に位置し、前記第 1 開口および前記第 2 部分およびのそれぞれは、前記第 1 部分よりも下方に位置する。

20

【 0 0 0 8 】

さらに、本発明の第 3 態様に係る沸騰冷却装置は、冷媒を收容し、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、発熱体からの熱により気化させるための液状の冷媒に接触する伝熱面を有し、前記伝熱面は、冷媒の核沸騰を生じさせる第 1 部分と、前記第 1 部分よりも冷媒の核沸騰を生じさせ難い第 2 部分と、を有し、前記第 2 管部は、前記受熱部に向けて開口する第 1 開口と、前記放熱部に向けて開口する第 2 開口と、を有し、前記第 1 開口は、前記受熱部に收容される冷媒の液面よりも下方に位置し、前記第 1 部分および前記第 2 部分は、前記第 1 開口よりも下方にて水平方向で互いに異なる位置に設けられ、前記第 1 部分は、鉛直方向にみて前記第 1 開口に重ならず、前記第 2 部分は、鉛直方向にみて前記第 1 開口に重なる。

30

【図面の簡単な説明】

【 0 0 0 9 】

【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。

【図 3】図 2 中の A - A 線断面図である。

【図 4】第 2 実施形態に係る沸騰冷却装置の断面図である。

【図 5】第 3 実施形態に係る沸騰冷却装置の断面図である。

40

【図 6】第 4 実施形態に係る沸騰冷却装置の断面図である。

【図 7】第 5 実施形態に係る沸騰冷却装置の断面図である。

【図 8】沸騰冷却装置の応用例を示す斜視図である。

【図 9】変形例 1 に係る沸騰冷却装置の断面図である。

【図 10】変形例 2 に係る沸騰冷却装置の断面図である。

【図 11】変形例 3 に係る沸騰冷却装置の断面図である。

【図 12】変形例 4 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】

【 0 0 1 0 】

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

50

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。

【 0 0 1 1 】

1 . 第 1 実施形態

1 - 1 . 沸騰冷却装置の概要

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。

10

【 0 0 1 2 】

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 4 5 ° 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。

【 0 0 1 3 】

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 1 0 0 を冷却する。各発熱体 1 0 0 は、例えば、ダイオードまたは I G B T (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に搭載される。

20

【 0 0 1 4 】

図 1 に示す例では、各発熱体 1 0 0 が X Z 平面に沿う扁平形状をなす。また、2 個の発熱体 1 0 0 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 1 0 0 の外形が概略的に示される。発熱体 1 0 0 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 1 0 0 のうちの一方が省略されてもよい。また、発熱体 1 0 0 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。

30

【 0 0 1 5 】

沸騰冷却装置 1 は、気化した冷媒 R E と液化した冷媒 R E との密度差を利用したループ型サーモサイフオンの冷却器である。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 6 】

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、当該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。当該液相冷媒は、密度の増大により第 2 管部 4 0 を通じて下降することにより受熱部 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。

40

【 0 0 1 7 】

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。なお、図 2 では、沸騰冷却装置 1 を X 軸および Z 軸を含む平面で切断した断面が示される。また、図 3 では、受熱部 1 0 を X 軸および Y 軸を含む平面で切断した断面が示される。

50

【 0 0 1 8 】

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、発熱体 1 0 0 からの熱により気化させるための液状の冷媒 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。

【 0 0 1 9 】

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。

10

【 0 0 2 0 】

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 と伝熱部材 1 4 を有する。

【 0 0 2 1 】

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。

20

【 0 0 2 2 】

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、伝熱部材 1 4 が配置される。伝熱部材 1 4 は、発熱体 1 0 0 と受熱部 1 0 とが並ぶ方向からみて発熱体 1 0 0 に重なる。

【 0 0 2 3 】

伝熱部材 1 4 は、収容室 S 1 0 を上下に二分するように配置され、側壁 1 3 に接続される熱伝導性の部材である。ここで、伝熱部材 1 4 は、Z 軸に直交する面に沿って広がる板状またはブロック状をなしており、Z 2 方向を向く第 1 面 1 4 a と、Z 1 方向を向く第 2 面 1 4 b と、Z 軸に沿う方向に貫通する複数の貫通孔 1 4 c _ 1 ~ 1 4 c _ 3 と、を有する。貫通孔 1 4 c _ 1 ~ 1 4 c _ 3 のそれぞれは、第 1 面 1 4 a および第 2 面 1 4 b のそれぞれに開口する空間である。このため、収容室 S 1 0 では、伝熱部材 1 4 よりも Z 1 方向に位置する空間と Z 2 方向に位置する空間とが貫通孔 1 4 c _ 1 ~ 1 4 c _ 3 を介して連通する。なお、以下では、貫通孔 1 4 c _ 1 ~ 1 4 c _ 3 を区別しない場合、これらのそれぞれを単に貫通孔 1 4 c という場合がある。

30

【 0 0 2 4 】

本実施形態では、貫通孔 1 4 c _ 1 ~ 1 4 c _ 3 は、互いに同一形状をなす。また、貫通孔 1 4 c _ 1 ~ 1 4 c _ 3 のそれぞれの幅は、一定である。図 3 に示す例では、貫通孔 1 4 c _ 1 ~ 1 4 c _ 3 のそれぞれの横断面は、円形をなす。このような形状の貫通孔 1 4 c _ 1 ~ 1 4 c _ 3 は、例えば、切削等により形成される。

40

【 0 0 2 5 】

なお、貫通孔 1 4 c _ 1 ~ 1 4 c _ 3 の形状は、互いに異なってもよい。また、貫通孔 1 4 c _ 1 ~ 1 4 c _ 3 のそれぞれの幅は、一定でなくてもよい。さらに、貫通孔 1 4 c _ 1 ~ 1 4 c _ 3 のそれぞれの横断面形状は、円形に限定されず、例えば、後述の変形例 3 のような四角形等の多角形、楕円形等でもよい。また、伝熱部材 1 4 に設けられる貫通孔 1 4 c の数は、3 個に限定されず、2 個以下または 4 個以上でもよい。また、伝熱部材 1 4 に設けられる複数の貫通孔 1 4 c は、X 軸に沿う方向に並ぶ態様に限定されず、例えば、Z 軸に直交する平面に沿って、千鳥状または行列状等に規則的に配置されてもよいし

50

、不規則に配置されてもよい。

【 0 0 2 6 】

ここで、伝熱部材 1 4 は、冷媒 R E の液面 R E 0 よりも下方に配置される。したがって、第 1 面 1 4 a、第 2 面 1 4 b および貫通孔 1 4 c __ 1 ~ 1 4 c __ 3 の内周面のそれぞれは、冷媒 R E に接触する伝熱面 F H の一部を構成する。なお、伝熱面 F H は、第 1 面 1 4 a、第 2 面 1 4 b および貫通孔 1 4 c __ 1 ~ 1 4 c __ 3 の内周面のほか、側壁 1 3 の内壁面 1 3 a の一部と底板 1 1 の内壁面 1 1 a とを含む。

【 0 0 2 7 】

このような伝熱部材 1 4 は、冷媒 R E の核沸騰を促進させる機能を有する。具体的に説明すると、伝熱部材 1 4 は、底板 1 1、天板 1 2 および側壁 1 3 のみで受熱部 1 0 を構成する場合に比べて、冷媒 R E と接触する伝熱面 F H の面積を増大させる。したがって、伝熱面 F H で生じる冷媒 R E の核沸騰による気泡量を増やすことができる。

10

【 0 0 2 8 】

しかも、貫通孔 1 4 c __ 1 ~ 1 4 c __ 3 のそれぞれの内周面には、冷媒 R E の核沸騰を促進させる構造が設けられる。当該構造は、例えば、伝熱面 F H の表面積を増大させる構造である。図 2 に示す例では、貫通孔 1 4 c __ 1 ~ 1 4 c __ 3 のそれぞれの内周面には、冷媒 R E の核沸騰を促進させる構造として、複数の凹部または複数の凸部が設けられる。当該凹部または当該凸部は、例えば、貫通孔 1 4 c __ 1 ~ 1 4 c __ 3 の周方向に延びる溝である。当該溝は、例えば、貫通孔 1 4 c __ 1 ~ 1 4 c __ 3 を切削等の加工により形成した場合に得られる加工痕であるか、または、貫通孔の形成後のネジ切加工等の加工により得られるネジ溝である。

20

【 0 0 2 9 】

なお、冷媒 R E の核沸騰を促進させる構造としては、前述のような複数の凹部または複数の凸部のほか、例えば、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。

【 0 0 3 0 】

以上のように、受熱部 1 0 で液状の冷媒 R E が接触する伝熱面 F H のうち、貫通孔 1 4 c __ 1 ~ 1 4 c __ 3 のそれぞれの内周面の部分は、発熱体 1 0 0 からの熱により冷媒 R E の核沸騰を生じさせやすい第 1 部分 F H 1 である。

30

【 0 0 3 1 】

一方、伝熱面 F H のうち、第 1 部分 F H 1 以外の部分は、第 1 部分 F H 1 よりも冷媒 R E の核沸騰を生じさせ難い第 2 部分 F H 2 である。なお、第 2 部分 F H 2 は、冷媒 R E の核沸騰を実質的に生じさせないか、または、冷媒 R E の核沸騰を生じさせても、第 1 部分 F H 1 に比べて単位面積あたりで核沸騰により生じる気泡量が少ない。

【 0 0 3 2 】

伝熱面 F H の各部位での冷媒 R E の核沸騰は、例えば、伝熱面 F H の各部位の表面粗さ等の表面形状に影響される。一般的には、例えば、液状の冷媒に接する面において、表面粗さの異なる 2 つの面のうち、表面粗さの粗い面では核沸騰が起こりやすく、滑らかな面では核沸騰が起こりにくい。

40

【 0 0 3 3 】

ここで、第 1 部分 F H 1 の表面粗さは、第 2 部分 F H 2 の表面粗さよりも大きい。第 1 部分 F H 1 の具体的な表面粗さは、特に限定されないが、冷媒 R E の核沸騰を好適に生じさせる観点から、例えば、10 μ m 以上 10000 μ m 以下の範囲内であることが好ましい。一方、第 2 部分 F H 2 の具体的な表面粗さは、特に限定されないが、冷媒 R E の核沸騰を好適に抑制する観点から、後述の開口 4 1 a の近傍部分が鏡面に近いことが好ましく、例えば、1 μ m 以下の範囲内であることが好ましい。なお、表面粗さは、算術平均粗さ R a である。

【 0 0 3 4 】

50

受熱部 10 は、熱伝導性に優れる材料で構成される。受熱部 10 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 10 の底板 11、天板 12、側壁 13 および伝熱部材 14 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 11、天板 12、側壁 13 および伝熱部材 14 のそれぞれは別部材で構成されてもよいし、底板 11、天板 12、側壁 13 および伝熱部材 14 は、一体で構成されてもよい。

【0035】

以上の受熱部 10 には、発熱体 100 が熱的に接続される。本実施形態では、発熱体 100 が側壁 13 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。

10

【0036】

1-2b. 放熱部

放熱部 20 は、凝縮室 S20 を有する構造体であり、受熱部 10 からの熱を放熱する。凝縮室 S20 は、冷媒 RE を気化した状態から凝縮液化させる空間である。放熱部 20 では、受熱部 10 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 20 は、凝縮室 S20 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 S20 の外部を流動する流体であればよく、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。

20

【0037】

図 2 に示す例では、放熱部 20 は、容器 21 と複数の放熱フィン 22 とを有する。容器 21 は、凝縮室 S20 を内部空間として有する。容器 21 は、底板 211 と天板 212 と側壁 213 とを有する。これらで囲まれた空間が凝縮室 S20 である。底板 211 および天板 212 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 211 は、天板 212 に対して Z 2 方向に位置しており、底板 211 には、第 1 管部 30 および第 2 管部 40 との接続のための孔が設けられる。底板 211 および天板 212 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 213 が配置される。側壁 213 は、底板 211 および天板 212 の外周同士を全周にわたって連結する。

30

【0038】

本実施形態では、側壁 213 が円筒状をなしており、凝縮室 S20 が円柱状をなす。なお、凝縮室 S20 の形状は、円柱状に限定されず、例えば、角柱状でもよい。また、側壁 213 の内周面および外周面の形状は、互いに異なってもよい。

【0039】

容器 21 は、熱伝導性に優れる材料で構成される。容器 21 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。

【0040】

各放熱フィン 22 は、容器 21 に熱的に接続される。各放熱フィン 22 は、平板状の部材である。複数の放熱フィン 22 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 22 は、熱伝導性に優れる材料で構成される。放熱フィン 22 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 22 には、容器 21 を挿入するための孔が設けられる。放熱フィン 22 は、例えば、容器 21 に対して拡管、圧入、接着剤、ネジ止め、ロウ付けまたは溶接等により固定される。

40

【0041】

なお、放熱フィン 22 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 22 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 20 が複数

50

の放熱フィン２２を有することにより、気相冷媒を効率的に凝縮液化させることができる。

【００４２】

１－２ｃ．第１管部

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１流路Ｓ３０を有する。本実施形態では、第１管部３０は、Ｚ軸に沿って直線状に延びる蒸気管３１で構成される。蒸気管３１は、第１流路Ｓ３０を内部空間として有する管である。

【００４３】

蒸気管３１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３１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、蒸気管３１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。

10

【００４４】

第１管部３０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３１ａと、放熱部２０に向けて開口する開口３１ｂと、を有する。開口３１ａは、第１管部３０の内周面３１ｃのＺ２方向での端縁で囲まれる空間である。開口３１ｂは、第１管部３０の内周面３１ｃのＺ１方向での端縁で囲まれる空間である。

【００４５】

ここで、開口３１ａは、天板１２のＺ２方向を向く面である内壁面１２ａと同一平面上に位置する。また、第１管部３０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。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。

20

【００４６】

第１流路Ｓ３０は、第１管部３０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。

【００４７】

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。

30

【００４８】

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、Ｚ軸に沿って直線状に延びる液管４１で構成される。液管４１は、第２流路Ｓ４０を内部空間として有する管である。

【００４９】

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。

40

【００５０】

第２管部４０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「第１開口」の一例である開口４１ａと、放熱部２０に向けて開口する「第２開口」の一例である開口４１ｂと、を有する。開口４１ａは、第２管部４０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、第２管部４０の内周面４１ｃのＺ１方向での端縁で囲まれる空間である。

50

【 0 0 5 1 】

ここで、第 2 管部 4 0 の一部は、受熱部 1 0 の天板 1 2 よりも Z 2 方向に突出する。本実施形態では、第 2 管部 4 0 は、前述の伝熱部材 1 4 の貫通孔 1 4 c に挿入されており、開口 4 1 a は、伝熱部材 1 4 よりも Z 2 方向に位置する。したがって、開口 4 1 a は、伝熱部材 1 4 と底板 1 1 との間に位置する。また、開口 4 1 b は、放熱部 2 0 の底板 2 1 1 の Z 1 方向を向く面と同一平面上に位置する。なお、第 2 流路 S 4 0 は、液管 4 1 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 5 2 】

第 2 流路 S 4 0 は、第 2 管部 4 0 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。

10

【 0 0 5 3 】

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。

【 0 0 5 4 】

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。

20

【 0 0 5 5 】

以上の第 2 管部 4 0 では、前述のように、開口 4 1 a は、伝熱部材 1 4 と底板 1 1 との間に位置する。ここで、前述のように、伝熱部材 1 4 の貫通孔 1 4 c の内周面は、冷媒 R E の核沸騰を生じさせる第 1 部分 F H 1 であるのに対し、底板 1 1 の内壁面 1 1 a は、第 1 部分 F H 1 よりも冷媒 R E の核沸騰を生じさせ難い第 2 部分 F H 2 である。そして、開口 4 1 a と第 2 部分 F H 2 との間の距離 L 2 は、開口 4 1 a と第 1 部分 F H 1 との間の距離 L 1 よりも短い。このため、第 1 部分 F H 1 での冷媒 R E の核沸騰により生じた気泡 B が開口 4 1 a に混入し難い。

30

【 0 0 5 6 】

距離 L 1 は、開口 4 1 a から液状の冷媒 R E を通って第 1 部分 F H 1 に至る最短距離である。距離 L 1 は、距離 L 2 よりも長ければよいが、図 2 に示す例では、液管 4 1 の Z 2 方向での端面が底板 1 1 の内壁面 1 1 a に平行であるため、当該端面と内壁面 1 1 a とが間隔を隔てるよう、開口 4 1 a からの液相冷媒の流出を妨げない範囲に設定される。なお、当該端面が内壁面 1 1 a に対して傾斜したり当該端面に切り欠き等を設けたりしてもよい。この場合、当該端面と内壁面 1 1 a とが接触してもよい。すなわち、この場合、距離 L 2 がゼロでもよい。

【 0 0 5 7 】

40

距離 L 2 は、開口 4 1 a から液状の冷媒 R E を通って第 2 部分 F H 2 に至る最短距離である。距離 L 2 は、距離 L 1 よりも短ければよいが、本実施形態のように開口 4 1 a が第 1 部分 F H 1 よりも下方に位置する場合、受熱部 1 0 に要求される形状、必要な大きさにより適宜決定できるが、1 mm 以上であることが好ましい。この場合、第 1 部分 F H 1 から開口 4 1 a への気泡 B の混入を好適に低減することができる。

【 0 0 5 8 】

1 - 3 . まとめ

以上の沸騰冷却装置 1 は、前述のように、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 とを備える。受熱部 1 0 は、冷媒 R E を収容し、発熱体 1 0 0 からの熱を受ける。放熱部 2 0 は、受熱部 1 0 からの熱を放熱する。第 1 管部 3 0 は、受熱部 1 0 で冷媒

50

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 2 管部 4 0 は、放熱部 2 0 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 1 0 に輸送する。

【 0 0 5 9 】

ここで、受熱部 1 0 は、発熱体 1 0 0 からの熱により気化させるための液状の冷媒 R E に接触する伝熱面 F H を有する。伝熱面 F H は、冷媒 R E の核沸騰を生じさせる第 1 部分 F H 1 と、第 1 部分 F H 1 よりも冷媒 R E の核沸騰を生じさせ難い第 2 部分 F H 2 と、を有する。第 2 管部 4 0 は、受熱部 1 0 に向けて開口する「第 1 開口」の一例である開口 4 1 a と、放熱部 2 0 に向けて開口する「第 2 開口」の一例である開口 4 1 b と、を有する。

【 0 0 6 0 】

そのうえで、開口 4 1 a は、受熱部 1 0 に収容される冷媒 R E の液面 R E 0 よりも下方に位置する。そして、開口 4 1 a と第 2 部分 F H 2 との間の距離 L 2 は、開口 4 1 a と第 1 部分 F H 1 との間の距離 L 1 よりも短い。

【 0 0 6 1 】

以上の沸騰冷却装置 1 では、開口 4 1 a が受熱部 1 0 での冷媒 R E の液面 R E 0 よりも下方に位置するので、受熱部 1 0 で生成した気相冷媒が開口 4 1 a に流入することを防止することができる。このため、受熱部 1 0 からの気相冷媒を第 1 管部 3 0 に流入させやすくすることができる。

【 0 0 6 2 】

しかも、開口 4 1 a と第 2 部分 F H 2 との間の距離 L 2 が開口 4 1 a と第 1 部分 F H 1 との間の距離 L 1 よりも短いので、第 1 部分 F H 1 での冷媒 R E の核沸騰により生じた気泡 B が開口 4 1 a に混入することを防止することもできる。このため、第 2 管部 4 0 から受熱部 1 0 への液相冷媒の流入が気泡 B により阻害されることを低減することができる。この結果、受熱部 1 0 から第 1 管部 3 0、放熱部および第 2 管部 4 0 をこの順に通って受熱部 1 0 に戻るとい冷媒 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。

【 0 0 6 3 】

前述のように、鉛直方向にみて開口 4 1 a に重なる領域において、開口 4 1 a よりも下方には、第 1 部分 F H 1 が存在しない。第 1 部分 F H 1 での核沸騰により生じた気泡 B は、その浮力により受熱部 1 0 での冷媒 R E の液面 R E 0 に向けて鉛直上方に移動する。したがって、開口 4 1 a への当該気泡 B の混入を低減する観点から、鉛直方向にみて開口 4 1 a に重なる領域において、開口 4 1 a よりも下方には、第 1 部分 F H 1 が存在しないことが好ましい。

【 0 0 6 4 】

また、前述のように、開口 4 1 a および第 2 部分 F H 2 のそれぞれは、第 1 部分 F H 1 よりも下方に位置する。このため、距離 L 2 を距離 L 1 よりも短くすることができる。また、受熱部 1 0 での冷媒 R E が流動しても、第 1 部分 F H 1 での核沸騰により生じた気泡 B が開口 4 1 a に混入することを低減することができる。

【 0 0 6 5 】

さらに、前述のように、第 1 部分 F H 1 は、鉛直線に沿って延びる。このため、第 1 部分 F H 1 での冷媒 R E の核沸騰により生じた気泡 B が伝熱面 F H から離脱しやすい。この結果、伝熱面 F H での当該気泡 B の滞留が低減されるので、冷却性能の低下を低減することができる。また、受熱部 1 0 および発熱体 1 0 0 が水平方向に沿って並んで配置される場合、発熱体 1 0 0 からの熱が第 1 部分 F H 1 に伝わりやすいので、第 1 部分 F H 1 での冷媒 R E の核沸騰を効率的に生じさせることができる。なお、「鉛直線に沿って延びる」とは、鉛直線に一致する方向に延びることと、鉛直線に対して 4 5 ° 以下で傾斜した方向で延びることと、の双方を概念として含む。

【 0 0 6 6 】

本実施形態では、前述のように、受熱部 1 0 は、鉛直線に沿って延びる貫通孔 1 4 c を有する伝熱部材 1 4 を有する。そして、貫通孔 1 4 c の内周面の少なくとも一部は、第 1

10

20

30

40

50

部分 F H 1 である。そのうえで、第 2 管部 4 0 は、貫通孔 1 4 c に挿入される。貫通孔 1 4 c を有する伝熱部材 1 4 を用いることにより、受熱部 1 0 における伝熱面 F H の面積を大きくしやすいという利点がある。また、第 1 管部 3 0 の貫通孔 1 4 c に第 1 管部 3 0 を挿入することにより、開口 4 1 a を第 1 部分 F H 1 よりも下方に配置することができる。

【 0 0 6 7 】

また、前述のように、開口 4 1 a は、貫通孔 1 4 c よりも下方に位置する。このため、貫通孔 1 4 c の内壁面の全域に第 1 部分 F H 1 を設けても、開口 4 1 a を第 1 部分 F H 1 よりも下方に配置することができる。

【 0 0 6 8 】

さらに、前述のように、開口 4 1 a は、下方を向く。このため、開口 4 1 a が鉛直上方または水平方向を向く構成に比べて、第 2 管部 4 0 の製造または組み立てが簡単に済むという利点がある。その半面、開口 4 1 a が下方を向く場合、開口 4 1 a が鉛直上方または水平方向を向く場合に比べて、仮に開口 4 1 a の近傍で核沸騰により気泡 B が生じると、その気泡 B が開口 4 1 a に混入しやすい。したがって、この場合、前述のように開口 4 1 a と第 2 部分 F H 2 との間の距離 L 2 を開口 4 1 a と第 1 部分 F H 1 との間の距離 L 1 よりも短くすることは、開口 4 1 a への当該気泡 B の混入を低減するうえで、有用である。

【 0 0 6 9 】

また、前述のように、第 1 部分 F H 1 の表面粗さは、第 2 部分 F H 2 の表面粗さよりも大きい。このため、第 1 部分 F H 1 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。

【 0 0 7 0 】

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 1 】

図 4 は、第 2 実施形態に係る沸騰冷却装置 1 A の断面図である。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、抑制部 1 5 を追加した以外は、受熱部 1 0 と同様である。

【 0 0 7 2 】

抑制部 1 5 は、開口 4 1 a への気泡 B の混入を低減するよう、冷媒 R E の核沸騰を抑制する機能を有する。抑制部 1 5 は、例えば、超撥水コーティング膜または鏡面で構成される。抑制部 1 5 は、第 2 部分 F H 2 に設けられる。より具体的には、抑制部 1 5 は、開口 4 1 a の鉛直下方に位置するよう、底板 1 1 の内壁面 1 1 a に配置される。

【 0 0 7 3 】

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、第 2 部分 F H 2 には、鉛直方向にみて開口 4 1 a に重なる領域に、冷媒 R E の核沸騰を抑制する抑制部 1 5 が設けられる。このため、開口 4 1 a の下方での気泡 B の存在率を低下させることができる。この結果、開口 4 1 a への気泡 B の混入が好適に防止される。

【 0 0 7 4 】

3 . 第 3 実施形態

以下、本発明の第 3 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 5 】

図 5 は、第 3 実施形態に係る沸騰冷却装置 1 B の断面図である。沸騰冷却装置 1 B は、受熱部 1 0 および第 2 管部 4 0 に代えて受熱部 1 0 B および第 2 管部 4 0 B 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 B は、抑制部 1 6 を追加した以外は、受熱部 1 0 と同様である。また、第 2 管部 4 0 B は、液管 4 1 に代えて

10

20

30

40

50

液管 4 1 B を有する以外は、第 2 管部 4 0 と同様である。

【 0 0 7 6 】

抑制部 1 6 は、前述の第 2 実施形態の抑制部 1 5 と同様、例えば、超撥水コーティング膜または鏡面で構成される。抑制部 1 6 は、伝熱部材 1 4 の第 1 面 1 4 a から Z 1 方向に延びよう、伝熱部材 1 4 の貫通孔 1 4 c __ 2 の内周面の一部に設けられる。このため、貫通孔 1 4 c __ 2 の内周面のうち、抑制部 1 6 が設けられない部分は、第 1 部分 F H 1 であり、抑制部 1 6 が設けられる部分は、第 2 部分 F H 2 である。

【 0 0 7 7 】

液管 4 1 B は、天板 1 2 からの突出長さが異なる以外は、第 1 実施形態の液管 4 1 と同様である。液管 4 1 B の開口 4 1 a は、貫通孔 1 4 c __ 2 内に位置する。より具体的には、開口 4 1 a は、Z 軸に直交する方向にみて、抑制部 1 6 に重なる位置に配置される。

【 0 0 7 8 】

以上の第 3 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、貫通孔 1 4 c __ 2 の内周面の一部は、第 2 部分 F H 2 である。そして、開口 4 1 a は、貫通孔 1 4 c __ 2 内に位置する。このように、貫通孔 1 4 c __ 2 の内周面に第 2 部分 F H 2 を設けることにより、開口 4 1 a を貫通孔 1 4 c __ 2 内に位置しても、第 1 部分 F H 1 での核沸騰により生じた気泡 B が開口 4 1 a に混入することを低減することができる。

【 0 0 7 9 】

4 . 第 4 実施形態

以下、本発明の第 4 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 8 0 】

図 6 は、第 4 実施形態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、伝熱部材 1 4 を省略するとともに抑制部 1 5 および促進部 1 7 を追加した以外は、受熱部 1 0 と同様である。

【 0 0 8 1 】

本実施形態では、発熱体 1 0 0 が底板 1 1 の外表面に熱的に接続される。また、促進部 1 7 は、冷媒 R E の核沸騰を促進させる構造であり、抑制部 1 5 の周囲を囲むように、底板 1 1 の内壁面 1 1 a に設けられる。

【 0 0 8 2 】

図 6 に示す例では、促進部 1 7 は、複数のフィン 1 7 a を有する。当該複数のフィン 1 7 a は、例えば、並列型、格子型または波型の突起であり、押出成形、溶接または口ウ付け等により形成される。なお、促進部 1 7 は、図 6 に示す例に限定されず、例えば、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等でもよい。

【 0 0 8 3 】

以上の構成では、抑制部 1 5 は、Z 軸方向にみて発熱体 1 0 0 に重なるが、内壁面 1 1 a での冷媒 R E の核沸騰が抑制部 1 5 の設けられる範囲において抑制される。一方、内壁面 1 1 a での冷媒 R E の核沸騰が促進部 1 7 の設けられる範囲において促進される。このようなことから、内壁面 1 1 a のうち、促進部 1 7 が設けられる部分は、第 1 部分 F H 1 であり、抑制部 1 5 が設けられる部分は、第 2 部分 F H 2 である。ここで、開口 4 1 a と第 2 部分 F H 2 との間の距離 L 2 は、開口 4 1 a と第 1 部分 F H 1 との間の距離 L 1 よりも短い。

【 0 0 8 4 】

以上の第 4 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、第 1 部分 F H 1 および第 2 部分 F H 2 のそれぞれは、開口 4 1 a よりも下方に位置する。第 1 部分 F H 1 は、鉛直方向にみて開

10

20

30

40

50

口 4 1 a に重ならない。一方、第 2 部分 F H 2 は、鉛直方向にみて開口 4 1 a に重なる。本実施形態のように、受熱部 1 0 C に対して下方に発熱体 1 0 0 が配置される場合、発熱体 1 0 0 からの熱が底板 1 1 の内壁面 1 1 a に伝わりやすいので、内壁面 1 1 a に第 1 部分 F H 1 を設けることにより、第 1 部分 F H 1 での冷媒 R E の核沸騰を効率的に生じさせることができる。ここで、鉛直方向にみて開口 4 1 a には、第 2 部分 F H 2 が重なる一方、第 1 部分 F H 1 が重ならないので、気泡 B が開口 4 1 a に混入することを低減することができる。

【 0 0 8 5 】

5 . 第 5 実施形態

以下、本発明の第 5 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 8 6 】

図 7 は、第 5 実施形態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 および第 2 管部 4 0 に代えて受熱部 1 0 D および第 2 管部 4 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、伝熱部材 1 4 を省略するとともに促進部 1 8 を追加した以外は、受熱部 1 0 と同様である。ただし、受熱部 1 0 D と第 2 管部 4 0 D との接続位置は、受熱部 1 0 と第 2 管部 4 0 との接続位置と異なる。第 2 管部 4 0 D は、液管 4 1 に代えて液管 4 1 D を有する以外は、第 2 管部 4 0 と同様である。

【 0 0 8 7 】

本実施形態では、前述の第 5 実施形態と同様、発熱体 1 0 0 が底板 1 1 の外表面に熱的に接続される。また、促進部 1 8 は、冷媒 R E の核沸騰を促進させる構造であり、底板 1 1 の内壁面 1 1 a と側壁 1 3 の内壁面 1 3 a とにそれぞれ設けられる。

【 0 0 8 8 】

ここで、促進部 1 8 は、Z 軸方向にみて発熱体 1 0 0 に重なるよう、内壁面 1 1 a のうち内壁面 1 3 a から所定距離以上離れた範囲にわたり設けられる。また、促進部 1 8 は、内壁面 1 3 a のうち内壁面 1 1 a から所定距離以上離れた範囲にわたり設けられる。

【 0 0 8 9 】

図 7 に示す例では、促進部 1 8 は、内壁面 1 1 a に設けられる複数のフィン 1 8 a と、内壁面 1 3 a に設けられる複数のフィン 1 8 b と、を有する。当該複数のフィン 1 8 a と当該複数のフィン 1 8 b とのそれぞれは、例えば、並列型、格子型または波型の突起であり、押出成形、溶接または口ウ付け等により形成される。なお、促進部 1 8 は、図 7 に示す例に限定されず、例えば、ディンプル加工による複数の凹部、プ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等でもよい。

【 0 0 9 0 】

以上の構成では、内壁面 1 1 a および内壁面 1 3 a のうち、促進部 1 8 が設けられる部分は、第 1 部分 F H 1 であり、促進部 1 8 が設けられない部分は、第 2 部分 F H 2 である。ここで、内壁面 1 1 a のうち促進部 1 8 が設けられない部分では、Z 軸方向にみて発熱体 1 0 0 に重ならない部分を有しており、当該部分では、Z 軸方向にみて発熱体 1 0 0 に重なる部分に比べて冷媒 R E の核沸騰が抑制される。なお、当該部分には、前述の実施形態の抑制部 1 5 または抑制部 1 6 のような構造を設けてもよい。

【 0 0 9 1 】

液管 4 1 D は、側壁 1 3 に接続されるとともに開口 4 1 a が水平方向を向く以外は、液管 4 1 と同様である。液管 4 1 D は、屈曲または湾曲する部分を有しており、前述の複数のフィン 1 8 b よりも下方の位置で、側壁 1 3 に接続される。また、開口 4 1 a は、側壁 1 3 の内壁面 1 3 a から離れた位置に配置される。なお、開口 4 1 a が内壁面 1 3 a と同一平面上に配置されてもよい。

【 0 0 9 2 】

10

20

30

40

50

ここで、開口 4 1 a と第 2 部分 F H 2 との間の距離 L 2 a または距離 L 2 b は、開口 4 1 a と第 1 部分 F H 1 との間の距離 L 1 a または距離 L 1 b よりも短い。なお、距離 L 1 a は、開口 4 1 a と複数のフィン 1 8 a との間の距離である。距離 L 1 b は、開口 4 1 a と複数のフィン 1 8 b との間の距離である。距離 L 2 a は、開口 4 1 a と内壁面 1 1 a との間の距離である。距離 L 2 b は、開口 4 1 a と内壁面 1 3 a との間の距離である。

【 0 0 9 3 】

以上の第 5 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、開口 4 1 a は、水平方向を向く。このため、開口 4 1 a が下方を向く構成に比べて、気泡 B が開口 4 1 a に混入し難くすることができる。

【 0 0 9 4 】

10

6 . 応用例

図 8 は、沸騰冷却装置 1 の応用例を示す斜視図である。図 8 では、複数の沸騰冷却装置 1 により複数の発熱体 1 0 0 を冷却する場合の例が示される。

【 0 0 9 5 】

図 8 に示す例では、複数の沸騰冷却装置 1 と複数の発熱体 1 0 0 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 1 0 0 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 1 0 0 とが密着するように固定される。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 1 0 0 を冷却することができる。

【 0 0 9 6 】

20

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 2 2 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 1 0 0 の数に応じて決められ、図 8 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 8 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 1 A、1 B、1 C、1 D のうちのいずれかを用いてもよいし、沸騰冷却装置 1、1 A、1 B、1 C、1 D を適宜に組み合わせてもよい。

【 0 0 9 7 】

7 . 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。

30

【 0 0 9 8 】

7 - 1 . 変形例 1

前述の第 1 実施形態から第 3 実施形態では、複数の貫通孔 1 4 c のすべてに核沸騰を促進する構造が設けられるが、当該構造が設けられない貫通孔 1 4 c が存在してもよい。

【 0 0 9 9 】

図 9 は、変形例 1 に係る沸騰冷却装置 1 E の断面図である。沸騰冷却装置 1 E は、受熱部 1 0 および第 2 管部 4 0 に代えて受熱部 1 0 E および第 2 管部 4 0 E 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 E は、貫通孔 1 4 c __ 2 について核沸騰を促進する構造を省略した以外は、受熱部 1 0 と同様である。また、第 2 管部 4 0 E は、液管 4 1 に代えて液管 4 1 E を有する以外は、第 2 管部 4 0 と同様である。

40

【 0 1 0 0 】

図 9 に示す例では、貫通孔 1 4 c __ 1 ~ 1 4 c __ 3 のうち、貫通孔 1 4 c __ 1、1 4 c __ 3 の内周面は、第 1 部分 F H 1 であり、貫通孔 1 4 c __ 2 の内周面は、第 2 部分 F H 2 である。

【 0 1 0 1 】

液管 4 1 E は、天板 1 2 からの突出長さが異なる以外は、第 1 実施形態の液管 4 1 と同様である。液管 4 1 E の開口 4 1 a は、貫通孔 1 4 c __ 2 内に位置する。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。

【 0 1 0 2 】

7 - 2 . 変形例 2

50

前述の第1実施形態から第5実施形態では、受熱部10ごとに1つずつ放熱部20、第1管部30および第2管部40のそれぞれが設けられるが、1つの受熱部10に対して、放熱部20、第1管部30および第2管部40のそれぞれが複数設けられてもよい。ただし、複数の放熱部20の放熱フィン22は、一体で構成されてもよい。

【0103】

図10は、変形例2に係る沸騰冷却装置1Fの断面図である。沸騰冷却装置1Fは、受熱部10および放熱部20に代えて受熱部10Fおよび放熱部20Fを有するとともに、第1管部30および第2管部40のそれぞれが3つである以外は、前述の第1実施形態の沸騰冷却装置1と同様である。

【0104】

受熱部10Fは、3つの第1管部30および3つの第2管部40に接続される以外は、受熱部10と同様である。放熱部20Fは、容器21の数が3つである以外は、放熱部20と同様である。ここで、3つの第2管部40のそれぞれは、貫通孔14cに個別に挿入される。以上の変形例2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。

【0105】

7-3. 変形例3

図11は、変形例3に係る沸騰冷却装置1Gの断面図である。図11では、沸騰冷却装置1Gについて図3に対応する断面が示される。沸騰冷却装置1Gは、受熱部10に代えて受熱部10G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10Gは、伝熱部材14に代えて伝熱部材14Gを有する以外は、受熱部10と同様である。伝熱部材14Gは、貫通孔14c__1~14c__3に代えて貫通孔14d__1~14d__3を有する以外は、伝熱部材14と同様である。貫通孔14d__1~14d__3のそれぞれの横断面は、四角形をなす。以上の変形例3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。

【0106】

7-4. 変形例4

図12は、変形例4に係る沸騰冷却装置1Hの断面図である。図12では、沸騰冷却装置1Hについて図3に対応する断面が示される。沸騰冷却装置1Hは、受熱部10に代えて受熱部10Hを有するとともに、放熱部20、第1管部30および第2管部40のそれぞれが異なる以外は、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10Hは、伝熱部材14に代えて伝熱部材14Hを有する以外は、受熱部10と同様である。伝熱部材14Hは、貫通孔14cの数が異なる以外は、伝熱部材14と同様である。図12に示す例では、貫通孔14cの数が9つであり、9つの貫通孔14cが行列状に配置される。また、図12に示す例では、貫通孔14cごとに、放熱部20、第1管部30および第2管部40のそれぞれが設けられる。ただし、複数の放熱部20の放熱フィン22は、一体で構成されてもよい。以上の変形例4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。

【符号の説明】

【0107】

1...沸騰冷却装置、1A...沸騰冷却装置、1B...沸騰冷却装置、1C...沸騰冷却装置、1D...沸騰冷却装置、1E...沸騰冷却装置、1F...沸騰冷却装置、1G...沸騰冷却装置、1H...沸騰冷却装置、10...受熱部、10A...受熱部、10B...受熱部、10C...受熱部、10D...受熱部、10E...受熱部、10F...受熱部、10G...受熱部、10H...受熱部、11...底板、11a...内壁面、12...天板、12a...内壁面、13...側壁、13a...内壁面、14...伝熱部材、14G...伝熱部材、14H...伝熱部材、14a...第1面、14b...第2面、14c...貫通孔、14c__1...貫通孔、14c__2...貫通孔、14c__3...貫通孔、14d__1...貫通孔、15...抑制部、16...抑制部、17...促進部、17a...フィン、18...促進部、18a...フィン、18b...フィン、20...放熱部、20F...放熱部、21...容器、22...放熱フィン、30...第1管部、31...蒸気管、31a...開口、31b...

10

20

30

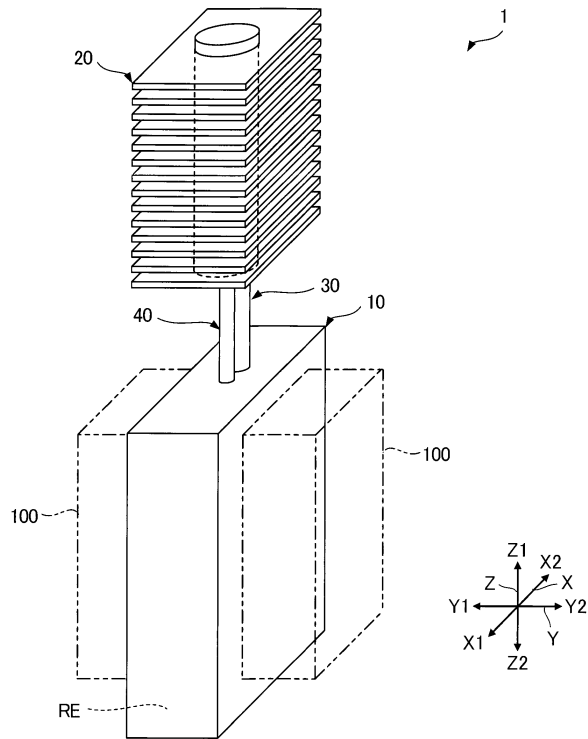
40

50

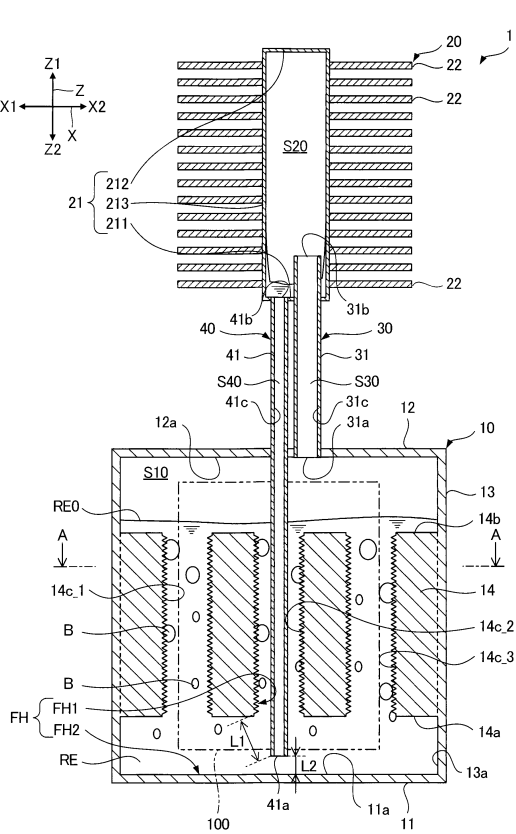
開口、3 1 c ... 内周面、4 0 ... 第 2 管部、4 0 B ... 第 2 管部、4 0 D ... 第 2 管部、4 0 E ... 第 2 管部、4 1 ... 液管、4 1 B ... 液管、4 1 D ... 液管、4 1 E ... 液管、4 1 a ... 開口 (第 1 開口)、4 1 b ... 開口 (第 2 開口)、4 1 c ... 内周面、1 0 0 ... 発熱体、2 1 1 ... 底板、2 1 2 ... 天板、2 1 3 ... 側壁、B ... 気泡、F H ... 伝熱面、F H 1 ... 第 1 部分、F H 2 ... 第 2 部分、L 1 ... 距離、L 1 a ... 距離、L 1 b ... 距離、L 2 ... 距離、L 2 a ... 距離、L 2 b ... 距離、R E ... 冷媒、R E 0 ... 液面、S 1 0 ... 収容室、S 2 0 ... 凝縮室、S 3 0 ... 第 1 流路、S 4 0 ... 第 2 流路。

【図面】

【図 1】



【図 2】



10

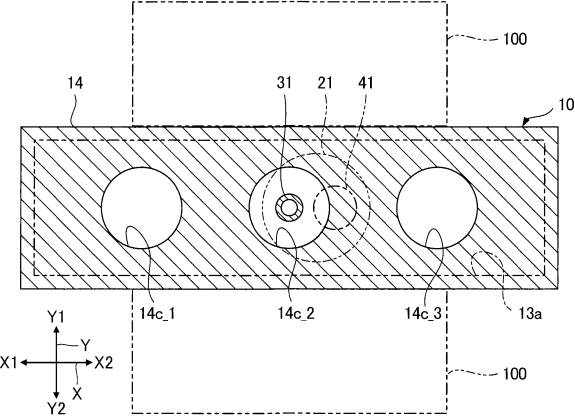
20

30

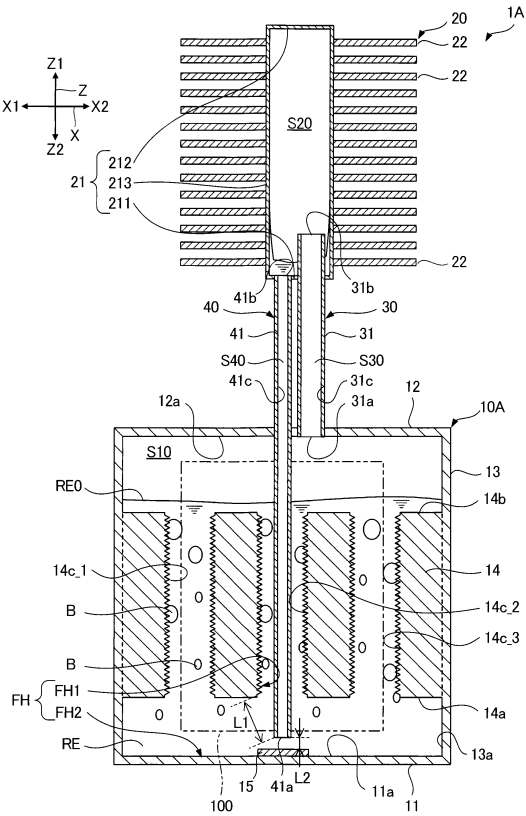
40

50

【図 3】



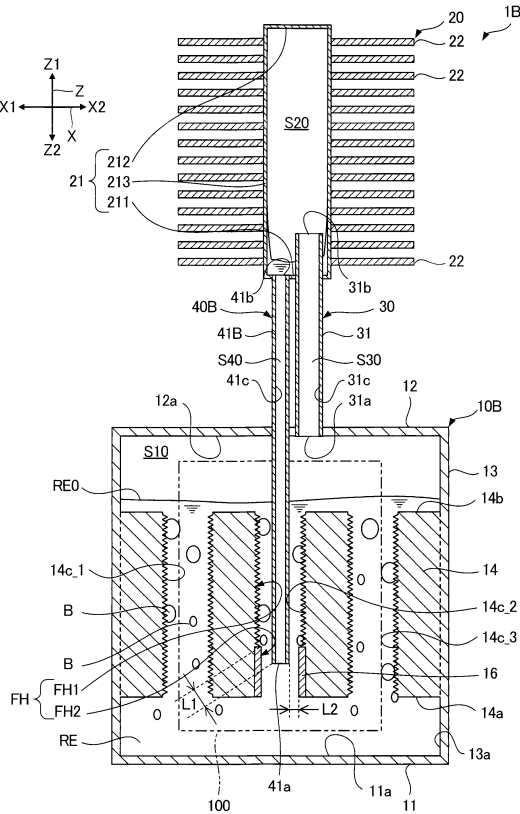
【図 4】



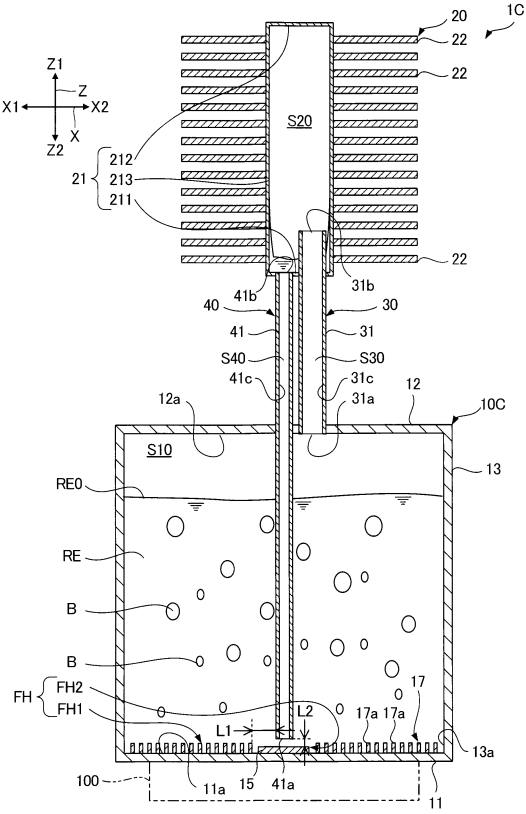
10

20

【図 5】



【図 6】

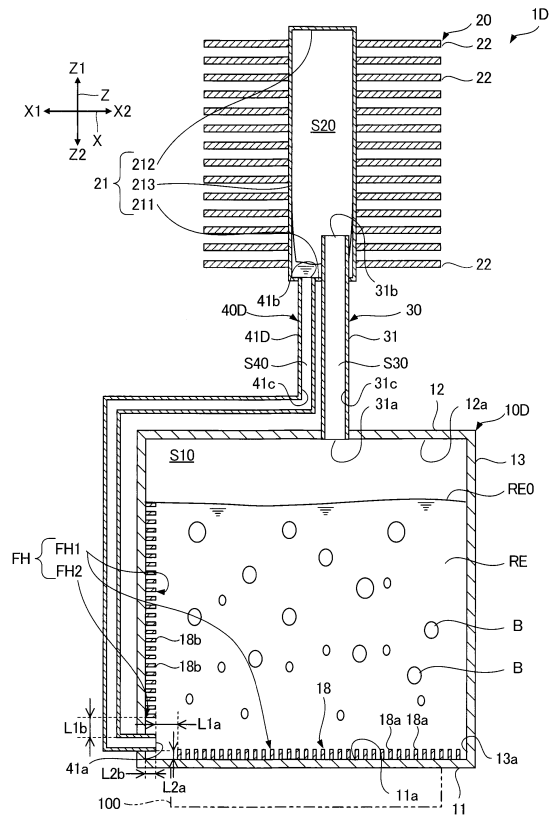


30

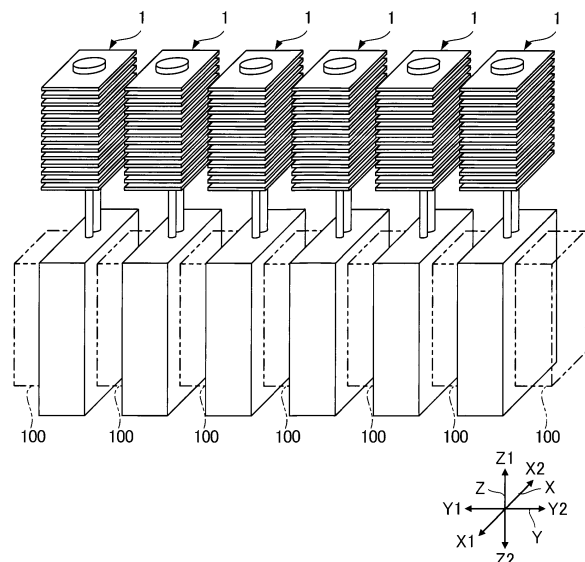
40

50

【圖 7】



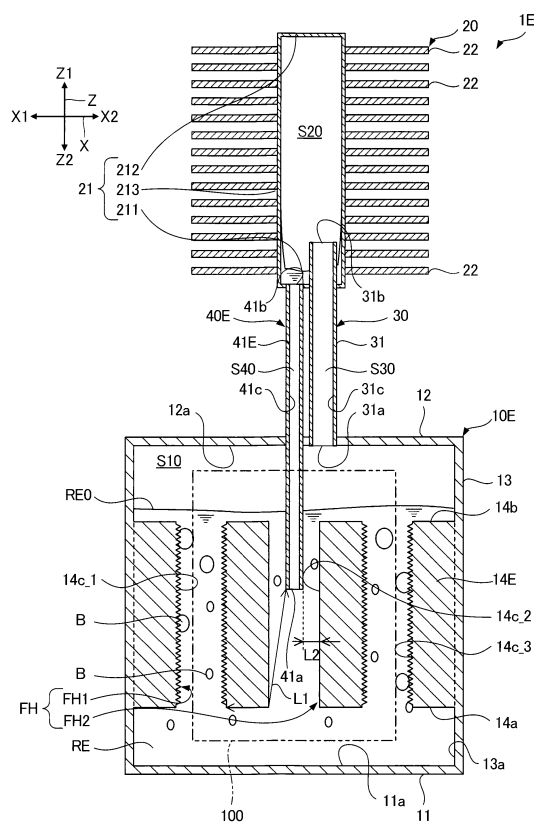
【 図 8 】



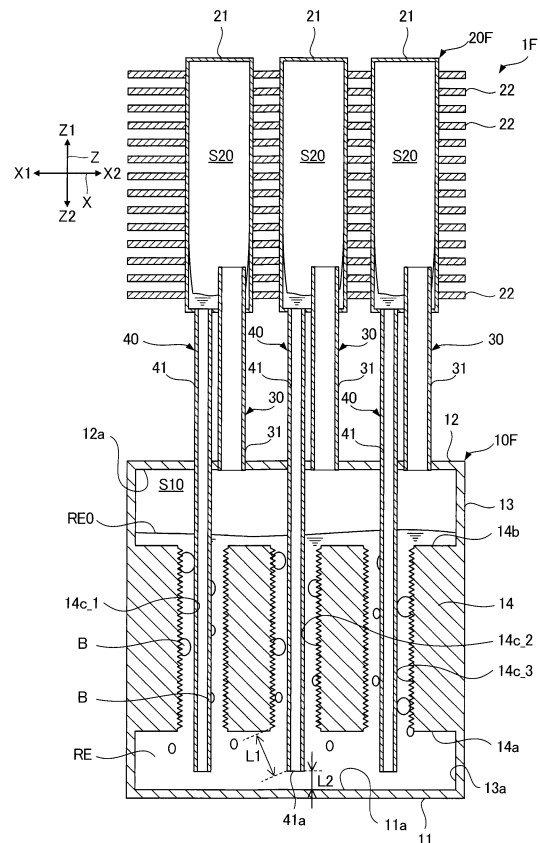
10

20

【 図 9 】



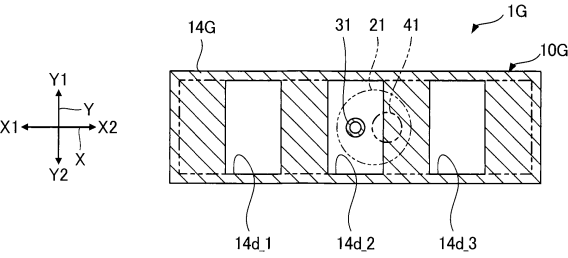
【 図 1 0 】



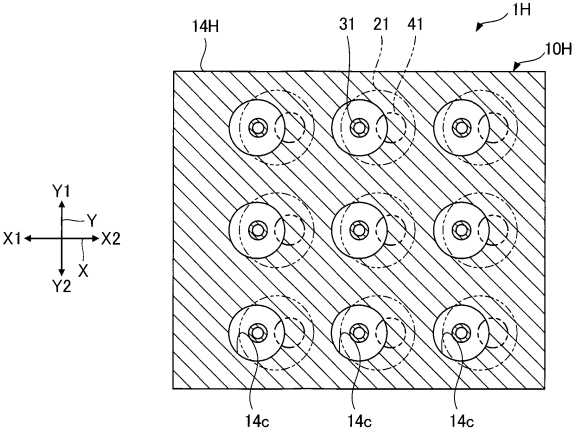
30

40

【図 1 1】



【図 1 2】



10

20

30

40

50

フロントページの続き

- (56)参考文献 特開 2 0 1 8 - 1 1 5 8 5 8 (J P , A)
特開平 0 8 - 3 1 3 1 7 8 (J P , A)
特開 2 0 0 9 - 0 8 8 1 2 5 (J P , A)
特開 2 0 1 4 - 0 7 4 5 6 8 (J P , A)
特開 2 0 0 3 - 1 6 1 5 4 7 (J P , A)
特開平 1 0 - 1 7 3 1 1 5 (J P , A)
特開昭 4 9 - 1 0 5 2 4 6 (J P , A)
韓国公開特許第 1 0 - 2 0 1 2 - 0 0 5 7 4 0 9 (K R , A)
韓国登録特許第 1 0 - 2 1 8 3 2 3 9 (K R , B 1)
- (58)調査した分野 (Int.Cl. , D B 名)
F 2 8 D 1 5 / 0 2
H 0 5 K 7 / 2 0
H 0 1 L 2 3 / 4 2 7