明　細　書

発明の名称 ： コールドプレート

技術分野

[0001]　本開示は、コールドプレートに関する。

本願は、２０２４年２月２２日に日本に出願された特願２０２４－０２５５７６号について優先権を主張し、その内容をここに援用する。

背景技術

[0002]　サーバ等に搭載されるＣＰＵやＧＰＵ等の電子機器は、稼働時に発熱する。これらの発熱体を冷却するため、コールドプレートが用いられる。コールドプレートの内部には、冷媒が流通している。コールドプレート内の冷媒が発熱体の熱を奪うことにより、発熱体が冷却される。コールドプレートには、例えば冷媒を沸騰させて気化熱により発熱体から熱を奪う、沸騰冷却型のコールドプレートがある。

[0003]　また、下記特許文献１には、冷媒が流通する流路内にフィンを設け、伝熱面積を増大させる技術が開示されている。このようなフィンがコールドプレート内に形成されることにより、伝熱面積が増大し、冷却能力の向上が期待される。

先行技術文献

特許文献

[0004] 特許文献1：特開２０００－３５２９５号公報

発明の概要

発明が解決しようとする課題

[0005]　しかしながら、コールドプレート内にフィンが設けられると、フィン間の流れに逆流や不安定流動が生じる場合がある。これらの流動現象が発熱体から冷媒への伝熱を妨げ、冷却性能が低下するおそれがある。

[0006]　また、フィン間の流路幅が狭いと、上流側の気泡体積が小さい領域では、気泡が扁平して薄い液膜領域が拡大する。この液膜領域では、発熱体から冷

媒への伝熱が促進される。一方、下流側の気泡体積が大きい領域では、気泡の扁平が進行し、伝熱性能の悪いドライアウト領域が拡大する。このため、上流側から下流側に向かうにしたがい、伝熱性能が悪化し、冷却性能が低下するおそれがある。

[0007] また、不安定流動を防止するために、例えば冷媒が封入されるケーシングの形状を変更し、フィンの上方の空間を下流側に向かうにしたがって徐々に拡大して、沸騰による蒸気量の増大に応じてフィン上方の空間へ気泡を抜けやすくする手法がある。しかしながら、この手法では、コールドプレートが大型化し、サーバへの設置が困難となる場合がある。

[0008] 本開示は、上記課題を解決するためになされたものであって、サーバを大型化させることなく、冷却能力を向上させることができるコールドプレート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] 上記課題を解決するために、本開示に係るコールドプレートは、発熱体と第１方向に隣り合うように配置されるとともに、前記発熱体の外面に取り付けられ、内部を流通する冷媒を沸騰させて前記発熱体から熱を奪うケーシングと、前記ケーシング内に、前記第１方向と交差する第２方向に間隔を空けて配置された複数のフィンと、を備え、前記フィンは、前記ケーシングの内面のうち前記外面に沿う底面から前記第１方向に突出するとともに、前記第１方向及び前記第２方向の両方と交差する方向に延び、複数の前記フィンは、隣り合う前記フィンの間に、前記冷媒が流通可能な流路を形成し、複数の前記フィンは、前記流路の上流端から下流端まで延びる複数の第１フィンと、隣り合う前記第１フィンの間に配置された複数の第２フィンと、を含み、前記流路の流通方向の上流側における前記第２フィンの前記第１方向の高さは、前記流通方向の下流側における前記第２フィンの前記第１方向の高さよりも高い。

[0010] 本開示に係るコールドプレートは、発熱体と第１方向に隣り合うように配置されるとともに、前記発熱体の外面に取り付けられ、内部を流通する冷媒

を沸騰させて前記発熱体から熱を奪うケーシングと、前記ケーシング内に、前記第１方向と交差する第２方向に間隔を空けて配置された複数のフィンと、を備え、前記フィンは、前記ケーシングの内面のうち前記外面に沿う底面から前記第１方向に突出するとともに、前記第１方向及び前記第２方向の両方と交差する方向に延び、複数の前記フィンは、隣り合う前記フィンの間に、前記冷媒が流通可能な流路を形成し、前記流路の流通方向の上流側における前記フィンの前記第１方向の高さは、前記流通方向の下流側における前記フィンの前記第１方向の高さよりも高い。

発明の効果

[0011] 本開示のコールドプレートによれば、冷却性能を向上させることができる。

図面の簡単な説明

[0012] [図1]本開示の第１実施形態に係るコールドプレートの平面図である。

[図2]図１のＩＩ－ＩＩ線に沿う断面図である。

[図3]本開示の第１実施形態に係るフィンの平面図である。

[図4]本開示の第１実施形態に係るフィンの正面図である。

[図5]本開示の第１実施形態に係るフィンの側面図である。

[図6]本開示の第１実施形態に係るフィンの機能を説明する図である。

[図7]本開示の第１実施形態に係るフィンの機能を説明する図である。

[図8]本開示の第２実施形態に係るフィンの平面図である。

[図9]本開示の第２実施形態に係るフィンの正面図である。

[図10]本開示の第２実施形態に係るフィンの側面図である。

[図11]本開示の第３実施形態に係るフィンの平面図である。

[図12]本開示の第３実施形態に係るフィンの正面図である。

[図13]本開示の第３実施形態に係るフィンの側面図である。

[図14]本開示の第４実施形態に係るフィンの平面図である。

[図15]本開示の第４実施形態に係るフィンの正面図である。

[図16]本開示の第４実施形態に係るフィンの側面図である。

[図17]本開示の第４実施形態の変形例に係るフィンの側面図である。

発明を実施するための形態

[0013] ＜第１実施形態＞

以下、本開示の第１実施形態に係るコールドプレート１について、図１～図７を参照して説明する。

サーバは、基板２上に複数のＣＰＵやＧＰＵ等のチップを有する。これらのチップは、稼働時に発熱する。本開示のコールドプレート１は、これらのチップを冷却するために使用される。以下では、これらのチップを発熱体３と称する。なお、これらのチップは、発熱体３の一例である。

[0014] 発熱体３は、水平方向に延在するように配置されている。以下では、上下鉛直方向を第１方向Ｄ１と称する場合がある。また、水平方向のうち一の方向を「第２方向Ｄ２」と称し、水平方向のうち第２方向Ｄ２に直交する方向を「第３方向Ｄ３」と称する場合がある。第１方向Ｄ１と第２方向Ｄ２と第３方向Ｄ３とは、互いに直交している。

[0015] 図１、図２に示すように、コールドプレート１は、発熱体３に上方から載置され、発熱体３と同様に水平方向に延在するように配置されている。コールドプレート１は、ケーシング１０と、流路壁２０と、フィン３０と、を備える。

[0016] （ケーシング）

ケーシング１０は、発熱体３と第１方向Ｄ１に隣り合うように配置されている。ケーシング１０は、発熱体３を冷却する冷媒Ｒを封入可能とされている。ケーシング１０の内部には、冷媒Ｒが流通する。ケーシング１０は、冷媒Ｒを沸騰させて発熱体３から熱を奪う。ケーシング１０は、第２方向Ｄ２及び第３方向Ｄ３に延在している。ケーシング１０は、第２方向Ｄ２を長手方向とする矩形板状に形成されている。

以下では、ケーシング１０の第３方向Ｄ３の中心を通り、第１方向Ｄ１及び第２方向Ｄ２に延在する仮想平面を、中心面Ｃと称する。ケーシング１０は、例えば金属材料等の伝熱性を有する材料により形成されている。

ケーシング１０は、ベースプレート１１と、カバー１２と、を有する。

[0017] ベースプレート１１は、発熱体３の第１方向Ｄ１で基板２とは反対側の外面３ａに取り付けられている。ベースプレート１１は、第２方向Ｄ２及び第３方向Ｄ３に延在している。ベースプレート１１は、第２方向Ｄ２を長手方向とする矩形板状に形成されている。

[0018] カバー１２は、ベースプレート１１に、第１方向Ｄ１で発熱体３とは反対側から重ね合わされている。カバー１２は、第１方向Ｄ１でベースプレート１１側に開口している。カバー１２は、後述する流路壁２０と、フィン３０とを覆っている。カバー１２は、側壁１３と、上壁１４と、を有する。側壁１３は、ベースプレート１１の各縁に沿って、計４枚設けられている。側壁１３は、ベースプレート１１から第１方向Ｄ１に立ち上がっている。以下では、側壁１３のうち、第２方向Ｄ２に対向する一対の側壁１３を第１側壁１３ａと称し、第３方向Ｄ３に対向する一対の側壁１３を第２側壁１３ｂと称する。

[0019] ２枚の第１側壁１３ａのうち一方の第１側壁１３ａには、供給孔１５が形成されている。供給孔１５は、第１側壁１３ａを第２方向Ｄ２に貫通している。供給孔１５には、供給ポート４が接続されている。供給ポート４は、ケーシング１０内に冷媒Ｒを供給する。冷媒Ｒは、供給孔１５を通ってケーシング１０内に供給される。本実施形態では、供給孔１５は、円形状に形成されている。供給孔１５の中心は、中心面Ｃ上に位置している。

[0020] 上壁１４は、側壁１３の第１方向Ｄ１でベースプレート１１とは反対側の端部に設けられている。上壁１４は、４枚の側壁１３によって囲われた空間を閉塞している。上壁１４は、第２方向Ｄ２及び第３方向Ｄ３に延在している。上壁１４は、第２方向Ｄ２を長手方向とする矩形板状に形成されている。

[0021] 上壁１４には、排出孔１６が形成されている。排出孔１６は、上壁１４を第１方向Ｄ１に貫通している。排出口は、第２方向Ｄ２延びている。排出孔１６には、排出ポート５が接続されている。排出ポート５は、ケーシング１

０内から冷媒Ｒを排出する。冷媒Ｒは、排出孔１６を通ってケーシング１０外に排出される。排出孔１６の第３方向Ｄ３の中心を通り第２方向Ｄ２に延びる中心線は、中心面Ｃ上に位置している。

[0022]（流路壁）

流路壁２０は、第１方向Ｄ１から見て、排出孔１６に対して第２方向Ｄ２両外側に一対に配置されている。流路壁２０は、第３方向Ｄ３に延びている。また、流路壁２０は、ベースプレート１１から第１方向Ｄ１に突出し、ベースプレート１１と上壁１４とを接続している。また、流路壁２０は、第１側壁１３ａと第２方向Ｄ２に対向する位置に配置されている。ケーシング１０内に供給された冷媒Ｒの流れは、流路壁２０によって、第２方向Ｄ２から第３方向Ｄ３に変更される。

[0023]（フィン）

フィン３０は、ケーシング１０内に、第２方向Ｄ２に間隔を空けて複数配置されている。本実施形態では、複数のフィン３０は、第２方向Ｄ２に等間隔に配置されている。フィン３０は、第３方向Ｄ３に延びている。フィン３０は、ケーシング１０の内面１７のうちベースプレート１１上の底面１７ａから突出し、ベースプレート１１と上壁１４とを接続している。この底面１７ａは、発熱体３の外面３ａに沿っている。複数のフィン３０は、ケーシング１０内における隣り合うフィン３０の間に、冷媒Ｒが流通可能な流路６を形成している。冷媒Ｒは、この流路６内において、第３方向Ｄ３で第２側壁１３ｂから排出孔１６に向けて流れる。以下では、この流路６の流通方向Ｄｆを、単に流通方向Ｄｆと称する。本実施形態では、流通方向Ｄｆは、第３方向Ｄ３と一致している。また、流通方向Ｄｆの上流側Ｄｆｕを単に上流側Ｄｆｕと称し、流通方向Ｄｆの下流側Ｄｆｄを単に下流側Ｄｆｄと称する。流路６の第２方向Ｄ２の幅Ｗ１は、全ての流通方向Ｄｆの位置において一定である。

[0024] また、これら複数のフィン３０は、例えばケーシング１０と同一の材料により形成されている。すなわち、これら複数のフィン３０は、例えば金属材

料等の伝熱性を有する材料により形成されている。フィン３０の第２方向Ｄ２の幅Ｗ２は、全ての流通方向Ｄｆの位置において一定である。フィン３０の幅Ｗ２は、フィン３０同士の間隔（流路６の幅Ｗ１）よりも小さい。また、各フィン３０の第１方向Ｄ１の高さＨは、少なくとも最も上流側Ｄｆｕの各フィン３０の端部において、フィン３０の幅Ｗ２やフィン３０同士の間隔（流路６の幅Ｗ１）よりも大きく設計されている。

[0025] 本実施形態では、複数のフィン３０は、中心面Ｃの第３方向Ｄ３両側に１組ずつ設けられている。これら複数のフィン３０の組は、中心面Ｃを基準として対称に形成されている。複数のフィン３０の各組は、複数の第１フィン３１と、複数の第２フィン３２と、を含んでいる。本実施形態では、第１フィン３１と第２フィン３２とは、ともに、流通方向Ｄｆで流路６の上流端６ａから下流端６ｂまで伸びている。すなわち、第１フィン３１の第２方向Ｄ２の長さＬ１と第２フィン３２の第２方向Ｄ２の長さＬ２とは等しい。

[0026]（第１フィン）

第１フィン３１は、流路６の上流端６ａから下流端６ｂまで延びている。中心面Ｃを挟んで第３方向Ｄ３に隣り合う第１フィン３１同士（同一の第２方向Ｄ２位置に形成された第１フィン３１同士）は、中心面Ｃで接続されて、一体となっている。なお、第３方向Ｄ３に隣り合う第１フィン３１同士（同一の第２方向Ｄ２位置に形成された第１フィン３１同士）は、別体で形成されていてもよいし、第３方向Ｄ３に離間していてもよい。

[0027] 図３～図５に示すように、第１フィン３１は、第１方向Ｄ１の高さＨが一様に流通方向Ｄｆに延びている。すなわち、第１フィン３１の第１方向Ｄ１の高さＨは、全ての流通方向Ｄｆの位置において一定である。

[0028] 第１フィン３１には、流通方向Ｄｆに間隔を空けて複数のスリット３３が形成されている。複数のスリット３３は、流通方向Ｄｆに等間隔に形成されている。スリット３３は、第２方向Ｄ２から見て、第１方向Ｄ１でベースプレート１１側に向かうにしたがって先細る三角形状に形成されている。すなわち、スリット３３の流通方向Ｄｆの長さＬ３は、第１方向Ｄ１でベースプ

レート１１側に向かうにしたがって漸次短くなっている。スリット３３は、第１フィン３１の第１方向Ｄ１で底面１７ａとは反対側の縁から、底面１７ａまで、第１方向Ｄ１の全域にわたって形成されている。なお、このスリット３３は、底面１７ａまで形成されていなくてもよい。また、スリット３３は、鋳造によりフィン３０が形成される際に一度に形成されてもよいし、フィン３０の形成後にフィン３０を切り欠いて形成されてもよい。また、スリット３３は、流通方向Ｄｆに等間隔に形成されていなくてもよい。また、スリット３３の形状は、適宜変更可能である。スリット３３は、第２方向Ｄ２から見て、第１方向Ｄ１に延びる長方形状に形成されていてもよい。

[0029] 第１フィン３１は、複数のスリット３３によって、流通方向Ｄｆに複数の小片３１ａに分割されている。小片３１ａは、台形状に形成されている。小片３１ａの流通方向Ｄｆの長さは、第１方向Ｄ１で底面１７ａから離間するにしたがって狭くなっている。小片３１ａの底面１７ａ側の縁の流通方向Ｄｆの長さＬ４は、全ての小片３１ａで等しい。また、小片３１ａの流通方向Ｄｆの長さＬ４は、スリット３３の流通方向Ｄｆの長さＬ３よりも大きい。

[0030]（第２フィン）

第２フィン３２は、隣り合う第１フィン３１の間に配置されている。第２フィン３２は、隣り合う第１フィン３１の各隙間に１つずつ配置されている。なお、中心面Ｃを挟んで第３方向Ｄ３に隣り合う第２フィン３２同士（同一の第２方向Ｄ２位置に形成された第２フィン３２同士）は、中心面Ｃで接触している。なお、第３方向Ｄ３に隣り合う第２フィン３２同士（同一の第２方向Ｄ２位置に形成された第２フィン３２同士）は、第３方向Ｄ３に離間していてもよいし、一体に形成されていてもよい。

[0031] 上流側Ｄｆｕにおける第２フィン３２の第１方向Ｄ１の高さＨは、下流側Ｄｆｄにおける第２フィン３２の第１方向Ｄ１の高さＨよりも高い。換言すると、下流側Ｄｆｄにおける第２フィン３２の第１方向Ｄ１の高さＨは、上流側Ｄｆｕにおける第２フィン３２の第１方向Ｄ１の高さＨよりも低い。本実施形態では、第２フィン３２は、第２方向Ｄ２から見て、上流側Ｄｆｕか

ら下流側Ｄｆｄに向かうにしたがい、第１方向Ｄ１の高さＨが漸次低くなるテーパ状形成されている。図示の例では、第２フィン３２は、第２方向Ｄ２から見て、第１方向Ｄ１の高さＨが低くなる三角形状に形成されている。このため、第２フィン３２のうち上流側Ｄｆｕの端のみがケーシング１０の上壁１４に接続されている。

[0032] 換言すると、第２フィン３２は、第２フィン３２の第１方向Ｄ１で底面１７ａとは反対側に形成された先端縁３４を有し、この先端縁３４は、流通方向Ｄｆに延びるとともに、上流側Ｄｆｕから下流側Ｄｆｄに向かうにしたがって第１方向Ｄ１で底面１７ａ側に接近するように傾斜する直線状に形成されている。第２フィン３２の下流側Ｄｆｄの端は、底面１７ａ上に位置している。

[0033]（作用効果）

以下、本実施形態のコールドプレート１に係る作用効果について説明する。

供給孔１５からケーシング１０内に供給された冷媒Ｒは、流路壁２０に衝突し、２方向に分かれる。その後、冷媒Ｒは、第２側壁１３ｂに沿って流れ、フィン３０同士の間の各流路６に流入する。冷媒Ｒは、第２側壁１３ｂから中心面Ｃ側に向けて流れる。冷媒Ｒは、流路６内を流れる過程で、発熱体３から熱を伝達される。フィン３０によって、コールドプレート１の伝熱面積が増大されているため、発熱体３から冷媒Ｒへの熱伝達が良好に行われ、冷媒Ｒは発熱体３の熱を受けて沸騰する。この際、発熱体３から冷媒Ｒの気化熱が奪われ、発熱体３が冷却される。気化した冷媒Ｒは、排出口からケーシング１０外に排出される。その後、冷媒Ｒは、不図示の配管を通って循環し、凝縮器を経て再び供給孔１５からケーシング１０内に供給される。

なお、冷媒Ｒは、発熱体３の熱によって生じる自然対流のみによって流通してもよいし、ポンプ等を設けて、冷媒Ｒを圧送してもよい。

[0034] 本実施形態では、コールドプレート１は、ケーシング１０と、複数のフィン３０と、を備える。ケーシング１０は、発熱体３と第１方向Ｄ１に隣り合

うように配置されるとともに、発熱体３の外面３ａに取り付けられている。ケーシング１０の内部には、冷媒Ｒが流通する。ケーシング１０は、内部を流通する冷媒Ｒを沸騰させて発熱体３から熱を奪う。複数のフィン３０は、ケーシング１０内に、第１方向Ｄ１と交差する第２方向Ｄ２に間隔を空けて配置されている。フィン３０は、ケーシング１０の内面１７のうち外面３ａに沿う底面１７ａから第１方向Ｄ１に突出するとともに、第１方向Ｄ１及び第２方向Ｄ２の両方と交差する第３方向Ｄ３に延びている。これら複数のフィン３０は、隣り合うフィン３０の間に、冷媒Ｒが流通可能な流路６を形成している。複数のフィン３０は、流路６の上流端６ａから下流端６ｂまで延びる複数の第１フィン３１と、隣り合う第１フィン３１の間に配置された複数の第２フィン３２と、を含んでいる。流路６の流通方向Ｄｆの上流側Ｄｆｕにおける第２フィン３２の第１方向Ｄ１の高さＨは、流通方向Ｄｆの下流側Ｄｆｄにおける第２フィン３２の第１方向Ｄ１の高さＨよりも高い。

[0035] 図６、図７に示すように、冷媒Ｒが沸騰することにより、コールドプレート１内に気泡５０が生じる。気泡５０は、フィン３０によって押しつぶされて扁平形状となる。扁平形状の気泡５０には、伝熱性能の良い液膜領域５１と、伝熱性能の悪いドライアウト領域５２とが存在する。気泡５０の体積は、上流側Ｄｆｕほど小さく、下流側Ｄｆｄほど大きくなる。また、気泡５０の体積は、第１方向Ｄ１（上下方向）で発熱体３に近いフィン３０の根元側（下側）ほど気泡５０体積が小さく、第１方向Ｄ１（上下方向）で発熱体３から遠いフィン３０の先端側（上側）ほど大きくなる。狭い流路６内で、気泡５０の体積が大きくなると、気泡５０が冷媒Ｒの流れを妨げる。また、ドライアウト領域５２が増大し、伝熱性能が劣化し、冷却性能が低下するおそれがある。

[0036] 本実施形態では、第１フィン３１と第２フィン３２とが交互に配置され、流路６の流通方向Ｄｆの上流側Ｄｆｕにおける第２フィン３２の高さＨは、流通方向Ｄｆの下流側Ｄｆｄにおける第２フィン３２の高さＨよりも高くなる。これにより、下流側Ｄｆｄかつ発熱体３から遠ざかるほど、ケーシング

１０内の上部におけるフィン３０間の隙間（流路６）を拡大させることができる。よって、気泡５０の体積の増大に応じて、気泡５０が下流側Ｄｆｄかつ上方に流出しやくなり、冷媒Ｒの逆流や不安定流動が抑制される。

また、隣り合うフィン３０同士の狭い隙間では、下流側Ｄｆｄに向かうにしたがって、気泡５０内の伝熱性能の悪いドライアウト領域５２が徐々に大きくなる。本実施形態によれば、下流側Ｄｆｄに向かうほど、気泡５０が、隣り合うフィン３０同士の狭い隙間から、第２フィン３２よりも上方の広い空間に流出しやすくなる。気泡５０が広い空間に流出するとドライアウト領域５２が縮小する。

このように、冷媒Ｒの逆流や不安定流動を抑制するとともに、下流側Ｄｆｄの気泡５０のドライアウト領域５２を縮小させることができるので、伝熱性能の劣化を抑制し、冷却性能を向上させることができる。また、冷却性能が向上することにより、発熱体の冷却に必要なエネルギーが削減される。

また、ケーシング１０の体積を変更する必要がないため、コールドプレート１の大型化を抑制することができる。

[0037] 本実施形態では、第２フィン３２は、第１方向Ｄ１で底面１７ａとは反対側に形成されるとともに流通方向Ｄｆに延びる先端縁３４を有する。この先端縁３４は、上流側Ｄｆｕから下流側Ｄｆｄに向かうにしたがって第１方向Ｄ１で底面１７ａ側に接近するように傾斜している。

[0038] 本実施形態によれば、フィン３０間の流路面積が、上流側Ｄｆｕから下流側Ｄｆｄにむかうにしたがって徐々に拡大される。これにより、上流側Ｄｆｕから下流側Ｄｆｄに向かうにしたがって生じる冷媒Ｒの体積流量に伴う圧力損失の増大を低減できるので、冷媒Ｒの流量の急激な変化や圧力損失増大を伴う不安定流動の発生が抑制される。

なお、本実施形態では、先端縁３４が直線状に形成されている場合について説明したが、これに限られない。先端縁３４は、第２フィン３２の第１方向Ｄ１の高さＨが低くなる曲線状に形成されていてもよい。この場合でも、コールドプレート１は、同様の作用効果を奏することができる。

[0039] ＜第２実施形態＞

以下、本開示の第２実施形態に係るコールドプレート２０１について、図８～図１０を参照して説明する。第２実施形態の構成のうち、上記実施形態と共通する構成については、同一の名称、及び同一の符号を付す等して説明を適宜省略する。

[0040] 図８～図１０に示すように、本実施形態では、複数のフィン２３０は、複数の第１フィン３１と、複数の第２フィン２３２と、を含む。第２フィン２３２は、流路６の上流端６ａから流通方向Ｄｆに延びているが、第２フィン２３２の流通方向Ｄｆの長さＬ２は、第１フィン３１の流通方向Ｄｆの長さＬ１よりも短い。第２フィン２３２は、第１方向Ｄ１で底面１７ａとは反対側に形成されるとともに流通方向Ｄｆに延びる先端縁２３４を有する。この先端縁２３４は、上流側Ｄｆｕから下流側Ｄｆｄに向かうにしたがって第１方向Ｄ１で底面１７ａ側に段階的に接近する階段状に形成されている。すなわち、先端縁２３４は、流通方向Ｄｆに並ぶ複数の段差面２３５を有する。各段差面２３５は、底面１７ａに平行に流通方向Ｄｆに延びている。複数の段差面２３５は、上流側Ｄｆｕから下流側Ｄｆｄに向かうにしたがって、第１方向Ｄ１で底面１７ａ側に位置している。流通方向Ｄｆで隣り合う段差面２３５同士の第１方向Ｄ１の距離は全て等しい。また、複数の段差面２３５のうち最も上流側Ｄｆｕの段差面２３５のみがケーシング１０の上壁１４に接続されている。

[0041] （作用効果）

以下、本実施形態のコールドプレート２０１に係る作用効果について説明する。本実施形態のコールドプレート２０１は、上述した第１実施形態と同様の流体・熱的な作用効果を奏するとともに、以下に示す作用効果を奏する。

本実施形態では、先端縁２３４は、上流側Ｄｆｕから下流側Ｄｆｄに向かうにしたがって第１方向Ｄ１で底面１７ａ側に段階的に接近する階段状に形成されている。

[0042] これにより、第２フィン２３２の高さＨの設計変更が容易となり、発熱量

や冷媒Ｒの種類等、コールドプレート２０１の仕様に合わせた第２フィン２３２の設計が可能となる。

[0043] ＜第３実施形態＞

以下、本開示の第３実施形態に係るコールドプレート３０１について、図１１～図１３を参照して説明する。第３実施形態の構成のうち、上記実施形態と共通する構成については、同一の名称、及び同一の符号を付す等して説明を適宜省略する。

[0044] 図１１～図１３に示すように、本実施形態では、複数のフィン３３０は、複数の第１フィン３１と、複数の第２フィン３３２と、を含む。第２フィン３３２の流通方向Ｄｆの中心３３２ａは、上流側Ｄｆｕに位置し、第２フィン３３２の流通方向Ｄｆの長さＬ２は、第１フィン３１の流通方向Ｄｆの長さＬ１よりも短い。本実施形態では、第２フィン３３２の上流側Ｄｆｕの端は、流路６の上流端６ａに位置し、第２フィン３３２の下流側Ｄｆｄの端は、流路６の流通方向Ｄｆの中間位置に位置している。第２フィン３３２の流通方向Ｄｆの長さＬ２は、第１フィン３１の長さＬ１の半分である。なお、第２フィン３３２の上流側Ｄｆｕの端の位置は、適宜変更可能である。第２フィン３３２の上流側Ｄｆｕの端は、流路６の上流端６ａよりも下流側Ｄｆｄに位置していてもよい。

[0045] 本実施形態では、第２フィン３３２は、第１フィン３１と同様に、第１方向Ｄ１の高さＨが一様に流通方向Ｄｆに延びている。すなわち、第２フィン３３２の第１方向Ｄ１の高さＨは、全ての流通方向Ｄｆの位置において一定である。第２フィン３３２の流通方向Ｄｆの全域が、ケーシング１０の上壁１４に接続されている。また、第２フィン３３２には、第１フィン３１と同様に、流通方向Ｄｆに間隔を空けて複数のスリット３３が形成されている。第２フィン３３２のスリット３３は、第１フィン３１のスリット３３と、同一の流通方向Ｄｆ位置に形成されている。すなわち、第２フィン３３２のスリット３３は、第１フィン３１のスリット３３と第２方向Ｄ２に重なっている。

[0046]（作用効果）

以下、本実施形態のコールドプレート３０１に係る作用効果について説明する。本実施形態のコールドプレート３０１は、上述した第１実施形態と同様の流体・熱的な作用効果を奏するとともに、以下に示す作用効果を奏する。

本実施形態では、第２フィン３３２の流通方向Ｄｆの中心３３２ａは、上流側Ｄｆｕに位置し、第２フィン３３２の流通方向Ｄｆの長さは、第１フィン３１の流通方向Ｄｆの長さよりも短い。

[0047] これにより、第２フィン３３２の長さを短くするだけで上述した冷却性能の向上を発揮させつつ、第２フィン３３２と第１フィン３１とを同様の形状に設計できるので、フィン３３０の製造効率を向上させることができる。

[0048]＜第４実施形態＞

以下、本開示の第４実施形態に係るコールドプレート４０１について、図１４～図１６を参照して説明する。第４実施形態の構成のうち、上記実施形態と共通する構成については、同一の名称、及び同一の符号を付す等して説明を適宜省略する。

[0049] 図１４～図１６に示すように、コールドプレート４０１は、複数のフィン４３０を有する。本実施形態では、ケーシング１０と、複数のフィン４３０と、を備える。複数のフィン４３０は、全て同様の形状に形成されている。複数のフィン４３０は、隣り合うフィン４３０の間に、冷媒Ｒが流通可能な流路６を形成している。流路６の流通方向Ｄｆの上流側Ｄｆｕにおけるフィン４３０の第１方向Ｄ１の高さＨは、流通方向Ｄｆの下流側Ｄｆｄにおけるフィン４３０の第１方向Ｄ１の高さＨよりも高い。換言すると、下流側Ｄｆｄにおけるフィン４３０の第１方向Ｄ１の高さＨは、上流側Ｄｆｕにおけるフィン４３０の第１方向Ｄ１の高さＨよりも低い。

[0050] 本実施形態では、フィン４３０の先端縁４３４は、上流側Ｄｆｕの平行部４３４ａと、下流側Ｄｆｄの傾斜部４３４ｂと、を有する。平行部４３４ａは、底面１７ａに平行に延びている。傾斜部４３４ｂは、平行部４３４ａの下流端４３４ｃから、さらに下流側Ｄｆｄに向かって延びている。傾斜部４

３４ｂは、下流側Ｄｆｄに向かうにしたがって底面１７ａ側に傾斜している。傾斜部４３４ｂの下流側Ｄｆｄの端は、底面１７ａ上に位置している。フィン４３０のうち平行部４３４ａのみがケーシング１０の上壁１４に接続されている。

[0051]（作用効果）

以下、本実施形態のコールドプレート４０１に係る作用効果について説明する。

本実施形態では、コールドプレート４０１は、ケーシング１０と、複数のフィン４３０と、を備える。複数のフィン４３０は、ケーシング１０内に、第１方向Ｄ１と交差する第２方向Ｄ２に間隔を空けて配置されている。フィン４３０は、ケーシング１０の内面１７のうち外面３ａに沿う底面１７ａから第１方向Ｄ１に突出するとともに、第１方向Ｄ１及び第２方向Ｄ２の両方と交差する第３方向Ｄ３に延びている。これら複数のフィン４３０は、隣り合うフィン４３０の間に、冷媒Ｒが流通可能な流路６を形成している。流路６の流通方向Ｄｆの上流側Ｄｆｕにおけるフィン４３０の第１方向Ｄ１の高さＨは、流通方向Ｄｆの下流側Ｄｆｄにおけるフィン４３０の第１方向Ｄ１の高さよりも高い。

[0052] 本実施形態では、流路６の流通方向Ｄｆの上流側Ｄｆｕにおけるフィン４３０の高さＨは、流通方向Ｄｆの下流側Ｄｆｄにおけるフィン４３０の高さＨよりも高くなる。これにより、下流側Ｄｆｄほど、ケーシング１０内の上部におけるフィン４３０間の隙間（流路６）を拡大させることができる。よって、気泡５０の体積の増大に応じて、気泡５０が下流側Ｄｆｄかつ上方に流出しやくなり、冷媒Ｒの逆流や不安定流動が抑制される。

また、隣り合うフィン４３０同士の狭い隙間では、下流側Ｄｆｄに向かうにしたがって、気泡５０内の伝熱性能の悪いドライアウト領域５２が徐々に大きくなる。本実施形態によれば、下流側Ｄｆｄに向かうほど、気泡５０が、隣り合うフィン４３０同士の狭い隙間から、フィン４３０よりも上方の広い空間に流出しやすくなる。気泡５０が広い空間に流出するとドライアウト

領域５２が縮小する。

このように、冷媒Ｒの逆流や不安定流動を抑制するとともに、下流側Ｄｆｄの気泡５０のドライアウト領域５２を縮小させることができるので、伝熱性能の劣化を抑制し、冷却性能を向上させることができる。また、冷却性能が向上することにより、発熱体の冷却に必要なエネルギーが削減される。

また、ケーシング１０の体積を変更する必要がないため、コールドプレート４０１の大型化を抑制することができる。

[0053] 本実施形態では、先端縁４３４の傾斜部４３４ｂの下流側の端は、底面１７ａ上に位置しているとしたが、これに限られない。フィン４３０の形状は適宜変更可能である。例えば、図１７に示すように、先端縁４３４の傾斜部４３４ｂの下流側の端は、底面１７ａから第１方向Ｄ１に離間していてもよい。（傾斜部４３４ｂの下流側の端は、底面１７ａよりも上方に位置してもよい。）また、平行部４３４ａと傾斜部４３４ｂとの境界の位置は、適宜変更可能である。

[0054] また、本実施形態では、複数のフィン４３０は、全て同様の形状に形成されているとしたが、これに限られない。一部のフィン４３０は、異なる形状に形成されていてもよい。

[0055]（その他の実施形態）

以上、本開示の実施の形態について図面を参照して詳述したが、具体的な構成はこの実施の形態に限られるものではなく、本開示の要旨を逸脱しない範囲の設計変更等も含まれる。

[0056] なお、上記実施形態では、コールドプレート１、２０１、３０１、４０１は、水平方向に延在するように配置されているとしたが、これに限るものではない。コールドプレート１、２０１、３０１、４０１の姿勢は、発熱体３の形状及び姿勢に応じて適宜変更可能である。例えば、コールドプレート１、２０１、３０１、４０１は、水平方向に対して傾斜して配置されていてもよい。

[0057] また、第１～第３実施形態では、第１フィン３１と第２フィン３２、２３

２、３３２とが第２方向Ｄ２に交互に１枚ずつ設けられている場合について説明したが、これに限られない。例えば、第１フィン３１同士の間に、複数の第２フィン３２、２３２、３３２が設けられていてもよいし、第２フィン３２、２３２、３３２同士の間に、複数の第１フィン３１が設けられていてもよい。

[0058] また、第１～第３実施形態では、スリット３３が第１フィン３１や第２フィン３２、２３２、３３２に形成されているとしたが、これに限られない。スリット３３は第１フィン３１や第２フィン３２、２３２、３３２に形成されていなくてもよい。

また、第４実施形態では、スリット３３がフィン４３０に形成されていないとしたが、これに限られない。第４実施形態でも、第１～第３実施形態と同様に、スリット３３がフィン４３０に形成されていてもよい。

[0059] ＜付記＞

各実施形態に記載のコールドプレート１、２０１、３０１、４０１は、例えば以下のように把握される。

[0060] （１）第１の態様に係るコールドプレート１、２０１、３０１は、発熱体３と第１方向Ｄ１に隣り合うように配置されるとともに、前記発熱体３の外面３ａに取り付けられ、内部を流通する冷媒Ｒを沸騰させて前記発熱体３から熱を奪うケーシング１０と、前記ケーシング１０内に、前記第１方向Ｄ１と交差する第２方向Ｄ２に間隔を空けて配置された複数のフィン３０、２３０、３３０と、を備え、前記フィン３０、２３０、３３０は、前記ケーシング１０の内面１７のうち前記外面３ａに沿う底面１７ａから前記第１方向Ｄ１に突出するとともに、前記第１方向Ｄ１及び前記第２方向Ｄ２の両方と交差する方向に延び、複数の前記フィン３０、２３０、３３０は、隣り合う前記フィン３０、２３０、３３０の間に、前記冷媒Ｒが流通可能な流路６を形成し、複数の前記フィン３０、２３０、３３０は、前記流路６の上流端６ａから下流端６ｂまで延びる複数の第１フィン３１と、隣り合う前記第１フィン３１の間に配置された複数の第２フィン３２、２３２、３３２と、を含み

、前記流路６の流通方向Ｄｆの上流側Ｄｆｕにおける前記第２フィン３２、２３２、３３２の前記第１方向Ｄ１の高さＨは、前記流通方向Ｄｆの下流側Ｄｆｄにおける前記第２フィン３２、２３２、３３２の前記第１方向Ｄ１の高さＨよりも高い。

[0061] 本態様では、第１フィン３１と第２フィン３２、２３２、３３２とが交互に配置され、流路６の流通方向Ｄｆの上流側Ｄｆｕにおける第２フィン３２、２３２、３３２の高さＨは、流通方向Ｄｆの下流側Ｄｆｄにおける第２フィン３２、２３２、３３２の高さＨよりも高くなる。これにより、下流側Ｄｆｄほど、フィン３０、２３０、３３０間の隙間（流路６）を拡大させることができる。よって、気泡５０の体積の増大に応じて、気泡５０が下流側Ｄｆｄに流出しやくなり、冷媒Ｒの逆流や不安定流動が抑制される。

また、隣り合うフィン３０、２３０、３３０同士の狭い隙間では、下流側Ｄｆｄに向かうにしたがって、気泡５０内の伝熱性能の悪いドライアウト領域５２が徐々に大きくなる。本態様によれば、下流側Ｄｆｄに向かうほど、気泡５０が、隣り合うフィン３０、２３０、３３０同士の狭い隙間から広い空間に流出しやすくなる。気泡５０が広い空間に流出するとドライアウト領域５２が縮小する。

このように、冷媒Ｒの逆流や不安定流動を抑制するとともに、下流側Ｄｆｄの気泡５０のドライアウト領域５２を縮小させることができるので、伝熱性能の劣化を抑制し、冷却性能を向上させることができる。

また、ケーシング１０の体積を変更する必要がないため、コールドプレート１、２０１、３０１の大型化を抑制することができる。

[0062] （２）第２の態様のコールドプレート１は、（１）のコールドプレート１であって、前記第２フィン２３２は、前記第１方向Ｄ１で前記底面１７ａとは反対側に形成されるとともに前記流通方向Ｄｆに延びる先端縁３４を有し、前記先端縁３４は、前記上流側Ｄｆｕから前記下流側Ｄｆｄに向かうにしたがって前記第１方向Ｄ１で前記底面１７ａ側に接近するように傾斜していてもよい。

[0063] 本態様によれば、フィン３０間の流路面積が、上流側Ｄｆｕから下流側Ｄｆｄにむかうにしたがって徐々に拡大される。これにより、上流側Ｄｆｕから下流側Ｄｆｄに向かうにしたがって生じる冷媒Ｒの体積流量に伴う圧力損失の増大を低減できるので、冷媒Ｒの流量の急激な変化や圧力損失増大を伴う不安定流動の発生が抑制される。

[0064] （３）第３の態様のコールドプレート２０１は、（１）のコールドプレート２０１であって、前記第２フィン２３２は、前記第１方向Ｄ１で前記底面１７ａとは反対側に形成されるとともに前記流通方向Ｄｆに延びる先端縁２３４を有し、前記先端縁２３４は、前記上流側Ｄｆｕから前記下流側Ｄｆｄに向かうにしたがって前記第１方向Ｄ１で前記底面１７ａ側に段階的に接近する階段状に形成されていてもよい。

[0065] これにより、第２フィン２３２の高さＨの設計変更が容易となり、発熱量や冷媒Ｒの種類等、コールドプレート２０１の仕様に合わせた第２フィン２３２の設計が可能となる。

[0066] （４）第４の態様のコールドプレート３０１は、（１）のコールドプレート３０１であって、前記第２フィン３３２の前記流通方向Ｄｆの中心３３２ａは、前記上流側Ｄｆｕに位置し、前記第２フィン３３２の前記流通方向Ｄｆの長さは、前記第１フィン３１の前記流通方向Ｄｆの長さよりも短くてもよい。

[0067] これにより、第２フィン３３２の長さを短くするだけで上述した冷却性能の向上を発揮させつつ、第２フィン３３２と第１フィン３１とを同様の形状に設計できるので、フィン３３０の製造効率を向上させることができる。

[0068] （５）第５の態様に係るコールドプレート４０１は、発熱体３と第１方向Ｄ１に隣り合うように配置されるとともに、前記発熱体３の外面３ａに取り付けられ、内部を流通する冷媒Ｒを沸騰させて前記発熱体３から熱を奪うケーシング１０と、前記ケーシング１０内に、前記第１方向Ｄ１と交差する第２方向Ｄ２に間隔を空けて配置された複数のフィン４３０と、を備え、前記フィン４３０は、前記ケーシング１０の内面１７のうち前記外面３ａに沿う底

面１７ａから前記第１方向Ｄ１に突出するとともに、前記第１方向Ｄ１及び前記第２方向Ｄ２の両方と交差する方向に延び、複数の前記フィン４３０は、隣り合う前記フィン４３０の間に、前記冷媒Ｒが流通可能な流路６を形成し、前記流路６の流通方向Ｄｆの上流側Ｄｆｕにおける前記フィン４３０の前記第１方向Ｄ１の高さＨは、前記流通方向Ｄｆの下流側Ｄｆｄにおける前記フィン４３０の前記第１方向Ｄ１の高さＨよりも高い。

[0069] 本態様では、流路６の流通方向Ｄｆの上流側Ｄｆｕにおけるフィン４３０の高さＨは、流通方向Ｄｆの下流側Ｄｆｄにおけるフィン４３０の高さＨよりも高くなる。これにより、下流側Ｄｆｄほど、フィン４３０間の隙間（流路６）を拡大させることができる。よって、気泡５０の体積の増大に応じて、気泡５０が下流側Ｄｆｄに流出しやくなり、冷媒Ｒの逆流や不安定流動が抑制される。

また、隣り合うフィン４３０同士の狭い隙間では、下流側Ｄｆｄに向かうにしたがって、気泡５０内の伝熱性能の悪いドライアウト領域５２が徐々に大きくなる。本態様によれば、下流側Ｄｆｄに向かうほど、気泡５０が、隣り合うフィン４３０同士の狭い隙間から広い空間に流出しやすくなる。気泡５０が広い空間に流出するとドライアウト領域５２が縮小する。

このように、冷媒Ｒの逆流や不安定流動を抑制するとともに、下流側Ｄｆｄの気泡５０のドライアウト領域５２を縮小させることができるので、伝熱性能の劣化を抑制し、冷却性能を向上させることができる。

また、ケーシング１０の体積を変更する必要がないため、コールドプレート４０１の大型化を抑制することができる。

産業上の利用可能性

[0070] 本開示のコールドプレートによれば、冷却性能を向上させることができる。

符号の説明

[0071] １…コールドプレート、２…基板、３…発熱体、３ａ…外面、４…供給ポート、５…排出ポート、６…流路、６ａ…上流端、６ｂ…下流端、１０…ケー

シング、１１…ベースプレート、１２…カバー、１３…側壁、１３ａ…第１側壁、１３ｂ…第２側壁、１４…上壁、１５…供給孔、１６…排出孔、１７…内面、１７ａ…底面、２０…流路壁、３０…フィン、３１…第１フィン、３１ａ…小片、３２…第２フィン、３３…スリット、３４…先端縁、５０…気泡、５１…液膜領域、５２…ドライアウト領域、２０１…コールドプレート、２３０…フィン、２３２…第２フィン、２３４…先端縁、２３５…段差面、３０１…コールドプレート、３３０…フィン、３３２…第２フィン、３３２ａ…中心、４０１…コールドプレート、４３０…フィン、４３４…先端縁、４３４ａ…平行部、４３４ｂ…傾斜部、４３４ｃ…下流端、Ｃ…中心面、Ｄ１…第１方向、Ｄ２…第２方向、Ｄ３…第３方向、Ｄｆ…流通方向、Ｄｆｕ…上流側、Ｄｆｄ…下流側、Ｈ…高さ、Ｌ１…長さ、Ｌ２…長さ、Ｌ３…長さ、Ｌ４…長さ、Ｒ…冷媒、Ｗ１…幅、Ｗ２…幅

請求の範囲

[請求項1] 発熱体と第１方向に隣り合うように配置されるとともに、前記発熱体の外面に取り付けられ、内部を流通する冷媒を沸騰させて前記発熱体から熱を奪うケーシングと、

前記ケーシング内に、前記第１方向と交差する第２方向に間隔を空けて配置された複数のフィンと、

を備え、

前記フィンは、前記ケーシングの内面のうち前記外面に沿う底面から前記第１方向に突出するとともに、前記第１方向及び前記第２方向の両方と交差する方向に延び、

複数の前記フィンは、隣り合う前記フィンの間に、前記冷媒が流通可能な流路を形成し、

複数の前記フィンは、

前記流路の上流端から下流端まで延びる複数の第１フィンと、

隣り合う前記第１フィンの間に配置された複数の第２フィンと、

を含み、

前記流路の流通方向の上流側における前記第２フィンの前記第１方向の高さは、前記流通方向の下流側における前記第２フィンの前記第１方向の高さよりも高い、

コールドプレート。

[請求項2] 前記第２フィンは、前記第１方向で前記底面とは反対側に形成されるとともに前記流通方向に延びる先端縁を有し、

前記先端縁は、前記上流側から前記下流側に向かうにしたがって前記第１方向で前記底面側に接近するように傾斜している、

請求項１に記載のコールドプレート。

[請求項3] 前記第２フィンは、前記第１方向で前記底面とは反対側に形成されるとともに前記流通方向に延びる先端縁を有し、

前記先端縁は、前記上流側から前記下流側に向かうにしたがって前

記第１方向で前記底面側に段階的に接近する階段状に形成されている、

請求項１に記載のコールドプレート。

[請求項4] 前記第２フィンの前記流通方向の中心は、前記上流側に位置し、

前記第２フィンの前記流通方向の長さは、前記第１フィンの前記流通方向の長さよりも短い、

請求項１に記載のコールドプレート。

[請求項5] 発熱体と第１方向に隣り合うように配置されるとともに、前記発熱体の外面に取り付けられ、内部を流通する冷媒を沸騰させて前記発熱体から熱を奪うケーシングと、

前記ケーシング内に、前記第１方向と交差する第２方向に間隔を空けて配置された複数のフィンと、

を備え、

前記フィンは、前記ケーシングの内面のうち前記外面に沿う底面から前記第１方向に突出するとともに、前記第１方向及び前記第２方向の両方と交差する方向に延び、

複数の前記フィンは、隣り合う前記フィンの間に、前記冷媒が流通可能な流路を形成し、

前記流路の流通方向の上流側における前記フィンの前記第１方向の高さは、前記流通方向の下流側における前記フィンの前記第１方向の高さよりも高い、

コールドプレート。