

(19) 日本国特許庁 (JP)

(12) 公表特許公報 (A)

(11) 特許出願公表番号

特表2013-506307

(P2013-506307A)

(43) 公表日 平成25年2月21日 (2013.2.21)

(51) Int.Cl.	F I	テーマコード (参考)
H01L 23/427 (2006.01)	H01L 23/46 A	5E322
H05K 7/20 (2006.01)	H05K 7/20 Q	5F136

審査請求 未請求 予備審査請求 未請求 (全 28 頁)

(21) 出願番号 特願2012-531292 (P2012-531292)
(86) (22) 出願日 平成22年5月21日 (2010.5.21)
(85) 翻訳文提出日 平成24年4月27日 (2012.4.27)
(86) 国際出願番号 PCT/EP2010/057029
(87) 国際公開番号 W02011/035943
(87) 国際公開日 平成23年3月31日 (2011.3.31)
(31) 優先権主張番号 09171455.0
(32) 優先日 平成21年9月28日 (2009.9.28)
(33) 優先権主張国 欧州特許庁 (EP)

(71) 出願人 594075499
アーベーベー・リサーチ・リミテッド
ABB RESEARCH LTD.
スイス国、ツェーハー ー 8050 チ
ューリヒ、アフォルテルンシュトラッセ
44
(74) 代理人 100108855
弁理士 蔵田 昌俊
(74) 代理人 100159651
弁理士 高倉 成男
(74) 代理人 100091351
弁理士 河野 哲
(74) 代理人 100088683
弁理士 中村 誠

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 電子部品を冷却するための冷却モジュール

(57) 【要約】

本発明は、電力用電子部品の冷却に係り、特に、凝縮器を有する冷却モジュール、及び、この冷却モジュールを有する電力モジュール、並びに、電気部品および/または電子部品を冷却するための方法に係る。少なくとも一枚のパネル(11)を有する凝縮器(1)を備えた冷却モジュール(100)が、電気部品および/または電子部品を冷却するために設けられる。パネルの二枚のシート(114, 115)は、これらのシート(114, 115)の間に経路(113)が形成されるように、ロール・ボンディングを含むプロセスにより互いに対して取り付けられる。この経路(113)は、シート(114, 115)により形成される平面の方向に伸びている。冷却剤(5)が、経路(113)の中に存在する。冷却は、パネル(11)の気化セクションで冷却剤(5)を気化させることにより、そして、パネル(11)の凝縮セクションで冷却剤(5)を凝縮させることにより、もたらされても良い。熱負荷が、電気部品および/または電子部品のような熱源(3)から、受熱ユニット(2, 2A, 2B)へ、移送されても良い。この受熱ユニッ

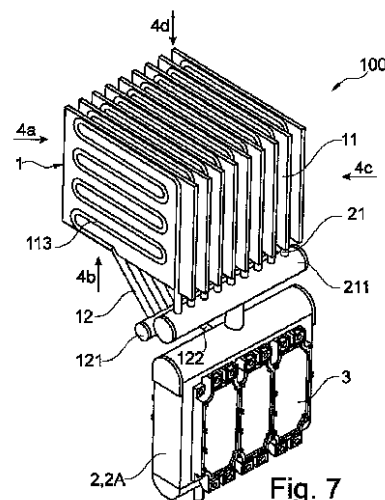


Fig. 7

【特許請求の範囲】**【請求項 1】**

少なくとも一つの電子部品および／または電気部品を冷却するための冷却モジュール（１００）であって、

この冷却モジュール（１００）は、二枚のシート（１１４，１１５）を有するパネル（１１）を有する凝縮器（１）を有していて、これらの二枚のシートは、これらのシート（１１４，１１５）の間に、これらのシート（１１４，１１５）により形成される平面の方向に伸びる経路（１１３）が形成されるように、ロール・ボンディングを含むプロセスにより、互いに対して取り付けられていること、を特徴とする冷却モジュール。

【請求項 2】

10

下記特徴を有する請求項 1 に記載の冷却モジュール（１００）、
前記経路（１１３）は、少なくとも一つのループ（１１３０）を有している。

【請求項 3】

下記特徴を有する請求項 1 または 2 に記載の冷却モジュール（１００）、
経路（１１３）に流路的に接続された受熱ユニット（２，２Ａ，２Ｂ）を更に有し、
この受熱ユニット（２，２Ａ，２Ｂ）は、熱負荷が前記受熱ユニット（２，２Ａ，２Ｂ）へ熱的に移送されるように、少なくとも一つの熱源（３）を接続するための接続手段を有している。

【請求項 4】

20

下記特徴を有する請求項 3 に記載の冷却モジュール（１００）、
パネル・スタック（１１１）が形成されるように、前記受熱ユニット（２，２Ａ，２Ｂ）に配置された複数のパネル（１１）を有し、
前記受熱ユニット（２，２Ａ，２Ｂ）は、各パネル（１１）の少なくとも一つの経路（１１３）に接続されている。

【請求項 5】

下記特徴を有する請求項 3 または 4 に記載の冷却モジュール（１００）、
前記受熱ユニット（２，２Ａ，２Ｂ）は、熱伝導性を有するベース・プレート（２Ｂ）である。

【請求項 6】

30

下記特徴を有する請求項 3 から 5 の何れか 1 項に記載の冷却モジュール（１００）、
前記受熱ユニット（２，２Ａ，２Ｂ）は、気化器（２Ａ）である。

【請求項 7】

下記特徴を有する請求項 1 から 6 の何れか 1 項に記載の冷却モジュール（１００）、
熱を移送するために経路（１１３）の中に存在する冷却剤（５）を更に有していて、
熱が、冷却剤（５）の第一の部分（１１３４）を気化させることにより、そして、冷却剤（５）の第二の部分（１１３５）を凝縮させることにより、移送可能である。

【請求項 8】

下記特徴を有する請求項 7 に記載の冷却モジュール（１００）、
前記冷却剤（５）が経路（１１３）を飽和状態で満たすように、前記冷却剤（５）の第一のパーセンテージは、液体であり、前記冷却剤（５）の第二のパーセンテージは、気体である。

40

【請求項 9】

下記特徴を有する請求項 7 または 8 に記載の冷却モジュール（１００）、
冷却モジュール（１００）の運転状態で、冷却剤の動きが重力により、または脈動冷却により、もたらされるように、少なくとも一つの経路（１１３）が形成されている。

【請求項 10】

下記特徴を有する請求項 1 から 9 の何れか 1 項に記載の冷却モジュール（１００）、
冷却モジュール（１００）の運転状態で、熱的キャリア（４，４Ａ，４Ｂ，４Ｃ，４Ｄ）により、熱が凝縮器（１）から周囲へ移送可能である。

【請求項 11】

50

電力モジュールであって、

受熱ユニット（２，２Ａ，２Ｂ）に熱的に接続された、少なくとも一つの電気部品および／または電子部品（３）と、

冷却モジュール（１００）の運転状態で、熱的キャリア（４，４Ａ，４Ｂ，４Ｃ，４Ｄ）により、前記受熱ユニット（２，２Ａ，２Ｂ）から熱を受け取るため、そして熱を周囲へ移送するための冷却剤（５）を備えた、請求項１から１０の何れか１項に記載の冷却モジュール（１００）と、

を有することを特徴とする電力モジュール。

【請求項１２】

電気部品および／または電子部品（３）を冷却する方法（１５０）であって、

10

冷却モジュール（１００，１５１）の運転状態で、前記受熱ユニット（２，２Ａ，２Ｂ）により、冷却モジュール（１００）の受熱ユニット（２，２Ａ，２Ｂ）に熱的に接続された、少なくとも一つの電気部品および／または電子部品（３）から、熱を受け取ること

、
冷却モジュール（１００，１５２）の運転状態で、前記受熱ユニット（２，２Ａ，２Ｂ）から、二枚のシート（１１４，１１５）を有するパネル（１１）を有する冷却モジュール（１００）の凝縮器（１）へ、熱を移送すること、

これらの二枚のシートは、これらのシート（１１４，１１５）の間に、これらのシート（１１４，１１５）により形成される平面の方向に伸びる経路（１１３）が形成されるように、ロール・ボンディングを含むプロセスにより互いに対して取り付けられていること

20

を特徴とする方法。

【請求項１３】

下記特徴を有する請求項１２に記載の方法（１５０）、

前記経路（１１３）の中で冷却剤（５）の第一の部分（１１３４）を気化させることにより、そして、前記経路（１１３）の中で冷却剤（５）の第二の部分（１１３５）を凝縮させることにより、そして、経路（１１３）から熱的キャリア（４，４Ａ，４Ｂ，４Ｃ，４Ｄ，１５３）へ熱を移送することにより、凝縮器（１）から周囲へ、熱を移送する工程を、更に有していて、

ここで、冷却モジュール（１００）の運転状態で、冷却剤の動きが重力によりもたらされるように、少なくとも一つの経路（１１３）が形成されている。

30

【請求項１４】

下記特徴を有する請求項１２に記載の方法（１５０）、

前記経路（１１３）の中で冷却剤（５）の第一の部分（１１３４）を気化させることにより、そして、前記経路（１１３）の中で冷却剤（５）の第二の部分（１１３５）を凝縮させることにより、そして、経路（１１３）から熱的キャリア（４，４Ａ，４Ｂ，４Ｃ，４Ｄ，１５３）へ熱を移送することにより、凝縮器（１）から周囲へ、熱を移送する工程を、更に有していて、

ここで、冷却モジュール（１００）の運転状態で、冷却剤の動きが脈動冷却によりもたらされるように、少なくとも一つの経路（１１３）が形成されている。

40

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【０００１】

本発明は、電子部品及び電気部品の冷却に係る。特に、本発明は、凝縮器を有する冷却モジュール、冷却モジュールを有する電力モジュール、及び電気部品および／または電子部品を冷却するための方法に係る。

【背景技術】

【０００２】

電気的な、電子的な、低電圧、中電圧及び高電圧の適用分野において、冷却システムが広く使用されている。

50

【 0 0 0 3 】

電力用の電子デバイスは、過剰な温度及びその結果としてのデバイスの故障を避けるために、運転中に冷却されなければならない。典型的な適用分野の特徴は、デバイスによる高速度の発熱のみではなく、高い電力密度、即ち、熱流束にもある。

【 0 0 0 4 】

水冷システムは、高い電力密度を典型的にうまく対処することが可能である。しかしながら、このシステムは、高価になることがあり、また、ポンプの形態の能動的な可動部分を必要とすることがあり、その様な部分は、有限の寿命を有していて、また、保守点検作業が必要になる。更に、水冷却システムは、通常、非常に高価である。

【 0 0 0 5 】

従来の空気冷却システムは、ベース・プレートから伸びるフィンのアレイからなり、ポンプを必要としないことがあるが、強制対流のファンを必要とすることもある。しかしながら、フィン表面と空気との熱伝達率が低いので、十分な冷却性能を得るために、大きなフィン領域が要求される。更に、もし、過剰な空気流速、圧力低下、及びノイズ・レベルを回避しようとする場合には、空気流れの十分な断面がもたらされなければならない。そのようなデザインは、許容可能なフィン効率のために、長い、厚い、結果として重たいフィンを有する、嵩張る熱シンクをもたらし得ることがある。この問題は、もし、多くの適用分野において生ずることがあるような、汚染された空気環境におけるフィンの間のチャネルの閉塞を避けるために、隣接するフィンの間に最小の間隔を確保することが求められる場合には、より一層、難しくなることがある。二相クーラーは、EP 2 031 332 A1 の中に記載されていて、これは、ループ型の熱サイフオンの原理に基づく受動的なシステムを示している。

【 先行技術文献 】

【 特許文献 】

【 0 0 0 6 】

【 特許文献 1 】 欧州特許出願公開 E P 2 0 3 1 3 3 2 A 1 号明細書

【 発明の概要 】

【 0 0 0 7 】

本発明の目的は、電子部品及び電気部品のための、改良され、効率が良く、且つフレキシブルな冷却を提供することにある。

【 0 0 0 8 】

この目的は、独立請求項に基づく、冷却モジュール、冷却モジュールを有する電力モジュール、及び電気部品および / または電子部品を冷却する方法により実現される。更なる実施形態は、従属請求項から明らかである。

【 0 0 0 9 】

本発明の一つの実施形態よれば、凝縮器を有する冷却モジュールが設けられ、ここで、この凝縮器は、二枚のシートを有する少なくとも一枚のパネルを有していて、これら二枚のシートは、これらのシートの間に、これらのシートにより形成される平面の方向に伸びる経路が形成されるように、ロールボンディング (roll-bonding) を含むプロセスにより互いに対して取り付けられている。

【 0 0 1 0 】

そのような冷却モジュールは、従来の空気冷却または水冷却システムと比べてより良い性能を有することがあり、汚染された空気環境における閉塞を防ぐことがある。

【 0 0 1 1 】

この冷却モジュールの他の可能性のある優位性は、それが高い冷却性能をもたらし得ることがあり、また、高い電力密度 (即ち、高い熱流束) を取り扱うことが可能であることである。

【 0 0 1 2 】

先に説明したように、冷却モジュールは、能動的なポンプを必要としなくても良いことがあり、また、広い冷却空気の経路をもたらし、汚染された空気環境における閉塞の

10

20

30

40

50

危険を減少させることがある。十分な流れの断面積及びフィン表面積が、冷却モジュールによりもたらされ、それによって、適度な空気流速、圧力低下及びノイズを可能にすることがあり、そのような冷却モジュールは、場合によれば、軽量により可能にされ、且つ効率の高いフィンである。

【 0 0 1 3 】

そのような冷却モジュールを用いて、電動機コンバータ及び地下鉄用の補助コンバータにおいて使用される集積ゲート・バイポーラ・トランジスタ (I G B T) モジュールのような、電力用電子部品が、効率の良く冷却されることがある。冷却される I G B T モジュールは、1 5 0 0 A / 3 3 0 0 V の A B B 社の “ HiPak ” モジュールであっても良い。

【 0 0 1 4 】

上記の冷却モジュールは、地下鉄用コンバータのような、電子部品に対して十分な冷却性能をもたらしても良く、電子的なデバイスの温度及び温度変動 (特に、I G B T 及びダイオード接続部の温度) を、地下鉄の運転の過渡的負荷の下で十分に低く保ち、電子部品の十分な寿命を確保する。上述の冷却モジュールにより冷却される地下鉄用のコンバータは、地下鉄の車体の下に取り付けられても良く、ここで、その高さは、約 5 6 0 ~ 6 0 0 m m に限定されることがある。冷却モジュールは、最小スペースが冷却モジュールのために使用されるように、最適なやり方で高さを利用しても良い。

【 0 0 1 5 】

例えば、先に説明したように、地下鉄用コンバータを冷却するために、冷却モジュールは、互いに近付けて配置された地下鉄用コンバータのモジュールを有することが可能であっても良く、例えば、6 ~ 1 2 個の I G B T モジュールが、2 x 3 , 2 x 4 , 2 x 5 , または、2 x 6 のマトリクスとして、平面内に配置され、それにより、隣接するモジュールの間の大きなギャップが回避されることがあるようになる。このようにして、不必要に長い電子的な接続 (パスバー) が回避されることがあり、それ故に、高い電力 (高い損失) に対処することに次いで、冷却モジュールはまた、高い電力密度にも対処することができる。

【 0 0 1 6 】

冷却モジュールの更なる優位性は、その音響学的なノイズ・レベルが低いことにあり、それは、地下鉄用コンバータに対して適切であり、例えば、もし、地下鉄が駅で待っている場合に、ノイズ・レベルを低く維持するために、冷却空気流速及び強力な冷却ファンの使用を制限する。

【 0 0 1 7 】

冷却モジュールは、先に説明したように、例えば、水のホースを用いて、外側から清掃可能なであっても良く、また、地下鉄での使用において典型的であるような、汚れた空気の条件の下で、その性能が損なわれないことがある。

【 0 0 1 8 】

更にまた、冷却モジュールは、重量及びスペースが最適化され、コスト競争力を有していることがあり、また、モジュラー式であっても良く、例えば、冷却モジュールは、2 x 1 の I G B T モジュールのために作られても良い。n 個の同一の冷却モジュールを互い隣り合わせに配置することにより、例えば、2 x n の I G B T モジュールのためのクーラーが得られることが、可能性である。上述の冷却モジュールは、2 5 k g を超えない重量を有していても良く、それは、製造の間のハンドリングを容易にする。

【 0 0 1 9 】

本発明の他の実施形態によれば、凝縮器は、一枚の以上のパネル、例えば、少なくとも二枚のパネルを有していても良い。

ロール・ボンドされたシートは、二枚のシートの間に、少なくとも経路が設けられるように、互いに対して取り付けられても良い。

本発明の他の実施形態によれば、一つまたはそれ以上の経路は、パネル毎に設けられても良い。

【 0 0 2 0 】

10

20

30

40

50

本発明の更なる実施形態によれば、経路は、複数のループを有していても良い。

本発明の他の実施形態によれば、経路は、ループ状の形態を有していても良い。

本発明の他の実施形態によれば、経路は、開放型であっても良く、閉鎖ループでなくとも良い。

本発明の他の実施形態によれば、経路は、閉鎖型であっても良い。

【0021】

本発明の他の実施形態によれば、冷却モジュールは、熱サイフォン冷却モジュールであっても良い。

本発明の他の実施形態によれば、冷却モジュールは、ループ状の熱サイフォンの冷却モジュールであっても良い。

本発明の他の実施形態によれば、冷却モジュールは、二相の冷却モジュールであっても良い。

本発明の他の実施形態によれば、パネルは、フィンまたは凝縮器パネルを形成するように構成されても良い。

本発明の他の実施形態によれば、冷却モジュールは、電子部品のための冷却モジュール、例えば電力用電子部品、例えばIGBTであっても良い。

【0022】

本発明の他の実施形態によれば、凝縮器は、気化器から若干の距離に組み込まれても良く、それが意味するところは、凝縮器が、熱が気化により集められるところから特定の距離に、例えば、キャビネットの頂部に、あっても良い。

本発明の他の実施形態によれば、経路は、少なくとも一つのループを有している。

【0023】

本発明の他の実施形態によれば、冷却モジュールは、経路に接続された受熱ユニットを有していても良い。この受熱ユニットは、熱負荷が受熱ユニットへ熱的に移送されるように、少なくとも一つの熱源を接続するための接続手段を有している。受熱ユニットは、経路に流路的に接続されても良い。

本発明の他の実施形態によれば、冷却モジュールは、一以上の受熱ユニットを有していても良い。

本発明の他の実施形態によれば、パネルは、前記受熱ユニットを有している。

【0024】

本発明の他の実施形態によれば、凝縮器パネルは、ベース・プレートに機械的に且つ熱的に接続されても良く、例えば、ベース・プレートは、凝縮器パネルまたは凝縮器パネルの末端を受ける溝を有していても良い。

本発明の他の実施形態によれば、受熱ユニットは、一以上の熱源から熱を受け取る。

【0025】

本発明の他の実施形態によれば、受熱ユニットは、低電圧、中電圧または高電圧用の電子部品などのような、熱源から熱を受け取る。熱源は、電力用の電子デバイスであっても良い。高電圧の電子部品は、受熱ユニットに配置されても良い。

本発明の他の実施形態によれば、高電圧の電子部品は、前記受熱ユニットに取り付けられても良い。

【0026】

本発明の他の実施形態によれば、冷却モジュールは、複数のパネルを更に有していて、それらのパネルは、パネル・スタックが形成されるように、受熱ユニットに配置され、ここで、受熱ユニットは、各パネルの少なくとも一つの経路に接続される。受熱ユニットは、各パネルの少なくとも一つの経路に流路的に接続されても良い。

【0027】

本発明の他の実施形態によれば、複数のパネルは、受熱ユニットに配置されても良く、あるいは、例えば、複数のパネルを有するパネル・スタックがキャビネットの頂部に組み込まれることがあるのように、冷却される要素から特定の距離で、配置されても良く、ここで、受熱ユニット（例えば、気化器）は、キャビネットの内側に配置される。

10

20

30

40

50

【 0 0 2 8 】

本発明の他の実施形態によれば、複数のパネルは、各パネルが交換可能であることがあ
るように、前記受熱ユニットでモジュラー式に配置される。

本発明の他の実施形態によれば、パネルの少なくとも一部は、ベース・プレートと比べ
て、パネル・アレイのパネル・スタックの幅を拡大するように湾曲されても良い。

本発明の他の実施形態によれば、パネル・アレイの頂部または頂部及び底部は、カバー
・パネルまたはカバー凝縮器パネルにより覆われられても良い。このようにして、パネル
間の空気チャネルの小さい側は、熱的にアクティブに作られても良く、このようにして、
場合によれば、若干の熱的な性能を得る。

【 0 0 2 9 】

10

本発明の他の実施形態によれば、前記受熱ユニットは、熱伝導性のベース・プレートで
ある。

本発明の他の実施形態によれば、ベース・プレートは、アルミニウム板または二重のア
ルミニウム板であっても良く、そして、ロール・ボンドされたユニットで支えられてい
ても良い。

本発明の他の実施形態によれば、各凝縮器は、凝縮器スタックを形成する他の凝縮器の
隣に配置されても良く、ここで、凝縮器は、互いに対して、各凝縮器の各ベース・プレ
ートを口付けすることにより、互いに対して取り付けられても良い。

本発明の他の実施形態によれば、受熱ユニットは、気化器である。

【 0 0 3 0 】

20

本発明の他の実施形態によれば、冷却モジュールは、熱を移送するために経路の中に存
在する冷却剤を、更に有していて、ここで、熱は、冷却剤の第一の部分を気化させるこ
とにより、そして、冷却剤の第二の部分を凝縮させることにより、移送される。

【 0 0 3 1 】

本発明の他の実施形態によれば、冷却剤の第一のパーセンテージは、液体であり、冷却
剤の第二のパーセンテージは、気体である。このようにして、冷却剤は、飽和状態で経路
を満たしても良い。

【 0 0 3 2 】

冷却剤の液体対気体の比率は、冷却剤のタイプ、温度、冷却剤の圧力、熱的負荷（放散
されなければならない熱）、及び、冷却剤を含む経路の直径並びに幾何学的形状に依存し
ても良い。

30

【 0 0 3 3 】

本発明の他の実施形態によれば、経路、例えば、内部のチャネルは、非脈動パネルのた
めの、矩形、多角形、三角形、台形、円形、及び楕円形の内の一つの、断面幾何学的形状
を有していても良い。

【 0 0 3 4 】

ロール・ボンドされたパネルの間隔は、例えば、強制対流において、数ミリメータ
の間の範囲であっても良く、自然対流を採用するためにまたは閉塞防止の目的のために、
10 mm以上までであっても良い。

【 0 0 3 5 】

40

経路は、このようにして、本発明の一つの実施形態に基づいて、重力冷却によりもたら
される冷却剤の動きに適した幾何学的形状を有していても良い。そのような経路は、複数
のループを有していても良く、また、閉じられた経路であっても良く、ここで、冷却剤は
、移送された熱源の熱負荷により加熱され、経路の気化器セクションで気化される。気化
した冷却剤は、重力に起因して、経路の凝縮器セクションへ移動する。凝縮器セクション
で、気体冷却剤は、凝縮されて液体になり、空気のような熱的キャリアに熱を移送する。
重力に起因して、液体冷却剤は、気化器セクションに流れて戻り、上述のプロセスが再び
始まる。

【 0 0 3 6 】

本発明の他の実施形態によれば、経路は、脈動冷却をもたらす幾何学的形状を有してい

50

て、この脈動冷却は、重力の原理に基づいて作動せず、それ故に、クーラーが重力加速度の方向に対して任意に配置されても良い。脈動経路は、曲がりくねった形態に曲げられ且つ端部で互いに接続された、毛細管の寸法を有していても良い。この経路は、最初に排気され、次に、作業液体で部分的に満たされても良く、この作業液体は、毛細管脈動経路の内側の液体 - 蒸気プラグ及びスラグ (liquid-vapor plugs and slugs) の形態で、自然にそれ自身を分布させても良く、。経路の一端は、熱 (気化器セクション) を受けても良く、それを、液体 - 蒸気システムの脈動動作により、もう一方の端 (凝縮器セクション) に移送しても良い。オブションの断熱ゾーンが、間に存在しても良い。

【0037】

このようにして、脈動経路を有する冷却モジュールは、本質的に、不平衡熱移送デバイスであっても良く、その性能の成否は、システムの中での、これらの不平衡状態の連続するメンテナンスに、第一に依存しても良い。

10

【0038】

液体 - 蒸気スラグ移送 (slug transport) は、それぞれの経路内での、熱的に駆動される圧力の脈動に起因していても良い。運転の間に、温度勾配が、気化器と凝縮器セクションとの間で、広がっても良く、不平衡の圧力状態を生じさせる。

【0039】

気化セクションへの熱移送は、気化器セクションの中で、気泡を連続的に成長させても良く、より高い圧力 / 温度に起因して、液体を低い温度の端部 (凝縮器セクション) の方へ押し出す。同時に、他方の端部での凝縮は、二つの端部の間の圧力差を更に増大させることになる。このようにして、駆動熱的ポテンシャルとシステムとの間に、不平衡状態が形成されても良く、次に、内部の圧力を等しくするように図っても良い。

20

【0040】

もし、複数の経路のループが互いに接続されている場合には、一つのループの中の液体スラグ及び蒸気気泡の動きが、隣接するループ一つのループの中で、スラグ及び気泡の動きをもたらしても良い。駆動力と復元力の間の相互作用は、蒸気気泡及び液体スラグの振動をもたらす。更に、現実のシステムの中に存在する固有の動揺が、システムの中の圧力変動を増大させることがある。

【0041】

例えば重力の経路を有する従来のヒート・パイプの中とは異なり、非定常状態の圧力平衡が、作動している脈動冷却のために、実現されても良い。振動の周波数及び強度は、脈動経路内の、熱の流量及び液体の質量分率に依存していても良い。これらの振動により、気化器セクションで熱源により供給される熱は、凝縮器セクションに運ばれても良く、また、空気のような熱的キャリアにより取り除かれても良い。

30

【0042】

本発明の他の実施形態によれば、少なくとも一つの経路が、冷却モジュールの運転状態で、冷却剤の動きが重力または脈動冷却によりもたらされように、形成される。

【0043】

本発明の他の実施形態によれば、冷却剤の気化した蒸気の密度は、凝縮された冷却剤と比べて小さいくても良い。

40

【0044】

本発明の他の実施形態によれば、脈動冷却のための経路の直径は、2 mm未満であっても良い。一般的に、脈動冷却のための経路の直径は、脈動冷却、脈動ヒート・パイプ冷却、または脈動熱サイフォン冷却の動きを可能にする寸法を有していても良い。

【0045】

本発明の他の実施形態によれば、脈動冷却のための経路は、開放型であっても良く、閉じられたループ経路でなくとも良い。

本発明の他の実施形態によれば、脈動冷却のための経路は、閉鎖型であっても良い。

本発明の他の実施形態によれば、脈動冷却のための経路は、幾つかのループを有していても良い。

50

【 0 0 4 6 】

脈動冷却により冷却剤の動きをもたらず経路を有する、そのような冷却モジュールは、重力に依存しないものであっても良く、それ故に、重力から独立の形態で配置されても良い。

【 0 0 4 7 】

二相冷却剤の脈動流れは、経路の中で、例えばスラグ流れ (slug flow) の形態で、生じても良く、それは、非常に効率の良い熱移送をもたらす。

【 0 0 4 8 】

脈動流れは、幾何学的形状により促進されても良く、ここで、経路は、蛇行経路の形状を有していても良く、また、経路の 1 8 0 度の湾曲部で、受熱ユニットと接触しても良く、ここで、蛇行経路は、閉鎖型であっても、開放型であっても良い。

10

【 0 0 4 9 】

本発明の他の実施形態によれば、湾曲部は、少なくとも部分的に矩形の湾曲部であっても良く、それにより、ベース・プレートへの小さい熱抵抗、及びベース・プレートの溝の中でのフィンの良好な機械的な安定性をもたらすために、ベース・プレートとの接触領域を最大化する。

【 0 0 5 0 】

本発明の他の実施形態によれば、熱は、冷却モジュールの運転状態で、熱的キャリアにより、凝縮器から周囲へ移送可能である。

本発明の他の実施形態によれば、熱的キャリアは、冷却空気であっても良い。

20

本発明の他の実施形態によれば、熱的キャリアは、水であっても良い。

【 0 0 5 1 】

本発明の他の実施形態によれば、受熱ユニットに熱的に接続された少なくとも一つの電気部品および / または電子部品、及び、本発明の先行する代表的な実施形態の内の何れかの冷却モジュールを有する、電力モジュールが設けられ、この冷却モジュールは、冷却モジュールの運転状態において、熱的キャリアにより、前記受熱ユニットから熱を受け取りそして熱を周囲へ移送するための冷却剤を有している。

【 0 0 5 2 】

本発明の他の実施形態によれば、少なくとも一つの電気部品および / または電子部品を冷却するために、上述の代表的な実施形態の内の何れかの冷却モジュールの使用が提供される。

30

本発明の他の実施形態によれば、電子部品は、電力用電子部品であっても良く、例えば I G B T である。

【 0 0 5 3 】

本発明の他の実施形態によれば、電気部品および / または電子部品を冷却する方法が提供される。この方法は、下記の工程を有している：冷却モジュールの運転状態で、冷却モジュールの受熱ユニットに熱的に接続された少なくとも一つの電気部品および / または電子部品から、前記受熱ユニットにより、熱を受け取り；前記受熱ユニットから冷却モジュールの凝縮器へ、熱を移送する。冷却モジュールは、二枚のシートを有するパネルを有していて、これら二枚のシートは、冷却モジュールの運転状態で、これらのシートにより形成される平面の方向に伸びる経路が、二枚のシートの間に形成されように、ロールボンディングを含むプロセスにより、互いに対して取り付けられている。

40

【 0 0 5 4 】

本発明の他の実施形態によれば、この方法は、更に、以下の工程を有している：経路の中で冷却剤の第一の部分を気化させることにより、経路の中で冷却剤の第二の部分を凝縮させることにより、そして、経路から熱的キャリアへ熱を移送することにより、凝縮器から周囲へ熱を移送する。少なくとも一つの経路が、冷却モジュールの運転状態で、冷却動作が重力によりもたらされように形成される。

【 0 0 5 5 】

本発明の他の実施形態によれば、この方法は、更に、以下の工程を有している：経路の

50

中で冷却剤の第一の部分を気化させることにより、経路の中で冷却剤の第二の部分を凝縮させることにより、そして、経路から熱的キャリアへ熱を移送することにより、凝縮器から周囲へ熱を移送し、ここで、冷却モジュールの運転状態で、冷却動作が脈動冷却によりもたらされように、少なくとも一つの経路が形成される。

【 0 0 5 6 】

本願発明のこれらの及び他のアスペクトは、以下に記載された実施形態を参照することにより、明らかになるであろう。

【図面の簡単な説明】

【 0 0 5 7 】

【図 1】図 1 は、本発明の実施形態に基づく、凝縮器及び気化器を有する冷却モジュールの斜視図を概略的に示している。 10

【図 2】図 2 は、図 1 の凝縮器のパネルの斜視図を概略的に示している。

【図 3】図 3 は、図 1 の気化器の斜視図を概略的に示している。

【図 4】図 4 は、図 1 の気化器の断面の斜視図を概略的に示している。

【図 5】図 5 は、本発明の他の実施形態に基づく、凝縮器及び気化器を有する冷却モジュールの斜視図を概略的に示している。

【図 6】図 6 は、図 5 の気化器の斜視図を概略的に示している。

【図 7】図 7 は、本発明の他の実施形態に基づく、凝縮器及び気化器を有する冷却モジュールの斜視図を概略的に示している。

【図 8】図 8 は、本発明の他の実施形態に基づく、凝縮器及び気化器を有する冷却モジュールの断面の斜視図を概略的に示している。 20

【図 9】図 9 は、図 8 の冷却モジュールの他の断面の斜視図を概略的に示している。

【図 10】図 10 は、本発明の他の実施形態に基づく、対称的に配置されたパネル及び気化器を有する凝縮器を有する冷却モジュールの斜視図を概略的に示している。

【図 11】図 11 は、本発明の他の実施形態に基づく、ベース・プレートに有する凝縮器の斜視図を概略的に示している。

【図 12】図 12 は、本発明の一つの実施形態に基づく、図 11 のベース・プレートの斜視図を概略的に示している。

【図 13】図 13 は、本発明の他の実施形態に基づく、図 11 のベース・プレートの斜視図を概略的に示している。 30

【図 14】図 14 は、本発明の他の実施形態に基づく、凝縮器及びベース・プレートに有する冷却モジュールの斜視図を概略的に示している。

【図 15】図 15 は、本発明の他の実施形態に基づく、凝縮器及びベース・プレートに有する冷却モジュールの斜視図を概略的に示している。

【図 16】図 16 は、本発明の他の実施形態に基づく、ベース・プレートに有するパネル・スタックを形成する複数の凝縮器を有する冷却モジュールの斜視図を概略的に示している。

【図 17】図 17 は、図 16 のベース・プレートに有する一枚のパネルの斜視図を概略的に示している。

【図 18】図 18 は、本発明の他の実施形態に基づく、冷却モジュールのベース・プレートに取り付けられる前の凝縮器のパネルの側面図を概略的に示している。 40

【図 19】図 19 は、本発明の他の実施形態に基づく、冷却モジュールのベース・プレートに取り付けられたパネルを概略的に示している。

【図 20】図 20 は、本発明の他の実施形態に基づく、気化セクション及び凝縮セクションを示す冷却モジュールのパネルの斜視図を概略的に示している。

【図 21】図 21 は、本発明の他の実施形態に基づく、冷却モジュールの一枚のパネルの斜視図を概略的に示している。

【図 22】図 22 は、本発明の他の実施形態に基づく、ベース・プレート及び複数のパネルに有する冷却モジュールの断面図を概略的に示している。

【図 23】図 23 は、本発明の他の実施形態に基づく、ベース・プレート及び複数のパネ 50

ルを有する冷却モジュールの断面図を概略的に示している。

【図 2 4】図 2 4 は、本発明の他の実施形態に基づく、ベース・プレート及び複数のパネルを有する冷却モジュールの断面図を概略的に示している。

【図 2 5】図 2 5 は、本発明の他の実施形態に基づく、ベース・プレート及び複数のパネルを有する冷却モジュールの断面図を概略的に示している。

【図 2 6】図 2 6 は、本発明の他の実施形態に基づく、冷却モジュールのパネルの二枚のシートの断面の拡大図を概略的に示している。

【図 2 7】図 2 7 は、本発明の他の実施形態に基づく、冷却モジュールのパネルの二枚のシートの断面の拡大図を概略的に示している。

【図 2 8】図 2 8 は、本発明の他の実施形態に基づく、冷却モジュールのパネルの断面図を概略的に示している。

【図 2 9】図 2 9 は、本発明の他の実施形態に基づく、冷却モジュールのパネルの断面図を概略的に示している。

【図 3 0】図 3 0 は、本発明の他の実施形態に基づく、冷却モジュールのパネルの断面図を概略的に示している。

【図 3 1】図 3 1 は、本発明の他の実施形態に基づく、冷却モジュールのパネルの断面図を概略的に示している。

【図 3 2】図 3 2 は、本発明の他の実施形態に基づく、脈動冷却のための冷却モジュールの閉じられた経路及び示された気化セクションを有するパネルを概略的に示している。

【図 3 3】図 3 3 は、本発明の他の実施形態に基づく、脈動冷却のための冷却モジュールの、開放型の経路及び示された気化セクションを有するパネルを概略的に示している。

【図 3 4】図 3 4 は、本発明の他の代表的な実施形態に基づく、冷却モジュールのパネルの気化セクションの断面の拡大図を概略的に示している。

【図 3 5】図 3 5 は、本発明の他の実施形態に基づく、図 3 4 のベース・プレートの断面 A - A の部分を概略的に示している。

【図 3 6】図 3 6 は、本発明の他の実施形態に基づく、電気部品および / または電子部品を冷却する方法のフローチャートを概略的に示している。

【発明を実施するための形態】

【0058】

本発明の主題は、以下のテキストにおいて、添付図面に示された代表的な実施形態を参照しながら、より詳細に説明される。

【0059】

これらの図面において使用される参照符号、及びそれらの意味は、参照符号のリストに、まとめの形態で掲載されている。原則として、これらの図の中で、同一の部品には、同一の参照符号が与えられている。

【0060】

図 1 は、二枚のシートを有するパネル 11 を有する凝縮器 1 を有する冷却モジュール 100 を、概略的に示していて、それらの二枚のシートは、これら二枚のシートの間に、これらのシートにより形成される平面の方向に伸びる経路 113 が形成されるように、ロール・ボンディングを含むプロセスにより互いに対して取り付けられている。この経路 113 は、複数のループ 1130 を有している。凝縮器 1 は、経路 113 を有する複数のパネル 11 を有していて、各経路 113 は、個々のパネル 11 またはフィン 11 から、凝縮液ヘッダ 121 につながる凝縮液経路 12 をもたらす。一つの凝縮液パイプ 122 は、凝縮液ヘッダ 122 から気化器 2A の形態の受熱ユニット 2, 2A につながっている。気化器 2A は、蒸気経路 21 により、経路 113 に流路的に接続され、それぞれの蒸気経路が、一つのフィン 11 またはパネル 11 の経路 113 をもたらす。

【0061】

気化器 2A の形態の受熱ユニット 2, 2A は、熱源 3 の熱負荷が受熱ユニット 2, 2A へ熱的に移送されるように、少なくとも一つの熱源 3 を気化器 2A に接続するための接続手段を有している。この熱源 3 は、地下鉄用コンバータであっても良く、例えば、半導

10

20

30

40

50

体スイッチであっても良く、または、受熱ユニット 2 , 2 A に熱的に接続された、電力電子部品または I G B T ような、他の電気部品および / または電子部品であっても良い。

【 0 0 6 2 】

図 1 の中に記載された実施形態、並びに、以下の図に示された全ての更なる実施形態は、地下鉄用コンバータの冷却の適用分野において、従来の空冷のフィンの熱シンクを用いた場合に遭遇する、フィンの限定された効率の問題を解決するように構成されていて、ここで、熱の伝導は、フィン内の熱移送のメカニズムのみである。従来のシステムにおいて、高い冷却性能、高い電力密度、限定された空気流速（地下鉄の駅でのノイズの制限による）、及び、十分に広いフィンの間のチャンネルの境界条件は、長いフィンをもたらすことがある。フィン効率を十分に高く維持するために、これらのフィンは、かなり厚く作られていなければならない、それが、重たく且つ大きい熱シンクをもたらすことになる。この問題は、図 1 の実施形態により、及び更なる図に示された実施形態により解決され、その理由は、フィンの内側での熱移送が、対流により増大されるからである。

10

【 0 0 6 3 】

二相冷却剤を有するループ型の熱サイフォンが、図に示された実施形態によれば、冷却動作がアクティブなポンプを必要とすることなく、重力のみにより駆動されるように、使用されても良い。ループ型の熱サイフォンは、二相領域で動作する冷却剤を含むループ形状の経路 1 1 3 , 1 1 3 0 から構成されても良い。経路 1 1 3 の一つのセクションは、冷却剤を気化させるように機能しても良く、これに対して、経路の他のセクションは、冷却剤を凝縮させるように機能しても良い。冷却剤の動きは、重力により駆動されても良く、その理由は、冷却剤蒸気の密度が液体の密度と比べて遥かに小さいからである。

20

【 0 0 6 4 】

これらの図に示された実施形態に基づく冷却システムにおいて、熱サイフォン経路の気化セクションは、電子的なデバイス 3 から熱を受け取り、これに対して、熱サイフォン経路の凝縮器セクションは、冷却空気または他の適当な冷却媒体へ熱を移送する。

【 0 0 6 5 】

コスト効率の良い冷却のソリューションは、ロール・ボンドされたパネル、および / または、太陽熱吸収設備を有していることがある。ロール・ボンドされたパネルは、電気部品または電子部品 3 の冷却のためのフィンとしてうまく適合されることがあり、その理由は、それらが、安価で、薄く、軽量であって、且つ、パネル 1 1 の中でのチャンネル 1 1 3 または経路 1 1 3 の正確なパターンに関して、大きなフレキシビリティがあるからである。ロール・ボンドされたパネル 1 1 は、非常に効率の良いフィン 1 1 とみなされることがある。

30

【 0 0 6 6 】

ロール・ボンディング (roll-bonding) において、金属の二枚のシートが、圧延により高い圧力で、一緒にプレスされても良い。それ故に、シートの特定の領域が、シートがこれらの領域で接合しないことが可能であるように、グラファイト・パウダーのような、分離媒体でそれら进行处理することにより省略されても良い。貼り付けの後に、シートが膨張され、分離媒体で処理された領域において、フィン・チャンネルまたは経路を作り出す。

【 0 0 6 7 】

40

そのようなロール・ボンドされたパネル 1 1 は、ループ型の熱サイフォンまたは冷却モジュール 1 0 0 の凝縮器 1 として使用されても良い。ループ型の熱サイフォン 1 0 0 を完成させるために、別個の気化器 2 A が追加されても良く、この別個の気化器に、電力用の電子デバイス 3 が取り付けられる。以下に記載されているように、別個の気化器 2 A が省略されても良く、ここで、フィン 1 1 の中のチャンネル 1 1 3 または経路 1 1 3 のセクションが、気化器 2 A を構成しても良い。全てのフィン 1 1 が、ベース・プレート 2 B に直接的に取り付けられても良く、このベース・プレートに、電子的なデバイス 3 が、取り付けられても良い（例えば、図 1 1 を参照）。

【 0 0 6 8 】

フィン 1 1 としてロール・ボンドされたパネル 1 1 を使用することの特別の優位性は、

50

パネル 1 1 の表面が平坦ではなく、パネル 1 1 の内側で、チャネルまたは経路 1 1 3 からの高所 (elevations) を含んでいるということにあることがある。これらの高所は、空気の流れを妨げる効果を有していて、乱流の強度を増大させ、それによって、パネル表面と空気の間の熱移送を増大させる。

【 0 0 6 9 】

図 2 は、請求項 1 の個々のパネル 1 1 またはフィン 1 1 を概略的に示していて、このフィン 1 1 は、経路 1 1 3 がループ状の形状を有するように、幾つかのループ 1 1 3 0 を有する経路 1 1 3 を有している。

【 0 0 7 0 】

図 3 は、図 1 の受熱ユニット 2 , 2 A の斜視図を概略的に示している。

10

【 0 0 7 1 】

図 4 は、図 1 の気化器 2 A の形態の、受熱ユニット 2 , 2 A の断面の斜視図を概略的に示していて、この気化器は、凝縮液を凝縮器から受け取るために凝縮液パイプ 1 2 2 、並びに、気化した冷却剤を気化器 2 A から受け取るために、凝縮器の経路をもたらし、複数の蒸気経路 2 1 を備えている。

【 0 0 7 2 】

図 5 は、図 1 の冷却モジュール 1 0 0 の斜視図を概略的に示しているが、但し、次のような相違点がある：凝縮液ヘッダが無く、一つの凝縮液パイプ 1 2 2 のみではなく複数の凝縮液パイプ 1 2 2 があり、それぞれの凝縮液パイプは、凝縮器 1 のパネル 1 1 のそれぞれの経路 1 1 3 から、凝縮液経路 1 2 を介して、気化器 2 A へ直接的につながっている。

20

【 0 0 7 3 】

図 6 は、図 5 に基づく凝縮液パイプ 1 2 2 を有する、気化器 2 A の形態の受熱ユニット 2 の斜視図を、概略的に示している。

【 0 0 7 4 】

図 7 は、図 1 の冷却モジュール 1 0 0 の斜視図を概略的に示しているが、但し、次のような相違点がある：冷却モジュール 1 0 0 が、蒸気ヘッダ 2 1 1 または蒸気コレクタ 2 1 1 を更に有していて、このヘッダは、気化器 2 A の形態の受熱ユニット 2 から、気体状態の冷却剤を受けて、気化した冷却剤を、複数の蒸気経路 2 1 を介して、冷却モジュール 1 0 0 の凝縮器 1 のパネル 1 1 の経路 1 1 3 へ、移送する。

【 0 0 7 5 】

30

冷却空気 4 は、異なる方向から、フィン 1 1 またはパネル 1 1 の経路 1 1 3 またはチャネル 1 1 3 の中を通して、矢印 4 a , 4 b , 4 c 及び 4 d により示されているように、流れても良い。

【 0 0 7 6 】

電子的なデバイス 3 が、図 7 の中に示されているように、気化器 2 A の両側に、あるいは、その片側のみに取り付けられても良い。

【 0 0 7 7 】

フィン 1 1 の中を通る空気流れは、ファンまたはプロアを使用する強制対流に起因しても良く、または、自然対流に起因しても良い。列車上で、更には、広く乗り物上で使用されるとき、フィン 1 1 は、駆動の風を利用するように方向付けられても良い。フィンの間のチャネル 1 1 3 または経路 1 1 3 の軸が、駆動方向に方向付けられても良い。

40

【 0 0 7 8 】

図 8 は、二枚のシートを有する複数のパネル 1 1 を有する凝縮器 1 を有する、冷却モジュールの断面の斜視図 1 0 0 を概略的に示していて、これらの二枚のシートは、これら二枚のシートの間に、これらのシートにより形成される平面の方向に伸びる経路 1 1 3 が形成されるように、ロール・ボンディングを含むプロセスにより互いに対して取り付けられていて、各経路は、凝縮液ヘッダ 1 2 1 に接続された凝縮液経路 1 2 をもたらし、凝縮液パイプ 1 2 2 は、凝縮液ヘッダ 1 2 1 を気化器 2 A の形態の受熱ユニット 2 , 2 A に接続する。蒸気パイプ 2 1 2 は、気化器 2 A の気体状態の冷却剤を、蒸気ヘッダ 2 1 1 または蒸気コレクタ 2 1 1 へ導く。

50

【 0 0 7 9 】

図 9 は、図 8 の冷却モジュール 1 0 0 の断面図を概略的に示している。

【 0 0 8 0 】

図 1 0 は、図 1 の冷却モジュール 1 0 0 を概略的に示しているが、但し、凝縮器 1 が対称的に配置された複数のパネル 1 1 を有していると言う相違点がある。冷却剤の蒸気は、気化器 2 A から、蒸気ヘッダ 2 1 1 または蒸気コレクタ 2 1 1 へ移送され、そこから、各経路 1 1 3 に対する複数のパイプを介して、凝縮器 1 の対称的に配置されたパネル 1 1 のそれぞれへ、移送される。

【 0 0 8 1 】

図 1 1 は、二枚のシートを有する複数のパネル 1 1 を有する凝縮器 1 を有する冷却モジュール 1 0 0 の斜視図を概略的に示していて、これら二枚のシートは、これら二枚のシートの間に、これらのシートにより形成される平面の方向に伸びる経路 1 1 3 が形成されようように、ロール・ボンディングを含むプロセスにより互いに対して取り付けられている。冷却モジュール 1 0 0 は、ベース・プレート 2 B の形態の受熱ユニット 2 , 2 B を更に有していて、このベース・プレートは、熱負荷が受熱ユニット 2 , 2 B へ熱的に移送可能であるように、少なくとも一つの熱源 3 を接続するための接続手段を有していて、この受熱ユニットは、熱負荷が受熱ユニット 2 , 2 B から経路 1 1 3 へ移送可能であるのように、各パネル 1 1 の経路 1 1 3 に接続されている。

【 0 0 8 2 】

ベース・プレート 2 B は、熱負荷を凝縮器 1 の各パネル 1 1 の経路 1 1 3 へ伝える、熱伝導性のベース・プレート 2 B であっても良い。

【 0 0 8 3 】

フィン 1 1 またはパネル 1 1 は、ベース・プレート 2 B に対して機械的に及び熱的に接続されても良い。図 1 1 によれば、この接続は、フィン 1 1 を受ける溝 2 0 を有するベース・プレート 2 B を使用することにより、作り出される。最適な熱的接触をもたらすための、溝 2 0 に深さは、経路 1 1 3 またはチャネル 1 1 3 の気化セクションの周りを、それらが完全に取り囲むように設定されても良い。対応するフィン 1 1 は、キーホール形状を有していても良い。溝を有するベース・プレート 2 B を製造するための一つのやり方は、アルミニウムの押出しである。

【 0 0 8 4 】

しかしながら、キーホール形状の溝 2 0 は、押出しにより形成することが難しいかもしれない。その理由は、溝 2 0 が、その出口で狭いことがあり、それによって、押出しのツールが壊れることがあるからである。押出し性を改善するために、チャネル 1 1 3 または経路 1 1 3 の気化セクションが、広く作られても良い。対応する溝 2 0 は、ボトルネックを有していても良い。

【 0 0 8 5 】

フィン 1 1 またはパネル 1 1 とベース・プレート 2 B との間の、タイトな接触（最小の熱抵抗をもたらす）を確保するための、一つのやり方は、膨張に先立って、ベース・プレート 2 B のベース・プレートの溝 2 0 の中にフィン 1 1 を挿入し、次いで、フィン・チャネル 1 1 3 または経路 1 1 3 を膨張させることであり、それにより、溝 2 0 の中のチャネル 1 1 3 が、ベース・プレート 2 B の溝 2 0 の正確な形状を得ることになる。

【 0 0 8 6 】

フィン 1 1 をベース・プレート 2 B に接合する他のオプションは、ロウ付けである。これは、もし、ベース・プレートの溝 2 0 が、ロール・ボンドされたパネル 1 1 の平らなシート端部のみを受け、気化チャネル 1 1 3 を受けない場合に、特に興味深い。その理由は、この場合には、膨張によるタイトな接触の確立がオプションでないからである。

【 0 0 8 7 】

ベース・プレート 2 B は、図 1 1 の中に示されているように、複数のフィン 1 1 の片側に配置されても良く、または、複数のフィン 1 1 の底部に配置されても良い（図示されていない）。

10

20

30

40

50

【 0 0 8 8 】

図 1 2 は複数の溝 2 0 を有する、図 1 1 のベース・プレート 2 B の形態の受熱ユニット 2 , 2 B の斜視図を概略的に示していて、これらの溝は、凝縮器のパネルを受け取るためにキーホールの形状を有している。

【 0 0 8 9 】

図 1 3 は、図 1 2 のベース・プレート 2 B の斜視図を概略的に示しているが、但し、溝 2 0 が、ボトルネックのあるキーホールの形状を有していないで、ボトルネックのないボトルの形状を有していると言う相違がある。

【 0 0 9 0 】

図 1 4 は、図 1 1 の冷却モジュール 1 0 0 の斜視図を概略的に示していて、ここで、ベース・プレート 2 B は、パネル 1 1 の各経路 1 1 3 の気化セクションの周りを部分的に取り囲んでいる。

10

【 0 0 9 1 】

図 1 5 は、パネル・スタック 1 1 1 を形成する複数のパネル 1 1 を受ける、ベース・プレート 2 B の形態の受熱ユニット 2 , 2 B を有する、冷却モジュール 1 0 0 の斜視図を概略的に示していて、各パネル 1 1 は、運転に先立って冷却剤を充填するための流入口 1 1 3 3 を有している。

【 0 0 9 2 】

図 1 6 は、ベース・プレート 2 B を有する各パネル 1 1 が、パネル・スタック 1 1 1 または凝縮器スタック 1 1 1 に積み重ねられた状態の、図 1 5 の冷却モジュール 1 0 0 を概略的に示している。

20

【 0 0 9 3 】

図 1 7 は、一枚のパネル 1 1 を受けるベース・プレート 2 B の形態の受熱ユニット 2 , 2 B を有する、図 1 6 の一つの凝縮器 1 を概略的に示している。

【 0 0 9 4 】

図 1 8 は、図 1 7 の凝縮器 1 の斜視図を概略的に示していて、ここで、経路 1 1 3 を有するパネル 1 1 は、ベース・プレート 2 B の形態の受熱ユニット 2 , 2 B に接続される前の状態にある。

【 0 0 9 5 】

図 1 9 は、図 1 8 の凝縮器 1 の斜視図を概略的に示していて、ここで、経路 1 1 3 を有するパネル 1 1 は、ベース・プレート 2 B の形態の受熱ユニット 2 , 2 B に取り付けられている。

30

【 0 0 9 6 】

図 2 0 は、経路 1 1 3 を有する冷却モジュールのパネル 1 1 の斜視図を概略的に示していて、ここで、気化セクション 1 1 3 1 及び凝縮セクション 1 1 3 2 が示されている。

【 0 0 9 7 】

冷却剤は、熱を移送するために経路 1 1 3 の中に存在していて、ここで、気化セクション 1 1 3 1 の中で冷却剤の第一の部分 1 1 3 4 を気化させる、そして、凝縮セクション 1 1 3 2 で冷却剤の第二の部分 1 1 3 5 を凝縮させることにより、熱が移送される。

【 0 0 9 8 】

40

図 2 1 は、運転に先立って、複数のループ 1 1 3 0 を用いて冷却剤を経路 1 1 3 に充填するための流入口 1 1 3 3 を有する、冷却モジュールのパネル 1 1 の斜視図を概略的に示している。

【 0 0 9 9 】

図 2 2 は、凝縮器のロール・ボンドされたパネル 1 1 を受けるベース・プレート 2 B の形態の受熱ユニット 2 , 2 B を有する、冷却モジュールの断面 1 0 0 を概略的に示していて、ここで、湾曲部 1 1 2 を有する 4 枚のパネル 1 1 の対が、ベース・プレート 2 B で、一つの真っ直ぐなパネル 1 1 の隣に対称的に配置されている。湾曲部 1 1 2 を有するパネル 1 1 は、ベース・プレート 2 B と比べて、複数のパネル 1 1 の幅を増大させるために使用されても良い。図 2 2 の実施形態によれば、ベース・プレート 2 B のサイズを小さく維

50

持しながら、高い電力密度のために必要とされるように、広いフィン表面及び流れの断面積が、設けられても良い。図 2 2 及び 2 3 の湾曲部 1 1 2 が、丸くされても良い。

【 0 1 0 0 】

湾曲部 1 1 2 を有するパネル 1 1 は、二つの丸められたエッジを有している。これらのパネル 1 1 は、複数の丸められたエッジを有していても良い。

【 0 1 0 1 】

図 2 3 は、図 2 2 の冷却モジュール 1 0 0 の断面図を概略的に示していて、ここで、湾曲部 1 1 2 を有する 6 枚のパネル 1 1 の対が、対称的にベース・プレート 2 B に配置されている。

【 0 1 0 2 】

図 2 4 は、冷却モジュール 1 0 0 を形成する凝縮器のパネル 1 を受けるベース・プレート 2 B の形態の、受熱ユニット 2 , 2 B の断面図を概略的に示していて、ここで、一つのカバー・パネル 1 1 6 またはカバー・ユニット 1 1 6 が複数のパネル 1 1 を覆っていて、ここで、カバー・パネル 1 1 6 は、ベース・プレート 2 B から遠いパネル 1 1 の経路の小さい側が、熱的にアクティブに作られても良いように、二つの湾曲部 1 1 2 を有していて、このようにして、熱的性能を獲得する。カバー・ユニット 1 1 6 は、パネルでなくても良い。

【 0 1 0 3 】

より効率の良い空気の流れを可能にするために、パネル 1 1 に対して横方向に配置された内部のサブ・チャンネル 1 1 7 は、オプションであっても良い。サブ・チャンネル 1 1 7 は、パネル 1 1 の平面に対して垂直な方向に、場合によればプラスチック板または金属板により形成されても良い。サブ・チャンネル 1 1 7 は、空気流れをガイドしても良く、規定された流れのためにより高い速度を可能にしても良く、逆方向への空気の流れを有する可能性をもたらしても良い。

【 0 1 0 4 】

図 2 5 は、図 2 4 の冷却モジュール 1 0 0 の上面図を概略的に示している。

【 0 1 0 5 】

図 2 6 は、本発明に基づく、冷却モジュールの凝縮器のパネルの二枚のシート 1 1 4 , 1 1 5 を概略的に示していて、二枚のシートが、これら二枚のシート 1 1 4 , 1 1 5 の間に、これらのシート 1 1 4 , 1 1 5 により形成される平面の方向に伸びる経路 1 1 3 が、形成されるように、ロール・ボンディングを含むプロセスにより、互いに対して取り付けられている。冷却剤 5 は、熱を移送するために、経路 1 1 3 の中に存在する。第一のシート 1 1 4 及び第二のシート 1 1 5 は、湾曲した経路 1 1 3 を形成する。

【 0 1 0 6 】

図 2 7 は、図 2 6 に基づく二枚のシート 1 1 4 及び 1 1 5 断面図を概略的に示していて、ここで、第一のシート 1 1 4 のみが曲げられて、冷却剤 5 がその中に存在する経路 1 1 3 を形成する。

【 0 1 0 7 】

図 2 8 は、幾つかのループ 1 1 3 0 を有する経路 1 1 3 を有する、パネル 1 1 の断面図を概略的に示している。

【 0 1 0 8 】

ループ 1 1 3 0 のエッジは、丸められたエッジである。図 2 8 から 3 0 の中に示されているように、異なる数の平行な経路 1 1 3 またはチャンネル 1 1 3 が、可能であることがある。図 2 8 の中には、一つの経路 1 1 3 またはチャンネル 1 1 3 が示されている。

【 0 1 0 9 】

図 2 9 は、ループ 1 1 3 0 経路 1 1 3 を有する、パネル 1 1 の断面図を概略的に示していて、ここで、エッジは、丸められたエッジである。図 2 9 の中に、複数の平行な経路 1 1 3 またはチャンネル 1 1 3 が示されている。

【 0 1 1 0 】

図 3 0 は、パネル 1 1 の断面図を概略的に示していて、ここで、経路 1 1 3 は、ループ

10

20

30

40

50

1 1 3 0 を有していて、このループは、丸められたエッジであるところのエッジを有している。図 3 0 は、二つの平行な経路 1 1 3 またはチャンネル 1 1 3 を示している。

【 0 1 1 1 】

図 3 1 は、経路 1 1 3 を有するパネル 1 1 の断面図を概略的に示していて、この経路は、僅かに傾斜したチャンネル 1 1 3、または重力により流れを促進するための経路 1 1 3 を有している。重力により流れを促進することがある経路 1 1 3 の全ての幾何学的形状が、選択されても良い。

【 0 1 1 2 】

図 3 2 は、脈動熱サイフォン運転を可能にする経路 1 1 3 を有する、パネル 1 1 の断面図を概略的に示している。気化セクション 1 1 3 1 の中で、経路 1 1 3 の中に存在する冷却剤が、加熱され、それぞれ気化され、冷却剤を、気化セクション 1 1 3 1 から離れる方向へ移動させる。

【 0 1 1 3 】

そのような脈動熱サイフォン 1 1 の中で、不安定な、二相冷却剤の脈動流れが、例えば、スラグ流 (slug flow) の形態の流れが、経路 1 1 3 の中で発生し、非常に効率の良い熱移送をもたらす。この脈動流れは、図 3 2 幾何学的形状により促進される。蛇行経路 1 1 3 は、経路 1 1 3 の 1 8 0 度の湾曲部 1 1 3 0 で、熱源と接触状態にある。蛇行経路 1 1 3 は、図 3 2 の中に示されているように、閉鎖型であることも、図 3 3 の中に概略的に示されているように、開放型であることも可能である。1 8 0 度の湾曲部 1 1 3 0 は、図 3 2 及び 3 3 中に示されているように、正確に半円形である必要はない。

【 0 1 1 4 】

図 3 4 は、図 3 2 または図 3 3 の、ベース・プレート 2 B の形態の受熱ユニット 2 , 2 B を有する気化セクション 1 1 3 1 での、パネル 1 1 の部分の拡大図を概略的に示している。経路 1 1 3 のほぼ矩形の湾曲部 1 1 3 0 は、ベース・プレート 2 B への小さい熱抵抗、及び、ベース・プレート 2 B のベース・プレート溝 2 0 (図 3 5 の中に示されている) の中でフィン 1 1 の良好な機械的安定性の両者のために、ベース・プレート 2 B との接触領域を最大化させることがある。

【 0 1 1 5 】

ベース・プレートの溝 2 0 の中にそれらを挿入する際に、パネル 1 1 またはフィン 1 1 とベース・プレート 2 B との間のタイトな接触が、チャンネル 1 1 3 を膨張させることにより作り出されても良い。ベース・プレート 2 B は、プリズムの形状であっても良く、また、アルミニウムの押出し材から作られても良い。

【 0 1 1 6 】

図 3 5 は、図 3 4 に示された断面 A - A による、断面の上面図を示していて、ベース・プレート 2 B であるところの受熱ユニット 2 , 2 B の溝 2 0 を示している。

【 0 1 1 7 】

以上において説明したように、図 3 3 は、脈動冷却のための開放型の経路 1 1 3 を有するパネル 1 1 の側面図を概略的に示していて、この経路が、冷却モジュールの運転状態において、脈動動きを可能にする。

【 0 1 1 8 】

図 3 6 は、電気部品および / または電子部品の冷却の方法 1 5 0 のフローチャートを概略的に示していて、この方法は以下の工程を有している :

冷却モジュールの運転状態 1 5 1 で、受熱ユニットにより、冷却モジュールの受熱ユニットに熱的に接続された少なくとも一つの電気部品および / または電子部品から、熱を受け取り ;

受熱ユニットから、二枚のシートを有するパネルを有する冷却モジュールの凝縮器へ、熱を移送し、ここで、これらの二枚のシートは、冷却モジュールの運転状態 1 5 2 で、これら二枚のシートの間に、これらのシートにより形成される平面の方向に伸びる経路が形成されよう、ロール・ボンディングを含むプロセスにより互いに対して取り付けられて ;

10

20

30

40

50

経路の中で冷却剤の第一の部分を気化させることにより、経路の中で冷却剤の第二の部分を凝縮させることにより、そして、経路から熱的キャリアへ熱を移送することにより、凝縮器から周囲へ熱を移送する。

【0119】

本発明の一つの実施形態に基づく冷却モジュールの運転状態において、冷却剤の動きが重力によりもたらされよう、少なくとも一つの経路が形成されても良い。

【0120】

本発明の他の実施形態に基づく冷却モジュールの運転状態において、冷却剤の動きが脈動冷却によりもたらされることがあるように、少なくとも一つの経路が形成されても良い。

10

【0121】

本発明は、図面及び以上の説明の中で、示され、詳細に説明されてきたが、そのような図及び説明は、例示的または代表的なものであると考えられるべきであって、限定的なものではなく、本発明は、記載された実施形態に限定されない。

【0122】

記載された実施形態の他の変形形態は、当業者により理解され且つ実行されても良く、且つ、図面、開示、及び添付された請求項を研究することにより、クレームされた本発明を実施することが可能である。

【0123】

請求項の記載において、“comprising”（～を有する）という言葉は、他の要素または工程を排除するものではなく、また、不定冠詞“a”または“an”は、複数を排除するものではない。単一の冷却モジュールまたは単一の電力モジュールが、請求項の中に記載された幾つかの要素機能を充足しても良い。特定の手段が、互いに異なる従属請求項の中に記載されていると言う、単なる事実は、これらの手立ての組み合わせが、好ましい結果を伴って使用されることがないということを示していない。請求項の中の如何なる参照符号も、本発明の範囲を限定するものとして、解釈されるべきではない。

20

【符号の説明】

【0124】

1・・・凝縮器、凝縮器、2・・・受熱ユニット、2a・・・気化器、2b・・・ベース・プレート、3・・・熱源、電子的なデバイス、電子部品、電気的な部品、IGBT、高電圧の電子部品、電力用の電子デバイス、4, 4a, 4b, 4c, 4d・・・冷却空気、冷却媒体、5・・・冷却剤、二相冷却剤、11・・・パネル、フィン、凝縮器パネル、12・・・凝縮液経路、20・・・ベース・プレートの溝、溝、21・・・蒸気経路、100・・・冷却モジュール、111・・・パネル・アレイ、パネル・スタック、凝縮器スタック、112・・・湾曲部、パネルの湾曲部、パネルの湾曲部、113・・・経路、チャンネル、蛇行経路、114・・・第一のシート、第一の金属シート、シート、115・・・第二のシート、第二の金属シート、シート、116・・・カバー・パネル、カバー・ユニット、117・・・内部のサブ・チャンネル、サブ・チャンネル、121・・・凝縮液ヘッダ、液体コレクタ、凝縮液充填用流入口、122・・・凝縮パイプ、211・・・蒸気ヘッダ、蒸気コレクタ、212・・・蒸気パイプ、1130・・・ループ、湾曲部、180度の湾曲部、矩形の湾曲部、1131・・・パネルの中の経路の気化セクション、1132・・・パネルの中の経路の凝縮セクション、1133・・・流入口、冷却剤の充填のための経路開口部、1134・・・（冷却剤の）第一の部分、1135・・・（冷却剤の）第二の部分。

30

40

【 図 1 】

図 1

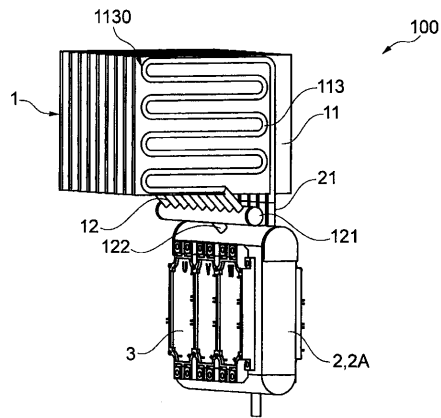


Fig. 1

【 図 2 】

図 2

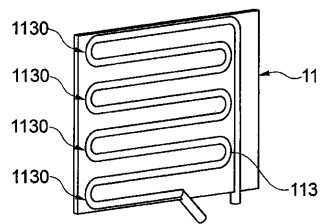


Fig. 2

【 図 5 】

図 5

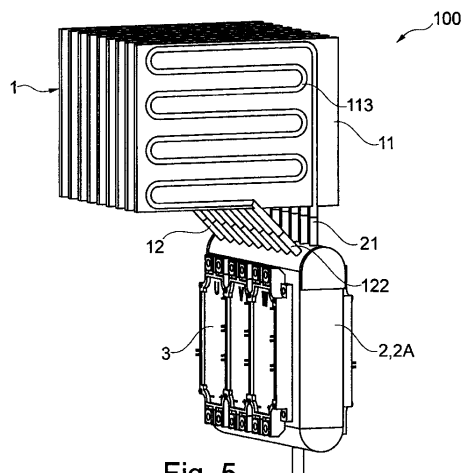


Fig. 5

【 図 3 】

図 3

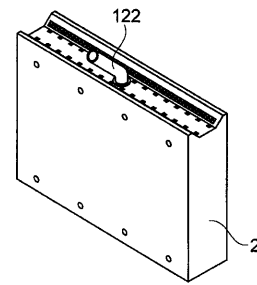


Fig. 3

【 図 4 】

図 4

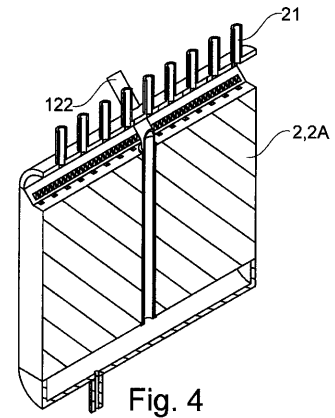


Fig. 4

【 図 6 】

図 6

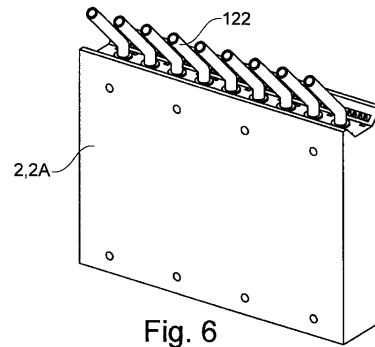
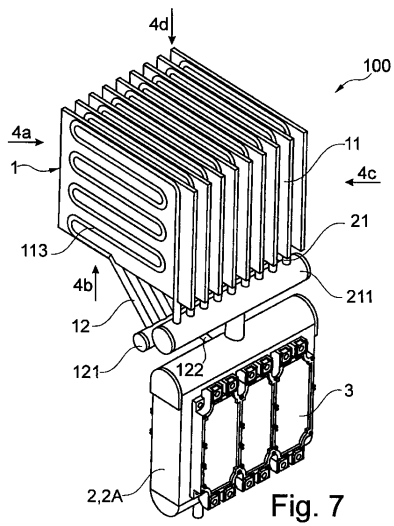


Fig. 6

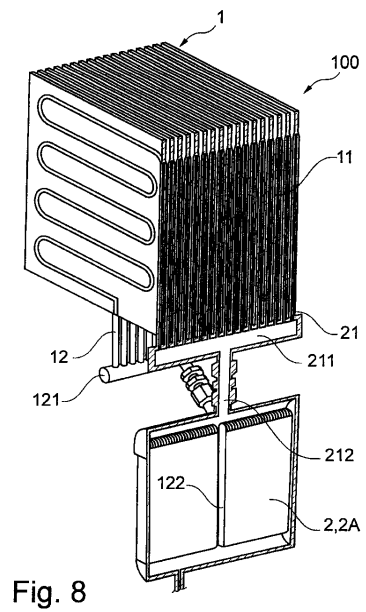
【 図 7 】

図 7



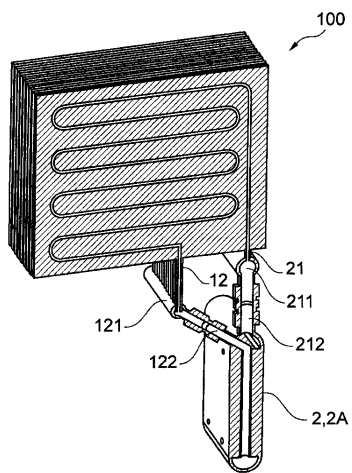
【 図 8 】

図 8



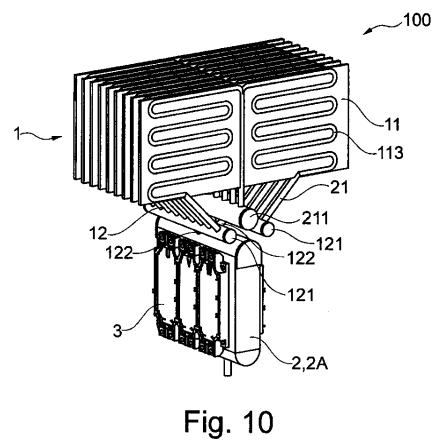
【 図 9 】

図 9



【 図 10 】

図 10



【図 1 1】

図 11

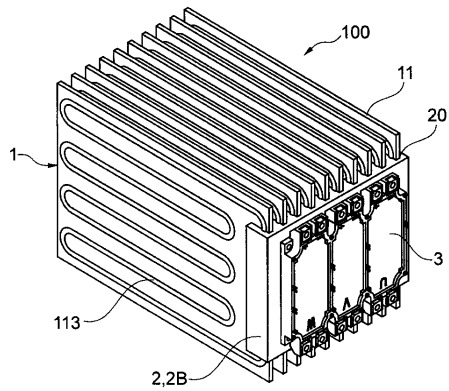


Fig. 11

【図 1 2】

図 12

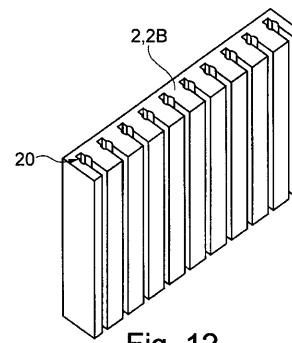


Fig. 12

【図 1 3】

図 13

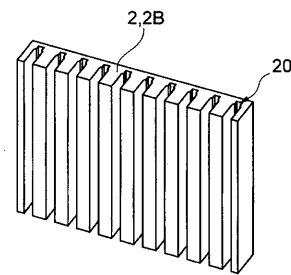


Fig. 13

【図 1 4】

図 14

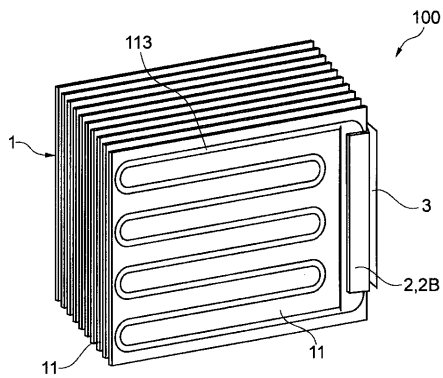


Fig. 14

【図 1 5】

図 15

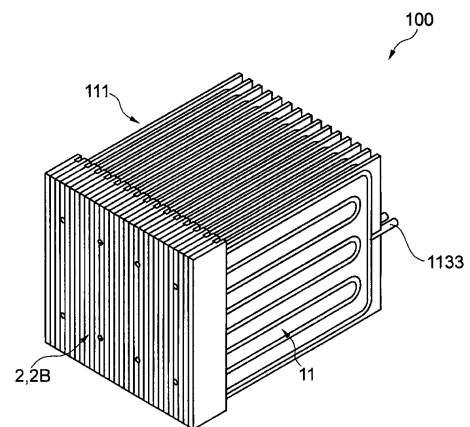


Fig. 15

【図 16】

図 16

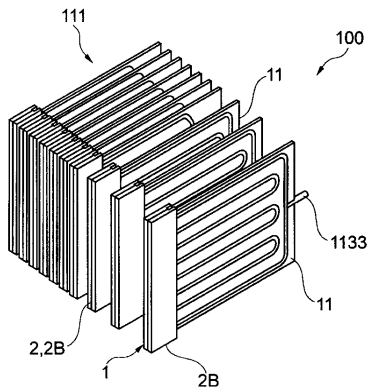


Fig. 16

【図 17】

図 17

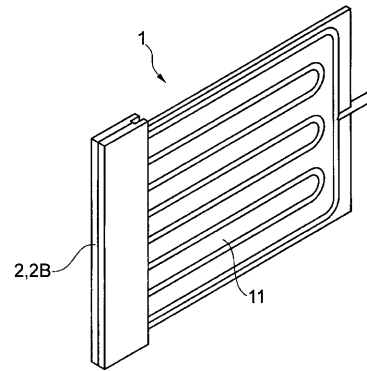


Fig. 17

【図 18】

図 18

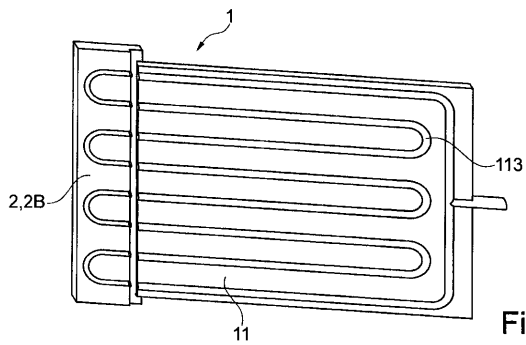


Fig. 18

【図 19】

図 19

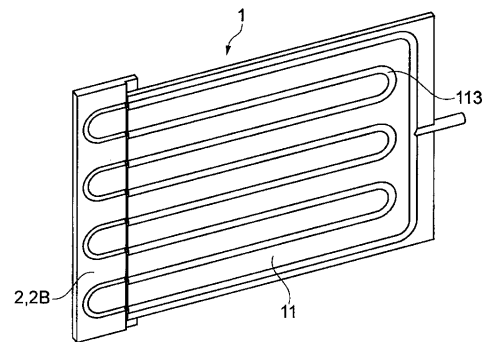


Fig. 19

【図 20】

図 20

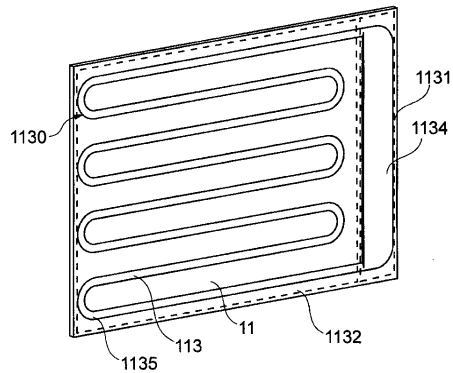


Fig. 20

【図 21】

図 21

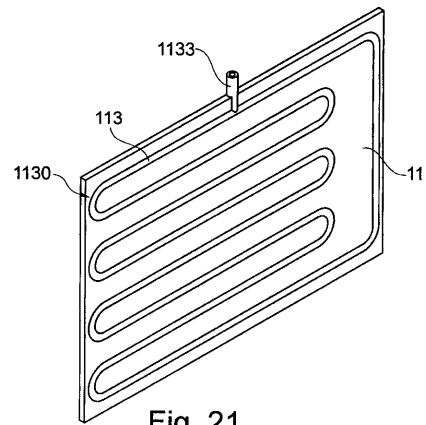


Fig. 21

【図 22】

図 22

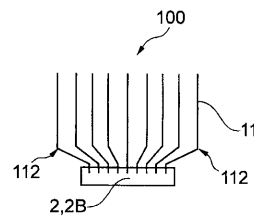


Fig. 22

【図 23】

図 23

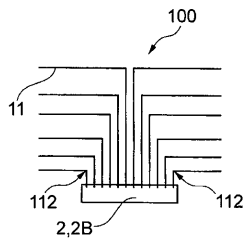


Fig. 23

【図 25】

図 25

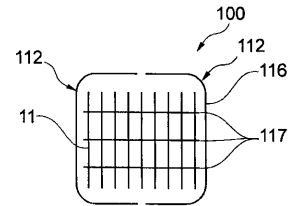


Fig. 25

【図 24】

図 24

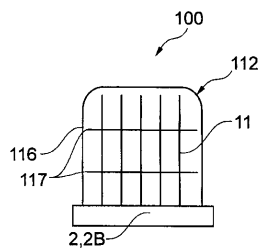


Fig. 24

【図 26】

図 26

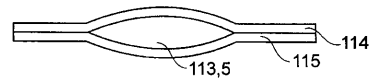


Fig. 26

【図 27】

図 27

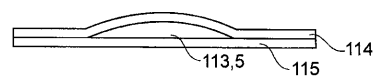


Fig. 27

【図 28】

図 28

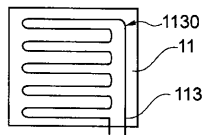


Fig. 28

【図 29】

図 29

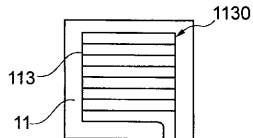


Fig. 29

【図 30】

図 30

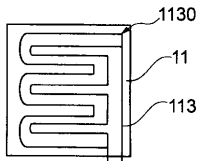


Fig. 30

【図 33】

図 33

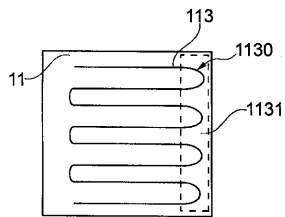


Fig. 33

【図 34】

図 34

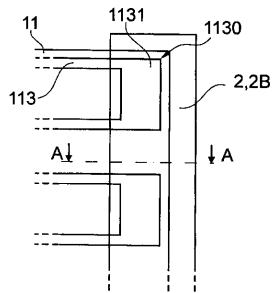


Fig. 34

【図 31】

図 31

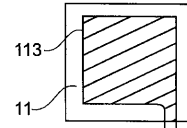


Fig. 31

【図 32】

図 32

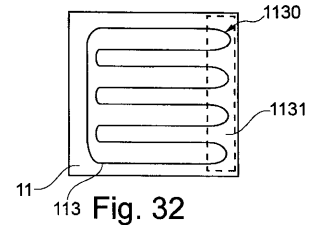


Fig. 32

【図 35】

図 35

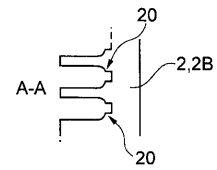


Fig. 35

【図 36】

図 36

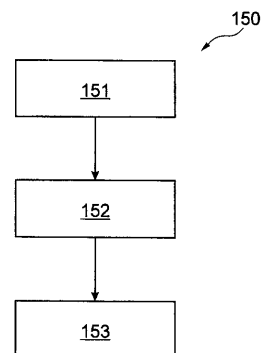


Fig. 36

【国際調査報告】

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No

PCT/EP2010/057029

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

INV. H01L23/427 F28D15/02
ADD.

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)

H01L H05K F28D F28F

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

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

EPO-Internal

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
X	EP 1 424 532 A1 (SHOWA DENKO KK [JP]) 2 June 2004 (2004-06-02)	1-3,6-13
Y	paragraphs [0026], [0029], [0030]; claims 1,8; figures 1,2 -----	14
X	JP 6 085480 A (SHOWA ALUMINUM CORP) 25 March 1994 (1994-03-25) abstract; figures 1,2 -----	1-10,12, 13
X	DE 100 07 066 A1 (KME SCHMOELE GMBH [DE]) 23 August 2001 (2001-08-23) column 3, line 60 - column 4, line 49; figures 1,2 -----	1,2,4-13
X	JP 7 183437 A (SHOWA ALUMINUM CORP) 21 July 1995 (1995-07-21) abstract; figures 1-4 ----- -/-	1,2,4, 6-13

☒ Further documents are listed in the continuation of Box C.☒ See patent family annex.

* Special categories of cited documents:

A document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance

E earlier document but published on or after the international filing date

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)

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

T 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

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

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.

& document member of the same patent family

Date of the actual completion of the international search

7 April 2011

Date of mailing of the international search report

14/04/2011

Name and mailing address of the ISA/

European Patent Office, P.B. 5818 Patentplan 2
NL - 2280 HV Rijswijk
Tel: (+31-70) 340-2040,
Fax: (+31-70) 340-3016

Authorized officer

Zeisler, Peter

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No
PCT/EP2010/057029

C(Continuation). DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT		
Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
X	US 2007/277962 A1 (JYLHAKALLIO MERVI [FI]) 6 December 2007 (2007-12-06) the whole document	1,3,5-13
Y	----- US 2006/144567 A1 (ZHU XI-JIAN [CN] ET AL) 6 July 2006 (2006-07-06)	14
A	paragraph [0022] -----	8

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

Information on patent family members

International application No

PCT/EP2010/057029

Patent document cited in search report	Publication date	Patent family member(s)	Publication date
EP 1424532	A1	02-06-2004	CN 1551971 A 01-12-2004
			WO 03023307 A1 20-03-2003
			JP 4272988 B2 03-06-2009
JP 6085480	A	25-03-1994	JP 3143811 B2 07-03-2001
DE 10007066	A1	23-08-2001	NONE
JP 7183437	A	21-07-1995	NONE
US 2007277962	A1	06-12-2007	NONE
US 2006144567	A1	06-07-2006	TW 1274839 B 01-03-2007

フロントページの続き

(81)指定国 AP(BW, GH, GM, KE, LR, LS, MW, MZ, NA, SD, SL, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), EA(AM, AZ, BY, KG, KZ, MD, RU, TJ, TM), EP(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, SE, SI, SK, SM, TR), OA(BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GQ, GW, ML, MR, NE, SN, TD, TG), AE, AG, AL, AM, AO, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BH, BR, BW, BY, BZ, CA, CH, CL, CN, CO, CR, CU, CZ, DE, DK, DM, DO, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, GT, HN, HR, HU, ID, IL, IN, IS, JP, KE, KG, KM, KN, KP, KR, KZ, LA, LC, LK, LR, LS, LT, LU, LY, MA, MD, ME, MG, MK, MN, MW, MX, MY, MZ, NA, NG, NI, NO, NZ, OM, PE, PG, PH, PL, PT, RO, RS, RU, 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

(74)代理人 100109830
弁理士 福原 淑弘

(74)代理人 100075672
弁理士 峰 隆司

(74)代理人 100095441
弁理士 白根 俊郎

(74)代理人 100084618
弁理士 村松 貞男

(74)代理人 100103034
弁理士 野河 信久

(74)代理人 100119976
弁理士 幸長 保次郎

(74)代理人 100153051
弁理士 河野 直樹

(74)代理人 100140176
弁理士 砂川 克

(74)代理人 100158805
弁理士 井関 守三

(74)代理人 100124394
弁理士 佐藤 立志

(74)代理人 100112807
弁理士 岡田 貴志

(74)代理人 100111073
弁理士 堀内 美保子

(74)代理人 100134290
弁理士 竹内 将訓

(72)発明者 グラディンガー、トマス
スイス国、5 0 3 2 ロール、ビルケンベーク 3

(72)発明者 イェシン、ベルク
スイス国、8 0 3 8 チューリヒ、ズベンギベーク 2 3

(72)発明者 アゴスティーニ、フランセスコ
スイス国、4 8 0 0 ゴフィンゲン、リータルシュトラッセ 4

Fターム(参考) 5E322 AA01 AA05 AA11 AB03 DB02 DB06 FA01 FA04
5F136 CC34 CC37 CC40 DA27

【要約の続き】

ト(2, 2A, 2B)は、熱負荷をパネル(11)に移送するように構成され、このパネルは、空気(4)のような熱的キャリア(4)により、熱負荷を周囲に移送する。

【選択図】図7