

(12) 特許協力条約に基づいて公開された国際出願

(19) 世界知的所有権機関
国際事務局

(43) 国際公開日
2016年7月28日(28.07.2016)



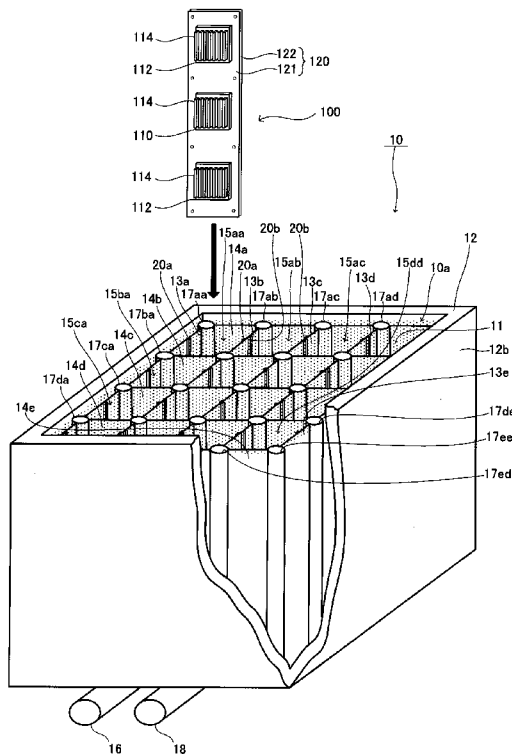
(10) 国際公開番号
WO 2016/117098 A1

- (51) 国際特許分類:
G06F 1/20 (2006.01) H01L 23/473 (2006.01)
H01L 23/44 (2006.01) H05K 7/20 (2006.01)
- (21) 国際出願番号: PCT/JP2015/051740
- (22) 国際出願日: 2015年1月22日(22.01.2015)
- (25) 国際出願の言語: 日本語
- (26) 国際公開の言語: 日本語
- (71) 出願人: 株式会社 ExaScaler (EXASCALER INC.) [JP/JP]; 〒1010052 東京都千代田区神田小川町2丁目1番地 Tokyo (JP).
- (72) 発明者: 齊藤 元章 (SAITO, Motoaki); 〒1010062 東京都千代田区神田駿河台4-2-5 ロイヤルパインレジデンス1404 Tokyo (JP).
- (74) 代理人: 黒田 健二, 外(KURODA, Kenji et al.); 〒1050001 東京都港区虎ノ門3丁目6番2号 第2秋山ビル4階・5階 黒田特許事務所 Tokyo (JP).
- (81) 指定国 (表示のない限り、全ての種類の国内保護が可能): AE, AG, AL, AM, AO, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BH, BN, BR, BW, BY, BZ, CA, CH, CL, CN, CO, CR, CU, CZ, DE, DK, DM, DO, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, GT, HN, HR, HU, ID, IL, IN, IR, IS, JP, KE, KG, KN, KP, KR, KZ, LA, LC, LK, LR, LS, LU, LY, MA, MD, ME, MG, MK, MN, MW, MX, MY, MZ, NA, NG, NI, NO, NZ, OM, PA, PE, PG, PH, PL, PT, QA, RO, RS, RU, RW, SA, SC, SD, SE, SG, SK, SL, SM, ST, SV, SY, TH, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA, UG, US, UZ, VC, VN, ZA, ZM, ZW.
- (84) 指定国 (表示のない限り、全ての種類の広域保護が可能): ARIPO (BW, GH, GM, KE, LR, LS, MW, MZ, NA, RW, SD, SL, ST, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), ユーラシア (AM, AZ, BY, KG, KZ, RU, TJ, TM), ヨーロッパ (AL, AT, BE, BG, CH, CY, CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR, GB, GR, HR, HU, IE, IS, IT, LT, LU, LV, MC, MK, MT, NL, NO, PL, PT, RO, RS, SE, SI, SK, SM, TR), OAPI (BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GQ, GW, KM, ML, MR, NE, SN, TD, TG).

[続葉有]

(54) Title: ELECTRONIC INSTRUMENT AND COOLING APPARATUS FOR ELECTRONIC INSTRUMENT

(54) 発明の名称: 電子機器、及び電子機器の冷却装置



(57) Abstract: Provided are a cooling apparatus that improves the cooling capabilities for a plurality of electronic instruments and that eliminates and stabilizes unevenness of cooling capabilities as well as electronic instruments having improved cooling efficiency through immersion cooling. By providing a plurality of internal partition walls 13a-13e, 14a-14e inside a cooling tank 12 having an open space formed by a bottom wall and side walls, the open space is partitioned, forming a plurality of arranged housing portions 15aa-15dd. An electronic instrument 100 is stored in each of the housing portions. Within each of the housing portions, inflow apertures 16aa-16dd for a cooling liquid 11 are formed at a bottom portion or side surfaces of the housing portions, and outflow apertures 17aa-17ee are formed near the surface of the cooling liquid circulating in the housing portions. The electronic instruments comprise a first board 121 having a first surface on which at least one processor is disposed and a second surface opposite the first surface, a second board 122 having a third surface facing the second surface of the first board, and a flow channel 123 formed by a gap between the second surface and the third surface.

(57) 要約:

[続葉有]

WO 2016/117098 A1



添付公開書類:

— 国際調査報告 (条約第 21 条(3))

複数の電子機器の冷却性能を向上させ、かつ冷却性能のばらつきを無くして安定化させる冷却装置、及び液浸冷却による冷却効率を向上させた電子機器を提供する。底壁及び側壁によって形成される開放空間を有する冷却槽 1 2 内に複数の内部隔壁 1 3 a ~ 1 3 e、1 4 a ~ 1 4 e を設けることにより開放空間を分割し、配列された複数の収納部 1 5 a a ~ 1 5 d d が形成される。各収納部に電子機器 1 0 0 が収納される。収納部の各々には、冷却液 1 1 の流入開口 1 6 a a ~ 1 6 d d が各収納部の底部又は側面に形成され、流出開口 1 7 a a ~ 1 7 e e が各収納部を流通する冷却液の液面近傍に形成される。電子機器は、1 つ以上のプロセッサがその上に搭載される第 1 の面とその反対側の第 2 の面とを有する第 1 のボード 1 2 1、第 1 のボードの第 2 の面に対向する第 3 の面を有する第 2 のボード 1 2 2、第 2 の面と第 3 の面との隙間により形成されるフローチャネル 1 2 3 を有する。

明 細 書

発明の名称：電子機器、及び電子機器の冷却装置

技術分野

[0001] 本発明は電子機器、及び電子機器の冷却装置に係り、特に、冷却装置内の冷却液中に浸漬されて直接冷却される電子機器、及び当該電子機器の冷却装置に関するものである。本明細書において電子機器とは、一般に、スーパーコンピュータやデータセンター等の超高性能動作や安定動作が要求され、かつそれ自体からの発熱量が大きな電子機器をいうが、これに限定されるものではない。

背景技術

[0002] 近年のスーパーコンピュータの性能の限界を決定する最大の課題の一つは消費電力であり、スーパーコンピュータの省電力性に関する研究の重要性は、既に広く認識されている。すなわち、消費電力当たりの速度性能（F l o p s / W）が、スーパーコンピュータを評価する一つの指標となっている。また、データセンターにおいては、データセンター全体の消費電力の45%程度を冷却に費やしているとされ、冷却効率の向上による消費電力の削減の要請が大きくなっている。

[0003] スーパーコンピュータやデータセンターの冷却には、従来から空冷式と液冷式が用いられている。液冷式は、空気より格段に熱伝達性能の優れる液体を用いるため、一般的に冷却効率がよいとされている。例えば、東京工業大学が構築した「T S U B A M E - K F C」では、合成油を用いた液浸冷却システムにより、4.50GF l o p s / Wを達成し、2013年11月、及び2014年6月発表の「S u p e r c o m p u t e r G r e e n 5 0 0 L i s t」において1位を獲得している。しかし、冷却液に粘性の高い合成油を用いているため、油浸ラックから取り出した電子機器から、そこに付着した油を完全に除去することが困難であり、電子機器のメンテナンス（具体的には、例えば調整、点検、修理、交換、増設。以下同様）が極めて困難

であるという問題がある。更には、使用する合成油が、冷却系を構成するパッキン等を短期間に腐食させて漏えいするなどし、運用に支障を来す問題の発生も報告されている。

- [0004] 他方、上記のような問題を生ずる合成油ではなく、フッ化炭素系冷却液を用いる液浸冷却システムが提案されている。具体的には、フッ化炭素系の冷却液（3M社の商品名「Novac（3M社の商標。以下同様）7100」、「Novac7200」、「Novac7300」で知られる、ハイドロフルオロエーテル（HFE）化合物）を用いる例である（例えば、特許文献1、特許文献2）。

先行技術文献

特許文献

- [0005] 特許文献1：特開2013-187251号公報
特許文献2：特表2012-527109号公報

発明の概要

発明が解決しようとする課題

- [0006] 特許文献1が開示する冷却システムは、データセンターに設置されたラックに、サーバを収納する複数の容器が格納され、各容器内には複数のサーバが収納され、各容器の入口から出口に向かう液冷媒の流れを形成する冷媒流通機構が接続されている。このため、1つの容器内で、入口から出口に近いほど液冷媒の温度が高くなり、また、大きい体積の容器内に高密度に収納した電子機器によって液冷媒の流通が阻害され、温められた液冷媒が容器の中央付近に滞留しやすいため、容器内に不均一な温度分布が発生してしまい、サーバの収納位置によってサーバ自体の、或いはサーバ内の主要な半導体部品や電子部品間の冷却性能に大きな差が出てしまうという問題がある。
- [0007] 一方、特許文献2が開示する冷却システムは、1つ又はそれ以上の発熱する電子機器を収容する密封型モジュールの構成を採用している。このため、個々の密封型モジュールに冷却液を流通させるための機構全体が複雑となり

、また、密封型モジュールから電子機器全体を簡単に取り出すことができないため、電子機器のメンテナンス性に劣るという問題がある。

[0008] 最近のスーパーコンピュータやデータセンター等で使用される電子機器には、冷却すべき対象がCPU (Central Processing Unit) 以外にも、GPU (Graphics Processing Unit)、高速メモリ、チップセット、ネットワークユニット、バススイッチユニット、SSD (Solid State Drive)、交流-直流変換器、直流-直流電圧変換器等、多数存在しており、これら電子部品のいずれか1つもしくは複数、又はこれらの電子部品の組み合わせを、1枚又は複数枚のボードを搭載すること（例えば、1枚のマザーボードと、GPUを搭載した複数枚の汎用ボードを組み合わせで搭載すること）が多い。このため、例えば、データセンターなどで一般的な19インチラックのサイズのサーバを、液浸ラックに収納して液浸冷却する場合、サイズが高さ70~90cm、幅45cm程度と大きくかつ重量があるサーバを、液浸ラックに差し込み又は抜き出すためには、吊り上げ用のクレーンを使用するなどしている。従って、従来の液浸冷却装置では、サイズが大きく重量のある電子機器の取り扱いが不便であり、その設置とメンテナンスに手間がかかるという問題がある。

[0009] 電子機器のボードには、CPU及び他の電子部品が高密度に実装されているため、多層配線を有するボードが一般に使用されている。しかし、高密度化に応じて多層配線の層数を増やす必要があるため、ボードが厚くなり、ボードの一方の面からその反対側の面に熱が伝達しにくい。従って、冷却液がボードの両面から熱を奪うことによって電子機器を冷却する効率が損なわれてしまうという問題がある。

[0010] 以上のように、従来の液浸冷却装置においては、冷却槽内の冷却液に温度分布が発生し、電子機器の収納位置によって電子機器の冷却性能に大きな差が出てしまうという問題がある。また、密封型モジュールに冷却液を流通させるための機構全体が複雑となり、電子機器のメンテナンス性に劣るとい

問題がある。さらに、サイズが大きく重量のある電子機器の取り扱いが不便であり、その設置とメンテナンスに手間がかかるという問題がある。また、冷却液がボードの両面から熱を奪うことによって電子機器を冷却する効率が損なわれてしまうという問題がある。

[0011] 従って、本発明の目的は、上記した従来技術の問題点を解決し、複数の電子機器の冷却性能を向上させ、かつ冷却性能のばらつきを無くして安定化させた冷却装置を提供することにある。また、本発明の他の目的は、浸漬冷却における複数の電子機器の取り扱い性とメンテナンス性を向上させた冷却装置を提供することにある。さらに、本発明の他の目的は、液浸冷却による冷却効率を向上させた電子機器を提供することにある。

課題を解決するための手段

[0012] 上記課題を解決するために、本発明の一局面によれば、冷却装置内の冷却液中に浸漬されて直接冷却される電子機器であって、前記電子機器は、冷却装置の複数の収納部の各々に収納されるよう構成され、前記冷却装置は、底壁及び側壁によって形成される開放空間を有する冷却槽と、前記冷却槽内に複数の内部隔壁を設けることにより前記開放空間を分割して形成される、配列された前記複数の収納部と、前記複数の収納部の各々に形成される、冷却液の流入開口及び流出開口とを有し、前記流入開口が、各収納部の底部又は側面に形成され、前記流出開口が、各収納部を流通する前記冷却液の液面近傍に形成されており、前記電子機器は、1つ以上のプロセッサがその上に搭載される第1の面と、前記第1の面と反対側の第2の面とを有する、第1のボードと、前記第1のボードの前記第2の面に対向する第3の面を有する第2のボードと、前記第1のボードの前記第2の面と前記第2のボードの前記第3の面との隙間により形成されるフローチャンネルと、を有する、電子機器が提供される。

[0013] 本発明に係る電子機器の好ましい実施の形態において、前記電子機器は、前記隙間を保持する複数のスペーサと、複数のねじをさらに有し、前記複数のねじの各々は、前記第1のボード、前記第2のボード、及び前記複数のス

ペーサの各々を貫通し、固定するよう構成してよい。

[0014] また、本発明に係る電子機器の好ましい実施の形態において、前記第1のボード又は第2のボードは、1つ以上のコネクタを有し、前記コネクタは、前記各収納部内で前記第1のボード及び前記第2のボードのいずれか一方又は両方を保持する一対のボードリテーナに設けられた電源ライン又は信号ラインと電氣的に接続されるよう構成してよい。

[0015] さらに、本発明に係る電子機器の好ましい実施の形態において、前記第1のボード及び前記第2のボードは、それぞれ電気接点を有し、前記第1のボードの電気接点と前記第2のボードの電気接点を、導電性のねじを介して電氣的に接続し、前記第1のボードの電気接点及び前記第2のボードの電気接点の一方又は両方は、前記各収納部内で前記第1のボード及び前記第2のボードのいずれか一方又は両方を保持する一対のボードリテーナに設けられた電源ライン又は信号ラインと電氣的に接続されるよう構成してよい。

[0016] また、本発明に係る電子機器の好ましい実施の形態において、前記スペーサには、前記導電性のねじが貫通する導電性ホールが形成されていてよい。

[0017] さらに、本発明に係る電子機器の好ましい実施の形態において、前記第1のボード及び前記第2のボードは、それぞれ電気接点を有し、前記第1のボードの電気接点と前記第2のボードの電気接点を、導電性のねじ及び導電性のスペーサを介して電氣的に接続し、前記第1のボードの電気接点及び前記第2のボードの電気接点の一方又は両方は、前記各収納部内で前記第1のボード及び前記第2のボードのいずれか一方又は両方を保持する一対のボードリテーナに設けられた電源ライン又は信号ラインと電氣的に接続されるよう構成してよい。

[0018] また、本発明に係る電子機器の好ましい実施の形態において、前記第1のボード及び前記第2のボードは、それぞれ電気接点を有し、前記第1のボードの電気接点と前記第2のボードの電気接点を、前記スペーサに形成された、前記ねじが貫通する導電性ホールを介して電氣的に接続し、前記第1のボードの電気接点及び前記第2のボードの電気接点の一方又は両方は、前記各

収納部内で前記第1のボード及び前記第2のボードのいずれか一方又は両方を保持する一対のボードリテーナに設けられた電源ライン又は信号ラインと電氣的に接続されるよう構成してよい。

[0019] さらに、本発明に係る電子機器の好ましい実施の形態において、前記第1のボード及び前記第2のボードは、それぞれ電気接点を有し、前記第1のボードの電気接点と前記第2のボードの電気接点を、導電性のスペーサを介して電氣的に接続し、前記第1のボードの電気接点及び前記第2のボードの電気接点の一方又は両方は、前記各収納部内で前記第1のボード及び前記第2のボードのいずれか一方又は両方を保持する一対のボードリテーナに設けられた電源ライン又は信号ラインと電氣的に接続されるよう構成してよい。

[0020] 本発明の他の局面によれば、複数の電子機器を冷却液中に浸漬して直接冷却する冷却装置であって、底壁及び側壁によって形成される開放空間を有する冷却槽と、前記冷却槽内に複数の内部隔壁を設けることにより前記開放空間を分割して形成される、配列された複数の収納部と、前記複数の収納部の各々に形成される、冷却液の流入開口及び流出開口と、前記各収納部に設けられた一対のボードリテーナと、を有し、前記流入開口は、各収納部の底部又は側面に形成され、前記流出開口は、各収納部を流通する前記冷却液の液面近傍に形成されており、前記一対のボードリテーナは、電子機器が有する第1のボード及び第2のボードのいずれか一方又は両方を保持するよう構成され、前記電子機器は、1つ以上のプロセッサがその上に搭載される第1の面と、前記第1の面と反対側の第2の面とを有する、第1のボードと、前記第1のボードの前記第2の面に対向する第3の面を有する第2のボードと、前記第1のボードの前記第2の面と前記第2のボードの前記第3の面との隙間により形成されるフローチャンネルとを有している、冷却装置が提供される。

[0021] 本発明に係る冷却装置の好ましい実施の形態において、前記流出開口及び／又は前記流入開口は、各収納部を形成している前記複数の内部隔壁が互いに交差する位置もしくはその近傍に形成されているよう構成してよい。

- [0022] また、本発明に係る冷却装置の好ましい実施の形態において、前記底壁を貫通し前記液面近傍まで延びる流出管をさらに有し、該流出管の一端に前記流出開口が形成されているよう構成してよい。
- [0023] さらに、本発明に係る冷却装置の好ましい実施の形態において、前記流出管の長手方向に1つ以上の小孔が形成されていてよい。
- [0024] また、本発明に係る冷却装置の好ましい実施の形態において、前記底壁を貫通し前記液面近傍まで延びる流入管をさらに有し、前記流入管は、該流入管の長手方向に複数のノズルを有し、該複数のノズルの各々に前記流入開口が形成されていてよい。
- [0025] さらに、本発明に係る冷却装置の好ましい実施の形態において、前記底壁を貫通し前記液面近傍まで延びる流入管及び流出管をさらに有し、前記流入管は、該流入管の長手方向に複数のノズルを有し、該複数のノズルの各々に前記流入開口が形成され、前記流出管の上端に前記流出開口が形成され、前記流入管及び前記流出管が、各収納部を形成している前記複数の内部隔壁が互いに交差する位置もしくはその近傍に、交互に配置されていてよい。
- [0026] また、本発明に係る冷却装置の好ましい実施の形態において、前記底壁を貫通し前記液面近傍まで延びる流入管及び流出管をさらに有し、前記流入管は、該流入管の長手方向に複数のノズルを有し、該複数のノズルの各々に前記流入開口が形成され、前記流出管の上端に前記流出開口が形成され、前記流入管及び前記流出管が、該流入管内に該流出管を内包する二重管を構成していてよい。
- [0027] さらに、本発明に係る冷却装置の好ましい実施の形態において、前記二重管が、各収納部を形成している前記複数の内部隔壁が互いに交差する位置もしくはその近傍に配置されていてよい。
- [0028] また、本発明に係る冷却装置の好ましい実施の形態において、前記冷却液が、主成分として完全フッ素化物を含むよう構成してよい。
- [0029] さらに、本発明に係る冷却装置の好ましい実施の形態において、前記冷却槽は、各収納部の前記流入開口に向けて前記冷却液を分配するための入口と

、各収納部の前記流出開口を通った前記冷却液を集めるための出口とを有し、前記出口と前記入口が、前記冷却槽の外部にある流通路により連結されており、前記流通路中に、前記冷却液を移動させる少なくとも1つのポンプと、前記冷却液を冷やす熱交換器が設けられていてよい。

[0030] また、本発明に係る冷却装置の好ましい実施の形態において、各収納部内の温度変化に応じた入力信号を受けて、各収納部の前記流入開口を通る前記冷却液の流量、又は前記流入管に設けられた各ノズルを通る前記冷却液の流量を調整する機構をさらに有していてよい。

[0031] さらに、本発明に係る冷却装置の好ましい実施の形態において、各収納部に液体用の第1の温度センサーを設けるとともに、予め設定された以上の温度が前記第1の温度センサーにより検知された場合に、該収納部内に収納された前記電子機器の運用を中止させ、又は前記電子機器への電源供給を遮断する機構をさらに有していてよい。

[0032] また、本発明に係る冷却装置の好ましい実施の形態において、各収納部内に収納された電子機器内、又は各収納部内に収納された電子機器周辺部に第2の温度センサーを設けるとともに、予め設定された以上の温度が前記第2の温度センサーにより検知された場合に、前記電子機器の運用を中止させ、又は前記電子機器への電源供給を遮断する機構をさらに有していてよい。

[0033] さらに、本発明に係る冷却装置の好ましい実施の形態において、前記一対のボードリテーナは、前記第1のボード又は第2のボードの一方又は両方に電氣的に接続される電源ライン又は信号ラインを有していてよい。

発明の効果

[0034] 本発明に係る電子機器、及び電子機器の冷却装置によれば、電子機器は、冷却装置の複数の収納部の各々に収納されるよう構成される。冷却装置には、底壁及び側壁によって形成される開放空間を有する冷却槽内に複数の内部隔壁を設けることにより、開放空間を分割して、配列された複数の収納部が形成される。そして、複数の収納部の各々には、冷却液の流入開口及び流出開口が形成され、流入開口は、各収納部の底部又は側面に形成され、流出開

口は、各収納部を流通する冷却液の液面近傍に形成されている。従って、冷却槽の開放空間の体積の約 $1/4$ の体積が、約 $1/4$ よりも小さい体積（例えば、開放空間の体積の約 $1/9$ （縦 $3 \times$ 横 3 に分割する場合）、 $1/12$ （縦 $3 \times$ 横 4 に分割する場合）、 $1/16$ （縦 $4 \times$ 横 4 に分割する場合））の収納部に、従来よりも小さい幅（例えば、約 $1/2$ 、 $1/3$ 、 $1/4$ ）の電子機器を収納して、冷却液を個別に流通させることにより、複数の電子機器を、個別に効率よく冷却することができる。換言すると、本発明においては、温められた冷却液を冷却槽の中央部からも流出させることができるので、温められた冷却液を冷却槽の側面から流出させる従来技術におけるように、冷却液が冷却槽の中央付近に滞留して、冷却槽内の電子機器の収納位置によって冷却性能に差が生じるのを避けることができる。従って、複数の電子機器の冷却性能を向上させ、かつ冷却性能のばらつきを無くして安定化させることができる。また、収納部に収納する電子機器のサイズを小さくできるので、電子機器の取り扱い性及びメンテナンス性を向上させることができる。また、本発明における電子機器においては、プロセッサ及び他の電子部品を複数のボードに搭載できるため、ボード 1 枚あたりの多層配線の層数を従来よりも少なくして、プロセッサボードの厚さを薄くできる。従って、プロセッサボードに搭載されているプロセッサからの熱が、プロセッサボードの背面に伝達し易くなっている。そして、各収納部を流通する冷えた冷却液の一部が、第 1 のボードの第 2 の面と第 2 のボードの第 3 の面との隙間により形成されるフローチャネルを通るとき、プロセッサボードの背面から、熱を速やかにかつ効率よく奪い取る。これにより、冷却液がプロセッサボードの両面から熱を速やかにかつ効率よく奪い取ることによって、電子機器を冷却する効率が向上する。なお、本明細書における「開放空間」を有する冷却槽には、電子機器の保守性を損なわない程度の簡素な密閉構造を有する冷却槽も含まれるものである。例えば、冷却槽の開口部に、パッキン等を介して天板を着脱可能に取り付ける構造は、簡素な密閉構造といえる。

[0035] 上記した本発明の目的及び利点並びに他の目的及び利点は、以下の実施の

形態の説明を通じてより明確に理解される。もっとも、以下に記述する実施の形態は例示であって、本発明はこれに限定されるものではない。

図面の簡単な説明

- [0036] [図1]本発明の一実施形態に係る冷却装置の全体構成を示す、部分断面を含む斜視図である。
- [図2]本発明の一実施形態に係る電子機器の斜視図である。
- [図3]本発明の一実施形態に係る電子機器の側面図である。
- [図4]本発明の一実施形態に係る電子機器の平面図である。
- [図5]本発明の一実施形態に係る電子機器と冷却装置との結合関係を示す拡大平面図である。
- [図6]本発明の一実施形態に係る電子機器と冷却装置との結合関係を示す拡大縦断面図である。
- [図7]本発明の一実施形態に係る冷却装置の要部の構成を示す斜視図である。
- [図8]本発明の一実施形態に係る冷却装置の要部の構成を示す平面図である。
- [図9]本発明の一実施形態に係る冷却装置の要部の構成を示す縦断面図である。
- [図10]冷却槽の出口と入口とを連結する流通路中に、駆動系と冷却系を設けた冷却装置の模式図である。
- [図11]本発明の他の実施形態に係る電子機器と冷却装置との結合関係を示す拡大縦断面図である。
- [図12]本発明の他の実施形態に係る電子機器と冷却装置との結合関係を示す拡大平面図である。
- [図13]本発明のさらに他の実施形態に係る電子機器と冷却装置との結合関係を示す拡大縦断面図である。
- [図14]本発明のさらに他の実施形態に係る電子機器と冷却装置との結合関係を示す拡大部分断面図である。
- [図15]本発明のさらに他の実施形態に係る電子機器と冷却装置との結合関係を示す拡大部分断面図である。

[図16]本発明のさらに他の実施形態に係る電子機器と冷却装置との結合関係を示す拡大部分断面図である。

[図17]本発明のさらに他の実施形態に係る電子機器と冷却装置との結合関係を示す拡大部分断面図である。

[図18]本発明のさらに他の実施形態に係る電子機器と冷却装置との結合関係を示す拡大部分断面図である。

[図19]本発明のさらに他の実施形態に係る電子機器と冷却装置との結合関係を示す拡大部分断面図である。

[図20]本発明のさらに他の実施形態に係る電子機器と冷却装置との結合関係を示す拡大部分断面図である。

[図21]本発明のさらに他の実施形態に係る電子機器と冷却装置との結合関係を示す拡大部分断面図である。

[図22]本発明の他の実施形態に係る冷却装置の要部の構成を示す平面図である。

[図23]本発明の他の実施形態に係る冷却装置の要部の構成を示す縦断面図である。

[図24]本発明のさらに他の実施形態に係る冷却装置の要部の構成を示す縦断面図である。

発明を実施するための形態

[0037] 以下、本発明に係る電子機器、及び電子機器の冷却装置の好ましい実施の形態を、図面に基づいて詳細に説明する。本実施形態の説明では、電子機器として、CPU及びGPUからなる複数のプロセッサを搭載したプロセッサボードと、他の電子部品を搭載したボードからなる多段ボードを有する電子機器（1ユニット）を、合計16ユニット、冷却槽の各収納部に収納して冷却する、高密度冷却装置の構成を説明する。なお、これは例示であって、ボード当たりのプロセッサの数や種類（CPU又はGPU）は任意であり、また、高密度冷却装置における電子機器のユニット数も任意であり、これらを特に限定するものではない。本実施形態の多段ボード構成において、複数の

プロセッサを搭載したプロセッサボードは、本発明における「第1のボード」に相当し、他の電子部品を搭載したボードは、本発明における「第2のボード」に相当する。

[0038] 図1～図9を参照して、本発明の一実施形態に係る冷却装置10は冷却槽12を有し、冷却槽12の底壁12a及び側壁12bによって開放空間10aが形成されている。冷却槽12内に、縦方向の内部隔壁13a、13b、13c、13d、13eと、横方向の内部隔壁14a、14b、14c、14d、14eを設けることにより、開放空間10aを均等に16分割して、配列された16個の収納部15aa、15ab、15ac、15ad、15ba、15bb、15bc、15bd、15ca、15cb、15cc、15cd、15da、15db、15dc、15dd（以下、まとめて「収納部15aa～15dd」と記載することがある。）が形成されている。そして、各収納部に少なくとも1つの電子機器100が収納される。冷却槽12の開放空間10a内には、冷却液11が液面19まで入れられている。収納部15aa、15ab、15ac、15ad、15ba、15bb、15bc、15bd、15ca、15cb、15cc、15cd、15da、15db、15dc、15ddの底部には、冷却液11の流入開口16aa、16ab、16ac、16ad、16ba、16bb、16bc、16bd、16ca、16cb、16cc、16cd、16da、16db、16dc、16dd（以下、まとめて「流入開口16aa～16dd」と記載することがある。）が形成されている。

[0039] また、収納部15aa～15ddを流通する冷却液11の液面19近傍には、流出開口17aa、17ab、17ac、17ad、17ae、17ba、17bb、17bc、17bd、17be、17ca、17cb、17cc、17cd、17ce、17da、17db、17dc、17dd、17de、17ea、17eb、17ec、17ed、17ee（以下、まとめて「流出開口17aa～17ee」と記載することがある。）が形成されている。

[0040] 図示の例において、流出開口は、各収納部を形成している複数の内部隔壁が互いに交差する位置もしくはその近傍に形成されている。例えば、図1を参照すると、収納部15aaは、縦方向の内部隔壁13a、13bと、横方向の内部隔壁14a、14bによって形成されており、内部隔壁13aと内部隔壁14aが交差する点、内部隔壁13aと内部隔壁14bが交差する点、内部隔壁13bと内部隔壁14aが交差する点、及び内部隔壁13bと内部隔壁14bが交差する点にそれぞれ位置するように、流出開口17aa、17ba、17ab、17bbが形成されている。同様に、図7を参照すると、収納部15bbは、縦方向の内部隔壁13b、13cと、横方向の内部隔壁14b、14cによって形成されており、内部隔壁13bと内部隔壁14bが交差する点、内部隔壁13bと内部隔壁14cが交差する点、内部隔壁13cと内部隔壁14bが交差する点、及び内部隔壁13cと内部隔壁14cが交差する点にそれぞれ位置するように、流出開口17bb、17cb、17bc、17ccが形成されている。

[0041] 本実施形態では、流出開口は、冷却槽12の底壁12aを貫通し液面19近傍まで延びる流出管170の一端に形成されている。例えば、図7を参照すると、収納部15bbに関し、流出開口17bb、17cb、17bc、17ccは、縦方向の内部隔壁13b、13cと、横方向の内部隔壁14b、14cによって形成されており、内部隔壁13bと内部隔壁14bが交差する点、内部隔壁13bと内部隔壁14cが交差する点、内部隔壁13cと内部隔壁14bが交差する点、及び内部隔壁13cと内部隔壁14cが交差する点にそれぞれ位置する流出管170の一端に形成されている。なお、流出管の他端には、底部開口18aa、18ab、18ac、18ad、18ae、18ba、18bb、18bc、18bd、18be、18ca、18cb、18cc、18cd、18ce、18da、18db、18dc、18dd、18de、18ea、18eb、18ec、18ed、18ee（以下、まとめて「底部開口18aa～18ee」という場合がある。）が形成されている。

[0042] 流出開口が、各収納部を形成している複数の内部隔壁が互いに交差する位置に形成されている場合、各収納部に設けられる流出開口を、各収納部の四隅に分散して確保できるので有利である。例えば、収納部15bbでは、その四隅に配置される流出管170によって、流出開口17bb、17bc、17cb、及び17ccが形成されている。なお、このように流出開口が形成されている場合、1つの流出開口が複数の収納部にとっての共通の流出開口となりうる。例えば、流出開口17bbは、収納部15aaにとっての流出開口の一部であると同時に、収納部15ab、15ba、及び15bbにとっての流出開口の一部でもある。同様のことが、流出開口17bc、17cb、及び17ccについても当てはまる。ただし、各収納部について、流出管を設ける位置及び本数は任意であり、各収納部を形成している複数の内部隔壁が互いに交差する位置の近傍に流出管を1本又は複数本設けてよいことは勿論である。また、流出管は、内部隔壁と一体化されている必要はなく、内部隔壁から離れて配置された管であってもよい。

[0043] また、流出管170には、図7及び図9に示すように、流出管170の長手方向に1つ以上の小孔171が形成されていてよい。これら小孔171は、後述するように、収納部の深さ方向の途中における冷却液11の流通を促進する。一方、流入開口16aa~16ddは、図示のように円筒状の開口であることは必要でなく、例えば、複数のノズルを有するヘッダを円筒の一端に連結して、多数のノズルによって流入開口を形成してもよい。

[0044] 各収納部15aa~15ddには、電子機器100が収納され、冷却液11に浸漬されている。電子機器100は、多段ボード120の構造を有する。具体的には、電子機器100は、1つのプロセッサ(CPU)110及び2つのプロセッサ(GPU)112を、表面121a(「第1の面」)に搭載したプロセッサボード121(「第1のボード」)と、プロセッサボード121の背面121b(「第2の面」)に対向する面122a(「第3の面」)を有するボード122(「第2のボード」)とからなる多段ボード120の構造を有し、また、プロセッサボード121の背面121bとボード1

22の面122aとの隙間により形成されるフローチャンネル123を有する。図3、図4及び図5に示すように、電子機器100は、当該隙間を保持する複数のスペーサ124と、複数のねじ125をさらに有する。複数のねじ125の各々は、プロセッサボード121、ボード122、及び複数のスペーサ124の各々を貫通し、固定する。また、プロセッサ(CPU)110及びプロセッサ(GPU)112は、各々、それに熱的に接続された放熱部材(放熱フィン)114を含む。なお、プロセッサボード121の表面121aには、プロセッサ以外に、周辺の電子部品が当然に搭載されており、また、ボード122の一方の面122b上にも、同様に周辺の電子部品が搭載されているが、これら電子部品については図示を省略している。ボード122の他方の面122a上にも、周辺の電子部品が搭載されてもよい。しかし、フローチャンネル123を通る冷却液の流れに対して、電子部品ができるだけ障害とならないように搭載することが好ましい。

[0045] 図1、図7、及び図8に示すように、各収納部15aa~15ddには、一对のボードリテーナ20a又は20bが設けられている。一对のボードリテーナ20a又は20bは、電子機器100が有するプロセッサボード121及びボード122のいずれか一方又は両方を保持するよう構成されている。また、ボードリテーナの各要素は、図5、図6、図7及び図8に示すように、プロセッサボード121の両側端が挿入される溝が形成されたガイドレールにおいて溝の下端を閉じたような構造を有する。図5~図8に示す収納部15bbに電子機器100を収納する例では、一对のボードリテーナ20bは、プロセッサボード121の両側端を保持している。なお、ボードリテーナ20a又は20bは、各収納部を形成している複数の内部隔壁上の任意の位置に設けることができるが、内部隔壁から離れた独立した要素として設置されてもよい。また、図示の例では、ボードリテーナの要素の一部が内部隔壁に埋め込まれることにより固定されているが、これは一例であって、ボードリテーナの固定方法は、これに限定されるものではない。

[0046] 冷却槽12には、電子機器100の全体を浸漬するのに十分な量の冷却液

11が、液面19まで入れられている。冷却液11としては、3M社の商品名「フロリナート（3M社の商標、以下同様）FC-72」（沸点56℃）、「フロリナートFC-770」（沸点95℃）、「フロリナートFC-3283」（沸点128℃）、「フロリナートFC-40」（沸点155℃）、「フロリナートFC-43」（沸点174℃）として知られる、完全フッ素化物（パーフルオロカーボン化合物）からなるフッ素系不活性液体を好適に使用することができるが、これらに限定されるものではない。なお、フロリナートFC-40、FC-43は、沸点が150℃よりも高く、極めて蒸発しにくいいため、いずれかを冷却液に使用する場合、液面19の高さが長期間に亘って保たれ、有利である。

[0047] 本発明者は、完全フッ素化物が、高い電気絶縁性と、高い熱伝達能力を有し、不活性で熱的・化学的に安定性が高く、不燃性で、かつ酸素を含まない化合物であるためオゾン破壊係数がゼロである等の優れた特性を有している点に着目し、そのような完全フッ素化物を主成分として含む冷却液を、高密度の電子機器の浸漬冷却用の冷媒として使用する冷却システムの発明を完成し、特許出願している（特願2014-170616）。この先行出願において開示しているように、特に、フロリナートFC-43又はFC-40を冷却液に用いると、開放空間を有する冷却槽からの、冷却液11の蒸発による損失を大幅に低減しながら、小さい体積の冷却槽内に高密度に設置された複数の電子機器を効率よく冷却することができ、極めて有利である。ただし、他の種類の冷却液を選択することを、特に制限するものではない。

[0048] 冷却槽12には、各収納部15aa~15ddに設けられた流入開口16aa~16ddに向けて、分配管（図示せず）を介して冷却液11を分配するための入口16と、各収納部15aa~15ddの流出開口17aa~17eeを通った冷却液11を、集合管（図示せず）を介して集めるための出口18とが設けられている。

[0049] 図10を参照して、各収納部15aa~15ddに収納された電子機器100が、動作中に所定の温度以下に保たれるよう、所望の温度に冷やされた

冷却液 11 が連続的に各収納部 15 a a ~ 15 d d 内を流通するようにするために、冷却槽 12 の出口 18 から出た温められた冷却液 11 を、熱交換器で冷やし、冷えた冷却液を冷却槽 12 の入口 16 に戻す流通路 30 を構成するとよい。図示のとおり、冷却槽 12 の出口 18 と入口 16 が流通路 30 により連結されており、流通路 30 中に、冷却液 11 を移動させるポンプ 40 と、冷却液 11 を冷やす熱交換器 90 が設けられている。なお、流通路 30 を流れる冷却液 11 の流量を調整するための流量調整バルブ 50 と流量計 70 も、流通路 30 中に設けられている。

[0050] ポンプ 40 は、動粘度が比較的大きい（室温 25℃における動粘度が 3 c S t を超える）液体を移動させる性能を備えていることが好ましい。例えば、冷却液 11 として、フロリナート F C - 43 又は F C - 40 を使用する場合、F C - 43 の動粘度は 2.5 ~ 2.8 c S t 程度であり、F C - 40 の動粘度は 1.8 ~ 2.2 c S t 程度だからである。流量調整バルブ 50 は、手動で動作させるものでよく、また、流量計 70 の計測値に基づき流量を一定に保つような調整機構を備えたものでもよい。加えて、熱交換器 90 は、循環式の各種の熱交換器（ラジエータ又はチラー）や冷却器でよい。

[0051] 次に、冷却装置 10 の動作について説明する。入口 16 から入った冷却液 11 は、図示しない分配管を介して、収納部 15 a a ~ 15 d d の底部に形成された流入開口 16 a a ~ 16 d d に向けて分配される。冷却液 11 は、流入開口 16 a a ~ 16 d d から上方に吹き上がり、電子機器 100 のプロセッサボード 121 の表面 121 a 上の 3 つのプロセッサ 112、110、112 及び周辺の電子部品（図示せず）を直接冷却する。例えば、図 7 及び図 9 に示すように、冷却液 11 は、流入開口 16 b b から吹き上がると、3 つのプロセッサ 112、110、112 に熱的に接続された放熱部材 114、並びに周辺の電子部品（図示せず）の表面から熱を奪い取りながら液面 19 に向けて上昇し、さらには流出開口 17 b b、17 b c、17 c b、17 c c に向けて移動する。このとき、収納部 15 a a ~ 15 d d の体積は、冷却槽 12 の開放空間 10 a の体積の約 1 / 16 の体積と小さく、そこに収納

される電子機器100も、冷却槽12の幅の約1/4の幅と小さいため、冷却液11による電子機器100の冷却効率が極めてよく、また、電子機器100の周囲で冷却液11が滞留するのを有効に防ぐことができる。加えて、電子機器100を、多段ボード120の構造としているので、ボード1枚あたりの多層配線の層数を従来よりも少なくして、プロセッサボード121の厚さを薄くできる。従って、プロセッサボード121に搭載されているプロセッサ112、110、112からの熱が、プロセッサボード121の背面121bに伝達し易くなっている。そして、各収納部15aa~15ddを流通する冷えた冷却液11の一部が、プロセッサボード121の背面121bとボード122の面122aとの隙間により形成されるフローチャネル123を通るとき、プロセッサボード121の背面121bから、熱を速やかにかつ効率よく奪い取る。このようにして、冷却液11によって、発熱量の大きいプロセッサボード121の両面から熱を速やかにかつ効率よく奪い取ることができ、電子機器を冷却する効率が向上する。

[0052] 電子機器100から熱を奪い取って温められた冷却液11は、冷却槽12上の液面19の近傍に位置する流出開口17aa~17eeを通り、流出管170内を下降し、底部開口18aa~18eeを通り、集合管（図示せず）を介して出口18に集められる。このとき、流出管170の長手方向に1つ以上の小孔171が形成されていると、冷却液11がこれら小孔171を通過して流出管170内へ流出する。従って、収納部の深さ方向の途中における冷却液11の流通が促進され、冷却液11が電子機器100の多段ボード120全体により行き渡ることによって、より高い効率で周辺の電子部品（図示せず）を冷却することが可能となる。なお、図示した例において、各流出管170に、一定間隔で6つの小孔171が形成されているが、これは一例であって、当業者は小孔の個数や位置を任意に決定してよい。

[0053] 本実施形態の冷却装置10において、各収納部の温度を制御装置（図示せず）において常時モニターしておき、制御装置から送信される、収納部内の温度変化に応じた入力信号を受けて、各収納部15aa~15ddの流入開

口16aa～16ddを通る冷却液11の流量を調整するための別の流量調整バルブ（図示せず）が、入口16から流入開口16aa～16ddまでの各分配管（図示せず）中に設けられていてよい。このように構成した場合、各収納部を流通する冷却液の流量を個別に調整することによって、冷却液による電子機器の冷却強度を個別に管理することができるので、複数の電子機器の冷却性能をきめ細かく管理することができる。

[0054] 本実施形態の冷却装置10において、各収納部15aa～15dd内に、液体用の第1の温度センサー（図示せず）を設けるとともに、予め設定された以上の温度が第1の温度センサーにより検知された場合に、当該温度の検知された収納部に収納された電子機器100の運用を中止させ、又は電子機器100への電源供給を遮断する機構（図示せず）を、さらに有していてよい。かかるフェールセーフ機構を付加的に設けることにより、各収納部を流通する冷却液11に設定温度を超える異常な温度上昇が起こらないようにし、電子機器の破損とフッ化炭素からの有害な化合物の発生を防止することができる。

[0055] また、フェールセーフ機構の他の構成として、本実施形態の冷却装置10において、各収納部15aa～15dd内に収納された電子機器100内、又は各収納部15aa～15dd内に収納された電子機器100周辺部に第2の温度センサー（図示せず）を設けるとともに、予め設定された以上の温度が第2の温度センサーにより検知された場合に、電子機器100の運用を中止させ、又は電子機器100への電源供給を遮断する機構（図示せず）を、さらに有していてよい。

[0056] 上記の一実施形態では、電子機器100を、1枚のプロセッサボード121と1枚のボード122の2段構造の多段ボード120としているが、3段以上の多段ボードを構成してもよい。例えば、2枚のプロセッサボードと1枚のボードを用いた3段構造とし、一方のプロセッサボードの背面と、1枚のボードの一方の面を対向させて、これらの2つの面により第1のフローチャンネルを形成し、また、当該1枚のボードの他方の面を、他方のプロセッサ

ボードの背面と対向させて、これら2つの面により第2のフローチャネルを形成してよい。このような構成例によっても、冷却液によって、発熱量の大きいプロセッサボードの両面から熱を速やかにかつ効率よく奪い取ることができ、電子機器を冷却する効率が向上するという、上記の一実施形態と同様の効果を達成できる。

[0057] ところで、冷却装置内で冷却される複数の電子機器の各々は、冷却槽の開口部側から延びる電源ライン及び信号ライン（図示せず）を介して、外部電源及び外部制御装置と接続される。しかし、電子機器の多段ボード化、及びユニット数の増加に起因して、電子機器に接続される電源ライン及び信号ラインの本数が膨大となり、電子機器の有効な冷却に不可欠な冷媒の移動を妨げたり、せっかく多段ボード化して冷却効率を高めたにもかかわらず、その冷媒の流動性が低下して冷却効率が低下したり、電子機器の設置、メンテナンス等における取り扱いが面倒になったりするという問題がある。そこで、本発明における一对のボードリテーナを、電源ライン及び／又は信号ラインの設置のために利用することにより、さらには、電子機器の多段ボード同士を固定する部分を電氣的な相互接続に利用することにより、かかる問題点を軽減することができる。以下、図11～図21を参照して、複数の実施形態を説明する。

[0058] 図11及び図12は、他の実施形態に係る電子機器100と冷却装置10との結合関係を示す。本実施形態においては、電子機器100が有するプロセッサボード121の両側端と、冷却装置10の内部隔壁13cに設けられたボードリテーナ20bとの隙間に、電源ライン140及び信号ライン150を設置するとともに、プロセッサボード121の表面121a上に設けられたコネクタ130に電源ライン140を接続し、表面121a上に設けられたコネクタ131に信号ライン150を接続できるようにしている。なお、電源ライン140及び信号ライン150は、縦方向の任意の場所から分岐できるように、バス構造を有するとよい。

[0059] 図13及び図14は、さらに他の実施形態に係る電子機器100と冷却装

置 10 との結合関係を示す。本実施形態においては、冷却装置 10 の内部隔壁 13c に設けられたボードリテーナ 20b の溝に、電源ライン 141 が埋め込まれている。また、電子機器 100 が有するプロセッサボード 121 の両側端のうち、プロセッサボード 121 の背面 121b 上には、帯状の電気接点 132 が設けられており、当該帯状の電気接点 132 は、ねじ 125 が貫通する孔の周囲に、ねじ 125 の頭とナットの最大径、及びスペーサ 124 の径とほぼ等しい幅を有している。ボード 122 の面 122b 上にも、同様の形状の電気接点 132 が設けられている。そして、これら 2 つの電気接点 132 が、導電性のねじを介して電氣的に接続されている。電子機器 100 の側端をボードリテーナ 20b の溝に挿入して、電子機器 100 を設置したとき、電源ライン 141 が、プロセッサボード 121 の電気接点 132 と電氣的に接続される。これにより、電源ライン 141 からの電力が、プロセッサボード 121 上の電気接点 132 を介して、プロセッサ 112 や周辺の電子部品に供給されるだけでなく、プロセッサボード 121 上の電気接点 132、ねじ 125、及びボード 122 上の電気接点 132 を介して、ボード 122 上の電子部品にも供給される。なお、電源ライン 141 に替えて信号ライン 150 を用い、電気信号が上記した経路を伝達するよう構成してもよい。

[0060] 図 15 は、さらに他の実施形態に係る電子機器 100 と冷却装置 10 との結合関係を示す。本実施形態においては、ボード 122 の面 122a 上に、帯状の電気接点 132 が設けられている。プロセッサボード 121 の背面 121b 上の電気接点 132 と、ボード 122 の面 122a 上の電気接点 132 が、導電性のスペーサ 124 を介して電氣的に接続されている。本実施形態では、ねじ 125 は導電性でなくてよい。他の構成部分は、図 13 及び図 14 に示した実施形態と同様である。本実施形態によれば、電源ライン 141 からの電力が、プロセッサボード 121 上の電気接点 132 を介して、プロセッサ 112 や周辺の電子部品に供給されるだけでなく、プロセッサボード 121 上の電気接点 132、スペーサ 124、及びボード 122 上の電気接点 132 を介して、ボード 122 上の電子部品にも供給される。なお、電

源ライン141に替えて信号ライン150を用い、電気信号が上記した経路を伝達するよう構成してもよい。

[0061] 図16は、さらに他の実施形態に係る電子機器100と冷却装置10との結合関係を示す。本実施形態においては、プロセッサボード121の表面121a上に、帯状の電気接点132が設けられている。また、スペーサ124には、ねじ125が貫通する導電性ホール134が形成されている。プロセッサボード121及びボード122にも、ねじ125が貫通する導電性ホール134が、同様に形成されている。これにより、プロセッサボード121の表面121a上の電気接点132が、ボード122の面122b上の電気接点132と、導電性のねじ125及び導電性ホール134を介して、電気的に接続されている。他の構成部分は、図13及び図14に示した実施形態と同様である。

[0062] 図17は、さらに他の実施形態に係る電子機器100と冷却装置10との結合関係を示す。本実施形態の構成は、ねじ125として導電性のねじを用いることを除き、図15に示す実施形態の構成と同様である。

[0063] 図18は、さらに他の実施形態に係る電子機器100と冷却装置10との結合関係を示す。本実施形態の構成は、ねじ125として導電性を有しないねじを用いることを除き、図16に示す実施形態の構成と同様である。

[0064] 図19は、さらに他の実施形態に係る電子機器100と冷却装置10との結合関係を示す。本実施形態の構成は、スペーサ124として導電性のスペーサを用いることを除き、図18に示す実施形態の構成と同様である。

[0065] 図20は、さらに他の実施形態に係る電子機器100と冷却装置10との結合関係を示す。本実施形態においては、プロセッサボード121の表面121a上に帯状の電気接点132bが、背面121b上にもう一つの帯状の電気接点132aが設けられている。また、ボード122の面122a上に電気接点132bが、面122b上に電気接点132aが設けられている。スペーサ124は、導電性のねじ125が貫通する内側の絶縁性部分と、外側の導電性カラー133を有している。プロセッサボード121の表面12

1 a上の電気接点1 3 2 bは、プロセッサボード1 2 1を貫通する導体部を介してスペーサ1 2 4の導電性カラー1 3 3に電氣的に接続され、ボード1 2 2の面1 2 2 a上の電気接点1 3 2 bは、スペーサ1 2 4の導電性カラー1 3 3に電氣的に接続されている。加えて、プロセッサボード1 2 1の背面1 2 1 b上の電気接点1 3 2 aは、プロセッサボード1 2 1内の導体部を介して導電性のねじ1 2 5に電氣的に接続され、ボード1 2 2の面1 2 2 b上の電気接点1 3 2 aは、導電性のねじ1 2 5に電氣的に接続されている。本実施形態では、特に、内部隔壁1 3 cに設けられた絶縁性のボードリテーナ2 0 bに、正極の電源ライン1 4 1 a及び負極の電源ライン1 4 1 bが、互いの電氣的絶縁性を保って埋め込まれている。プロセッサボード1 2 1の側端をボードリテーナ2 0 bの溝に挿入して、電子機器1 0 0を設置したとき、プロセッサボード1 2 1の電気接点1 3 2 aが、正極の電源ライン1 4 1 aに電氣的に接続されると同時に、ボード1 2 2の電気接点1 3 2 aが、導電性のねじ1 2 5及びプロセッサボード1 2 1の電気接点1 3 2 aを介して、正極の電源ライン1 4 1 aに電氣的に接続される。同様に、プロセッサボード1 2 1の電気接点1 3 2 bが、負極の電源ライン1 4 1 bに電氣的に接続されると同時に、ボード1 2 2の電気接点1 3 2 bが、スペーサ1 2 4の外側の導電性カラー1 3 3及びプロセッサボード1 2 1の電気接点1 3 2 bを介して、負極の電源ライン1 4 1 bに電氣的に接続される。これにより、正極の電源ライン1 4 1 a及び負極の電源ライン1 4 1 bからの電力が、プロセッサボード1 2 1上の電気接点1 3 2 a、1 3 2 bを介して、プロセッサ1 1 2や周辺の電子部品に供給されるだけでなく、プロセッサボード1 2 1上の電気接点1 3 2 a、1 3 2 b、導電性のねじ1 2 5、導電性カラー1 3 3及びボード1 2 2上の電気接点1 3 2 a、1 3 2 bを介して、ボード1 2 2上の電子部品にも供給される。

[0066] 図2 1は、さらに他の実施形態に係る電子機器1 0 0と冷却装置1 0との結合関係を示す。本実施形態においては、特に、導電性のボードリテーナ2 0 c、2 0 dが、絶縁性の内部隔壁1 3 cに埋め込まれており、かつ、電子

機器 100 及び冷却装置 10 の動作時に、導電性のボードリテーナ 20 c に正の電圧が、導電性のボードリテーナ 20 d に負の電圧がそれぞれ付与されるよう構成されている。従って、動作時において導電性のボードリテーナ 20 c は正極の電源ラインとして、また、導電性のボードリテーナ 20 d は負極の電源ラインとしてそれぞれ機能する。プロセッサボード 121 の背面 121 b 上には、側端寄りに帯状の電気接点 132 b が、内側寄りに電気接点 132 a が設けられている。また、ボード 122 の面 122 a 上に電気接点 132 a が、面 122 b 上に電気接点 132 b が設けられている。スペーサ 124 は、図 20 の例と同様、導電性のねじ 125 が貫通する内側の絶縁性部分と、外側の導電性カラー 133 を有している。プロセッサボード 121 の背面 121 b 上の電気接点 132 b は、プロセッサボード 121 内の導体部を介して導電性のねじ 125 に電氣的に接続され、電気接点 132 a はスペーサ 124 の導電性カラー 133 に電氣的に接続されている。ボード 122 の面 122 a 上の電気接点 132 a は、スペーサ 124 の導電性カラー 133 に電氣的に接続され、ボード 122 の面 122 b 上の電気接点 132 b は導電性のねじ 125 に電氣的に接続されている。ボード 122 の側端をボードリテーナ 20 c の溝に、プロセッサボード 121 の側端をボードリテーナ 20 d の溝にそれぞれ挿入して、電子機器 100 を設置したとき、ボード 122 の電気接点 132 a は、正極の電源ラインとして機能するボードリテーナ 20 c に電氣的に接続されると同時に、プロセッサボード 121 の電気接点 132 a が、スペーサ 124 の外側の導電性カラー 133 を介して、当該ボードリテーナ 20 c に電氣的に接続される。同様に、プロセッサボード 121 の電気接点 132 b が、負極の電源ラインとして機能するボードリテーナ 20 d に電氣的に接続されると同時に、ボード 122 の電気接点 132 b が、導電性のねじ 125 及びプロセッサボード 121 の電気接点 132 b を介して、当該ボードリテーナ 20 d に電氣的に接続される。これにより、ボードリテーナ 20 c、20 d からの電力が、これら電気接点 132 a、132 b、導電性のねじ 125、及び導電性カラー 133 を介して、プロセッ

サボード 1 2 1 上のプロセッサ及び周辺の電子部品、ボード 1 2 2 上の電子部品に供給される。電源ライン又は信号ラインは、必ずしもボードリテーナと別の部材によって提供される必要はなく、本実施形態のように、ボードリテーナを電源ライン又は信号ラインとして機能させてよい。

[0067] 以上のとおり、図 1 1 ~ 図 2 1 に示す上記の複数の実施形態によれば、多段ボード化、及びユニット数の増加によって、電源ライン及び信号ラインの本数が膨大となり、電子機器の有効な冷却に不可欠な冷媒の移動を妨げたり、せっかく多段ボード化して冷却効率を高めたにもかかわらず、その冷媒の流動性が低下して冷却効率が低下したり、電子機器の設置、メンテナンス等における取り扱いが面倒になったりするという問題点を軽減することができる。

[0068] 上記の図 1、図 7 ~ 図 9 に示す冷却装置の一実施形態では、流入開口を各収納部の底部に形成する例を説明したが、流入開口を各収納部の側面に形成してもよい。以下、図 2 2 及び図 2 3 を参照して、本発明の他の実施形態に係る冷却装置を説明し、図 2 4 を参照して、さらに他の実施形態に係る冷却装置を説明する。

[0069] 図 2 2 及び図 2 3 は、他の実施形態に係る冷却装置の要部の構成を示す平面図及び縦断面図であり、冷却装置 1 0 の各収納部 1 5 a a ~ 1 5 d d の底部に冷却液 1 1 の流入開口が形成されるかわりに、各収納部 1 5 a a ~ 1 5 d d の側面に設けられた流入管 1 6 0 によって流入開口が形成されている。すなわち、冷却装置 1 0 は、底壁 1 2 a を貫通し液面 1 9 近傍まで延びる流入管 1 6 0 をさらに有しており、流入管 1 6 0 は、流入管 1 6 0 の長手方向に複数のノズル 1 6 1 を有し、複数のノズル 1 6 1 の各々に流入開口 1 1 6 a a、1 1 6 a b、1 1 6 a c、1 1 6 a d、1 1 6 a e、1 1 6 b a、1 1 6 b b、1 1 6 b c、1 1 6 b d、1 1 6 b e、1 1 6 c a、1 1 6 c b、1 1 6 c c、1 1 6 c d、1 1 6 c e、1 1 6 d a、1 1 6 d b、1 1 6 d c、1 1 6 d d、1 1 6 d e、1 1 6 e a、1 1 6 e b、1 1 6 e c、1 1 6 e d、1 1 6 e e (以下、まとめて「流入開口 1 1 6 a a ~ 1 1 6 e e

」という場合がある。)が形成されている。

[0070] 本実施形態においては、流入管160及び流出管170が、各収納部15aa~15ddを形成している複数の内部隔壁が互いに交差する位置もしくはその近傍に、交互に配置されていてよい。よって、例えば図22を参照すると、収納部15bbは、縦方向の内部隔壁13b、13cと、横方向の内部隔壁14b、14cによって形成されており、内部隔壁13bと内部隔壁14cが交差する点、及び内部隔壁13cと内部隔壁14bが交差する点に、それぞれ流出管170が配置され、流出管170の上端に、それぞれ流出開口17cb、17bcが形成されているのは、図8におけるのと同様である。一方、内部隔壁13bと内部隔壁14bが交差する点、及び内部隔壁13cと内部隔壁14cが交差する点には、それぞれ流入管160が配置され、流入管160は、その長手方向に複数のノズル161を有し、複数のノズルの各々に流入開口116bbが形成されている。なお、流入管及び流出管は、内部隔壁と一体化されている必要はなく、内部隔壁から離れて配置された管であってもよい。

[0071] 図22を参照して、流入管160は、内部が4つの区画に分けられた構造を有し、このうちの1つの区画を流れる冷却液11が、複数のノズル161の各々に形成された流入開口116bbを通して収納部15bb内に吹き出すようになっている。従って、本実施形態においては、各収納部の側面に、対角方向に1対の流入開口が形成されていることになる。また、流入管160が、内部が4つの区画に分けられた構造を有しているので、各区画を流れる冷却液の流量を個別に制御することもできる。すなわち、各収納部の温度を制御装置(図示せず)において常時モニターしておき、制御装置から送信される、収納部内の温度変化に応じた入力信号を受けて、複数のノズル161の流入開口を通る冷却液11の流量を調整するための別の流量調整バルブ(図示せず)が、区画ごとに、後述する底部開口から流入開口までの経路の適宜の位置に設けられていてよい。これにより、対角方向に1対の流入開口からの冷却液の流量を、収納部ごとに個別に制御することが可能である。な

お、流入管160の下端には底部開口118aa、118ab、118ac、118ad、118ae、118ba、118bb、118bc、118bd、118be、118ca、118cb、118cc、118cd、118ce、118da、118db、118dc、118dd、118de、118ea、118eb、118ec、118ed、118ee（以下、まとめて「底部開口118aa～118ee」という場合がある。）が形成されているが、底部開口118aa～118eeは、流入管160内部の4つの区画にそれぞれ対応するように4つに分割されていてよい。また、流入管160の上端は完全に閉じられている。

[0072] 本実施形態において、図22及び図23に示すように、流出管170に小孔を形成しないで、流出管170の上端に流出開口17bc、17cbを形成することでよい。なお、これら流出開口が、複数の収納部にとっての共通の流出開口となりうることは、図7～図9に示した実施形態における流出開口と同様である。

[0073] 本実施形態においては、収納部15bbの側面の、対角方向に1対に形成された、深さ方向に複数ある流入開口116bbから、プロセッサボード121の表面121a上に搭載された3つのプロセッサ112、110、112に向かう、冷却液11の複数の流れによって、電子機器100が強制冷却されるので、冷却効率がより一層向上する。なお、各収納部において、流入管及び流出管を設ける位置及び本数は任意であり、各収納部を形成している複数の内部隔壁が互いに交差する位置の近傍に、流入管及び流出管をそれぞれ1本又は複数本設けてよいことは勿論である。ただし、本実施形態においても、収納部15bbを流通する冷えた冷却液11の一部が、プロセッサボード121の背面121bとボード122の面122aとの隙間により形成されるフローチャネル123を通ることが重要である。

[0074] 次に、図24を参照して、さらに他の実施形態に係る冷却装置を説明する。本実施形態では、底壁12aを貫通し液面19近傍まで延びる流入管160を有している構成は、図22及び図23に示した実施形態の構成と同様で

あるが、流入管160及び流出管170が、流入管160内に流出管170を内包する二重管180を構成している点、換言すれば、流出管170を内管とし、流入管160を外管として有する二重管180を構成している点に特徴がある。なお、流入管160が、流入管160の長手方向に複数のノズル161を有し、複数のノズル161の各々に流入開口116aa~116eeが形成されていること、流入管160の上端は完全に閉じられていること、流入管160は、内部が4つの区画に分けられた構造を有し、このうちの1つの区画を流れる冷却液11が、複数のノズル161の各々に形成された流入開口116aa~116eeを通して収納部15aa~15dd内に吹き出すようになっていることは、図22及び図23に示す実施形態におけるのと同様である。

[0075] 本実施形態では、二重管180が、各収納部15aa~15ddを形成している複数の内部隔壁が互いに交差する位置もしくはその近傍に配置されていてよい。すなわち、内部隔壁13bと内部隔壁14bが交差する点、内部隔壁13bと内部隔壁14cが交差する点、内部隔壁13cと内部隔壁14bが交差する点、及び内部隔壁13cと内部隔壁14cが交差する点にそれぞれ位置するように、二重管180が配置されていてよい。なお、二重管は、内部隔壁と一体化されている必要はなく、内部隔壁から離れて配置された管であってもよい。

[0076] 従って、本実施形態においては、各収納部の側面の四隅に流入開口が形成されていることになる。また、流入管160が、内部が4つの区画に分けられた構造を有しているので、各区画を流れる冷却液の流量を個別に制御することもできる。すなわち、各収納部の温度を制御装置（図示せず）において常時モニターしておき、制御装置から送信される、収納部内の温度変化に応じた入力信号を受けて、複数のノズル161の流入開口を通る冷却液11の流量を調整するための別の流量調整バルブ（図示せず）が、区画ごとに、底部開口から流入開口までの経路の適宜の位置に設けられていてよい。これにより、各収納部の側面の、四隅の流入開口からの冷却液の流量を、収納部ご

とに個別に制御することが可能である。なお、二重管180の外管にあたる流入管160の下端には、底部開口118aa~118eeが形成されているが、各底部開口118aa~118eeは、流入管160内部の4つの区画にそれぞれ対応するように4つに分割されている。また、二重管180の外管にあたる流入管160の上端は完全に閉じられている。なお、流出管170の下端には、底部開口18aa~18eeが形成されている。二重管180の内管にあたる流出管170の上端に形成された流出開口が、複数の収納部にとっての共通の流出開口となりうることは、図22及び図23に示した実施形態における流出開口と同様である。

[0077] 本実施形態においては、収納部15bbの側面の四隅に形成された、深さ方向に複数ある流入開口116bbから、プロセッサボード121の表面121a上に搭載された3つのプロセッサ112、110、112に向かう、冷却液11の複数の流れによって、電子機器100が強制冷却されるので、冷却効率がさらにより一層向上する。なお、各収納部において、二重管を設ける位置及び本数は任意であり、各収納部を形成している複数の内部隔壁が互いに交差する位置の近傍に、二重管を1本又は複数本設けてよいことは勿論である。ただし、本実施形態においても、収納部15bbを流通する冷えた冷却液11の一部が、プロセッサボード121の背面121bとボード122の面122aとの隙間により形成されるフローチャネル123を通ることが重要である。

[0078] 上記した図22及び図23に示す冷却装置の実施形態、並びに図24に示す冷却装置の実施形態において、各収納部の側面に流入開口を形成する例として、各収納部の対角方向に1対に形成する例と、各収納部の四隅に形成する例を説明し、また、各収納部の側面に流入開口を形成するために、流入開口が形成された複数のノズルを有する流入管を利用し、また、流入管を、各収納部を形成している複数の内部隔壁が互いに交差する位置もしくはその近傍に配置するようにしたが、各収納部の側面に流入開口を形成する形態はこれらに限定されない。例えば、別の構成例として、流入管を配置するかわり

に、中空構造の内部隔壁を採用し、内部隔壁の壁面に1つ以上のスリットを入れて流入開口を形成し、冷えた冷却液を内部隔壁内に流して、1つ以上のスリットを通して収納部内に冷却液が吹き出すようにしてもよい。また、さらに別の構成例として、内部隔壁の表面の一部又は全面に、冷えた冷却液が通る枝管を設け、枝管の任意の位置及び個数だけ流入開口を形成し、これら流入開口を通して収納部内に冷却液が吹き出すようにしてもよい。

[0079] 上記の一実施形態及び他の実施形態において、電子機器100のプロセッサボード121の表面121a上に、1つのプロセッサ(CPU)110及び2つのプロセッサ(GPU)112を搭載する例を説明したが、図示しない高速メモリ、チップセット、ネットワークユニット、PCI Expressバスや、バススイッチユニット、SSD、パワーユニット(交流-直流変換器、直流-直流電圧変換器等)を含んでよい。また、電子機器100は、ブレードサーバを含むサーバ、ルータやネットワークスイッチ等のネットワーク機器、SSDや密閉型のHDD(Hard Disk Drive)等の記憶装置等の電子機器であってもよい。ただし、既に述べたように、従来の一般的な幅よりも小さい幅(例えば、約1/2、1/3、1/4)の電子機器でよいことは勿論である。

[0080] 以上、要するに、本発明に係る冷却装置によれば、冷却槽の開放空間の体積の約1/4の体積か、約1/4よりも小さい体積の収納部に、従来よりも小さい幅の電子機器を収納して、冷却液を個別に流通させることにより、複数の電子機器を、個別に効率よく冷却することができ、従来技術におけるように冷却槽内の電子機器の収納位置によって冷却性能に差が生じるのを避けることができる。従って、複数の電子機器の冷却性能を向上させ、かつ安定化させることができる。また、収納部に収納する電子機器のサイズを小さくできるので、電子機器の取り扱い性及びメンテナンス性を向上させることができる。さらに、電子機器における液浸冷却による冷却効率を向上させることができる。

産業上の利用可能性

[0081] 本発明は、超高性能動作や安定動作が要求され、かつそれ自体からの発熱量が大きな電子機器の冷却に広く適用することができる。

符号の説明

- [0082] 1 0 冷却装置
- 1 0 a 開放空間
- 1 0 0 電子機器
- 1 1 0 プロセッサ (CPU)
- 1 1 2 プロセッサ (GPU)
- 1 1 4 放熱部材
- 1 2 0 多段ボード
- 1 2 1 プロセッサボード (第1のボード)
- 1 2 1 a 表面 (第1の面)
- 1 2 1 b 背面 (第2の面)
- 1 2 2 ボード (第2のボード)
- 1 2 2 a 面 (第3の面)
- 1 2 2 b 面
- 1 2 3 フローチャネル
- 1 2 4 スペーサ
- 1 2 5 ねじ
- 1 3 0、1 3 1 コネクタ
- 1 3 2、1 3 2 a、1 3 2 b 電気接点
- 1 3 3 導電性カラー
- 1 3 4 導電性ホール
- 1 4 0、1 4 1、1 4 1 a、1 4 1 b 電源ライン
- 1 5 0 信号ライン
- 1 1 冷却液
- 1 2 冷却槽
- 1 2 a 底壁

12b 側壁

13a、13b、13c、13d、13e 内部隔壁

14a、14b、14c、14d、14e 内部隔壁

15aa、15ab、15ac、15ad、15ba、15bb、15bc、15bd、15ca、15cb、15cc、15cd、15da、15db、15dc、15dd 収納部

16 入口

16aa、16ab、16ac、16ad、16ba、16bb、16bc、16bd、16ca、16cb、16cc、16cd、16da、16db、16dc、16dd 流入開口

116aa、116ab、116ac、116ad、116ae、116ba、116bb、116bc、116bd、116be、116ca、116cb、116cc、116cd、116ce、116da、116db、116dc、116dd、116de、116ea、116eb、116ec、116ed、116ee 流入開口

160 流入管

161 ノズル

17aa、17ab、17ac、17ad、17ae、17ba、17bb、17bc、17bd、17be、17ca、17cb、17cc、17cd、17ce、17da、17db、17dc、17dd、17de、17ea、17eb、17ec、17ed、17ee 流出開口

170 流出管

171 小孔

18 出口

180 二重管

18aa、18ab、18ac、18ad、18ae、18ba、18bb、18bc、18bd、18be、18ca、18cb、18cc、18cd、18ce、18da、18db、18dc、18dd、18de、1

- 8 e a、1 8 e b、1 8 e c、1 8 e d、1 8 e e 底部開口
- 1 1 8 a a、1 1 8 a b、1 1 8 a c、1 1 8 a d、1 1 8 a e、1 1 8
b a、1 1 8 b b、1 1 8 b c、1 1 8 b d、1 1 8 b e、1 1 8 c a、1
1 8 c b、1 1 8 c c、1 1 8 c d、1 1 8 c e、1 1 8 d a、1 1 8 d b
、1 1 8 d c、1 1 8 d d、1 1 8 d e、1 1 8 e a、1 1 8 e b、1 1 8
e c、1 1 8 e d、1 1 8 e e 底部開口
- 1 9 液面
- 2 0 a、2 0 b、2 0 c、2 0 d ボードリテーナ
- 3 0 流通路
- 4 0 ポンプ
- 5 0 流量調整バルブ
- 7 0 流量計
- 9 0 熱交換器

請求の範囲

[請求項1] 冷却装置内の冷却液中に浸漬されて直接冷却される電子機器であつて、

前記電子機器は、冷却装置の複数の収納部の各々に収納されるよう構成され、前記冷却装置は、底壁及び側壁によって形成される開放空間を有する冷却槽と、前記冷却槽内に複数の内部隔壁を設けることにより前記開放空間を分割して形成される、配列された前記複数の収納部と、前記複数の収納部の各々に形成される、冷却液の流入開口及び流出開口とを有し、前記流入開口が、各収納部の底部又は側面に形成され、前記流出開口が、各収納部を流通する前記冷却液の液面近傍に形成されており、

前記電子機器は、

1つ以上のプロセッサがその上に搭載される第1の面と、前記第1の面と反対側の第2の面とを有する、第1のボードと、

前記第1のボードの前記第2の面に対向する第3の面を有する第2のボードと、

前記第1のボードの前記第2の面と前記第2のボードの前記第3の面との隙間により形成されるフローチャネルと、

を有する、電子機器。

[請求項2] 前記隙間を保持する複数のスペーサと、複数のねじをさらに有し、前記複数のねじの各々は、前記第1のボード、前記第2のボード、及び前記複数のスペーサの各々を貫通し、固定する、請求項1に記載の電子機器。

[請求項3] 前記第1のボード又は第2のボードは、1つ以上のコネクタを有し、
前記コネクタは、前記各収納部内で前記第1のボード及び前記第2のボードのいずれか一方又は両方を保持する一対のボードリテーナに設けられた電源ライン又は信号ラインと電氣的に接続される、請求項

2に記載の電子機器。

[請求項4] 前記第1のボード及び前記第2のボードは、それぞれ電気接点を有し、

前記第1のボードの電気接点と前記第2のボードの電気接点を、導電性のねじを介して電氣的に接続し、

前記第1のボードの電気接点及び前記第2のボードの電気接点の一方又は両方は、前記各収納部内で前記第1のボード及び前記第2のボードのいずれか一方又は両方を保持する一对のボードリテーナに設けられた電源ライン又は信号ラインと電氣的に接続される、請求項2に記載の電子機器。

[請求項5] 前記スペーサには、前記導電性のねじが貫通する導電性ホールが形成されている、請求項4に記載の電子機器。

[請求項6] 前記第1のボード及び前記第2のボードは、それぞれ電気接点を有し、

前記第1のボードの電気接点と前記第2のボードの電気接点を、導電性のねじ及び導電性のスペーサを介して電氣的に接続し、

前記第1のボードの電気接点及び前記第2のボードの電気接点の一方又は両方は、前記各収納部内で前記第1のボード及び前記第2のボードのいずれか一方又は両方を保持する一对のボードリテーナに設けられた電源ライン又は信号ラインと電氣的に接続される、請求項2に記載の電子機器。

[請求項7] 前記第1のボード及び前記第2のボードは、それぞれ電気接点を有し、

前記第1のボードの電気接点と前記第2のボードの電気接点を、前記スペーサに形成された、前記ねじが貫通する導電性ホールを介して電氣的に接続し、

前記第1のボードの電気接点及び前記第2のボードの電気接点の一方又は両方は、前記各収納部内で前記第1のボード及び前記第2のボ

ードのいずれか一方又は両方を保持する一対のボードリテーナに設けられた電源ライン又は信号ラインと電氣的に接続される、請求項2に記載の電子機器。

[請求項8] 前記第1のボード及び前記第2のボードは、それぞれ電気接点を有し、

前記第1のボードの電気接点と前記第2のボードの電気接点を、導電性のスペーサを介して電氣的に接続し、

前記第1のボードの電気接点及び前記第2のボードの電気接点の一方又は両方は、前記各収納部内で前記第1のボード及び前記第2のボードのいずれか一方又は両方を保持する一対のボードリテーナに設けられた電源ライン又は信号ラインと電氣的に接続される、請求項2に記載の電子機器。

[請求項9] 複数の電子機器を冷却液中に浸漬して直接冷却する冷却装置であって、

底壁及び側壁によって形成される開放空間を有する冷却槽と、

前記冷却槽内に複数の内部隔壁を設けることにより前記開放空間を分割して形成される、配列された複数の収納部と、

前記複数の収納部の各々に形成される、冷却液の流入開口及び流出開口と、

前記各収納部に設けられた一対のボードリテーナと、

を有し、

前記流入開口は、各収納部の底部又は側面に形成され、前記流出開口は、各収納部を流通する前記冷却液の液面近傍に形成されており、

前記一対のボードリテーナは、電子機器が有する第1のボード及び第2のボードのいずれか一方又は両方を保持するよう構成され、前記電子機器は、1つ以上のプロセッサがその上に搭載される第1の面と、前記第1の面と反対側の第2の面とを有する、第1のボードと、前記第1のボードの前記第2の面に対向する第3の面を有する第2のボ

ードと、前記第1のボードの前記第2の面と前記第2のボードの前記第3の面との隙間により形成されるフローチャンネルと、を有している、
冷却装置。

[請求項10] 前記流出開口及び／又は前記流入開口は、各収納部を形成している前記複数の内部隔壁が互いに交差する位置もしくはその近傍に形成されている、請求項9に記載の冷却装置。

[請求項11] 前記底壁を貫通し前記液面近傍まで延びる流出管をさらに有し、該流出管の一端に前記流出開口が形成されている、請求項9又は10に記載の冷却装置。

[請求項12] 前記流出管の長手方向に1つ以上の小孔が形成されている、請求項11に記載の冷却装置。

[請求項13] 前記底壁を貫通し前記液面近傍まで延びる流入管をさらに有し、前記流入管は、該流入管の長手方向に複数のノズルを有し、該複数のノズルの各々に前記流入開口が形成されている、請求項9又は10に記載の冷却装置。

[請求項14] 前記底壁を貫通し前記液面近傍まで延びる流入管及び流出管をさらに有し、
前記流入管は、該流入管の長手方向に複数のノズルを有し、該複数のノズルの各々に前記流入開口が形成され、
前記流出管の上端に前記流出開口が形成され、
前記流入管及び前記流出管が、各収納部を形成している前記複数の内部隔壁が互いに交差する位置もしくはその近傍に、交互に配置されている、
請求項9に記載の冷却装置。

[請求項15] 前記底壁を貫通し前記液面近傍まで延びる流入管及び流出管をさらに有し、
前記流入管は、該流入管の長手方向に複数のノズルを有し、該複数の

のノズルの各々に前記流入開口が形成され、
前記流出管の上端に前記流出開口が形成され、
前記流入管及び前記流出管が、該流入管内に該流出管を内包する二重管を構成している、
請求項 9 に記載の冷却装置。

[請求項16] 前記二重管が、各収納部を形成している前記複数の内部隔壁が互いに交差する位置もしくはその近傍に配置されている、請求項 15 に記載の冷却装置。

[請求項17] 前記冷却液が、主成分として完全フッ素化物を含む、請求項 9 から 16 のいずれかに記載の冷却装置。

[請求項18] 前記冷却槽は、各収納部の前記流入開口に向けて前記冷却液を分配するための入口と、
各収納部の前記流出開口を通った前記冷却液を集めるための出口とを有し、
前記出口と前記入口が、前記冷却槽の外部にある流通路により連結されており、
前記流通路中に、前記冷却液を移動させる少なくとも 1 つのポンプと、前記冷却液を冷やす熱交換器が設けられている、請求項 9 又は 10 に記載の冷却装置。

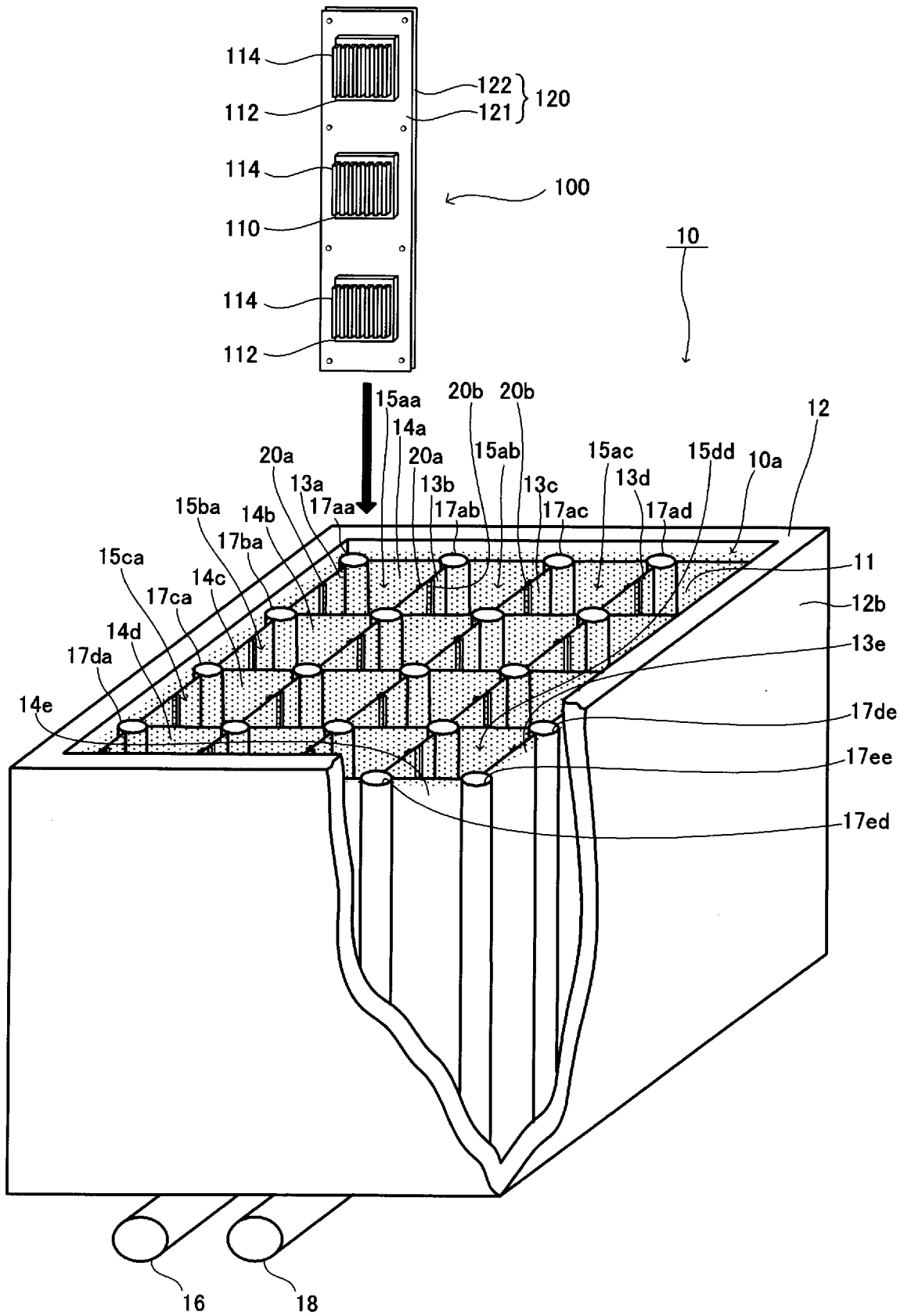
[請求項19] 各収納部内の温度変化に応じた入力信号を受けて、各収納部の前記流入開口を通る前記冷却液の流量、又は前記流入管に設けられた各ノズルを通る前記冷却液の流量を調整する機構をさらに有している、請求項 18 に記載の冷却装置。

[請求項20] 各収納部内に液体用の第 1 の温度センサーを設けるとともに、予め設定された以上の温度が前記第 1 の温度センサーにより検知された場合に、該収納部内に収納された前記電子機器の運用を中止させ、又は前記電子機器への電源供給を遮断する機構をさらに有している、請求項 9 から 19 のいずれかに記載の冷却装置。

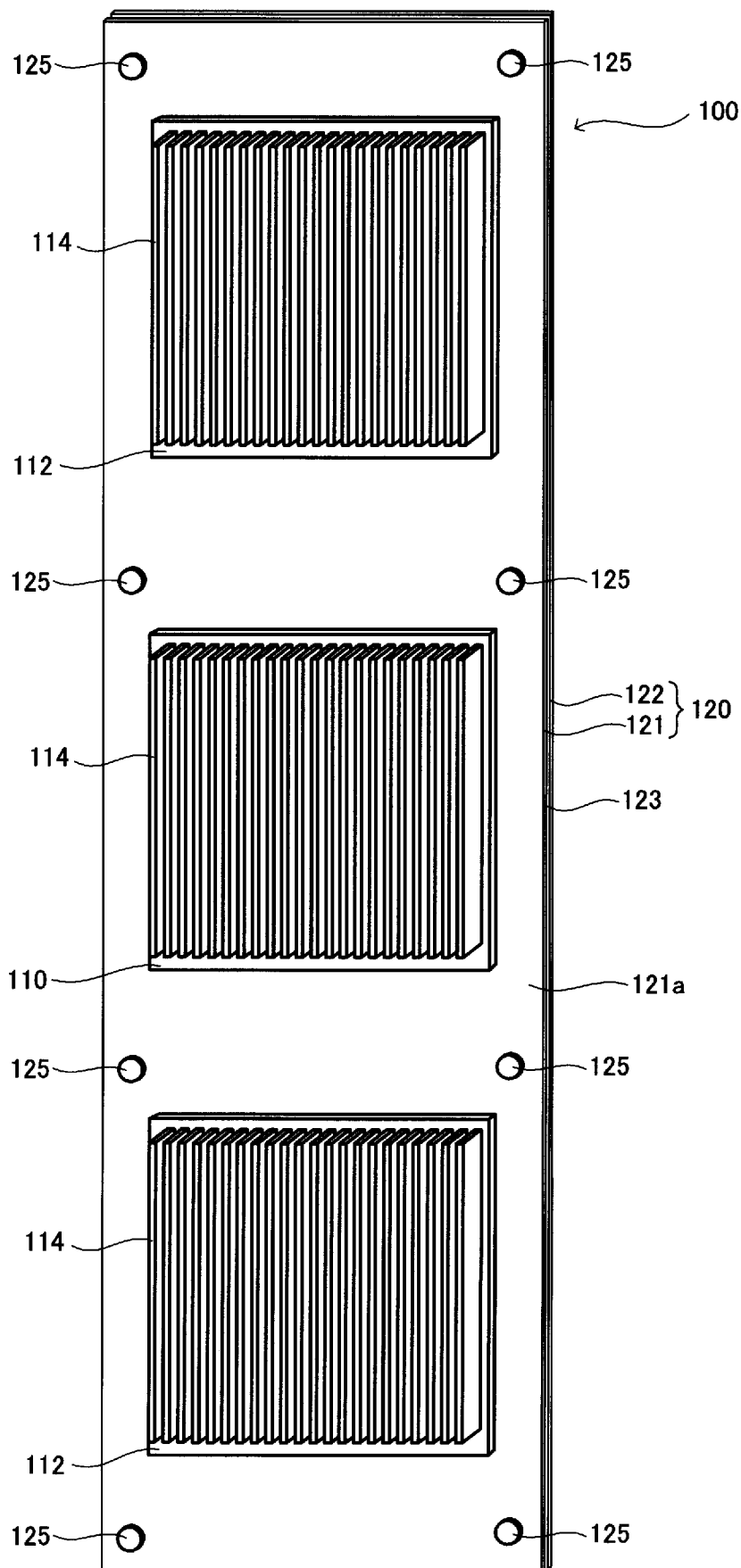
[請求項21] 各収納部内に収納された電子機器内、又は各収納部内に収納された電子機器周辺部に第2の温度センサーを設けるとともに、予め設定された以上の温度が前記第2の温度センサーにより検知された場合に、前記電子機器の運用を中止させ、又は前記電子機器への電源供給を遮断する機構をさらに有している、請求項9から19のいずれかに記載の冷却装置。

[請求項22] 前記一对のボードリテーナは、前記第1のボード又は第2のボードの一方又は両方に電氣的に接続される電源ライン又は信号ラインを有する、請求項9に記載の冷却装置。

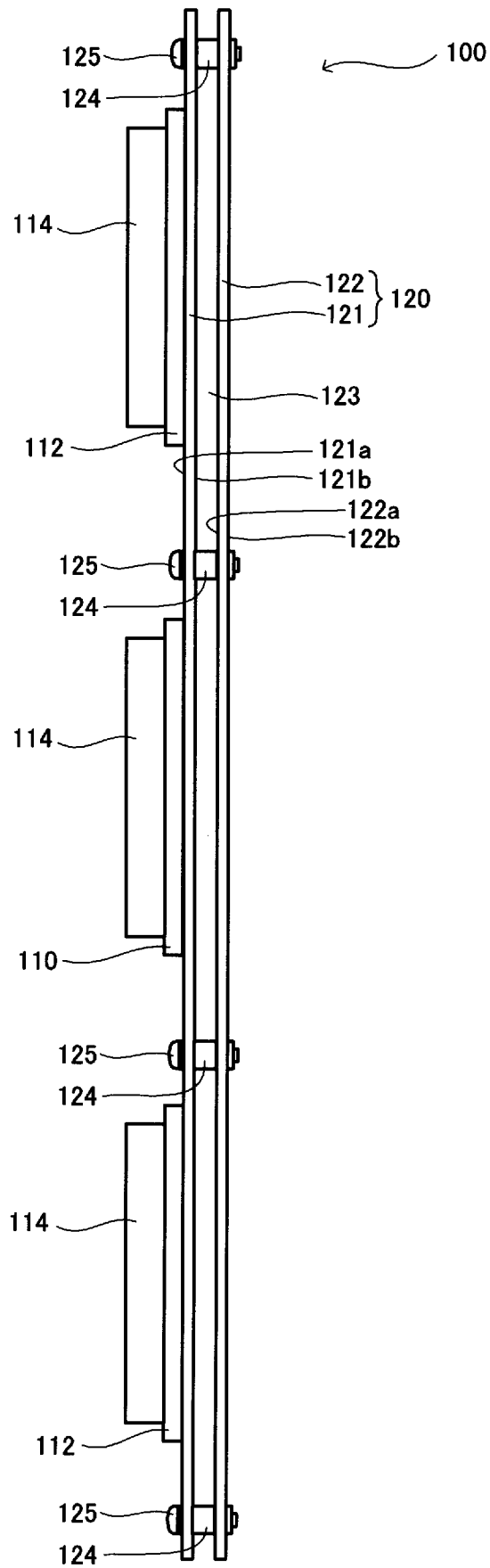
[図1]



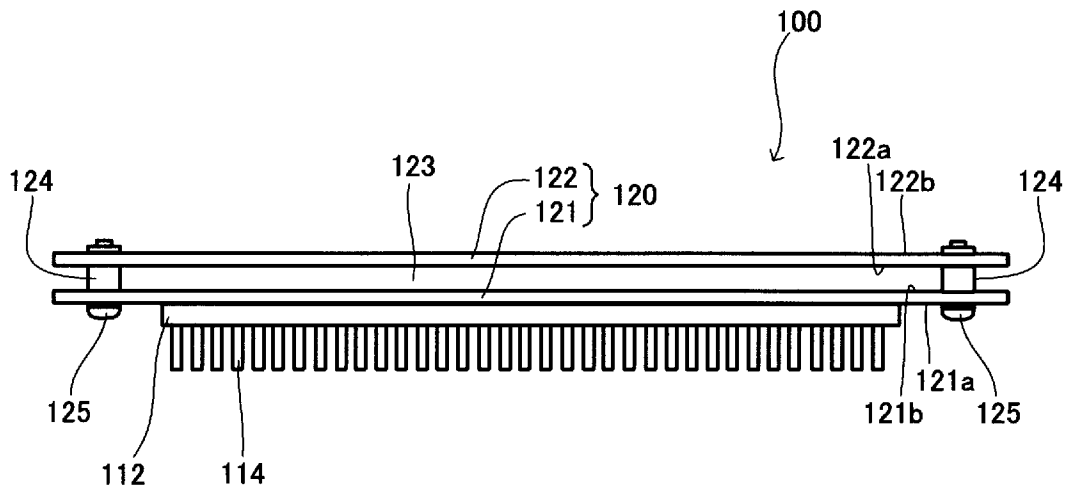
[図2]



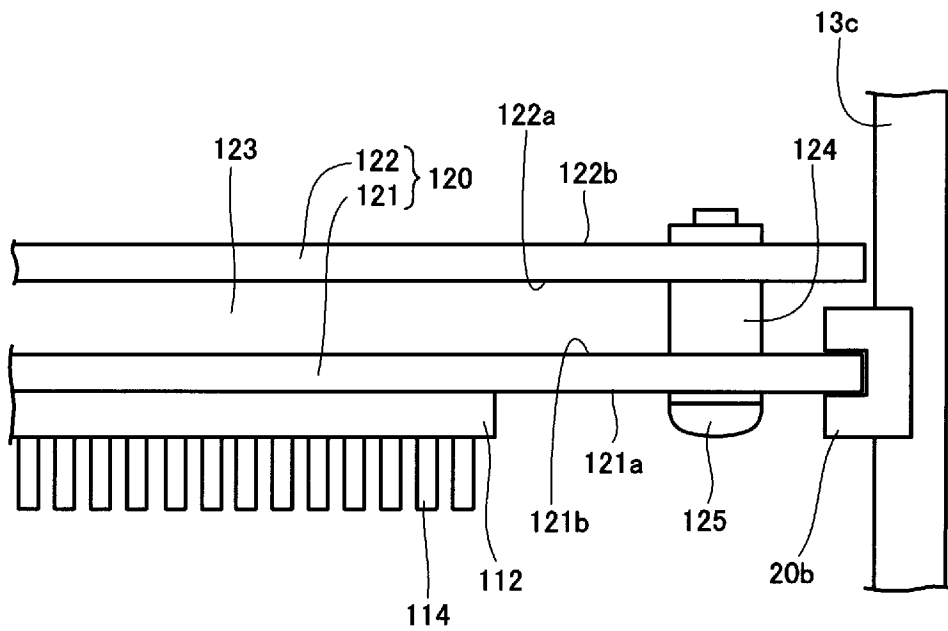
[図3]



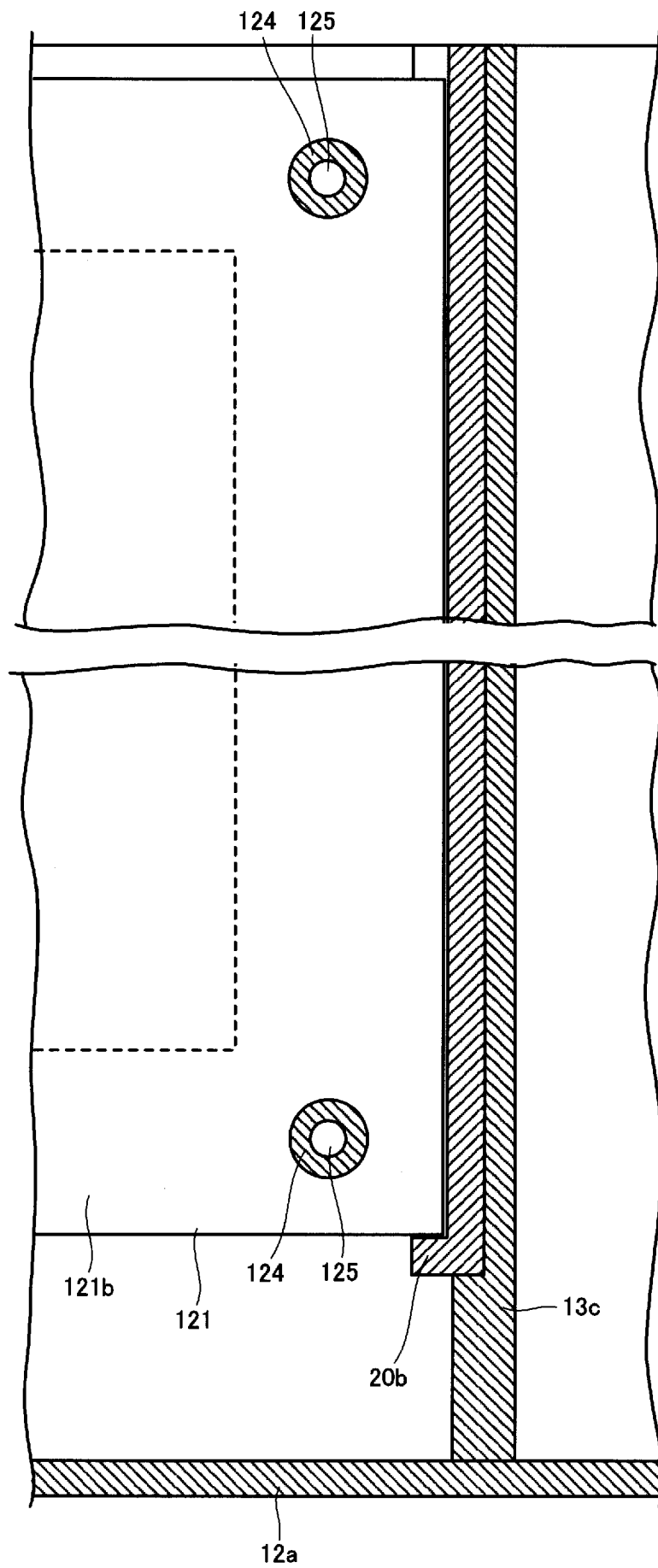
[図4]



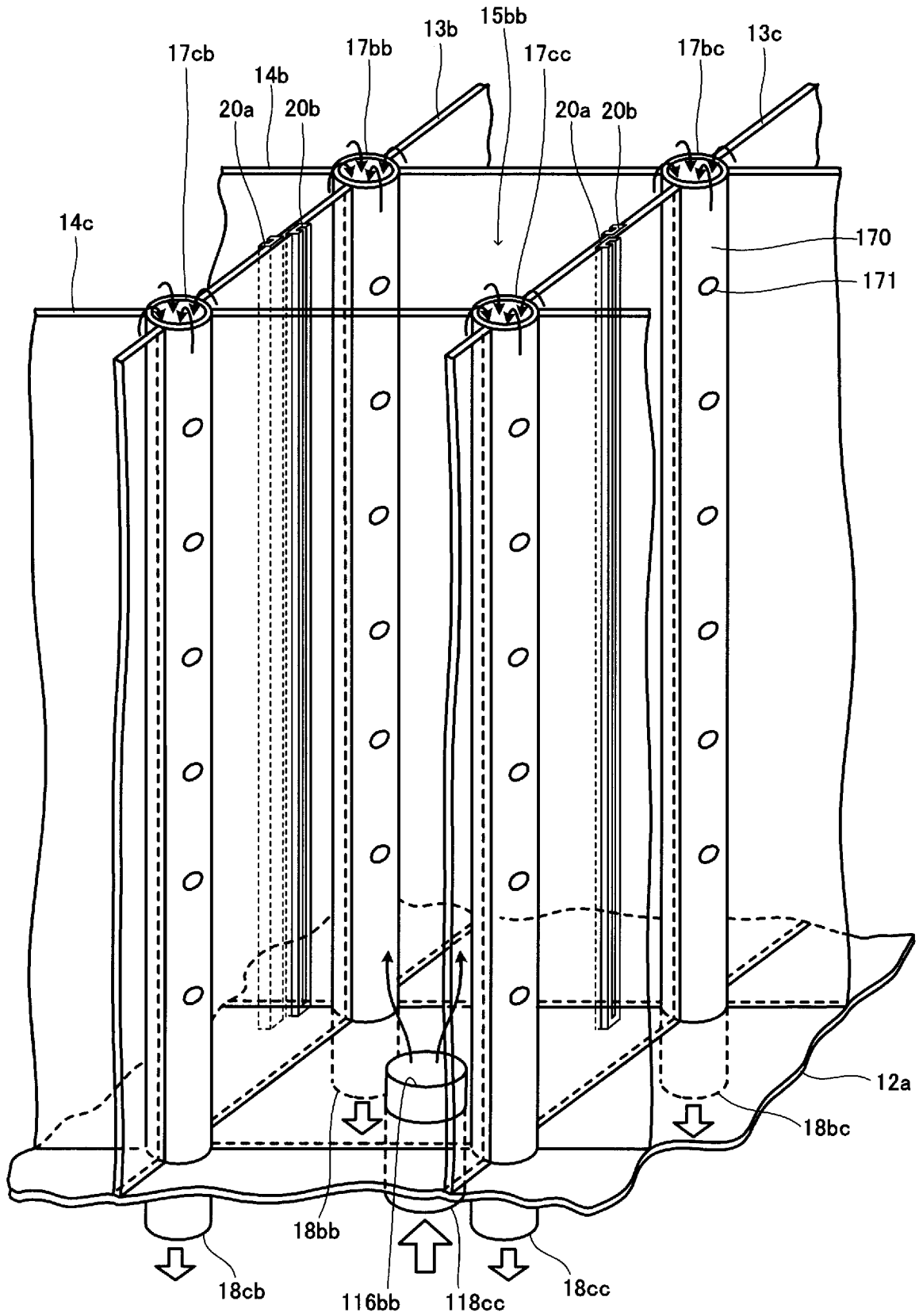
[図5]



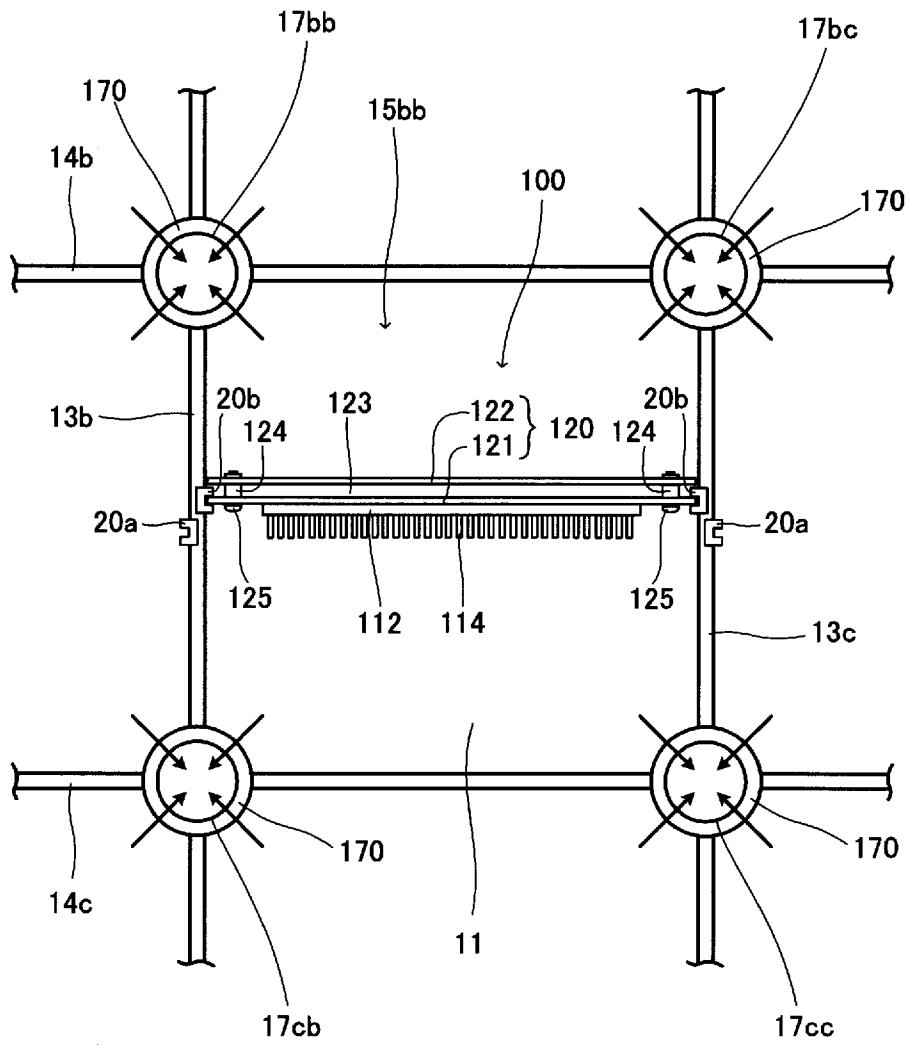
[図6]



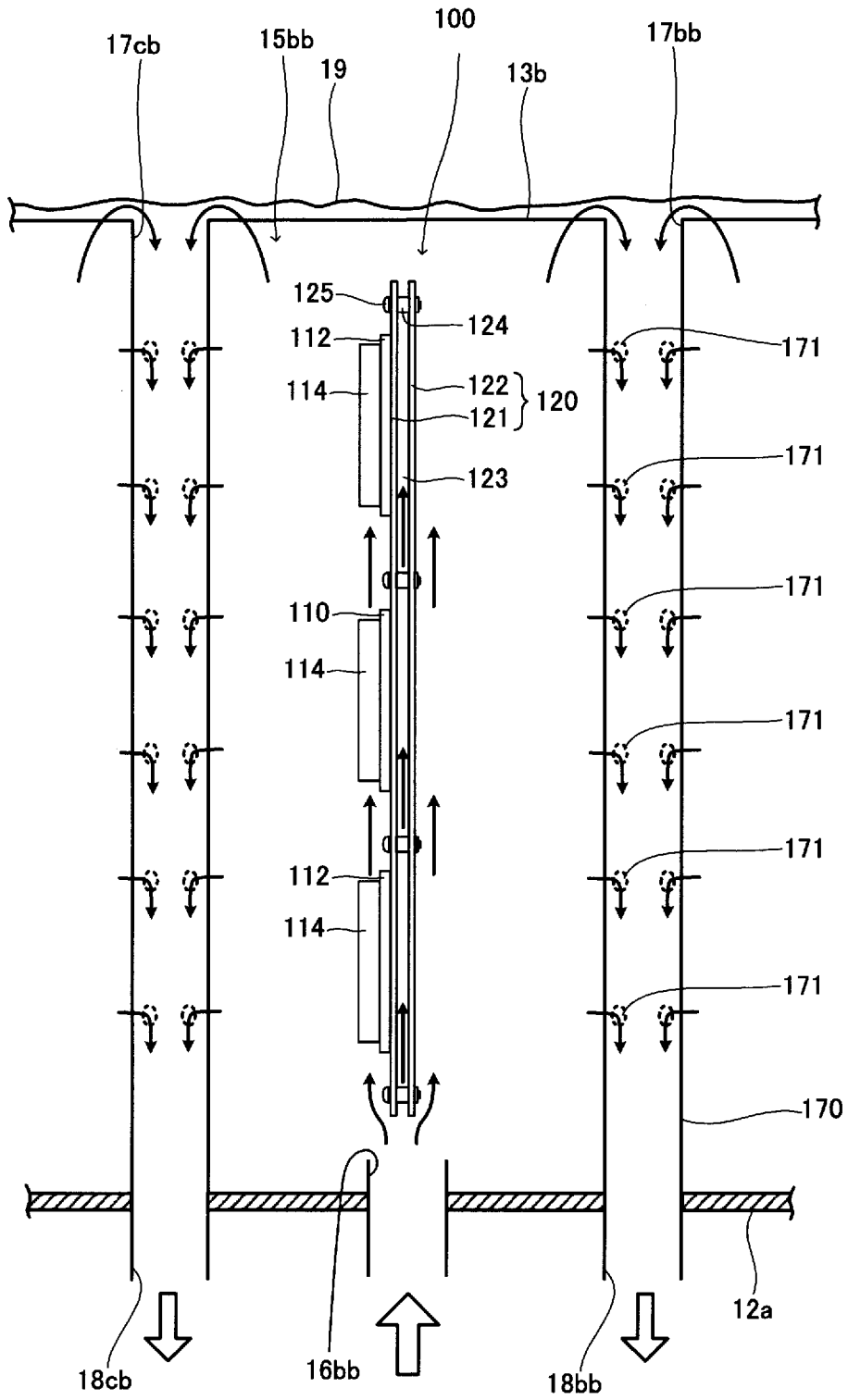
[図7]



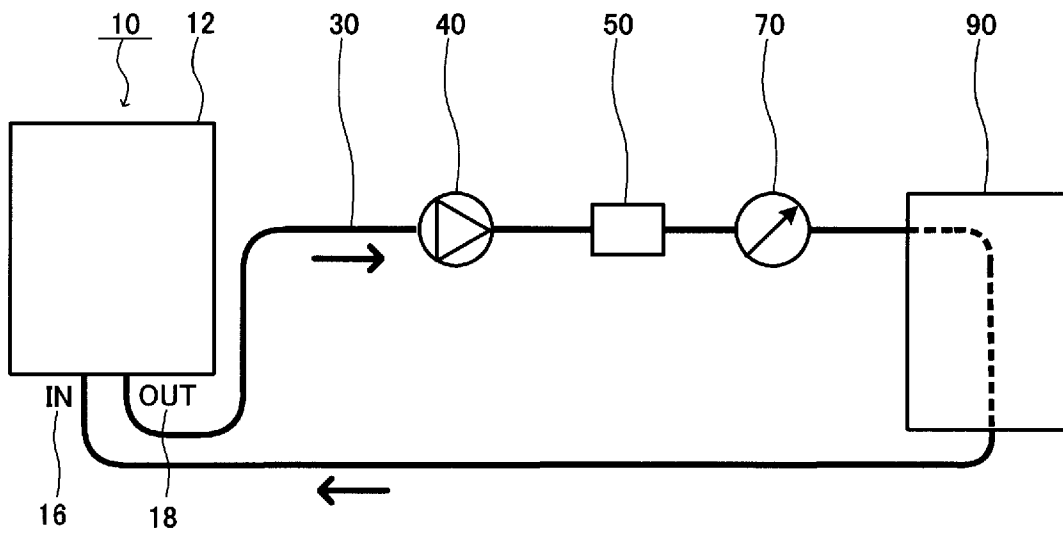
[図8]



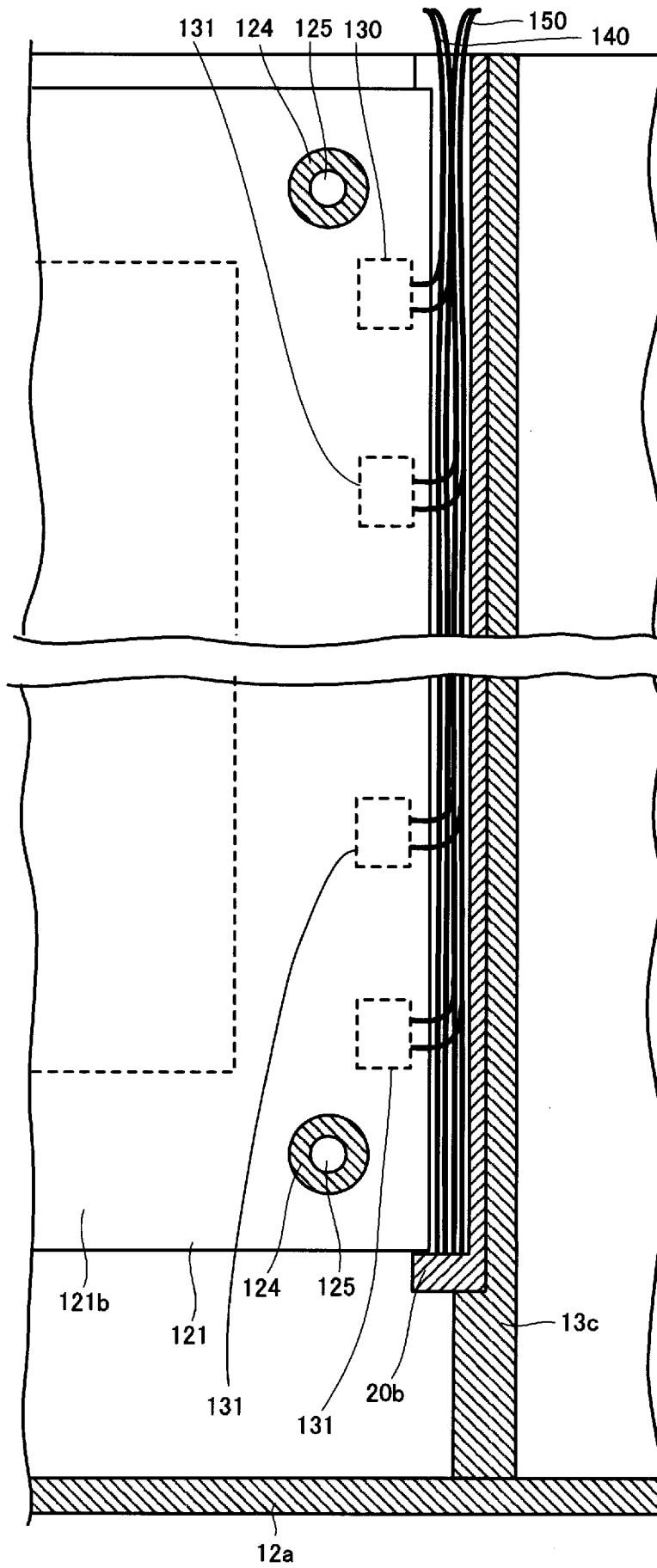
[図9]



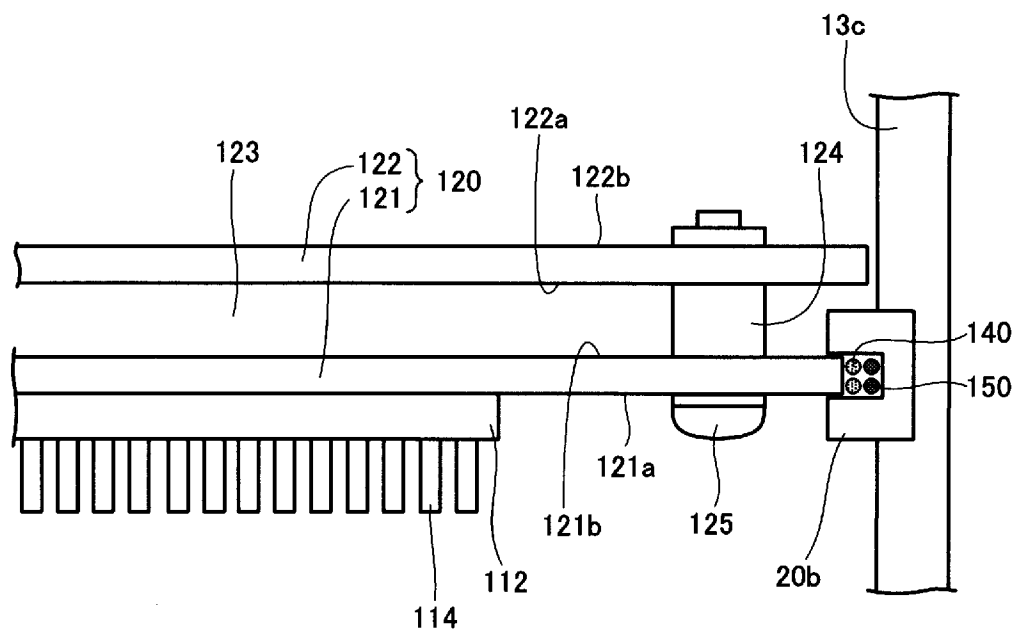
[図10]



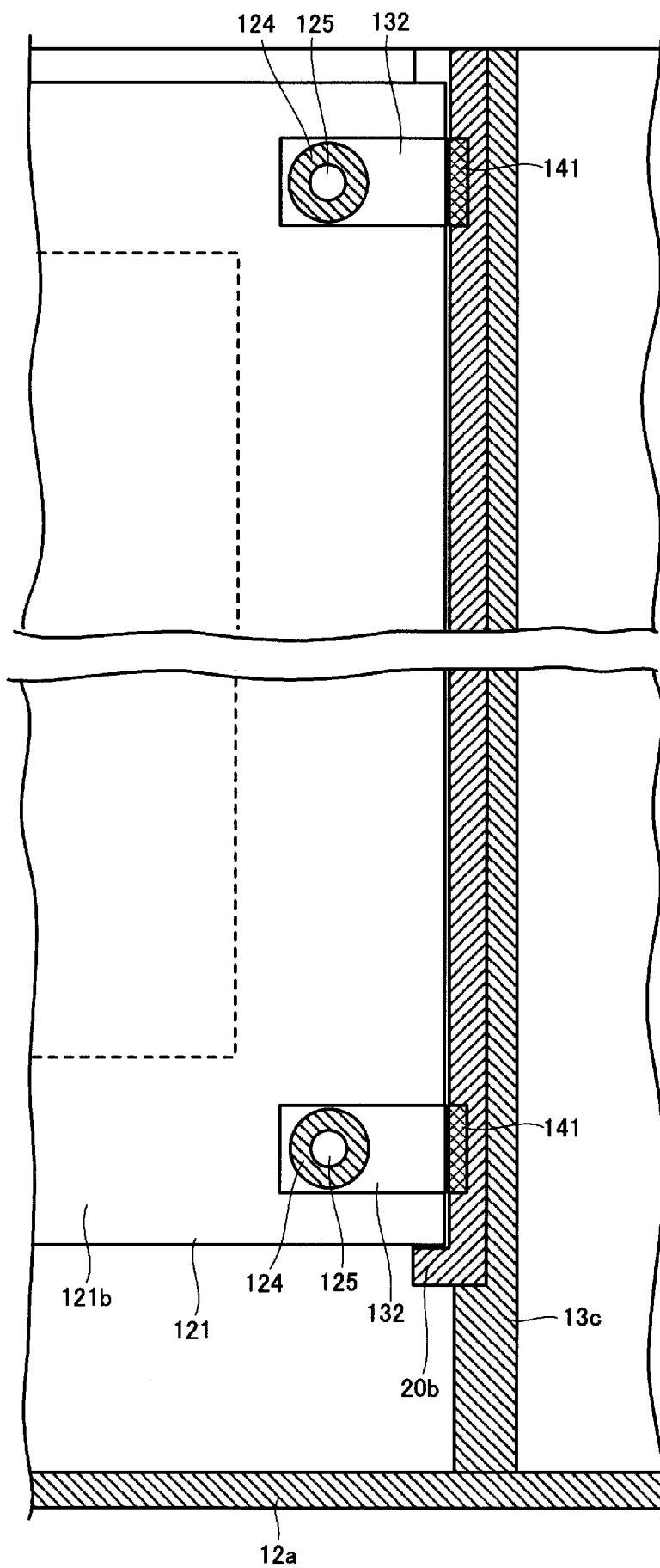
[図11]



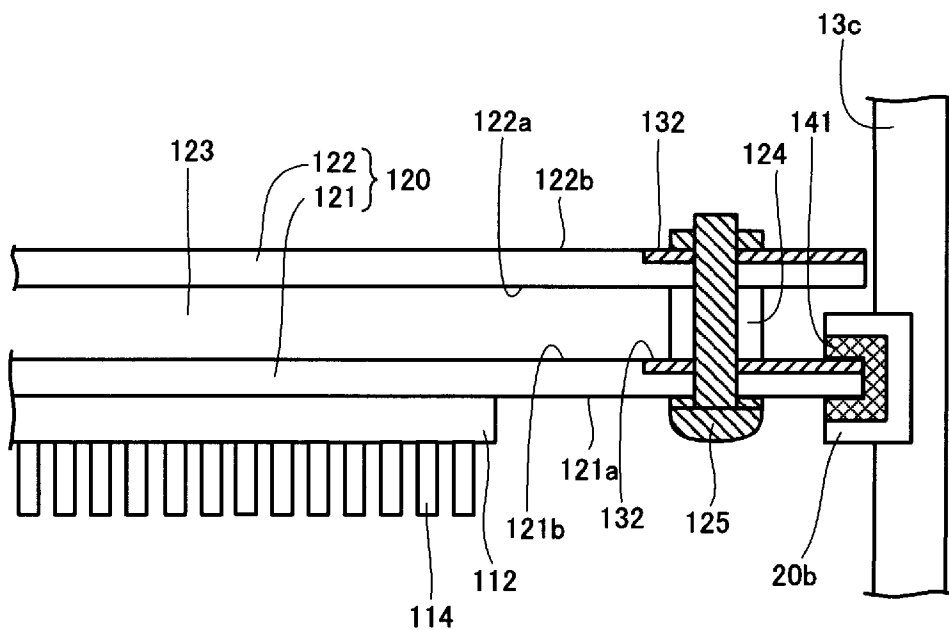
[図12]



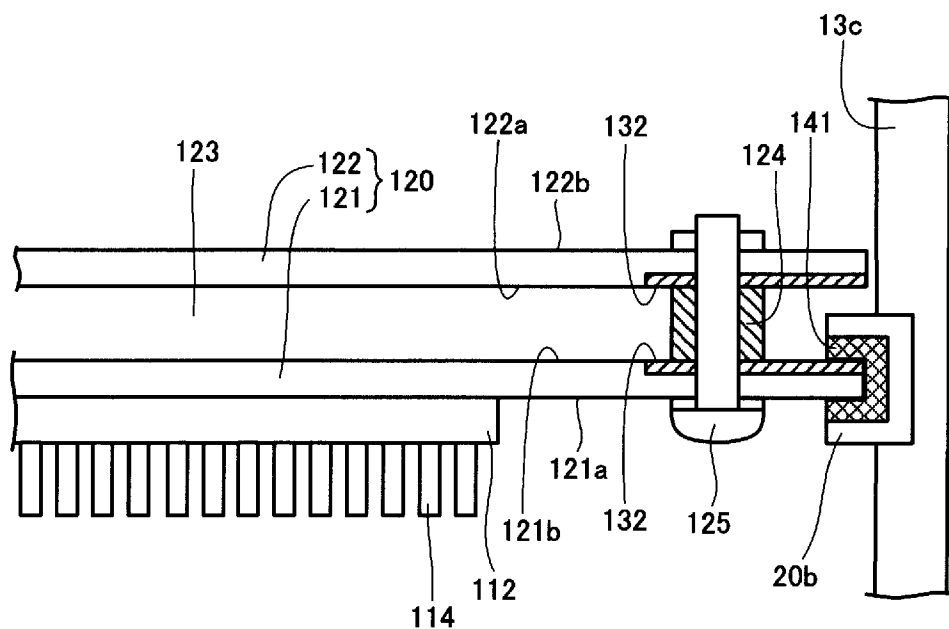
[図13]



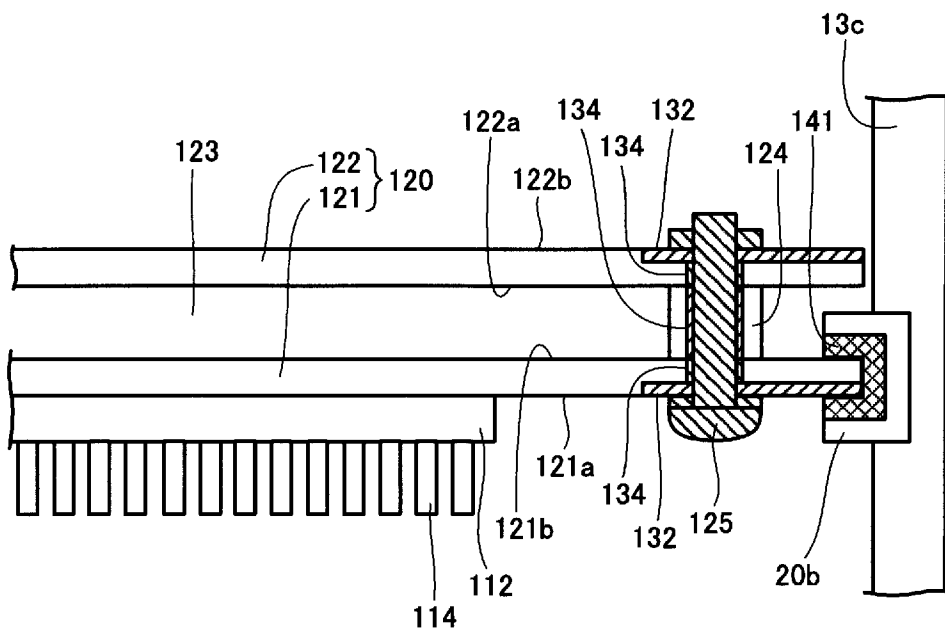
[図14]



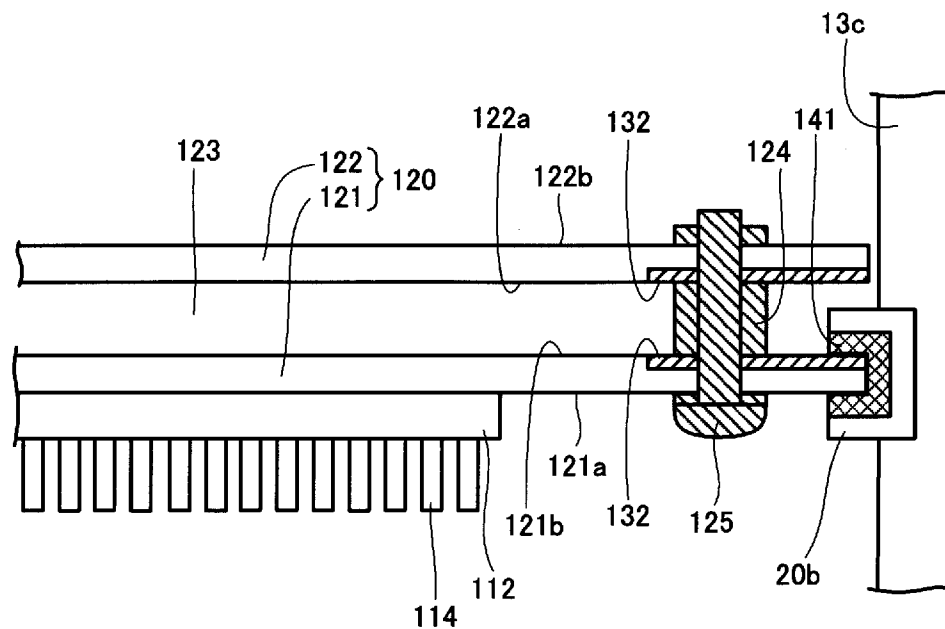
[図15]



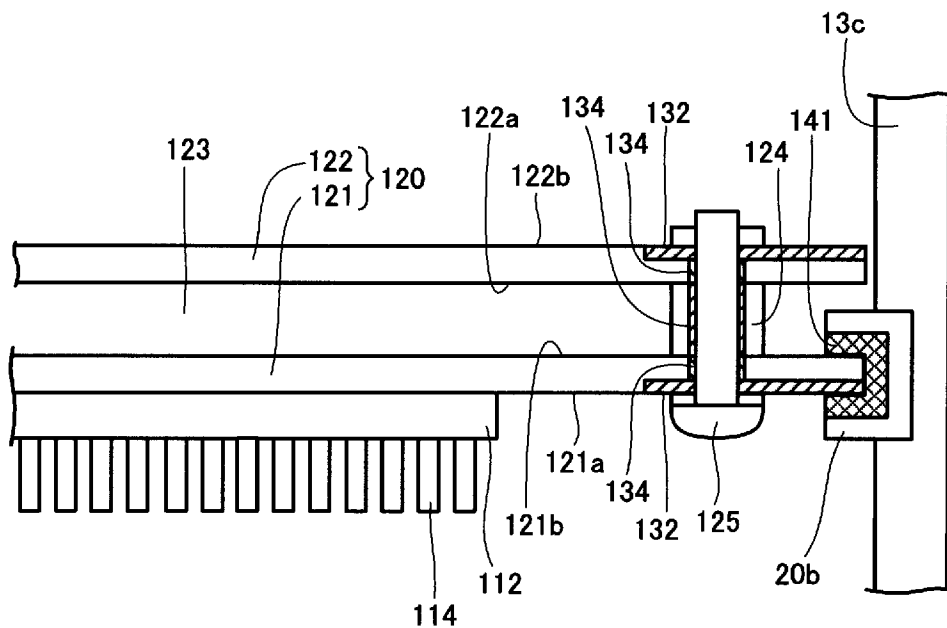
[図16]



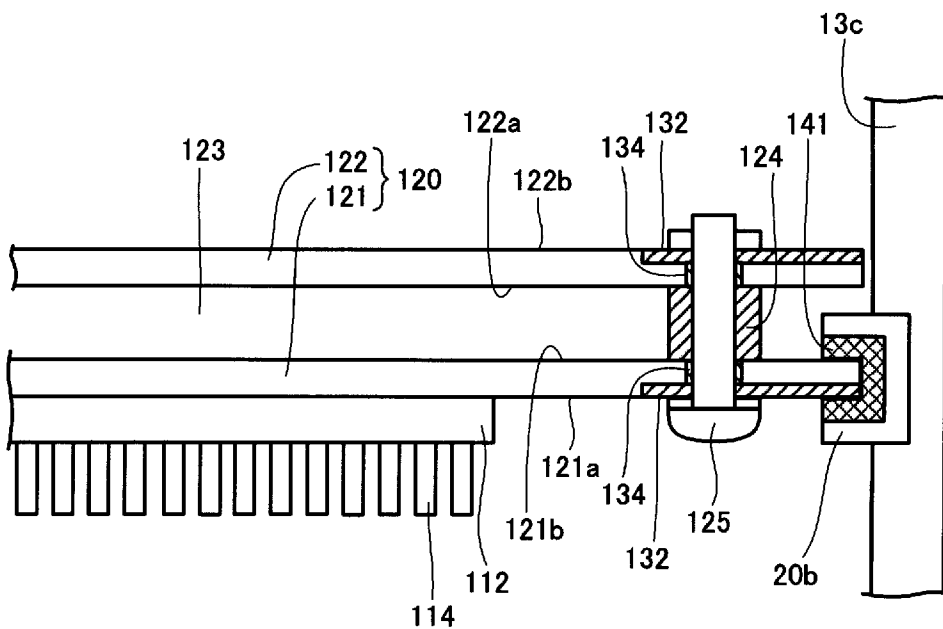
[図17]



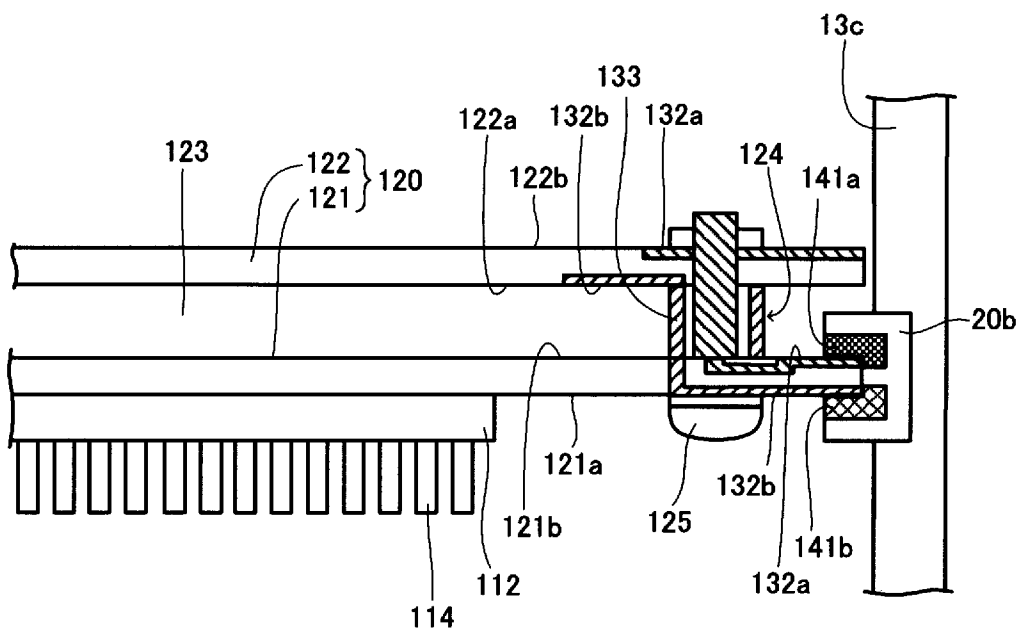
[図18]



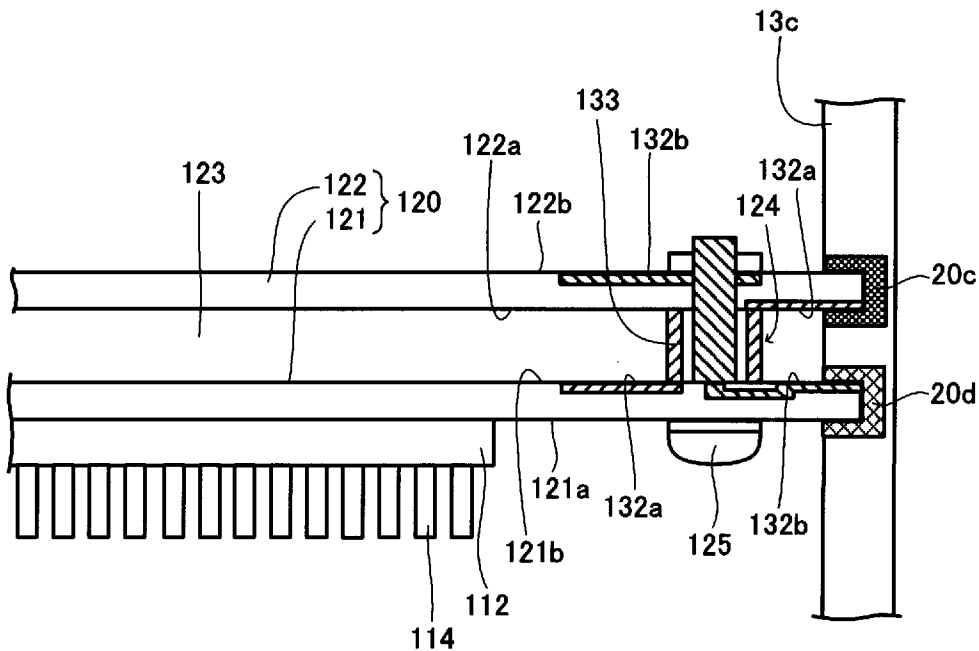
[図19]



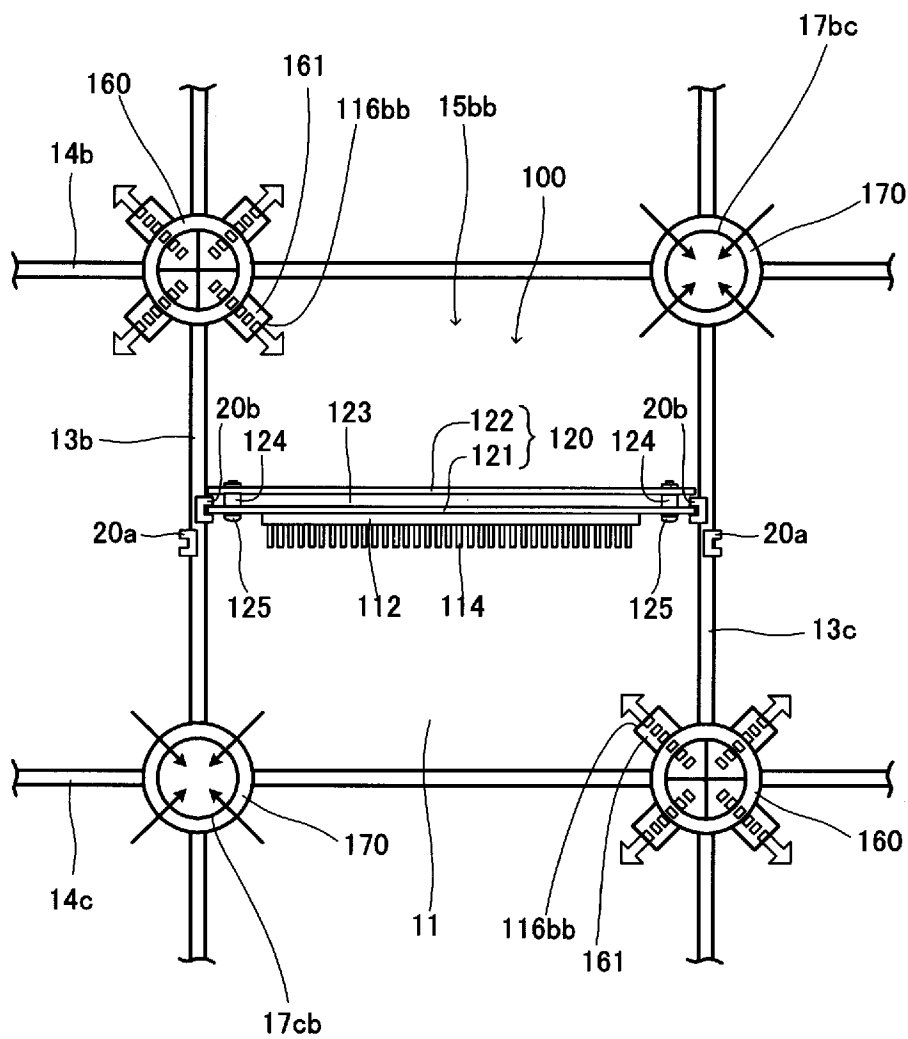
[図20]



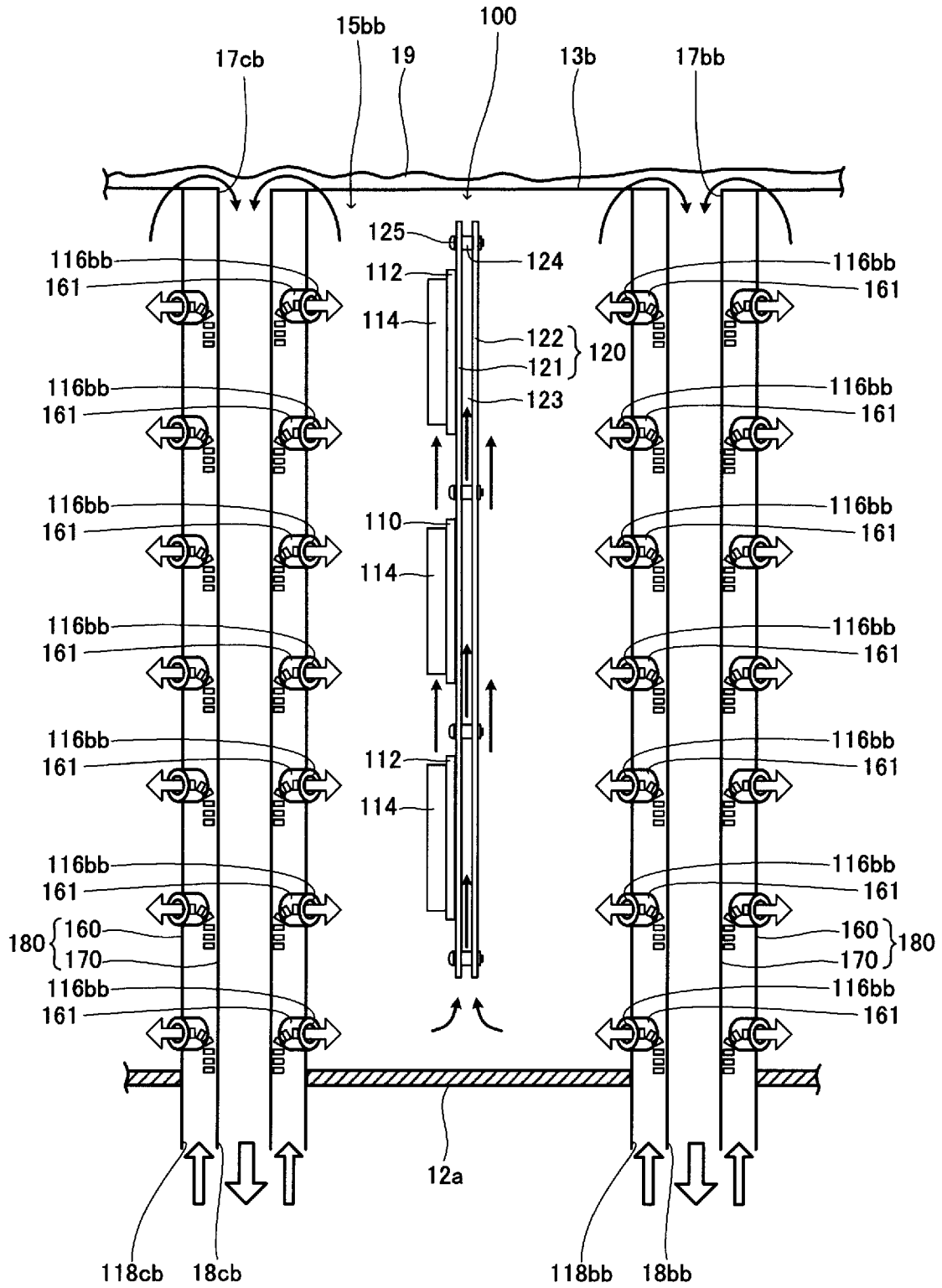
[図21]



[図22]



[図24]



INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2015/051740

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER G06F1/20(2006.01)i, H01L23/44(2006.01)i, H01L23/473(2006.01)i, H05K7/20(2006.01)i According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC		
B. FIELDS SEARCHED Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols) G06F1/20, H01L23/44, H01L23/473, H05K7/20 Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched Jitsuyo Shinan Koho 1922-1996 Jitsuyo Shinan Toroku Koho 1996-2015 Kokai Jitsuyo Shinan Koho 1971-2015 Toroku Jitsuyo Shinan Koho 1994-2015 Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practicable, search terms used)		
C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT		
Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
Y A	JP 2013-187251 A (SOHKI Co., Ltd.), 19 September 2013 (19.09.2013), paragraphs [0024] to [0031]; fig. 3 to 5 (Family: none)	1-2 3-22
Y	JP 2008-210854 A (Denso Corp.), 11 September 2008 (11.09.2008), paragraphs [0012] to [0030]; fig. 1 to 4 & US 2008/0204998 A1	1-2
Y A	JP 4-207098 A (Fujitsu Ltd.), 29 July 1992 (29.07.1992), page 4, lower left column, line 16 to page 5, upper left column, line 8; fig. 4 (Family: none)	1-2 3-22
<input checked="" type="checkbox"/> Further documents are listed in the continuation of Box C. <input type="checkbox"/> 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 application or patent 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 17 March 2015 (17.03.15)		Date of mailing of the international search report 24 March 2015 (24.03.15)
Name and mailing address of the ISA/ Japan Patent Office 3-4-3, Kasumigaseki, Chiyoda-ku, Tokyo 100-8915, Japan		Authorized officer Telephone No.

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2015/051740

C (Continuation). DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
Y	Microfilm of the specification and drawings annexed to the request of Japanese Utility Model Application No. 110425/1983(Laid-open No. 19460/1985) (Matsushita Electric Industrial Co., Ltd.), 09 February 1985 (09.02.1985), page 2, lines 7 to 18; fig. 1 (Family: none)	2
A	WO 2012/120672 A1 (Toyota Motor Corp.), 13 September 2012 (13.09.2012), paragraphs [0040] to [0054]; fig. 2 to 4 & US 2013/0335920 A1 & EP 2685494 A1 & CN 103443917 A	1-22
A	Microfilm of the specification and drawings annexed to the request of Japanese Utility Model Application No. 126434/1989(Laid-open No. 63993/1991) (Fujitsu Ltd.), 21 June 1991 (21.06.1991), entire text; all drawings (Family: none)	1-22
A	JP 61-128598 A (Fujitsu Ltd.), 16 June 1986 (16.06.1986), page 2, upper left column, line 1 to lower left column, line 14; fig. 1 to 2 (Family: none)	1-22
A	JP 5-145208 A (Toshiba Corp.), 11 June 1993 (11.06.1993), paragraphs [0093] to [0097]; fig. 15 & US 5329418 A	1-22
A	JP 58-114500 A (Fujitsu Ltd.), 07 July 1983 (07.07.1983), entire text; all drawings (Family: none)	1-22

A. 発明の属する分野の分類 (国際特許分類 (IPC)) Int.Cl. G06F1/20(2006.01)i, H01L23/44(2006.01)i, H01L23/473(2006.01)i, H05K7/20(2006.01)i		
B. 調査を行った分野 調査を行った最小限資料 (国際特許分類 (IPC)) Int.Cl. G06F1/20, H01L23/44, H01L23/473, H05K7/20		
最小限資料以外の資料で調査を行った分野に含まれるもの 日本国実用新案公報 1922-1996年 日本国公開実用新案公報 1971-2015年 日本国実用新案登録公報 1996-2015年 日本国登録実用新案公報 1994-2015年		
国際調査で使用した電子データベース (データベースの名称、調査に使用した用語)		
C. 関連すると認められる文献		
引用文献の カテゴリー*	引用文献名 及び一部の箇所が関連するときは、その関連する箇所の表示	関連する 請求項の番号
Y A	JP 2013-187251 A (株式会社SOHKI) 2013.09.19, [0024]-[0031], 第3-5図 (ファミリーなし)	1-2 3-22
Y	JP 2008-210854 A (株式会社デンソー) 2008.09.11, [0012]-[0030], 第1-4図 & US 2008/0204998 A1	1-2
Y A	JP 4-207098 A (富士通株式会社) 1992.07.29, 第4頁左下欄第16行-第5頁左上欄第8行, 第4図 (ファミリーなし)	1-2 3-22
<input checked="" type="checkbox"/> C欄の続きにも文献が列挙されている。 <input type="checkbox"/> パテントファミリーに関する別紙を参照。		
* 引用文献のカテゴリー 「A」 特に関連のある文献ではなく、一般的技術水準を示すもの 「E」 国際出願日前の出願または特許であるが、国際出願日以後に公表されたもの 「L」 優先権主張に疑義を提起する文献又は他の文献の発行日若しくは他の特別な理由を確立するために引用する文献 (理由を付す) 「O」 口頭による開示、使用、展示等に言及する文献 「P」 国際出願日前で、かつ優先権の主張の基礎となる出願日の後に公表された文献 「T」 国際出願日又は優先日後に公表された文献であって出願と矛盾するものではなく、発明の原理又は理論の理解のために引用するもの 「X」 特に関連のある文献であって、当該文献のみで発明の新規性又は進歩性がないと考えられるもの 「Y」 特に関連のある文献であって、当該文献と他の1以上の文献との、当業者にとって自明である組合せによって進歩性がないと考えられるもの 「&」 同一パテントファミリー文献		
国際調査を完了した日 17.03.2015	国際調査報告の発送日 24.03.2015	
国際調査機関の名称及びあて先 日本国特許庁 (ISA/J P) 郵便番号100-8915 東京都千代田区霞が関三丁目4番3号	特許庁審査官 (権限のある職員) 征矢 崇 電話番号 03-3581-1101 内線 3521	5E 3993

C (続き) . 関連すると認められる文献		
引用文献の カテゴリー*	引用文献名 及び一部の箇所が関連するときは、その関連する箇所の表示	関連する 請求項の番号
Y	日本国実用新案登録出願58-110425号(日本国実用新案登録出願公開60-19460号)の願書に添付した明細書及び図面の内容を撮影したマイクロフィルム(松下電器産業株式会社)1985.02.09, 第2頁第7-18行, 第1図(ファミリーなし)	2
A	WO 2012/120672 A1 (トヨタ自動車株式会社) 2012.09.13, [0040]-[0054], 第2-4図 & US 2013/0335920 A1 & EP 2685494 A1 & CN 103443917 A	1-22
A	日本国実用新案登録出願1-126434号(日本国実用新案登録出願公開3-63993号)の願書に添付した明細書及び図面の内容を撮影したマイクロフィルム(富士通株式会社)1991.06.21, 全文, 全図(ファミリーなし)	1-22
A	JP 61-128598 A (富士通株式会社) 1986.06.16, 第2頁左上欄第1行-左下欄第14行, 第1-2図(ファミリーなし)	1-22
A	JP 5-145208 A (株式会社東芝) 1993.06.11, [0093]-[0097], 第15図 & US 5329418 A	1-22
A	JP 58-114500 A (富士通株式会社) 1983.07.07, 全文, 全図(ファミリーなし)	1-22