

(19)日本国特許庁(JP)

(12)特許公報(B2)

(11)特許番号

特許第7176615号

(P7176615)

(45)発行日 令和4年11月22日(2022.11.22)

(24)登録日 令和4年11月14日(2022.11.14)

(51)国際特許分類

F I

H 0 1 L 23/473 (2006.01)

H 0 1 L 23/46

H 0 1 L 23/427 (2006.01)

H 0 1 L 23/46

A

H 0 5 K 7/20 (2006.01)

H 0 5 K 7/20

Q

G 0 6 F 1/20 (2006.01)

G 0 6 F 1/20

A

F 2 8 D 15/02 (2006.01)

G 0 6 F 1/20

C

請求項の数 10 (全33頁) 最終頁に続く

(21)出願番号 特願2021-508237(P2021-508237)

(86)(22)出願日 令和2年2月14日(2020.2.14)

(86)国際出願番号 PCT/JP2020/005719

(87)国際公開番号 WO2020/195301

(87)国際公開日 令和2年10月1日(2020.10.1)

審査請求日 令和3年9月9日(2021.9.9)

(31)優先権主張番号 特願2019-62948(P2019-62948)

(32)優先日 平成31年3月28日(2019.3.28)

(33)優先権主張国・地域又は機関

日本国(JP)

(73)特許権者 000004237

日本電気株式会社

東京都港区芝五丁目7番1号

(74)代理人 100109313

弁理士 机 昌彦

(74)代理人 100149618

弁理士 北嶋 啓至

(72)発明者 蜂矢 真弘

東京都港区芝五丁目7番1号 日本電気

株式会社内

(72)発明者 吉川 実

東京都港区芝五丁目7番1号 日本電気

株式会社内

(72)発明者 大塚 隆

東京都港区芝五丁目7番1号 日本電気

最終頁に続く

(54)【発明の名称】 電子機器

(57)【特許請求の範囲】

【請求項1】

主面に発熱体に取り付けられた回路基板と、
前記発熱体と向き合う面に形成された開口部を有し、冷媒を収容する筐体と、
前記開口部と前記発熱体を連結して前記冷媒を密閉する連結部を備え、
前記連結部の厚さは、0.21mm以下である電子機器。

【請求項2】

前記連結部は、熱伝導性部材により形成されている請求項1に記載の電子機器。

【請求項3】

前記冷媒は、液相冷媒および気相冷媒に相変化することができる請求項1または2に記載の電子機器。

【請求項4】

前記発熱体の外面のうち前記回路基板側の面に対して反対側の面である第1の発熱体外面の上に設けられ、前記第1の発熱体外面の周辺の前記液相冷媒が前記発熱体の熱によって前記気相冷媒に相変化することを促進する沸騰促進部をさらに備えた請求項3に記載の電子機器。

【請求項5】

前記沸騰促進部は、前記第1の発熱体外面に形成された溝または多孔質体により形成されている請求項4に記載の電子機器。

【請求項6】

10

20

前記連結部および前記沸騰促進部は一体に形成された請求項 4 に記載の電子機器。

【請求項 7】

前記沸騰促進部は、金属板の中央部に形成された複数の孔によって構成され、

前記連結部は、前記金属板の前記中央部を囲う外周部によって構成される請求項 6 に記載の電子機器。

【請求項 8】

前記筐体の内面であって前記開口部側から前記液相冷媒の液面の鉛直方向の上方に亘る面上と、前記連結部のうちで前記筐体内部側の面上に設けられ、前記液相冷媒が前記発熱体に向けて流れるように形成された冷媒流路をさらに備えた請求項 3 ～ 7 のいずれか 1 項に記載の電子機器。

10

【請求項 9】

前記冷媒流路は、網目状シートを、前記筐体の内面上と、前記連結部のうちで前記筐体内部側の面上とに取り付けることにより、構成される請求項 8 に記載の電子機器。

【請求項 10】

前記冷媒流路は、毛細管現象により前記液相冷媒を前記発熱体へ導く請求項 8 または 9 に記載の電子機器。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は、電子機器等に関し、たとえば、発熱体を冷却する電子機器等の技術に関する。

20

【背景技術】

【0002】

近年、クラウドサービス等の技術発展に伴って、情報処理量が増大しつつある。この膨大な情報を処理するために、中央演算処理装置（Central Processing Unit：CPU）や集積回路（Multi-chip Module：MCM）などの発熱体の計算量が、増加する傾向にある。このため、これらの発熱体の発熱量も増加する傾向にある。この傾向に伴って、発熱体をより効率よく冷却しようとする試みが日々なされている。

【0003】

発熱体の冷却技術として、冷媒を用いて発熱体を冷却する電子機器が知られている（たとえば、特許文献 1）。

30

【0004】

特許文献 1 に記載の技術では、ペーパチャンバを用いて発熱体を冷却している。ペーパチャンバの受熱面は発熱体に取り付けられている。ペーパチャンバでは、複数のウィックを集合したウィック組がケースおよびカバーの間の密閉空間（作動液槽）に配置されている。また、この密閉空間内に冷媒（作動液）が封入されている。

【0005】

ペーパチャンバは、受熱面を介して発熱体の熱を受け取る。受熱面を介して受け取った発熱体の熱はウィックに伝達する。これにより、ウィックに含まれている冷媒は、沸騰し蒸発して、液相状態から気相状態へ相変化し、カバー側に広がる。カバー側に広がった冷媒は、カバー壁面で凝縮して液化して、気相状態から液相状態へ相変化する。凝縮潜熱として放出された熱は、カバーの外面を介して大気へ放出される。液化した冷媒は、ウィックを通じて毛細管力により発熱体に還流され、前記密閉空間内で、再び蒸発および凝縮を繰り返す。

40

【0006】

なお、本発明に関連する技術が、特許文献 2 ～ 5 にも開示されている。

【先行技術文献】

【特許文献】

【0007】

【文献】特開 2008 - 153423 号公報

特開昭 59 - 188198 号公報

50

特表 2 0 1 2 - 5 3 1 0 5 6 号公報

特開平 1 1 - 0 8 7 5 8 6 号公報

特開昭 6 1 - 2 3 7 9 9 3 号公報

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

【0008】

しかしながら、特許文献 1 に記載の技術では、発熱体はペーパチャンバの受熱面に取り付けられており、発熱体の熱はペーパチャンバのケースを介して冷媒に伝達される。このとき、発熱体と、ペーパチャンバのケースとの間には隙間が生じるため、発熱体の熱が十分に冷媒に伝達されない。このため、ペーパチャンバ内の冷媒の温度上昇が抑制される。この結果、液相状態から気相状態への冷媒の相変化が抑制され、発熱体の熱を十分に冷却できないという問題があった。

10

【0009】

本発明は、このような事情を鑑みてなされたものであり、本発明の目的は、発熱体の熱をより効率よく冷却できる電子機器等を提供することにある。

【課題を解決するための手段】

【0010】

本発明の電子機器は、主面に発熱体に取り付けられた回路基板と、前記発熱体と向き合う面に形成された開口部を有し、冷媒を収容する筐体と、前記開口部と前記発熱体を連結して前記冷媒を密閉する連結部を備え、前記連結部の厚さは、0.21mm以下である。

20

【発明の効果】

【0011】

本発明によれば、発熱体の熱をより効率よく冷却できる電子機器を提供できる。

【図面の簡単な説明】

【0012】

【図 1】本発明の第 1 の実施の形態における電子機器の構成を示す断面図であって、図 4 の A - A 切断面における断面を示す図である。

【図 2】本発明の第 1 の実施の形態における電子機器の構成を示す断面図であって、図 3 の B - B 切断面における断面を示す図である。

【図 3】本発明の第 1 の実施の形態における電子機器の構成を示す側面図である。

30

【図 4】本発明の第 1 の実施の形態における電子機器の構成を示す上面図である。

【図 5】本発明の第 1 の実施の形態における電子装置の構成を示す断面図であって、図 7 の C - C 切断面における断面を示す図である。

【図 6】本発明の第 1 の実施の形態における電子装置の構成を示す側面図である。

【図 7】本発明の第 1 の実施の形態における電子装置の構成を示す前面図である。

【図 8】本発明の第 1 の実施の形態における収容ラックの構成を示す断面図であって、図 9 の D - D 切断面における断面を示す図である。

【図 9】本発明の第 1 の実施の形態における収容ラックの構成を示す前面図である。

【図 10】本発明の第 1 の実施の形態における電子機器の第 1 の変形例の構成を示す断面図である。

40

【図 11】本発明の第 2 の実施の形態における電子機器の構成を示す断面図である。

【図 12】本発明の第 2 の実施の形態における電子機器の第 1 の変形例の構成を示す断面図である。

【図 13】金属板の構成を示す平面図である。

【図 14】本発明の第 3 の実施の形態における電子機器の構成を示す断面図である。

【図 15】冷媒流路を構成する部材の一例として、網目状シートの構成を示す平面図である。

【図 16】本発明の第 4 の実施の形態における電子機器の構成を示す断面図である。

【図 17】連結部、沸騰促進部および冷媒流路を構成する部材の一例として、合板の構成を示す平面図である。

50

【図 18】連結部、沸騰促進部および冷媒流路を構成する部材の一例として、合板の構成を示す断面図であって、図 17 の E - E 切断面における断面を示す図である。

【図 19】本発明の第 5 の実施の形態における電子機器の構成を示す断面図であって、図 22 の A 1 - A 1 切断面における断面を示す図である。

【図 20】本発明の第 5 の実施の形態における電子機器の構成を示す断面図であって、図 21 の B 1 - B 1 切断面における断面を示す図である。

【図 21】本発明の第 5 の実施の形態における電子機器の構成を示す側面図である。

【図 22】本発明の第 5 の実施の形態における電子機器の構成を示す上面図である。

【発明を実施するための形態】

【0013】

10

< 第 1 の実施の形態 >

本発明の第 1 の実施の形態における電子機器 100 について、図に基づいて説明する。

【0014】

図 1 は、電子機器 100 の構成を示す断面図であって、図 4 の A - A 切断面における断面を示す図である。図 2 は、電子機器 100 の構成を示す断面図であって、図 3 の B - B 切断面における断面を示す図である。図 3 は、電子機器 100 の構成を示す側面図である。図 4 は、電子機器 100 の構成を示す上面図である。なお、図 1 および図 3 には、鉛直方向 G が示されている。

【0015】

図 1 ~ 図 4 を参照して、電子機器 100 は、回路基板 10 と、筐体 30 と、連結部 40 とを備えている。なお、電子機器 100 は、たとえば、通信装置やサーバーなどに組み込まれる電子モジュールに用いることができる。

20

【0016】

回路基板 10 は、平板状に形成されている。回路基板 10 は、第 1 の主面 11 と、第 2 の主面 12 と、コネクタ部 13 を有している。ここで、回路基板 10 の主面とは、回路基板 10 の主たる面をいい、たとえば電子部品が実装される面をいう。なお、第 1 の主面 11 を回路基板の表面（おもて面）と呼び、第 2 の主面 12 を回路基板の裏面とも呼ぶことがある。回路基板 10 の第 1 の主面 11 上には、発熱体 20 が取り付けられている。

【0017】

回路基板 10 は、たとえば、プリント配線基板である。プリント配線基板は、複数の絶縁体の基板および導体配線が積層されて構成されている。また、回路基板 10 の第 1 の主面 11 および第 2 の主面 12 には、電子部品を実装するための導電性のパッドが形成されている。絶縁体の基板の材料には、たとえば、フェノール樹脂やガラスエポキシ樹脂が用いられる。導体配線やパッドは、たとえば銅箔により形成されている。

30

【0018】

また、コネクタ部 13 は、他の電子部品（不図示）と接続するために、回路基板 10 の第 1 の主面 11 上に形成されている。コネクタ部 13 は、例えば、回路基板 10 の第 1 の主面 11 に形成された複数の端子（不図示）によって、構成されている。なお、コネクタ部 13 は、第 2 の主面 12 上にも形成されてもよい。この場合、第 2 の主面 12 のうちで、第 1 の主面 11 に形成されたコネクタ部 13 の形成領域に対応する領域に、コネクタ部 13 が形成される。なお、このコネクタ部 13 は、本実施形態において、必須の構成ではない。

40

【0019】

発熱体 20 は、回路基板 10 の第 1 の主面 11 に取り付けられている。発熱体 20 は、第 1 の発熱体外面 21 を有する。第 1 の発熱体外面 21 は、発熱体 20 の外面の 1 つであって、発熱体 20 のうちで回路基板 10 側の面と反対側の面である。第 1 の発熱体外面 21 は、一般的には平面で構成されるが、曲面で構成されてもよい。なお、発熱体 20 は、稼働すると熱を発する部品であって、たとえば中央演算処理装置 CPU や集積回路 MCM などである。

【0020】

50

図 1 に示されるように、筐体 30 は、開口部 31 を有する箱形に形成されている。筐体 30 は、冷媒 (Coolant) C O O を収容する。筐体 30 の内側は空洞になっている。この空洞内に冷媒 C O O が設けられる。開口部 31 は、筐体 30 を構成する面のうちで、回路基板 10 の第 1 の主面 11 と向かい合う面に形成されている。開口部 31 は、通常、発熱体 20 と向かい合う位置に設けられる。また、筐体 30 の材料には、熱伝導性部材が用いられ、例えばアルミニウムやアルミニウム合金や銅や銅合金などが用いられる。筐体 30 の板厚は、製造効率や重量等を考えると、たとえば、1 mm ~ 2 mm とすることができるが、これに限定されない。

【 0 0 2 1 】

連結部 40 は、熱伝導性部材により形成されている。連結部 40 の材料には、熱伝導性部材として、たとえば、銅、銅合金、銀、銀合金、金、金合金、アルミニウム、アルミニウム合金などが用いられる。連結部 40 は、板または箔である。なお、アルミニウム及びアルミニウム合金の箔や銅の箔で一般的に流通しているのは、厚さ約 0 . 2 mm 以下であることが知られている。すなわち、アルミニウム及びアルミニウム合金はくの公称厚さは、0 . 2 mm 以下で規定されている (日本工業規格 (J I S H 4 1 6 0 : 2 0 0 6)) 。また、参考資料として、プリント配線板用銅はくの公称厚さは、0 . 2 1 mm 以下で規定されている (日本工業規格 (J I S C 6 5 1 5 : 1 9 9 8)) 。

10

【 0 0 2 2 】

また、連結部 40 は、筐体 30 の開口部 31 と、発熱体 20 とを連結して、冷媒 C O O を密閉する。連結部 40 は、筐体 30 および発熱体 20 の間に配置され、筐体 30 および発熱体 20 を連結する。

20

【 0 0 2 3 】

連結部 40 の一端部は、たとえば、接着剤やネジによる固定によって、発熱体 20 の第 1 の発熱体外面 21 の外周部に取り付けられている。これにより、連結部 40 の一端部と、発熱体 20 の第 1 の発熱体外面 21 の外周部が接合される。連結部 40 の他端部は、たとえば、接着剤やネジによる固定によって、筐体 30 の開口部 31 に取り付けられている。これにより、連結部 40 の他端部と、筐体 30 の開口部 31 が接合される。これらの接合によって、筐体 30 の内部が密閉され、冷媒 C O O が漏れ出すのを抑制できる。なお、連結部 40 の一端部は、当該連結部 40 の他端部よりも鉛直方向 G の下方側にあることから、連結部 40 の下端部でもある。連結部 40 の他端部は、当該連結部 40 の一端部よりも鉛直方向 G の上方側にあることから、連結部 40 の上端部でもある。

30

【 0 0 2 4 】

なお、連結部 40 の一端部と、発熱体 20 の第 1 の発熱体外面 21 の外周部との間に、グリースを介在させてもよい。これにより、連結部 40 の一端部と、発熱体 20 の第 1 の発熱体外面 21 の外周部との間に隙間が発生することを抑制できる。この結果、連結部 40 の一端部と、発熱体 20 の第 1 の発熱体外面 21 の外周部との間から、冷媒 C O O が漏れ出すのを抑制できる。

【 0 0 2 5 】

また、連結部 40 の他端部と、筐体 30 の開口部 31 との間に、グリースを介在させてもよい。これにより、連結部 40 の他端部と、筐体 30 の開口部 31 との間に隙間が発生することを抑制できる。この結果、連結部 40 の他端部と、筐体 30 の開口部 31 との間から、冷媒 C O O が漏れ出すのを抑制できる。

40

【 0 0 2 6 】

冷媒 C O O には、液相状態の冷媒 (液相冷媒 (Liquid-Phase Coolant : 以下、L P - C O O と称する。)) と気相状態の冷媒 (気相冷媒 (Gas-Phase Coolant : 以下、G P - C O O と称する。)) の間で相変化する冷媒が用いられている。

【 0 0 2 7 】

冷媒 C O O には、例えば、ハイドロフルオロカーボン (H F C : Hydro Fluorocarbon) やハイドロフルオロエーテル (H F E : Hydro Fluoroether) などを用いることができる。

50

【 0 0 2 8 】

冷媒ＣＯＯは、発熱体２０の第１の発熱体外面２１および連結部４０により、筐体３０の開口部３１を密閉した空間内に、密閉された状態で閉じ込められる。このため、筐体３０の内部と発熱体２０と連結部４０との間の密閉空間内に、液相冷媒ＬＰ－ＣＯＯを注入した後に真空排気することにより、前記密閉空間内を常に冷媒の飽和蒸気圧に維持することができる。なお、筐体３０の内部と発熱体２０と連結部４０との間の密閉空間内に冷媒ＣＯＯを充填する方法については、後述の電子機器１００の製造方法の説明の中で詳しく説明する。

【 0 0 2 9 】

以上、電子機器１００の構成について説明した。

10

【 0 0 3 0 】

つぎに、電子機器１００の製造方法について、説明する。

【 0 0 3 1 】

まず、発熱体２０が取り付けられた回路基板１０を準備する。つぎに、筐体３０の開口部３１と発熱体２０とを連結部４０で連結する。すなわち、たとえば、接着剤やネジによる固定によって、連結部４０の一端部を、発熱体２０の第１の発熱体外面２１の外周部に取り付ける。また、たとえば、接着剤やネジによる固定によって、連結部４０の他端部を、筐体３０の開口部３１に取り付ける。これにより、連結部４０によって、発熱体２０と、筐体３０の開口部３１とが、連結される。この結果、筐体３０の内部と発熱体２０と連結部４０との間に密閉空間を形成することができる。

20

【 0 0 3 2 】

つぎに、筐体３０と発熱体２０と連結部４０とに囲われた空間内に冷媒ＣＯＯを充填する。

【 0 0 3 3 】

筐体３０と発熱体２０と連結部４０とに囲われた空間内に冷媒ＣＯＯを充填する方法については、次の通りである。

【 0 0 3 4 】

筐体３０の上面（図１にて紙面上側の面）に予め設けられている冷媒注入孔（不図示）から、筐体３０と発熱体２０と連結部４０とに囲われた空間内に冷媒ＣＯＯを注入する。そして、冷媒注入孔を閉じる。また、筐体３０の上面（図１にて紙面上側の面）に予め設けられている空気排除用孔（不図示）を介して、真空ポンプ（不図示）などを用いて、筐体３０と発熱体２０と連結部４０とに囲われた空間内から、空気を排除する。そして、空気排除用孔を閉じる。このようにして、筐体３０と発熱体２０と連結部４０とに囲われた空間内に冷媒ＣＯＯを密閉する。これにより、筐体３０と発熱体２０と連結部４０とに囲われた空間内の圧力は冷媒ＣＯＯの飽和蒸気圧と等しくなり、筐体３０と発熱体２０と連結部４０とに囲われた空間内に密閉された冷媒ＣＯＯは気液平衡状態となる。なお、冷媒注入孔を空気排除用孔として共用してもよい。

30

【 0 0 3 5 】

以上の通り、電子機器１００の製造方法について、説明した。

【 0 0 3 6 】

40

次に、本発明の第１の実施の形態における電子装置１０００の構成について説明する。図５は、電子装置１０００の構成を示す断面図であって、図７のＣ－Ｃ切断面における断面を示す図である。図６は、電子装置１０００の構成を示す側面図である。図７は、電子装置１０００の構成を示す前面図である。図５および図６において、左側が電子装置１０００の前面側で、右側が電子装置１０００の背面側である。なお、図５～図７には、鉛直方向Ｇが示されている。

【 0 0 3 7 】

図５～図７を参照して、電子装置１０００は、電子機器１００と、収容ラック２００とを備えている。なお、電子装置１０００は、たとえば、通信装置やサーバーなどである。電子装置１０００には、１以上の電子機器１００（電子モジュールなど）が組み込まれる。

50

【 0 0 3 8 】

図 5 に示されるように、収容ラック 2 0 0 は、複数の電子機器 1 0 0 を収容する。図 5 では、3 つの電子機器 1 0 0 が収容ラック 2 0 0 に収容されている。しかしながら、3 つに限らず、1 または複数の電子機器 1 0 0 が収容ラック 2 0 0 に収容されてもよい。

【 0 0 3 9 】

なお、ここでは、図 5 および図 7 に示されるように、電子機器 1 0 0 の回路基板 1 0 のうち、コネクタ部 1 3 と反対側の端部には、前面カバー 1 1 0 が取り付けられている。なお、前面カバー 1 1 0 は本実施形態の必須の構成要素ではない。

【 0 0 4 0 】

収容ラック 2 0 0 の構成について、具体的に説明する。図 8 は、収容ラック 2 0 0 の構成を示す断面図であって、図 9 の D - D 切断面における断面を示す図である。図 9 は、収容ラック 2 0 0 の構成を示す前面図である。なお、図 8 および図 9 には、鉛直方向 G が示されている。

10

【 0 0 4 1 】

図 8 および図 9 に示されるように、収容ラック 2 0 0 は、筐体 2 1 0 と、回路基板 2 2 0 とを備えている。

【 0 0 4 2 】

筐体 2 1 0 は、内部を空洞とする箱状に形成されている。筐体 2 1 0 は、回路基板 2 2 0 を収容する。筐体 2 1 0 は、開口部 2 1 1 を有する。開口部 2 1 1 は、収容ラック 2 0 0 の前面側に形成されている。回路基板 2 2 0 や電子機器 1 0 0 は、開口部 2 1 1 を介して、筐体 2 1 0 内に収容される。筐体 2 1 0 の材料には、たとえば、アルミニウムや、アルミニウム合金や、ステンレス合金などが用いられる。

20

【 0 0 4 3 】

回路基板 2 2 0 は、筐体 2 1 0 の背面側の内部にネジ止め等により固定されている。回路基板 2 2 0 は、鉛直方向 G に沿って、配置される。また、図 8 に示されるように、回路基板 2 2 0 上には、収容ラック側コネクタ部 2 2 3 が実装されている。収容ラック側コネクタ部 2 2 3 は、コネクタ部 1 3 と嵌り合うように設けられている。すなわち、コネクタ部 1 3 が配置された位置における回路基板 1 0 の厚みと、収容ラック側コネクタ部 2 2 3 のうちコネクタ部 1 3 を収容する部分の幅は、ほぼ同じになるように設定されている。また、コネクタ部 1 3 に設けられた端子（不図示）間のピッチ距離と、収容ラック側コネクタ部 2 2 3 の端子（不図示）間の距離が、ほぼ同じになるように設定されている。

30

【 0 0 4 4 】

以上、収容ラック 2 0 0 の構成について説明した。

【 0 0 4 5 】

次に、電子機器 1 0 0 および電子装置 1 0 0 0 の動作説明をする。図 5 に示されるように、電子機器 1 0 0 を収容ラック 2 0 0 の筐体 2 1 0 内に収容する。このとき、電子機器 1 0 0 のコネクタ部 1 3 を、収容ラック 2 0 0 の収容ラック側コネクタ部 2 2 3 に挿入する。これにより、コネクタ部 1 3 が収容ラック側コネクタ部 2 2 3 に嵌合する。この結果、コネクタ部 1 3 および収容ラック側コネクタ部 2 2 3 が電氣的に接続される。そして、収容ラック 2 0 0 の回路基板 2 2 0 と、電子機器 1 0 0 の回路基板 1 0 とが、コネクタ部 1 3 および収容ラック側コネクタ部 2 2 3 を介して、電氣的に接続される。

40

【 0 0 4 6 】

次に、電子装置 1 0 0 0 を起動すると、電源が、回路基板 2 2 0 から、収容ラック側コネクタ部 2 2 3 およびコネクタ部 1 3 を介して、電子機器 1 0 0 へ供給される。これにより、電子機器 1 0 0 が起動される。

【 0 0 4 7 】

電子機器 1 0 0 が起動されると、電源が、回路基板 1 0 上の発熱体 2 0 に供給される。これにより、発熱体 2 0 が発熱する。

【 0 0 4 8 】

ここで、発熱体 2 0 の第 1 の発熱体外面 2 1 は、筐体 3 0 内の液相冷媒 L P - C O O に

50

接触している。このため、筐体 30 の鉛直方向 G の下側に貯留されている液相冷媒 LP - COO が、発熱体 20 の第 1 の発熱体外面 21 で、発熱体 20 の熱によって沸騰し、気相冷媒 GP - COO に相変化する。これにより、気相冷媒 GP - COO の気泡が発生する。この相変化により生じる気化熱（潜熱）によって、発熱体 20 が冷却される。

【0049】

また、発熱体 20 の第 1 の発熱体外面 21 は、熱伝導部材により形成された連結部 40 を介して、筐体 30 の開口部 31 に接続されている。このため、発熱体 20 の熱が、連結部 40 を介して、筐体 30 に伝達される。これにより、発熱体 20 が冷却される。

【0050】

また、連結部 40 は、筐体 30 内の液相冷媒 LP - COO に接触している。このため、筐体 30 の鉛直方向 G の下側に貯留されている液相冷媒 LP - COO が、連結部 40 で発熱体 20 の熱によって沸騰し、気相冷媒 GP - COO に相変化する。これにより、気相冷媒 GP - COO の気泡が発生する。

10

【0051】

気相冷媒 GP - COO は、連結部 40 を介して筐体 30 内の液相冷媒 LP - COO 内を鉛直方向 G の上方へ上昇し、液相冷媒 LP - COO の液面上を抜けて、さらに鉛直方向 G の上方へ上昇する。そして、発熱体 20 の熱によって沸騰した気相冷媒 GP - COO は、筐体 30 の内壁面と接触することにより冷却されると、再び液相冷媒 LP - COO に相変化する。この液相冷媒 LP - COO は、筐体 30 内を鉛直方向 G の下方へ下降し、回路基板 10 側に溜まり、発熱体 20 の冷却に再び用いられる。

20

【0052】

以上、電子機器 100 および電子装置 1000 の動作について説明した。

【0053】

以上の通り、本発明の第 1 の実施の形態における電子機器 100 は、回路基板 10 と、筐体 30 と、連結部 40 を備えている。回路基板 10 では、第 1 の主面 11 に発熱体 20 が取り付けられている。筐体 30 は、開口部 31 を有し、冷媒 COO を収容する。開口部 31 は、筐体 30 を構成する面のうちで、発熱体 20 と向き合う面に形成されている。連結部 40 は、熱伝導性部材により形成されている。連結部 40 は、開口部 31 と発熱体 20 を連結して冷媒 COO を密閉する。

【0054】

30

このように、本発明の第 1 の実施の形態における電子機器 100 では、開口部 31 と発熱体 20 を連結して冷媒 COO を密閉する。これにより、発熱体 20 が筐体 30 内の冷媒 COO と直接的に接することができる。このため、発熱体 20 の熱が筐体 30 内の冷媒 COO に効率よく伝達されるので、冷媒 COO の相変化がより効率よく促進される。この結果、本発明の第 1 の実施の形態における電子機器 100 では、発熱体の熱をより効率よく冷却することができる。

【0055】

また、連結部 40 を設けることにより、筐体 30 と発熱体 20 との間の距離を大きくすることができる。また、連結部 40 を設けた分だけ、冷媒 COO を収容する体積を大きくすることもできる。また、開口部 31 の大きさを、発熱体 20 の第 1 の発熱体外面 21 の大きさよりも大きくすることができる。さらに、筐体 30 と発熱体 20 との間に連結部 40 を介在させることにより、筐体 30 および発熱体 20 の製造時に生じる寸法ばらつきや、発熱体 20 の発熱時の変形を吸収することができる。

40

【0056】

連結部 40 の厚さは、0.21mm 以下である。これにより、アルミニウムや、アルミニウム合金や、銅などの主要な金属材料にて、連結部 40 を箔状にすることができる。この結果、連結部 40 をより柔軟にすることができ、開口部 31 と発熱体 20 の第 1 の発熱体外面 21 とを簡単に接続できる。

【0057】

ここで、前述の通り、特許文献 1 に記載の技術では、発熱体はペーパチャンバの受熱面

50

に取り付けられており、発熱体の熱はペーパーチャンバのケースを介して冷媒に伝達される。このとき、発熱体と、ペーパーチャンバのケースとの間には隙間が生じるため、発熱体の熱が十分に冷媒に伝達されない。ペーパーチャンバ内の冷媒の温度上昇が抑制され、液相状態から気相状態への冷媒の相変化が抑制され、発熱体の熱を十分に冷却できない。

【0058】

これに対して、本発明の第1の実施の形態における電子機器100では、前述の通り、発熱体20が筐体30内の冷媒C00と直接的に接することができる。これにより、筐体30のうちで発熱体20側の面（底面）や、筐体30の底面および発熱体20の間の隙間を介することなく、発熱体20の熱を筐体30内の冷媒C00に直接的に伝達することができる。この結果、本発明の第1の実施の形態における電子機器100では、特許文献1に記載の発明と比較して、発熱体20の熱をより効率よく冷却できる。

10

【0059】

また、特許文献2に記載の技術では、電子回路パッケージにおいて、少なくとも発熱部品を内蔵し、パッケージの部品実装面の壁の一部とした密閉容器となるようにカバーを施し、そのカバー内に冷却液を入れて前記発熱部品の全体を浸漬させている。より具体的には、特許文献2に記載の技術では、基板の一方の面上の一部の領域であって発熱体を含む領域のみを筐体で覆うことで、基板の一方の面と筐体との間で発熱体と冷媒とを密閉している。このように、基板の一部のみを筐体で覆って基板の一部のみを冷媒に浸ける構成を採用している。これにより、特許文献2に記載の技術では、冷媒量を低減でき、電子機器の重量を低減することができる。また、特許文献2に記載の技術では、基板には鉄心を用いることで、冷媒が基板を介して漏れ出すのを抑制していた。なお、特許文献2に記載の技術は、部分液浸漬冷却とも呼ばれている。

20

【0060】

これに対して、本発明の第1の実施の形態における電子機器100では、回路基板10に鉄心を用いずにフェノール樹脂やガラスエポキシ樹脂を材料とする基板を用いている。しかしながら、本発明の第1の実施の形態における電子機器100では、連結部40によって開口部31と発熱体20を連結して冷媒C00を密閉している。このため、フェノール樹脂やガラスエポキシ樹脂を材料とする基板を回路基板10に用いても、冷媒C00が回路基板10を介して漏れ出すことを抑制することができる。

【0061】

30

また、特許文献3に記載の技術では、発熱体（発熱電子デバイス510）は、回路基板（プリント回路基板540）上に実装されている。筐体（モジュールケーシング530、ハウジングの最上部壁571）は、発熱体を収容し、且つ、回路基板の一方の面との間で冷媒（誘電冷却液532）を密閉するように、回路基板の一方の面に取り付けられている。また、2つのポンプ（衝突冷却型浸漬ポンプ535、536）が、筐体内の冷媒中に配置されており、冷媒を循環させている。また、冷却機関（液冷コールドプレート420）が、筐体の上面（ハウジングの最上部壁571）に、取り付けられている。冷却機関では、筐体内の冷媒とは別の冷媒が、吸入口から排出口へ向けて流れている。このように、特許文献3に記載の技術では、筐体内で冷媒を循環させるとともに、筐体内の冷媒とは別の冷媒を冷却機関内に流すことで、発熱体の熱を冷却している。

40

【0062】

特許文献2および3に記載の技術では、発熱体全体が筐体内の冷媒に浸漬されている。

【0063】

これに対して、本発明の第1の実施の形態における電子機器100では、連結部40によって開口部31と発熱体20を連結して冷媒C00を密閉するので、発熱体20（特に第1の発熱体外面21）のみが筐体30内の冷媒C00に接する。すなわち、発熱体20全体が筐体30内の冷媒に浸漬されていない。

【0064】

このように、本発明の第1の実施の形態における電子機器100では、発熱体20の一部の面のみが筐体30内の冷媒に接するように構成されているので、特許文献2および3

50

に記載の技術と比較して、冷媒の量を低減できる。

【 0 0 6 5 】

また、本発明の第 1 の実施の形態における電子機器 1 0 0 では、発熱体全体を冷媒 C O O 中に浸漬させる必要がない。このため、電子機器 1 0 0 は、特許文献 1 に記載の技術と比較して、発熱体 2 0 等の交換作業の際に、発熱体 2 0 を回路基板 1 0 から簡単に取り外すことができる。

【 0 0 6 6 】

また、本発明の第 1 の実施の形態における電子機器 1 0 0 において、連結部 4 0 は、熱伝導部材により形成されている。これにより、連結部 4 0 を介して、発熱体 2 0 の熱を効率よく筐体 3 0 に伝達することができる。すなわち、連結部 4 0 を非熱伝導性部材で形成した場合と比較して、より効率よく発熱体 2 0 の熱を筐体 3 0 に伝達することができる。この結果、発熱体 2 0 の熱をより効率よく冷却できる。

10

【 0 0 6 7 】

また、本発明の第 1 の実施の形態における電子機器 1 0 0 において、冷媒 C O O には、液相冷媒 L P - C O O および気体冷媒 G P - C O O に相変化することができるものを用いる。これにより、冷媒 C O O の温度変化による顕熱の移動だけでなく、相変化による潜熱の移動も利用しているので、相変化しない冷媒と比較して、発熱体 2 0 の冷却効率を高めることができる。

【 0 0 6 8 】

また、本発明の第 1 の実施の形態における電子機器 1 0 0 は、コネクタ部 1 3 をさらに備えている。コネクタ部 1 3 は、回路基板 1 0 の端部の第 1 の主面 1 1 上に設けられ、他の電子部品（たとえば、収容ラック側コネクタ部 2 2 3 ）と接続される。また、筐体 3 0 は、コネクタ部 1 3 を被覆しないように、第 1 の主面 1 1 に取り付けられている。すなわち、筐体 3 0 は、第 1 の主面 1 1 のうち、コネクタ部 1 3 以外の場所に、取り付けられる。なお、コネクタ部 1 3 は、第 1 の主面 1 1 上に限らず、第 2 の主面 1 2 上に設けられてもよい。

20

【 0 0 6 9 】

これにより、筐体 2 0 は、コネクタ部 1 3 と干渉しないように、回路基板 1 0 の第 1 の主面 1 1 上に取り付けられる。この結果、他の電子部品とコネクタ部 1 3 を接続するのに、筐体 2 0 が邪魔になることを防止できる。また、筐体 3 0 を取り外すことなく、他の電子部品とコネクタ部 1 3 を接続することができるので、回路基板 1 0 上の電子部品を補修等の保守作業を容易に行うことができる。

30

【 0 0 7 0 】

また、本発明の第 1 の実施の形態における電子装置 1 0 0 0 は、電子機器 1 0 0 と、収容ラック 2 0 0 を備えている。収容ラック 2 0 0 には、電子機器 1 0 0 が取り付けられる。これにより、電子機器 1 0 0 を組み込んだ電子装置 1 0 0 0 を構成でき、上述した電子機器 1 0 0 の効果と同様の効果を奏することができる。

【 0 0 7 1 】

また、本発明の第 1 の実施の形態における電子装置 1 0 0 0 は、電子機器 1 0 0 と、収容ラック 2 0 0 を備えている。収容ラック 2 0 0 には、電子機器 1 0 0 が取り付けられる。さらに、収容ラック 2 0 0 は、コネクタ部 1 3 と接続する収容ラック側コネクタ部 2 2 3 をさらに備えている。これにより、電子機器 1 0 0 および収容ラック 2 0 0 の間を、コネクタ部 1 3 および収容ラック側コネクタ部 2 2 3 を介して、電氣的に接続することができる。また、電子機器 1 0 0 を組み込んだ電子装置 1 0 0 0 を構成でき、上述した電子機器 1 0 0 の効果と同様の効果を奏することができる。

40

【 0 0 7 2 】

なお、筐体 3 0 の上面（図 1 の紙面の上側の面）の上に、放熱部（不図示）をさらに設けてもよい。この放熱部は、たとえば、フィン構造を有するヒートシンクにより構成される。これにより、放熱部が、筐体 3 0 に伝達された発熱体 2 0 の熱を外気に効率よく放熱することができる。また、放熱部を構成するヒートシンクに冷却風を送るファンがさらに設

50

けられていてもよい。

【0073】

また、筐体30の内部に、ファン（不図示）やポンプ（不図示）を設けて、筐体30の内部で冷媒C00を強制的に対流させてもよい。これにより、筐体30内部での冷媒C00の循環をより効率よく促すことができる。この結果、発熱体20の熱をより効率よく冷却することができる。

【0074】

なお、発熱体20が3次元半導体の場合について、説明する。一般的な3次元半導体は、ベースの上にダイが実装されて構成される。この場合、ダイは、回路基板10上に半田付けや、パネ部材による圧着などにより取り付けられる。また、ベースは、ダイの上に半田付けや、パネ部材により圧着により取り付けられる。このとき、連結部40は、ベースおよび開口部31の間を接続する。

【0075】

一方、連結部40は、ダイおよび開口部31の間を接続してもよい。この場合において、本実施形態における回路基板は、ベースが取り付けられた回路基板20であってもよいし、ダイが取り付けられたベースであってもよい。

【0076】

<第1の実施の形態の第1の変形例>

本発明の第1の実施の形態における電子機器の第1の変形例である電子機器100Aの構成について、図に基づいて説明する。図10は、電子機器100Aの構成を示す断面図である。図10は、図1に対応した断面図である。なお、図10には、鉛直方向Gが示されている。また、図10では、図1～図9で示した各構成要素と同等の構成要素には、図1～図9に示した符号と同等の符号を付している。

【0077】

図10を参照して、電子機器100Aは、回路基板10と、発熱体20Aと、筐体30と、連結部40と、保持部50とを備えている。電子機器100Aは、電子機器100と同様に、収容ラック200に取り付けることができる。なお、電子機器100Aは、たとえば、通信装置やサーバーなどに組み込まれる電子モジュールに用いることができる。

【0078】

ここで、電子機器100Aと電子機器100とを比較する。電子機器100Aでは、図10に示されるように、保持部50を備えている点で、電子機器100と相違する。

【0079】

図10を参照して、保持部50は、回路基板10の第1の主面11に取り付けられ、筐体30を開口部31に沿って保持する。保持部50は、回路基板10の第1の主面11と、筐体30の下面との間に配置されている。保持部50は、棒状に形成されている。保持部50は、たとえば、接着剤やネジによる固定によって、回路基板10に取り付けられる。また、筐体30の面のうちで回路基板10の第1の主面11と向かい合う面は、たとえば、接着剤やネジによる固定によって、開口部31に沿って保持部50に取り付けられる。また、連結部40の他端部は、筐体30に接合されるとともに、保持部50に固定されてもよい。なお、保持部50は、スチフナ（Stiffeners）とも呼ばれている。

【0080】

このように、第1の実施の形態における電子機器の第1の変形例である電子機器10において、保持部50は、回路基板10の第1の主面11に取り付けられ、筐体30を開口部31に沿って保持する。このため、筐体30を、保持部50を介して、回路基板10の第1の主面に取り付けることができる。これにより、筐体30が、回路基板10に対して動いたり、回路基板10から外れてしまったりすることを抑制できる。また、たとえば、筐体10や冷媒C00の自重により、連結部40と開口部31の接合部に負荷が加わることを抑制できる。これにより、連結部40と開口部31の接合部付近にて、連結部40が筐体30から外れてしまうことを抑制できる。この結果、連結部40と開口部31の接合部から、冷媒C00が流出することを抑制できる。

10

20

30

40

50

【 0 0 8 1 】

< 第 2 の実施の形態 >

本発明の第 2 の実施の形態における電子機器 1 0 0 B の構成について、図に基づいて説明する。図 1 1 は、電子機器 1 0 0 B の構成を示す断面図である。図 1 1 は、図 1 に対応した断面図である。なお、図 1 1 には、鉛直方向 G が示されている。また、図 1 1 では、図 1 ~ 図 1 0 で示した各構成要素と同等の構成要素には、図 1 ~ 図 1 0 に示した符号と同等の符号を付している。

【 0 0 8 2 】

図 1 1 を参照して、電子機器 1 0 0 B は、回路基板 1 0 と、発熱体 2 0 A と、筐体 3 0 と、連結部 4 0 と、保持部 5 0 と、沸騰促進部 6 0 とを備えている。電子機器 1 0 0 B は、電子機器 1 0 0 と同様に、収容ラック 2 0 0 に取り付けることができる。なお、電子機器 1 0 0 B は、たとえば、通信装置やサーバーなどに組み込まれる電子モジュールに用いることができる。

10

【 0 0 8 3 】

ここで、電子機器 1 0 0 B と電子機器 1 0 0 A とを比較する。電子機器 1 0 0 B では、図 1 1 に示されるように、沸騰促進部 6 0 を備えている点で、電子機器 1 0 0 A と相違する。また、電子機器 1 0 0 B において、発熱体 2 0 A が B G A (Ball Grid Array) 型 I C (Integrated Circuit) パッケージにより構成されている点で、通常のパッケージにより構成されている発熱体 2 0 と相違する。

【 0 0 8 4 】

図 1 1 を参照して、発熱体 2 0 A は、はんだボール (Solder Balls : 以下、S B と称する) によって接続されている。なお、電子機器 1 0 0 B において、発熱体 2 0 A に代えて、発熱体 2 0 を用いてもよい。

20

【 0 0 8 5 】

図 1 1 を参照して、沸騰促進部 6 0 は、発熱体 2 0 A の第 1 の発熱体外面 2 1 上に設けられている。沸騰促進部 6 0 は、第 1 の発熱体外面 2 1 の周辺の液相冷媒 L P - C O O が発熱体 2 0 A の熱によって気相冷媒 G P - C O O に相変化することを促進する。

【 0 0 8 6 】

ここで、沸騰促進部 6 0 は、金属または樹脂で形成された板部材であり、複数の溝や多孔質体を有する。また、沸騰促進部 6 0 は、接着剤やネジによる固定によって、第 1 の発熱体外面 2 1 に取り付けられている。なお、沸騰促進部 6 0 は、たとえば、第 1 の発熱体外面 2 1 の上に形成された溝または多孔質体であってもよい。すなわち、沸騰促進部 6 0 は、別体によって第 1 の発熱体外面 2 1 に固定されるものであっても、発熱体 2 0 A と一体となるように第 1 の発熱体外面 2 1 を加工するものであってもよい。なお、多孔質体とは、複数の微細な孔が形成されたものである。

30

【 0 0 8 7 】

多孔質体は、たとえば、焼結体やメッシュで構成されてもよい。焼結体は、固体粉末の集合体が固められた物体で、固体粉末の粒子間が結合することによって複数の微細な孔が固体粉末間に形成されたものである。この焼結体は、発熱体 2 0 A の上面上で、固体粉末を焼結することにより、形成される。焼結とは、固体粉末の集合体を当該固体粉末の融点よりも低い温度で加熱して、固体粉末を固めることをいう。メッシュは、たとえば、網の目を有する金属シートによって形成される。

40

【 0 0 8 8 】

なお、焼結体の材料には、たとえば、セラミック、アルミニウム、ステンレス、銅、黄銅、ブロンズなどが用いられる。セラミックの主成分には、たとえば、アルミナ、イットリア (酸化イットリウム) 、窒化アルミニウム、窒化ホウ素、炭化珪素、窒化珪素等が用いられる。メッシュの材料には、たとえば、アルミニウム、アルミニウム合金、銅、銅合金などの金属が用いられる。

【 0 0 8 9 】

なお、この実施形態においては、好ましくは、沸騰促進部 6 0 は、別体によって第 1 の

50

発熱体外面 21 に接着されるものではなく、発熱体 20 A と一体となるように第 1 の発熱体外面 21 を加工するものである。別体によって第 1 の発熱体外面 21 に接着されるもので沸騰促進部 60 を構成する場合、沸騰促進部 60 と発熱体 20 A の間に隙間が生じ、発熱体 20 A の熱が沸騰促進部 60 に十分に伝わらない場合がある。これに対して、発熱体 20 A と一体となるように第 1 の発熱体外面 21 を加工するもので、沸騰促進部 60 を構成する場合、沸騰促進部 60 と発熱体 20 A の間に隙間が生じず、発熱体 20 A の熱を沸騰促進部 90 により効率よく伝えることができる。

【0090】

沸騰促進部 60 を発熱体 20 A の第 1 の発熱体外面 21 上に設けることにより、沸騰核（＝沸騰が起きるきっかけ）を発熱体 20 A 上に形成することができ、過熱状態（＝沸点を超えても沸騰が起きない状態）を抑制することができる。このため、第 1 の発熱体外面 21 の周辺の液相冷媒 LP - COO に発熱体 20 A の熱がより効率良く伝達される。この結果、沸騰促進部 60 を設けない場合と比較して、より効率よく、第 1 の発熱体外面 21 の周辺の液相冷媒 LP - COO を気相冷媒 GP - COO に相変化することができる。

10

【0091】

とくに、沸騰促進部 60 を設けることで、冷媒 COO との熱交換面積を大きくすることができる。すなわち、沸騰促進部 60 を設けない場合、冷媒 COO との熱交換面積は、発熱体 20 A の第 1 の発熱体外面 21 の面積となる。ここで、沸騰促進部 60 の溝や多孔質体を含めた表面積は、発熱体 20 A の第 1 の発熱体外面 21 の表面積よりも大きくなる。したがって、沸騰促進部 60 を設けた場合、冷媒 COO との熱交換面積は、沸騰促進部 60 を設けない場合と比較して、大きくなる。このため、より効率よく発熱体 20 A の熱を冷媒 COO に伝達することができる。

20

【0092】

以上、電子機器 100 B の構成について説明した。

【0093】

つぎに、電子機器 100 B の製造方法について、説明する。

【0094】

まず、発熱体 20 A が取り付けられた回路基板 10 を準備する。つぎに、回路基板 10 の第 1 の主面 11 の上に保持部 50 を取り付ける。筐体 30 の開口部 31 と発熱体 20 とを連結部 40 で連結する。この結果、筐体 30 の内部と発熱体 20 と連結部 40 とにより囲われた空間を形成することができる。このとき、筐体 30 の上面（図 11 にて紙面上側の面）は、取り外し可能に形成されている。

30

【0095】

そして、筐体 30 の上面を取り外した状態で、沸騰促進部 60 を発熱体 20 A の第 1 の発熱体外面 21 上に取り付ける。なお、沸騰促進部 60 を発熱体 20 A と一体に構成する場合や、予め沸騰促進部 60 を発熱体 20 A に取り付けている場合では、沸騰促進部 60 が形成された発熱体 20 A を用意する点で第 1 の実施の形態における電子機器 100 の製造方法と異なるが、それ以外の処理は第 1 の実施の形態における電子機器 100 の製造方法と同様である。

【0096】

つぎに、筐体 30 の上面（図 11 にて紙面上側の面）を取り付けて、筐体 30 の内部と発熱体 20 A と連結部 40 とにより囲われた空間を密閉する。そして、筐体 30 の内部と発熱体 20 A と連結部 40 とにより囲われた空間内に冷媒 COO を充填する。

40

【0097】

筐体 30 の内部と発熱体 20 A と連結部 40 とにより囲われた空間内に冷媒 COO を充填する方法については、第 1 の実施の形態で説明した通りである。

【0098】

以上の通り、電子機器 100 B の製造方法について、説明した。

【0099】

つぎに、電子機器 100 B の動作について説明する。

50

【 0 1 0 0 】

回路基板 1 0 上の発熱体 2 0 A が動作すると、発熱体 2 0 A が発熱する。ここで、発熱体 2 0 A の第 1 の発熱体外面 2 1 の上に設けられた沸騰促進部 6 0 は、筐体 3 0 内の液相冷媒 L P - C O O に接触している。このため、筐体 3 0 の鉛直方向 G の下側に貯留されている液相冷媒 L P - C O O が、沸騰促進部 6 0 で、発熱体 2 0 A の熱によって沸騰し、気相冷媒 G P - C O O に相変化する。これにより、気相冷媒 G P - C O O の気泡が発生する。この相変化により生じる気化熱（潜熱）によって、発熱体 2 0 A が冷却される。

【 0 1 0 1 】

また、発熱体 2 0 の第 1 の発熱体外面 2 1 は、熱伝導部材により形成された連結部 4 0 を介して、筐体 3 0 の開口部 3 1 に接続されている。このため、発熱体 2 0 の熱が、連結部 4 0 を介して、筐体 3 0 に伝達される。これにより、発熱体 2 0 が冷却される。

10

【 0 1 0 2 】

また、連結部 4 0 は、筐体 3 0 内の液相冷媒 L P - C O O に接触している。このため、筐体 3 0 の鉛直方向 G の下側に貯留されている液相冷媒 L P - C O O が、連結部 4 0 で発熱体 2 0 の熱によって沸騰し、気相冷媒 G P - C O O に相変化する。これにより、気相冷媒 G P - C O O の気泡が発生する。

【 0 1 0 3 】

気相冷媒 G P - C O O は、筐体 3 0 内の液相冷媒 L P - C O O 内を鉛直方向 G の上方へ上昇し、液相冷媒 L P - C O O の液面上を抜けて、さらに鉛直方向 G の上方へ上昇する。そして、発熱体 2 0 A の熱によって沸騰した気相冷媒 G P - C O O は、筐体 3 0 の内壁面と接触することにより冷却されると、再び液相冷媒 L P - C O O に相変化する。この液相冷媒 L P - C O O は、筐体 3 0 内を鉛直方向 G の下方へ下降し、回路基板 1 0 側に溜まり、発熱体 2 0 A の冷却に再び用いられる。

20

【 0 1 0 4 】

以上、電子機器 1 0 0 B の動作について説明した。

【 0 1 0 5 】

以上の通り、第 2 の実施の形態における電子機器 1 0 0 B は、沸騰促進部 6 0 をさらに備えている。沸騰促進部 6 0 は、発熱体 H の第 1 の発熱体外面 2 1 上に設けられている。発熱体 2 0 A の第 1 の発熱体外面 2 1 は、発熱体 2 0 A の外面のうち回路基板 1 0 の側の面に対して反対側の面である。沸騰促進部 6 0 は、第 1 の発熱体外面 2 1 の周辺の液相冷媒 L P - C O O が発熱体 2 0 A の熱によって気相冷媒 G P - C O O に相変化することを促進する。

30

【 0 1 0 6 】

このように、沸騰促進部 6 0 を発熱体 2 0 A の第 1 の発熱体外面 2 1 上に設けることにより、沸騰核（＝沸騰が起きるきっかけ）を発熱体 2 0 A 上に形成することができ、過熱状態（＝沸点を超えても沸騰が起きない状態）を抑制することができる。このため、第 1 の発熱体外面 2 1 の周辺の液相冷媒 L P - C O O に発熱体 H の熱がより効率良く伝達される。この結果、沸騰促進部 6 0 を設けない場合と比較して、より効率よく、第 1 の発熱体外面 2 1 の周辺の液相冷媒 L P - C O O を気相冷媒 G P - C O O に相変化することができる。とくに、沸騰促進部 6 0 を設けることで、冷媒 C O O との熱交換面積を大きくすることができる。すなわち、沸騰促進部 6 0 を設けない場合、冷媒 C O O との熱交換面積は、発熱体 2 0 A の第 1 の発熱体外面 2 1 の面積となる。ここで、沸騰促進部 6 0 の溝や多孔質体を含めた表面積は、発熱体 2 0 A の第 1 の発熱体外面 2 1 の表面積よりも大きくなる。したがって、沸騰促進部 6 0 を設けた場合、冷媒 C O O との熱交換面積は、沸騰促進部 6 0 を設けない場合と比較して、大きくなる。このため、より効率よく発熱体 H の熱を冷媒 C O O に伝達することができる。

40

【 0 1 0 7 】

また、第 2 の実施の形態における電子機器 1 0 0 B において、沸騰促進部 6 0 は、第 1 の発熱体外面 2 1 に形成された溝または多孔質体である。これにより、沸騰促進部 6 0 を容易に形成することができる。

50

【 0 1 0 8 】

なお、この第 2 の実施の形態では、電子機器 1 0 0 B に沸騰促進部 6 0 を追加した態様を説明したが、沸騰促進部 6 0 を電子機器 1 0 0 ~ 1 0 0 A に追加することもできる。

【 0 1 0 9 】

< 第 2 の実施の形態の第 1 の変形例 >

本発明の第 2 の実施の形態における電子機器の第 1 の変形例である電子機器 1 0 0 C の構成について、図に基づいて説明する。

【 0 1 1 0 】

図 1 2 は、電子機器 1 0 0 C の構成を示す断面図である。図 1 2 は、図 1 に対応した断面図である。なお、図 1 2 には、鉛直方向 G が示されている。また、図 1 2 では、図 1 ~ 図 1 1 で示した各構成要素と同等の構成要素には、図 1 ~ 図 1 1 に示した符号と同等の符号を付している。

10

【 0 1 1 1 】

図 1 2 を参照して、電子機器 1 0 0 C は、回路基板 1 0 と、発熱体 2 0 A と、筐体 3 0 と、連結部 4 0 A と、保持部 5 0 と、沸騰促進部 6 0 A とを備えている。連結部 4 0 A と沸騰促進部 6 0 A は金属板 5 0 0 に形成されている。電子機器 1 0 0 C は、電子機器 1 0 0 と同様に、収容ラック 2 0 0 に取り付けることができる。なお、電子機器 1 0 0 C は、たとえば、通信装置やサーバーなどに組み込まれる電子モジュールに用いることができる。

【 0 1 1 2 】

ここで、電子機器 1 0 0 C と電子機器 1 0 0 B とを比較する。電子機器 1 0 0 B では、図 1 1 に示されるように、沸騰促進部 6 0 と連結部 4 0 は別体でそれぞれ形成されていた。これに対して、電子機器 1 0 0 C では、図 1 2 に示されるように、沸騰促進部 6 0 A と連結部 4 0 A が一体になるように形成されることで、金属板 5 0 0 が構成されている。この点で両者は相違する。

20

【 0 1 1 3 】

図 1 3 は、金属板 5 0 0 の構成を示す平面図である。図 1 3 に示されるように、金属板 5 0 0 には、沸騰促進部 6 0 A と連結部 4 0 A が形成されている。金属板 5 0 0 の外形は、たとえば、開口部 3 1 の形に対応している。発熱体 2 0 A の第 1 の発熱体上面 2 1 と、開口部 3 1 とは、鉛直方向 G にて高さが異なるため、通常、金属板 5 0 0 の外形は、開口部 3 1 の形よりも一回り大きく設定される。

30

【 0 1 1 4 】

また、沸騰促進部 6 0 A が金属板 5 0 0 の中央部に配置され、連結部 4 0 A が金属板 5 0 0 の外周部（中央部を囲う領域）に配置されている。

【 0 1 1 5 】

連結部 4 0 A は、金属板 5 0 0 の外周部により構成される。したがって、金属板 5 0 0 の外周部は、連結部 4 0 A としての機能を果たす。このため、金属板 5 0 0 は、第 1 の実施の形態における連結部 4 0 と同様に、熱伝導性部材により形成されている。そして、金属板 5 0 0 の材料には、連結部 4 0 の材料と同様に、熱伝導性部材として、たとえば、銅、銅合金、銀、銀合金、金、金合金、アルミニウム、アルミニウム合金などが用いられる。金属板 5 0 0 は、板または箔（厚さが 0 . 2 1 mm 以下）が用いられる。

40

【 0 1 1 6 】

沸騰促進部 6 0 A は、金属板 5 0 0 の中央部に形成された複数の孔によって構成される。なお、この複数の孔は、網目状に配列されてもよい。なお、この複数の孔径は、例えば、1 0 0 - 2 0 0 μ m とすることができる。

【 0 1 1 7 】

以上、電子機器 1 0 0 C の構成について説明した。

【 0 1 1 8 】

つぎに、電子機器 1 0 0 C の製造方法について、説明する。

【 0 1 1 9 】

まず、発熱体 2 0 A が取り付けられた回路基板 1 0 を準備する。つぎに、保持部 5 0 を

50

回路基板 10 の第 1 の主面 11 の上に取り付ける。保持部 50 の上に、筐体 30 を固定する。このとき、筐体 30 の上面（図 12 にて紙面上側の面）は、取り外し可能に形成されている。

【0120】

つぎに、筐体 30 の上面を取り外した状態で、筐体 30 の開口部 31 と、発熱体 20 A の第 1 の発熱体外面 21 に、金属板 500 を取り付け。具体的には、接着剤やネジによる固定によって、金属板 500 中の沸騰促進部 60 A を、発熱体 20 A の第 1 の発熱体外面 21 に取り付け。また、接着剤やネジによる固定によって、金属板 500 中の連結部 40 A の一端部を、第 1 の発熱体外面 21 の外周部に取り付け、金属板 500 中の連結部 40 A の他端部を、筐体 30 の開口部 31 に取り付け。これにより、筐体 30 の開口部 31 と発熱体 20 A とが金属板 500 中の連結部 40 A によって連結される。この結果、筐体 30 の内部と発熱体 20 A と連結部 40 A とにより囲われた空間を形成することができる。

10

【0121】

つぎに、筐体 30 の上面（図 12 にて紙面上側の面）を取り付けて、筐体 30 の内部と発熱体 20 A と連結部 40 A とにより囲われた空間を密閉する。そして、筐体 30 の内部と発熱体 20 A と連結部 40 A とにより囲われた空間内に冷媒 C O O を充填する。

【0122】

筐体 30 の内部と発熱体 20 A と連結部 40 A とにより囲われた空間内に冷媒 C O O を充填する方法については、第 1 の実施の形態で説明した通りである。

20

【0123】

以上の通り、電子機器 100 C の製造方法について、説明した。

【0124】

つぎに、電子機器 100 C の動作について説明する。

【0125】

回路基板 10 上の発熱体 20 A が動作すると、発熱体 20 A が発熱する。ここで、発熱体 20 A の第 1 の発熱体外面 21 の上に設けられた沸騰促進部 60 A は、筐体 30 内の液相冷媒 L P - C O O に接触している。このため、筐体 30 の鉛直方向 G の下側に貯留されている液相冷媒 L P - C O O が、沸騰促進部 60 A で、発熱体 20 A の熱によって沸騰し、気相冷媒 G P - C O O に相変化する。これにより、気相冷媒 G P - C O O の気泡が発生する。この相変化により生じる気化熱（潜熱）によって、発熱体 20 A が冷却される。

30

【0126】

また、発熱体 20 A の第 1 の発熱体外面 21 は、金属板 500 に形成された連結部 40 A を介して、筐体 30 の開口部 31 に接続されている。このため、発熱体 20 A の熱が、連結部 40 A を介して、筐体 30 に伝達される。これにより、発熱体 20 A が冷却される。

【0127】

また、連結部 40 A は、筐体 30 内の液相冷媒 L P - C O O に接触している。このため、筐体 30 の鉛直方向 G の下側に貯留されている液相冷媒 L P - C O O が、連結部 40 A で発熱体 20 A の熱によって沸騰し、気相冷媒 G P - C O O に相変化する。これにより、気相冷媒 G P - C O O の気泡が発生する。

40

【0128】

気相冷媒 G P - C O O は、筐体 30 内の液相冷媒 L P - C O O 内を鉛直方向 G の上方へ上昇し、液相冷媒 L P - C O O の液面上を抜けて、さらに鉛直方向 G の上方へ上昇する。そして、発熱体 20 A の熱によって沸騰した気相冷媒 G P - C O O は、筐体 30 の内壁面と接触することにより冷却されると、再び液相冷媒 L P - C O O に相変化する。この液相冷媒 L P - C O O は、筐体 30 内を鉛直方向 G の下方へ下降し、回路基板 10 側に溜まり、発熱体 20 A の冷却に再び用いられる。

【0129】

以上、電子機器 100 C の動作について説明した。

【0130】

50

以上の通り、本発明の第２の実施の形態における電子機器の第１の変形例である電子機器１００Ｃにおいて、連結部４０Ａおよび沸騰促進部６０Ａは一体に形成されている。

【０１３１】

これにより、連結部４０Ａおよび沸騰促進部６０Ａの２つ機能を１つの部材に一体化することができる。この結果、部品点数を少なくすることができる。また、部品点数が少なくなるので、電子機器１００Ｃの組み立てをより容易にすることができる。

【０１３２】

また、本発明の第２の実施の形態における電子機器の第１の変形例である電子機器１００Ｃにおいて、沸騰促進部６０Ａは、金属板５００の中央部に形成された複数の孔によって構成されている。また、連結部４０Ａは、金属板５００の中央部を囲う外周部によって構成されている。

10

【０１３３】

これにより、連結部４０Ａおよび沸騰促進部６０Ａの２つの機能を、金属板５００に含ませることができる。この結果、部品点数を少なくすることができる。また、部品点数が少なくなるので、電子機器１００Ｃの組み立てをより容易にすることができる。

【０１３４】

< 第３の実施の形態 >

本発明の第３の実施の形態における電子機器１００Ｄの構成について、図に基づいて説明する。

【０１３５】

20

図１４は、電子機器１００Ｄの構成を示す断面図である。図１４は、図１に対応した断面図である。なお、図１４には、鉛直方向Ｇが示されている。また、図１４では、図１～図１３で示した各構成要素と同等の構成要素には、図１～図１３に示した符号と同等の符号を付している。

【０１３６】

図１４を参照して、電子機器１００Ｄは、回路基板１０と、発熱体２０Ａと、筐体３０と、連結部４０と、保持部５０と、冷媒流路７０とを備えている。電子機器１００Ｄは、電子機器１００と同様に、収容ラック２００に取り付けることができる。なお、電子機器１００Ｄは、たとえば、通信装置やサーバーなどに組み込まれる電子モジュールに用いることができる。

30

【０１３７】

ここで、電子機器１００Ｄと電子機器１００Ａとを比較する。電子機器１００Ｄでは、図１４に示されるように、冷媒流路７０をさらに備えている点で、電子機器１００Ａと相違する。

【０１３８】

図１４を参照して、冷媒流路７０は、筐体３０の内面であって開口部３１の側から液相冷媒ＬＰ－ＣＯＯの液面の鉛直方向Ｇの上方に亘る面上と、連結部４０のうちで筐体３０の内部側の面上に設けられている。具体的には、冷媒流路７０は、筐体３０の内面の側面（図１４の紙面上にて左側の面と右側の面）および底面（図１４の紙面上にて下側の面）と、連結部４０のうちで筐体３０の内部側の面上とに、形成されている。

40

【０１３９】

冷媒流路７０の下端は、発熱体２０Ａに近接されている。冷媒流路７０上端は、筐体３０内の液相冷媒ＬＰ－ＣＯＯが最も少ない際の当該液相冷媒ＬＰ－ＣＯＯの液面よりも、鉛直方向Ｇの上方に設定されている。筐体３０内の液相冷媒ＬＰ－ＣＯＯが最も少ない際とは、最も多くの液相冷媒ＬＰ－ＣＯＯが相変化した状態をいい、冷媒ＣＯＯ全体で気相冷媒ＧＰ－ＣＯＯが最も多い状態でもある。したがって、図１４の例では、冷媒流路７０の上端は筐体３０の側面内に設定されているが、冷媒流路７０の上端を筐体３０の底面側や連結部４０側に設定してもよい。

【０１４０】

ここで、冷媒流路７０は、筐体３０内の液相冷媒ＬＰ－ＣＯＯが発熱体２０Ａに向けて

50

流れるように形成されている。冷媒流路 70 は、たとえば、毛細管現象により液相冷媒 LP-COO を発熱体 20A へ導く多孔質体や微細な溝によって形成されている。なお、毛細管現象とは、細い管状物体（毛細管）の内側の液体が管の中を上昇（場合によっては下降）する物理現象である。なお、多孔質体とは、前述の通り、複数の微細な孔が形成されたものである。

【0141】

前述の沸騰促進部 40 と同様に、多孔質体を、たとえば、焼結体やメッシュで構成してもよい。

【0142】

微細な溝は、発熱体 20A を中心に外方に向かうように形成されている。この溝は、筐体 30 の内面を切削するか、筐体 30 の内面に微細な突起状の部材を取り付けることにより、形成することができる。

【0143】

なお、多孔質体および微細な溝は、筐体 30 の内面の全面に形成されてもよいし、部分的に形成されてもよい。

【0144】

ここで、冷媒流路 70 を、網目状シート 600 を用いて構成することもできる。網目状シート 600 をメッシュで構成してもよい。図 15 は、冷媒流路 70 を構成する部材の一例として、網目状シート 600 の構成を示す平面図である。図 15 に示されるように、網目状シート 600 に冷媒流路 70 の機能を含めることができる。網目状シート 600 は、開口部 601 を有する。この開口部 601 は、発熱体 20A の外形に対応する大きさになるように形成されている。

【0145】

網目状シート 600 の外形は、ここでは、筐体 30 の底面の大きさや形状に合わせて形成している。この場合、筐体 30 の内側の側面に取り付ける冷媒流路 70 を、別に設ける必要がある。ただし、網目状シート 600 の外形を、筐体 30 の内側の底面の大きさや形状に合わせるだけでなく、筐体 30 の内側の側面の大きさや形状にも合わせてもよい。この場合、網目状シートを 1 枚だけ用意することで、冷媒流路 70 を筐体 30 の内側の底面および側面に設けることができる。

【0146】

網目状シート 600 に、連結部 40 を組み合わせてもよい。この場合、たとえば、連結部 40 を構成する金属板を網目状シート 600 に貼り合わせる。

【0147】

以上、電子機器 100D の構成について説明した。

【0148】

つぎに、電子機器 100D の製造方法について、説明する。

【0149】

まず、発熱体 20A が取り付けられた回路基板 10 を準備する。つぎに、保持部 50 を回路基板 10 の第 1 の主面 11 の上に取り付ける。保持部 50 の上に、筐体 30 を固定する。このとき、筐体 30 の上面（図 12 にて紙面上側の面）は、取り外し可能に形成されている。

【0150】

つぎに、筐体 30 の上面を取り外した状態で、筐体 30 の開口部 31 と、発熱体 20A の第 1 の発熱体外面 21 に、連結部 40 を取り付け。具体的には、接着剤やネジによる固定によって、連結部 40 の一端部を発熱体 20A の第 1 の発熱体外面 21 に取り付け。また、接着剤やネジによる固定によって、連結部 40 の他端部を、筐体 30 の開口部 31 に取り付け。これにより、筐体 30 の開口部 31 と発熱体 20A とが連結部 40 によって連結される。この結果、筐体 30 の内部と発熱体 20A と連結部 40 とにより囲われた空間を形成することができる。

【0151】

10

20

30

40

50

つぎに、網目状シート 600 を、筐体 30 の内側の底面と連結部 40 に取り付ける。また、筐体 30 の内側の側面にも冷媒流路 70 を設ける。このとき、筐体 30 の内側の側面には、網目状シート 600 と一体の部材を取り付けてもよいし、網目状シート 600 と別体の部材を取り付けてもよい。

【0152】

つぎに、筐体 30 の上面（図 14 にて紙面上側の面）を取り付けて、筐体 30 の内部と発熱体 20A と連結部 40 とにより囲われた空間を密閉する。そして、筐体 30 の内部と発熱体 20A と連結部 40A とにより囲われた空間内に冷媒 COO を充填する。

【0153】

筐体 30 の内部と発熱体 20A と連結部 40A とにより囲われた空間内に冷媒 COO を充填する方法については、第 1 の実施の形態で説明した通りである。

10

【0154】

以上の通り、電子機器 100D の製造方法について、説明した。

【0155】

つぎに、電子機器 100D の動作について説明する。

【0156】

電源が、回路基板 10 上の発熱体 20A に供給されると、発熱体 20A が発熱する。

【0157】

ここで、発熱体 20A の第 1 の発熱体外面 21 の中央部は、筐体 30 内の液相冷媒 LP - COO に接触している。このため、筐体 30 の鉛直方向 G の下側に貯留されている液相冷媒 LP - COO が、発熱体 20A の第 1 の発熱体外面 21 で、発熱体 20A の熱によって沸騰し、気相冷媒 GP - COO に相変化する。これにより、気相冷媒 GP - COO の気泡が発生する。この相変化により生じる気化熱（潜熱）によって、発熱体 20A が冷却される。

20

【0158】

また、発熱体 20A の第 1 の発熱体外面 21 は、連結部 40 を介して、筐体 30 の開口部 31 に接続されている。このため、発熱体 20A の熱が、連結部 40 を介して、筐体 30 に伝達される。これにより、発熱体 20A が冷却される。

【0159】

気相冷媒 GP - COO は、筐体 30 内の液相冷媒 LP - COO 内を鉛直方向 G の上方へ上昇し、液相冷媒 LP - COO の液面上を抜けて、さらに鉛直方向 G の上方へ上昇する。そして、発熱体 20A の熱によって沸騰した気相冷媒 GP - COO は、筐体 30 の内壁面と接触することにより冷却されると、再び液相冷媒 LP - COO に相変化する。この液相冷媒 LP - COO は、筐体 30 内を鉛直方向 G の下方へ下降し、回路基板 10 側に溜まり、発熱体 20A の冷却に再び用いられる。

30

【0160】

このとき、液相冷媒 LP - COO は、冷媒流路 70 内を発熱体 20A へ向けて流れる。とくに、液相冷媒 LP - COO は、冷媒流路 70 内の毛細管現象により、発熱体 20A へ導かれる。

【0161】

そして、再び、筐体 30 の鉛直方向 G の下側に貯留されている液相冷媒 LP - COO が、発熱体 20A の第 1 の発熱体外面 21 で、発熱体 20A の熱によって沸騰し、気相冷媒 GP - COO に相変化する。以降、上述の動作を繰り返して、冷媒 COO が筐体 30 内で循環する。

40

【0162】

以上、電子機器 100D の動作について説明した。

【0163】

以上のように、第 3 の実施の形態における電子機器 100D は、冷媒流路 70 をさらに備えている。冷媒流路 70 は、筐体 30 の内面であって開口部 31 側から液相冷媒 LP - COO の液面の鉛直方向 G の上方に亘る面上と、連結部 40 のうちで筐体 30 の内部側の

50

面上に設けられている。冷媒流路 70 は、液相冷媒 LP-COO が発熱体 20A に向けて流れるように形成されている。

【0164】

このように、冷媒流路 70 は、筐体 20A の内面であって開口部 31 側から液相冷媒 LP-COO の液面の鉛直方向 G の上方に亘る面上と、連結部 40 のうちで筐体 30 の内部側の面上に設けられている。冷媒流路 70 は、液相冷媒 LP-COO が発熱体 20A に向けて流れるように形成されている。このため、筐体 30 内の鉛直方向 G の上方で発生する液相冷媒 LP-COO は、冷媒流路 70 を通って、発熱体 20A に向けて流れる。したがって、液相冷媒 LP-COO をより速く円滑に発熱体 20A に供給することができる。この結果、冷媒流路 70 を設けない場合と比較して、発熱体 20A の熱をより効率よく冷却することができる。

10

ここで、冷媒流路 70 が設けられていない場合と対比する。冷媒流路 70 が設けられていない場合、発熱体 20A に向かう液相冷媒 LP-COO の流路と、発熱体 20A から離れる気相冷媒 GP-COO の流路が分かれていないので、気相冷媒 GP-COO と液相冷媒 LP-COO の衝突が筐体 30 の内部で発生してしまう。この結果、冷媒 COO が筐体 30 の内部で円滑に循環されない状況が生じうる。

とくに、発熱体 20A の発熱量が大きくなると、冷媒 COO の蒸気（気相冷媒 GP-COO）の発生量が増える。この場合に、発熱体 20A が完全に気相冷媒 GP-COO によって覆われてしまい、液相冷媒 LP-COO が発熱体 20A に供給されなくなってしまうことが起こりうる。液相冷媒 LP-COO が発熱体 20A に供給されないと、冷媒 COO が相変化せず、発熱体 20A を冷却できなくなる。

20

これに対して、冷媒流路 70 を設けることで、液相冷媒 LP-COO 専用の流路が設定される。これにより、気相冷媒 GP-COO の流路と液相冷媒 LP-COO の流路とを別々に分けて設けることができる。この結果、気相冷媒 GP-COO と液相冷媒 LP-COO の衝突の発生を回避できる。このように、電子機器 100D では、気相冷媒 GP-COO と液相冷媒 LP-COO の衝突の発生を回避できるので、冷媒流路 70 を設けない場合と比較して、液相冷媒 LP-COO をより速く円滑に発熱体 20A に供給でき、冷媒 COO を円滑に循環させることができる。ゆえに、電子機器 100D では、冷媒流路 70 を設けない場合と比較して、発熱体 20A の熱をより効率よく冷却することができる。

【0165】

30

また、第 3 の実施の形態における電子機器 100D において、冷媒流路 70 は、毛細管現象により液相冷媒 LP-COO を導く。このように、毛細管現象を用いて、液相冷媒 LP-COO を発熱体 20A へ導くことができるので、さらに、液相冷媒 LP-COO をより速く円滑に発熱体 20A に供給することができる。この結果、冷媒流路 70 を設けない場合と比較して、発熱体 20A の熱をさらに効率よく冷却することができる。また、冷媒流路 70 は、毛細管現象により液相冷媒 LP-COO を導くので、図 14 において、電子機器 100D が天地逆転して配置された場合や、電子機器 100D が縦置きにされた場合であっても、重力に逆らって、液相冷媒 LP-COO を発熱体 20A へ導くことができる。なお、電子機器 100D が縦置きにされた場合とは、たとえば、回路基板 10 の第 1 の主面 11 が鉛直方向 G に対して平行に配置された場合をいう。

40

【0166】

また、第 3 の実施の形態における電子機器 100D において、冷媒流路 70 は、網目状シート 600 を、筐体 30 の内面であって開口部 31 側から液相冷媒 LP-COO の液面の鉛直方向 G の上方に亘る面上と、連結部 40 のうちで筐体 30 の内部側の面上とに取り付けることにより、構成されてもよい。このように、網目状シート 600 を部材として用いることにより、毛細管現象を生じさせる冷媒流路 70 を容易に形成することができる。網目状シート 600 の材料には、たとえば、銅、銅合金、銀、銀合金、金、金合金、アルミニウム、アルミニウム合金などが用いられる。

【0167】

また、第 3 の実施の形態における電子機器 100D において、冷媒流路 70 は、溝また

50

は多孔質体によって形成されている。これにより、毛細管現象を生じさせる冷媒流路 90 を容易に形成することができる。

【0168】

なお、この第3の実施の形態では、電子機器 100D に冷媒流路 70 を追加した態様を説明したが、冷媒流路 70 を電子機器 100A ~ 100C に追加することもできる。

【0169】

< 第4の実施の形態 >

本発明の第4の実施の形態における電子機器 100E の構成について、図に基づいて説明する。

【0170】

図16は、電子機器 100E の構成を示す断面図である。図16は、図1に対応した断面図である。なお、図16には、鉛直方向 G が示されている。また、図16では、図1 ~ 図15で示した各構成要素と同等の構成要素には、図1 ~ 図15に示した符号と同等の符号を付している。

【0171】

図16を参照して、電子機器 100E は、回路基板 10 と、発熱体 20A と、筐体 30 と、連結部 40B と、保持部 50 と、沸騰促進部 60B と、冷媒流路 70B とを備えている。電子機器 100E は、電子機器 100 と同様に、収容ラック 200 に取り付けることができる。なお、電子機器 100E は、たとえば、通信装置やサーバーなどに組み込まれる電子モジュールに用いることができる。

【0172】

ここで、電子機器 100E と電子機器 100D とを比較する。電子機器 100E では、図16に示されるように、冷媒流路 70B に加えて、さらに沸騰促進部 60B を備えている点で、電子機器 100D と相違する。

【0173】

ここで、電子機器 100E では、連結部 40B、沸騰促進部 60B および冷媒流路 70B を合板 700 で形成している。

【0174】

図17は、連結部 40B、沸騰促進部 60B および冷媒流路 70B を構成する部材の一例として、合板 700 の構成を示す平面図である。図18は、合板 700 の構成を示す断面図であって、図17の E - E 切断面における断面を示す図である。

【0175】

図17および図18に示されるように、合板 700 は、2枚のシートによって構成される。具体的には、2枚のシートのうちの一方は、たとえば網目状シート 701 であり、沸騰促進部 60B および冷媒流路 70B が形成される。網目状シート 701 はメッシュであってもよい。2枚のシートのうちの他方は、たとえば金属シート 702 であり、連結部 40B が形成される。合板 700 のうちの網目状シート 701 は、金属シート 702 と比較して、鉛直方向 G の上方側に配置される。すなわち、金属シート 702 は、網目状シート 701 と比較して回路基板 10 により近い位置に、配置される。

【0176】

網目状シート 701 の外形は、ここでは、筐体 30 の底面の大きさや形状に合わせて形成している。この場合、筐体 30 の内側の側面に取り付ける冷媒流路 70 を、別に設ける必要がある。ただし、網目状シート 701 の外形を、筐体 30 の内側の底面の大きさや形状に合わせるだけでなく、筐体 30 の内側の側面の大きさや形状にも合わせてもよい。この場合、網目状シートを1枚だけ用意することで、冷媒流路 70 を筐体 30 の内側の底面および側面に設けることができる。

【0177】

金属シート 702 の外形は、ここでは、筐体 30 の開口部 31 の大きさに対応している。また、金属シート 702 は開口部 702a を有する。開口部 702a は、発熱体 20A の第1の発熱体外面 21 の外形に対応している。具体的には、合板 700 を取り付けたと

10

20

30

40

50

きに、連結部 40B としての金属シート 702 が、発熱体 20A および開口部 31 を連結できるように、金属シート 702 の各所の寸法を調整する。金属シート 702 の材料には、連結部 40 の材料と同様に、熱伝導性部材として、たとえば、銅、銅合金、銀、銀合金、金、金合金、アルミニウム、アルミニウム合金などが用いられる。金属シート 702 は、板または箔（厚さが 0.21mm 以下）が用いられる。

【0178】

なお、ここでは、連結部 40B、沸騰促進部 60B および冷媒流路 70B を構成する部材の一例として、合板 700 を紹介したが、2 枚のシートを合わせずに網目状シート 701 と金属シート 702 とに分けて構成してもよい。

【0179】

連結部 40B、沸騰促進部 60B および冷媒流路 70B の機能は、上述した連結部 40、沸騰促進部 60 および冷媒流路 70 と同様である。

【0180】

以上、電子機器 100E の構成について説明した。

【0181】

つぎに、電子機器 100E の製造方法について、説明する。

【0182】

まず、発熱体 20A が取り付けられた回路基板 10 を準備する。つぎに、保持部 50 を回路基板 10 の第 1 の主面 11 の上に取り付ける。保持部 50 の上に、筐体 30 を固定する。このとき、筐体 30 の上面（図 16 にて紙面上側の面）は、取り外し可能に形成されている。

【0183】

つぎに、筐体 30 の上面を取り外した状態で、金属シート 702 が下になるように合板 700 を筐体 30 の底面側に取り付ける。すなわち、金属シート 702 を、網目状シート 701 と比較して回路基板 10 により近い位置に、配置する。

【0184】

具体的には、筐体 30 の開口部 31 と、発熱体 20A の第 1 の発熱体外面 21 に、金属シート 702 で構成される連結部 40B を取り付け。すなわち、接着剤やネジによる固定によって、連結部 40B の一端部を発熱体 20A の第 1 の発熱体外面 21 に取り付ける。また、接着剤やネジによる固定によって、連結部 40B の他端部を、筐体 30 の開口部 31 に取り付ける。これにより、筐体 30 の開口部 31 と発熱体 20A とが連結部 40B によって連結される。この結果、筐体 30 の内部と発熱体 20A と連結部 40B とにより囲われた空間を形成することができる。

【0185】

つぎに、網目状シート 701 で構成される沸騰促進部 60B を発熱体 20A の第 1 の発熱体外面 21 に取り付ける。併せて、網目状シート 701 で構成される冷媒流路 70B を、筐体 30 の内側の底面と連結部 40B の内面上に取り付ける。また、筐体 30 の内側の側面にも冷媒流路 70B を設ける。このとき、筐体 30 の内側の側面には、網目状シート 701 と一体の部材を取り付けてもよいし、網目状シート 701 と別体の部材を取り付けてもよい。

【0186】

つぎに、筐体 30 の上面（図 16 にて紙面上側の面）を取り付けて、筐体 30 の内部と発熱体 20A と連結部 40B とにより囲われた空間を密閉する。そして、筐体 30 の内部と発熱体 20A と連結部 40B とにより囲われた空間内に冷媒 COO を充填する。

【0187】

筐体 30 の内部と発熱体 20A と連結部 40B とにより囲われた空間内に冷媒 COO を充填する方法については、第 1 の実施の形態で説明した通りである。

【0188】

以上の通り、電子機器 100E の製造方法について、説明した。

【0189】

以上の通り、第４の実施の形態における電子機器１００Ｅにおいて、沸騰促進部６０Ｂと冷媒流路７０Ｂは一体で形成されている。

【０１９０】

このように、沸騰促進部６０Ｂと冷媒流路７０Ｂを一体に形成することにより、沸騰促進部６０Ｂと冷媒流路７０Ｂを別体で形成する場合よりも部品点数を少なくすることができる。また、部品点数が少なくなるため、電子機器１００Ｅの組み立てを容易にすることができる。

【０１９１】

また、第４の実施の形態における電子機器１００Ｅにおいて、沸騰促進部６０Ｂおよび冷媒流路７０Ｂは、網目状シート７０１を、筐体３０の内面であって開口部３１の側から液相冷媒ＬＰ－ＣＯＯの液面の鉛直方向Ｇの上方に亘る面上と、連結部４０Ｂのうちで筐体３０の内部側の面上と、第１の発熱体外面２１の上とに取り付けることにより、構成される。このように、網目状シート７０１を用いることで、簡単に沸騰促進部６０Ｂおよび冷媒流路７０Ｂを設けることができる。

< 第５の実施の形態 >

本発明の第５の実施の形態における電子機器１００Ｆについて、図に基づいて説明する。

【０１９２】

図１９は、電子機器１００Ｆの構成を示す断面図であって、図２２のＡ１－Ａ１切断面における断面を示す図である。図２０は、電子機器１００Ｆの構成を示す断面図であって、図３のＢ１－Ｂ１切断面における断面を示す図である。図２１は、電子機器１００Ｆの構成を示す側面図である。図２２は、電子機器１００Ｆの構成を示す上面図である。なお、図１９および図２２には、鉛直方向Ｇが示されている。

【０１９３】

図１９～図２２を参照して、電子機器１００Ｆは、回路基板１０と、筐体３０と、連結部４０とを備えている。なお、電子機器１００Ｆは、たとえば、通信装置やサーバーなどに組み込まれる電子モジュールに用いることができる。

【０１９４】

回路基板１０の少なくとも一方の面には、発熱体２０が取り付けられている。回路基板１０は、たとえば、プリント配線基板である。発熱体２０は、稼働すると熱を発する部品であって、たとえば中央演算処理装置ＣＰＵや集積回路ＭＣＭなどである。

【０１９５】

図１９に示されるように、筐体３０は、冷媒ＣＯＯを収容する。開口部３１は、筐体３０を構成する面のうちで、回路基板１０の上面（図１９の紙面の上側の面）と向かい合う面に形成されている。開口部３１は、通常、発熱体２０と向かい合う位置に設けられる。

【０１９６】

連結部４０は、筐体３０の開口部３１と、発熱体２０とを連結して、冷媒ＣＯＯを密閉する。連結部４０は、筐体３０および発熱体２０の間に配置され、筐体３０および発熱体２０を連結する。連結部４０の厚さは、０．２１ｍｍ以下である。

【０１９７】

冷媒ＣＯＯには、例えば、ハイドロフルオロカーボンＨＦＣやハイドロフルオロエーテルＨＦＥなどを用いることができる。

【０１９８】

冷媒ＣＯＯは、発熱体２０および連結部４０により、筐体３０の開口部３１を密閉した空間内に、密閉された状態で閉じ込められる。このため、筐体３０の内部と発熱体２０と連結部４０との間の密閉空間内に、液相冷媒ＬＰ－ＣＯＯを注入した後に真空排気することにより、前記密閉空間内を常に冷媒の飽和蒸気圧に維持することができる。なお、筐体３０の内部と発熱体２０と連結部４０との間の密閉空間内に冷媒ＣＯＯを充填する方法については、後述の電子機器１００Ｆの製造方法の説明の中で詳しく説明する。

【０１９９】

以上、電子機器１００Ｆの構成について説明した。

【 0 2 0 0 】

つぎに、電子機器 1 0 0 F の製造方法について、説明する。

【 0 2 0 1 】

まず、発熱体 2 0 が取り付けられた回路基板 1 0 を準備する。つぎに、筐体 3 0 の開口部 3 1 と発熱体 2 0 とを連結部 4 0 で、たとえば接着剤やネジによる固定によって連結する。これにより、連結部 4 0 によって、発熱体 2 0 と、筐体 3 0 の開口部 3 1 とが、連結される。この結果、筐体 3 0 の内部と発熱体 2 0 と連結部 4 0 との間に密閉空間を形成することができる。

【 0 2 0 2 】

つぎに、筐体 3 0 と発熱体 2 0 と連結部 4 0 とに囲われた空間内に冷媒 C O O を充填する。

10

【 0 2 0 3 】

筐体 3 0 と発熱体 2 0 と連結部 4 0 とに囲われた空間内に冷媒 C O O を充填する方法については、第 1 の実施の形態で説明した内容と同様である。

【 0 2 0 4 】

以上の通り、電子機器 1 0 0 F の製造方法について、説明した。

【 0 2 0 5 】

次に、電子機器 1 0 0 F の動作説明をする。

【 0 2 0 6 】

電子機器 1 0 0 F が起動されると、電源が、回路基板 1 0 上の発熱体 2 0 に供給される。これにより、発熱体 2 0 が発熱する。

20

【 0 2 0 7 】

ここで、発熱体 2 0 の上面は、筐体 3 0 内の液相冷媒 L P - C O O に接触している。このため、筐体 3 0 の鉛直方向 G の下側に貯留されている液相冷媒 L P - C O O が、発熱体 2 0 の上面で、発熱体 2 0 の熱によって沸騰し、気相冷媒 G P - C O O に相変化する。これにより、気相冷媒 G P - C O O の気泡が発生する。この相変化により生じる気化熱（潜熱）によって、発熱体 2 0 が冷却される。

【 0 2 0 8 】

気相冷媒 G P - C O O は、連結部 4 0 を介して筐体 3 0 内の液相冷媒 L P - C O O 内を鉛直方向 G の上方へ上昇し、液相冷媒 L P - C O O の液面上を抜けて、さらに鉛直方向 G の上方へ上昇する。そして、発熱体 2 0 の熱によって沸騰した気相冷媒 G P - C O O は、筐体 3 0 の内壁面と接触することにより冷却されると、再び液相冷媒 L P - C O O に相変化する。この液相冷媒 L P - C O O は、筐体 3 0 内を鉛直方向 G の下方へ下降し、回路基板 1 0 側に溜まり、発熱体 2 0 の冷却に再び用いられる。

30

【 0 2 0 9 】

以上、電子機器 1 0 0 F の動作について説明した。

【 0 2 1 0 】

以上の通り、本発明の第 5 の実施の形態における電子機器 1 0 0 F は、回路基板 1 0 と、筐体 3 0 と、連結部 4 0 を備えている。回路基板 1 0 では、第 1 の主面 1 1 に発熱体 2 0 が取り付けられている。筐体 3 0 は、開口部 3 1 を有し、冷媒 C O O を収容する。開口部 3 1 は、筐体 3 0 を構成する面のうちで、発熱体 2 0 と向き合う面に形成されている。連結部 4 0 は、熱伝導性部材により形成されている。連結部 4 0 は、開口部 3 1 と発熱体 2 0 を連結して冷媒 C O O を密閉する。

40

【 0 2 1 1 】

このように、本発明の第 5 の実施の形態における電子機器 1 0 0 F では、開口部 3 1 と発熱体 2 0 を連結して冷媒 C O O を密閉する。これにより、発熱体 2 0 が筐体 3 0 内の冷媒 C O O と直接的に接することができる。このため、発熱体 2 0 の熱が筐体 3 0 内の冷媒 C O O に効率よく伝達されるので、冷媒 C O O の相変化がより効率よく促進される。この結果、本発明の第 5 の実施の形態における電子機器 1 0 0 F では、発熱体の熱をより効率よく冷却することができる。

50

【 0 2 1 2 】

また、連結部 4 0 を設けることにより、筐体 3 0 と発熱体 2 0 との間の距離を大きくすることができる。また、連結部 4 0 を設けた分だけ、冷媒 C O O を収容する体積を大きくすることもできる。また、開口部 3 1 の大きさを、発熱体 2 0 の第 1 の発熱体外面 2 1 の大きさよりも大きくすることができる。さらに、筐体 3 0 と発熱体 2 0 との間に連結部 4 0 を介在させることにより、筐体 3 0 および発熱体 2 0 の製造時に生じる寸法ばらつきや、発熱体 2 0 の発熱時の変形を吸収することができる。

【 0 2 1 3 】

連結部 4 0 の厚さは、0 . 2 1 m m 以下である。これにより、アルミニウムや、アルミニウム合金や、銅などの主要な金属材料にて、連結部 4 0 を箔状にすることができる。この結果、連結部 4 0 をより柔軟にすることができ、開口部 3 1 と発熱体 2 0 の第 1 の発熱体外面 2 1 とを簡単に接続できる。

【 0 2 1 4 】

また、前述の各実施の形態の一部または全部は、以下のようにも記載されうるが、以下に限定されない。

(付記 1)

主面に発熱体に取り付けられた回路基板と、
前記発熱体と向き合う面に形成された開口部を有し、冷媒を収容する筐体と、
前記開口部と前記発熱体を連結して前記冷媒を密閉する連結部を備え、
前記連結部の厚さは、0 . 2 1 m m 以下である電子機器。

(付記 2)

前記連結部は、熱伝導性部材により形成されている付記 1 に記載の電子機器。

(付記 3)

前記冷媒は、液相冷媒および気体冷媒に相変化することができる付記 1 または 2 に記載の電子機器。

(付記 4)

前記発熱体の外面のうち前記回路基板側の面に対して反対側の面である第 1 の発熱体外面の上に設けられ、前記第 1 の発熱体外面の周辺の前記液相冷媒が前記発熱体の熱によって前記気相冷媒に相変化することを促進する沸騰促進部をさらに備えた付記 3 に記載の電子機器。

(付記 5)

前記沸騰促進部は、前記第 1 の発熱体外面に形成された溝または多孔質体により形成されている付記 4 に記載の電子機器。

(付記 6)

前記連結部および前記沸騰促進部は一体に形成された付記 4 に記載の電子機器。

(付記 7)

前記沸騰促進部は、金属板の中央部に形成された複数の孔によって構成され、
前記連結部は、前記金属板の前記中央部を囲う外周部によって構成される付記 6 に記載の電子機器。

(付記 8)

前記筐体の内面であって前記開口部側から前記液相冷媒の液面の鉛直方向の上方に亘る面上と、前記連結部のうちで前記筐体内部側の面上に設けられ、前記液相冷媒が前記発熱体に向けて流れるように形成された冷媒流路をさらに備えた付記 3 ~ 7 のいずれか 1 項に記載の電子機器。

(付記 9)

前記冷媒流路は、網目状シートを、前記筐体の内面上と、前記連結部のうちで前記筐体内部側の面上とに取り付けることにより、構成される付記 8 に記載の電子機器。

(付記 1 0)

前記冷媒流路は、毛細管現象により前記液相冷媒を前記発熱体へ導く付記 8 又は付記 9 のいずれか 1 項に記載の電子機器。

10

20

30

40

50

(付記 1 1)

前記沸騰促進部と前記冷媒流路は一体で形成された付記 8 に記載の電子機器。

(付記 1 2)

前記沸騰促進部および前記冷媒流路は、網目状シートを、前記筐体の内面であって前記開口部側から前記液相冷媒の液面の鉛直方向の上方に亘る面上と、前記連結部のうちで前記筐体内部側の面上と、前記第 1 の発熱体外面の面上とに取り付けることにより、構成される付記 1 1 に記載の電子機器。

(付記 1 3)

前記回路基板の前記主面に取り付けられ、前記筐体を前記開口部に沿って保持する保持部をさらに備えた付記 1 ~ 1 2 のいずれか 1 項に記載の電子機器。

10

(付記 1 4)

前記回路基板上に設けられ、他の電子部品と接続されるコネクタ部をさらに備え、

前記筐体は、前記コネクタ部を被覆しないように、前記主面に取り付けられている付記 1 ~ 1 3 のいずれか 1 項に記載の電子機器。

(付記 1 5)

付記 1 4 に記載の電子機器と、

前記コネクタ部と接続する収容ラック側コネクタ部を備え、前記電子機器が取り付けられる収容ラックと、を備えた電子装置。

【 0 2 1 5 】

以上、実施形態を参照して本願発明を説明したが、本願発明は上記実施形態に限定されるものではない。本願発明の構成や詳細には、本願発明のスコップ内で当業者が理解し得る様々な変更をすることができる。

20

【 0 2 1 6 】

この出願は、2019年3月28日に出願された日本出願特願2019-062948を基礎とする優先権を主張し、その開示の全てをここに取り込む。

【符号の説明】

【 0 2 1 7 】

1 0 回路基板

1 1 第 1 の主面

1 2 第 2 の主面

1 3 コネクタ部

2 0 発熱体

2 1 第 1 の発熱体外面

3 0 筐体

3 1 開口部

4 0 連結部

5 0 保持部

6 0 沸騰促進部

7 0 冷媒流路

1 0 0、1 0 0 A、1 0 0 B、1 0 0 C、1 0 0 D、1 0 0 E 電子機器

1 1 0 前面カバー

2 0 0 収容ラック

2 1 0 筐体

2 2 0 回路基板

2 2 3 収容ラック側コネクタ部

5 0 0 金属板

6 0 0 網目状シート

7 0 0 合板

7 0 1 網目状シート

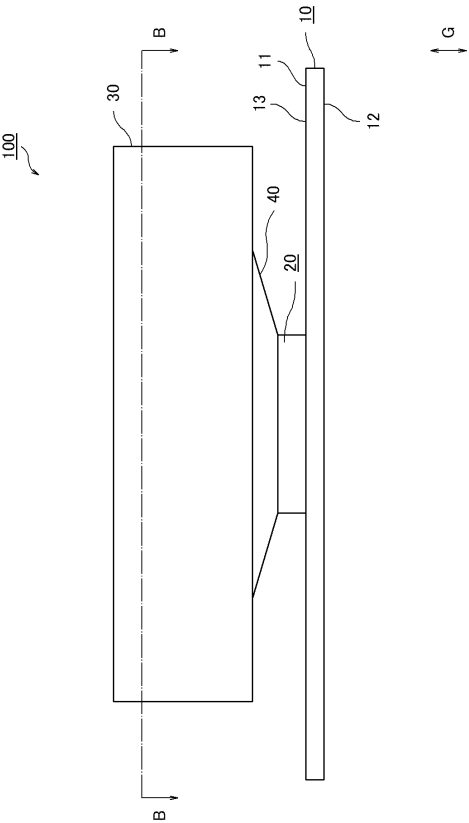
7 0 2 金属シート

30

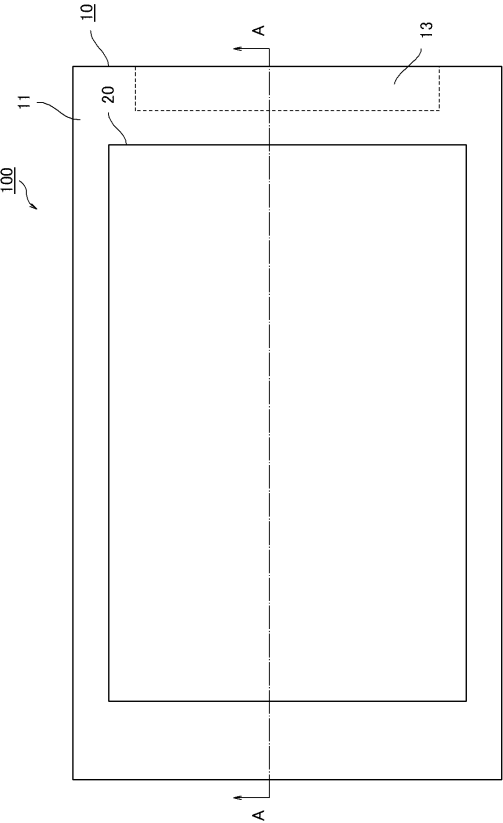
40

50

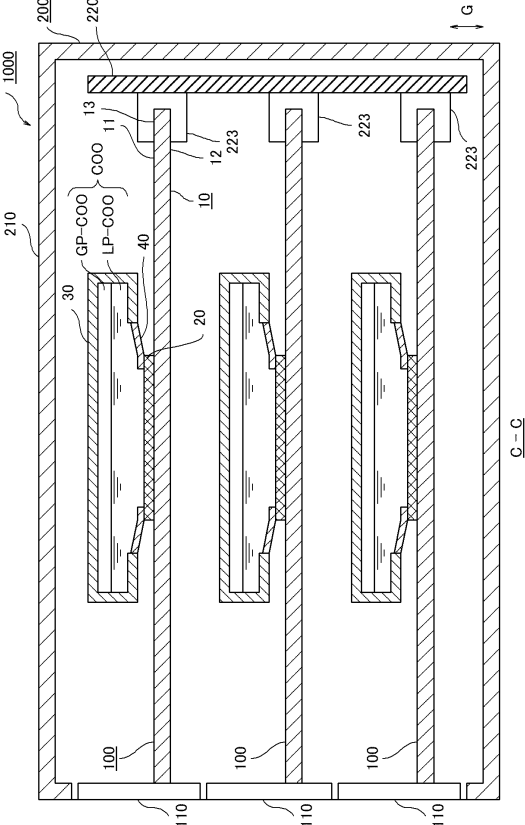
【図 3】



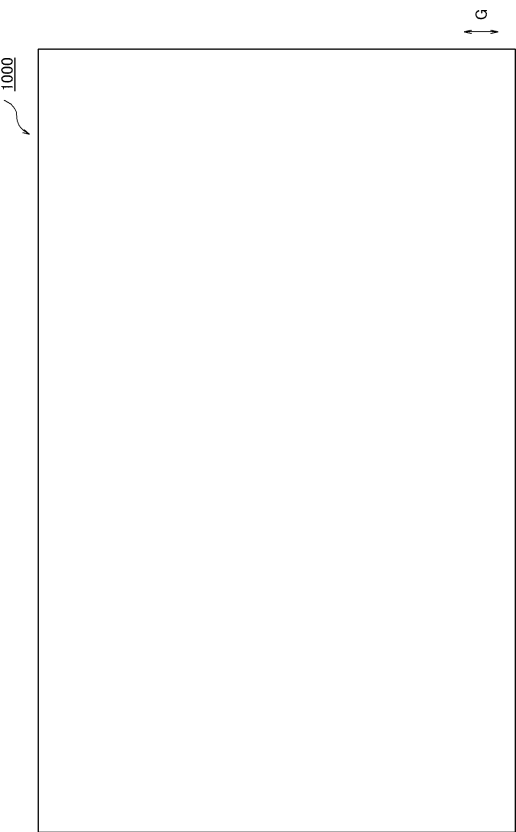
【図 4】



【図 5】



【図 6】



10

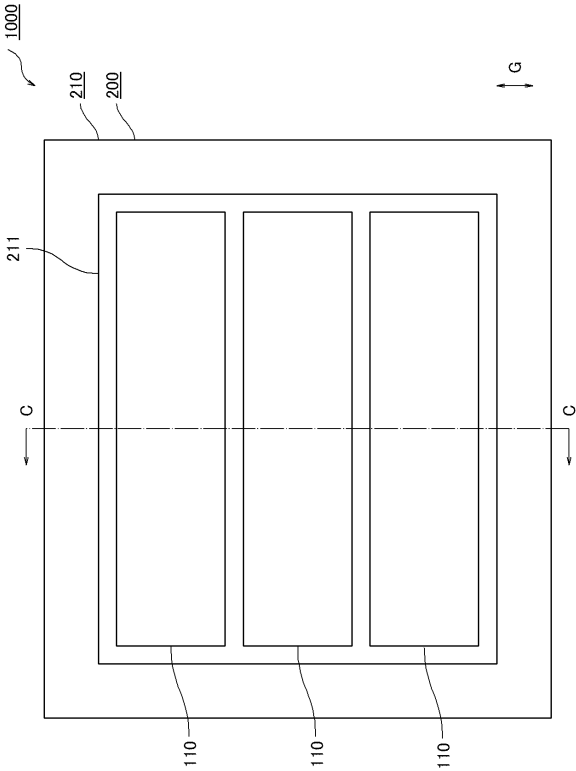
20

30

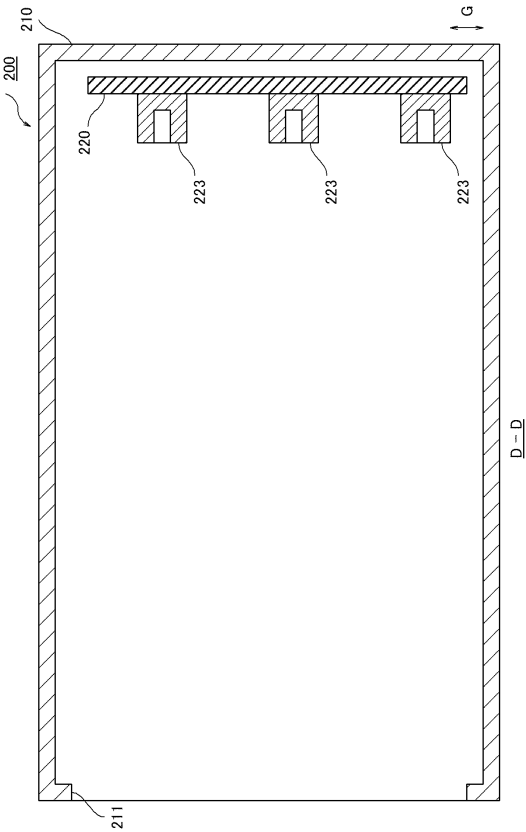
40

50

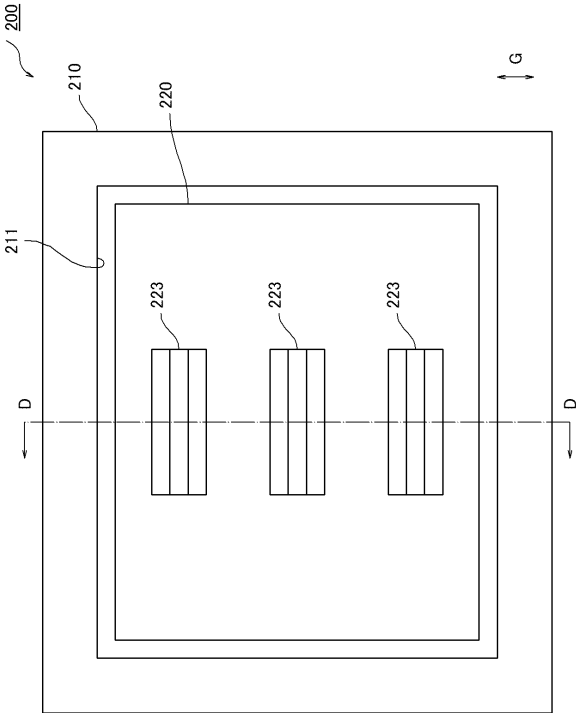
【図 7】



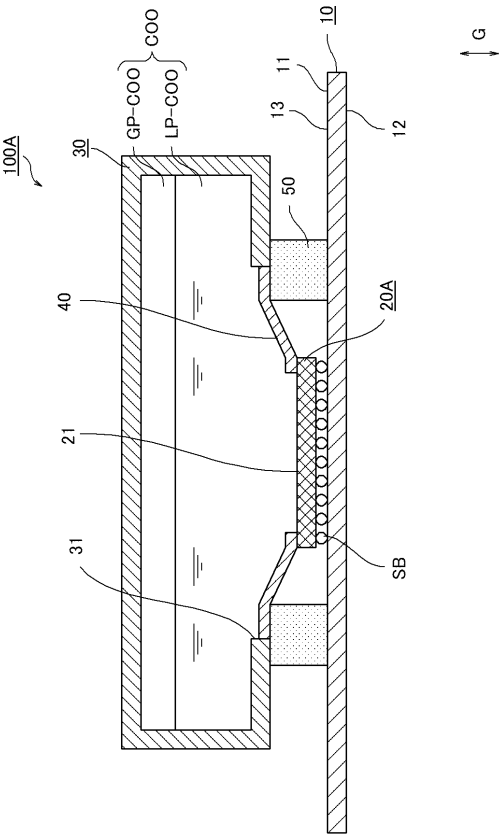
【図 8】



【図 9】



【図 10】



10

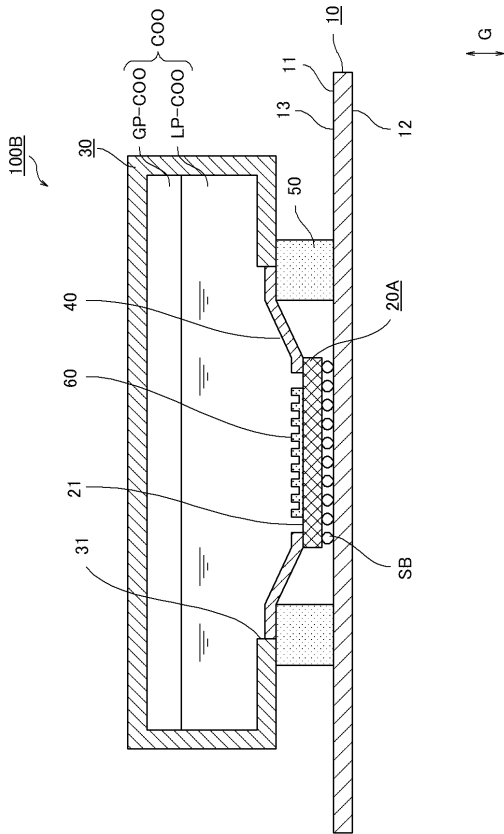
20

30

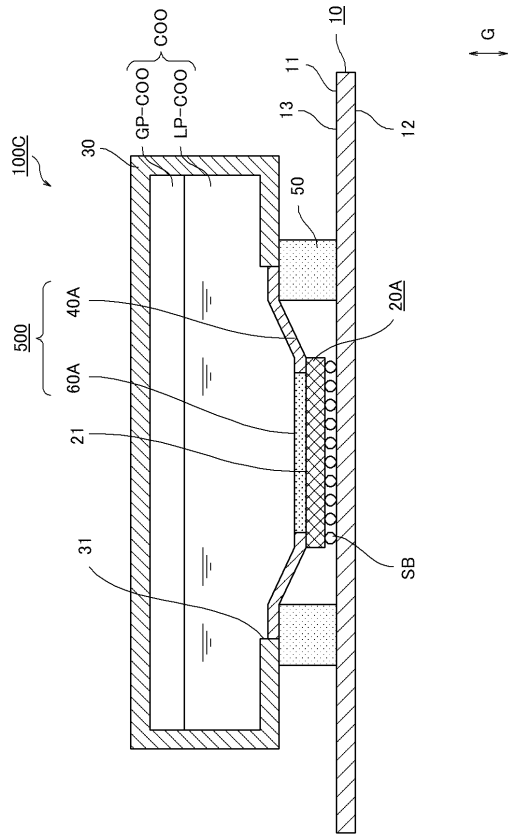
40

50

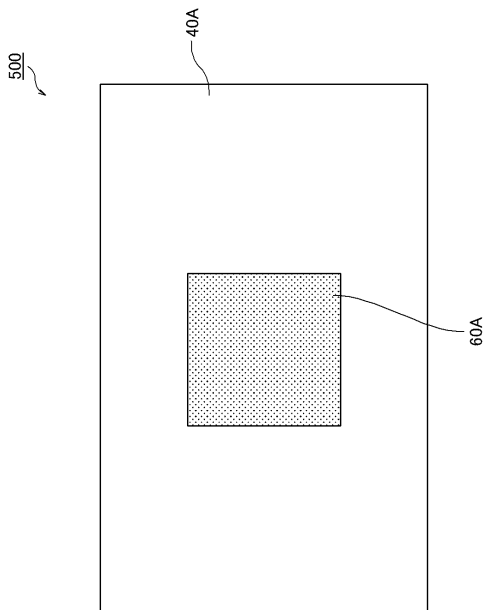
【 図 1 1 】



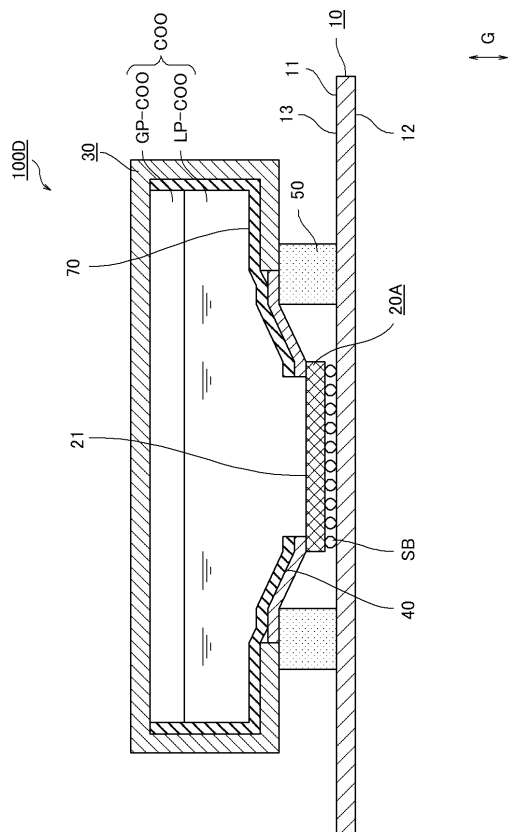
【 図 1 2 】



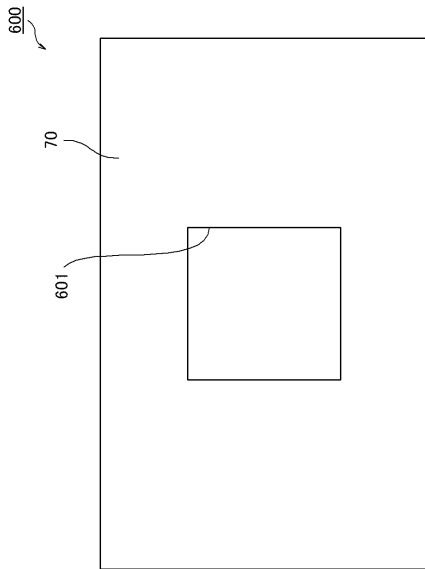
【 図 1 3 】



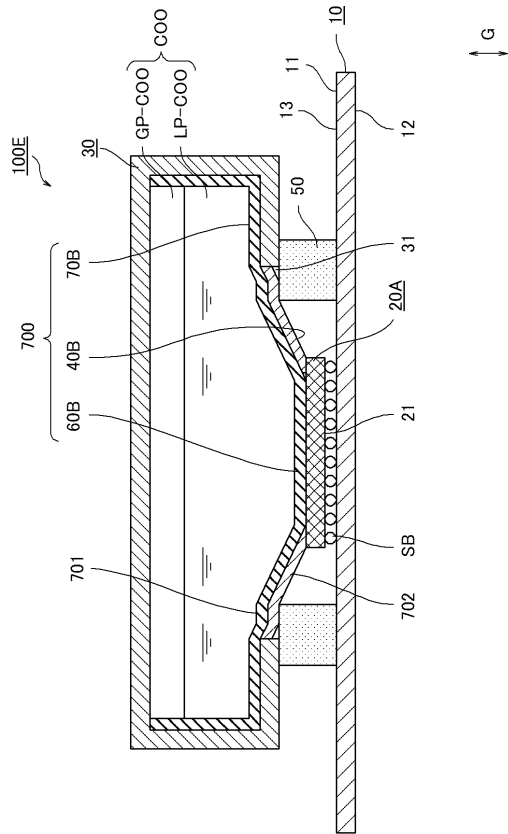
【 圖 1 4 】



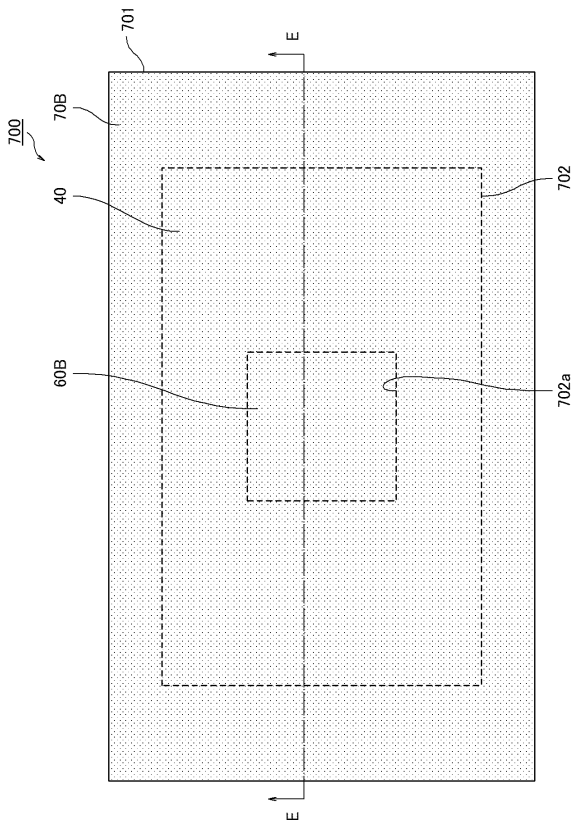
【 図 1 5 】



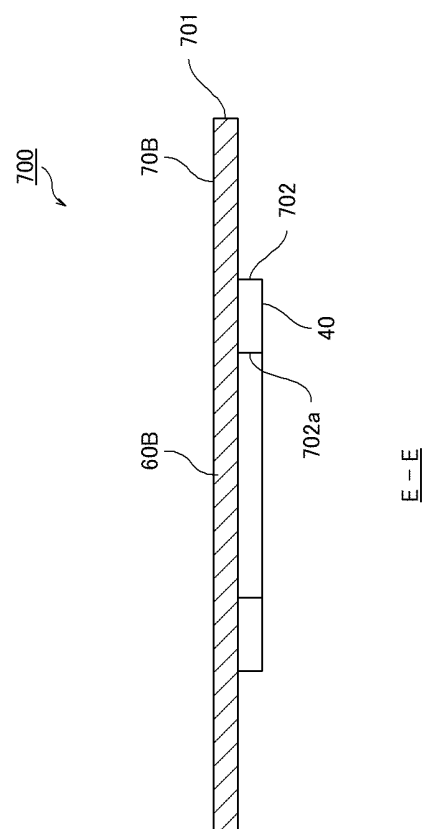
【圖 16】



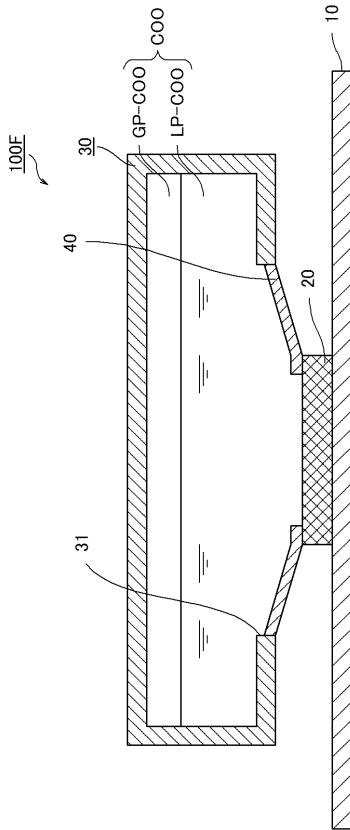
【 図 1 7 】



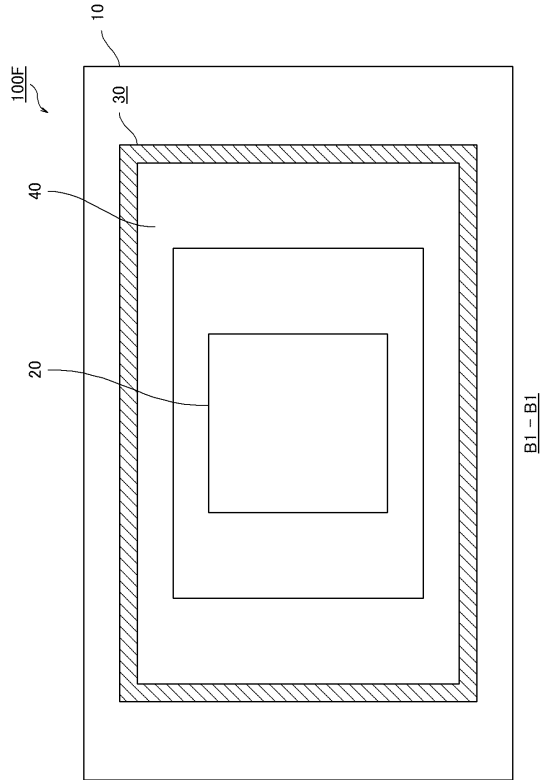
【 図 1 8 】



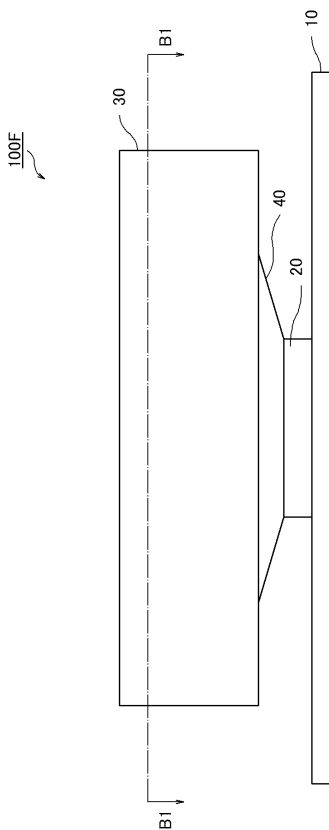
【 図 1 9 】



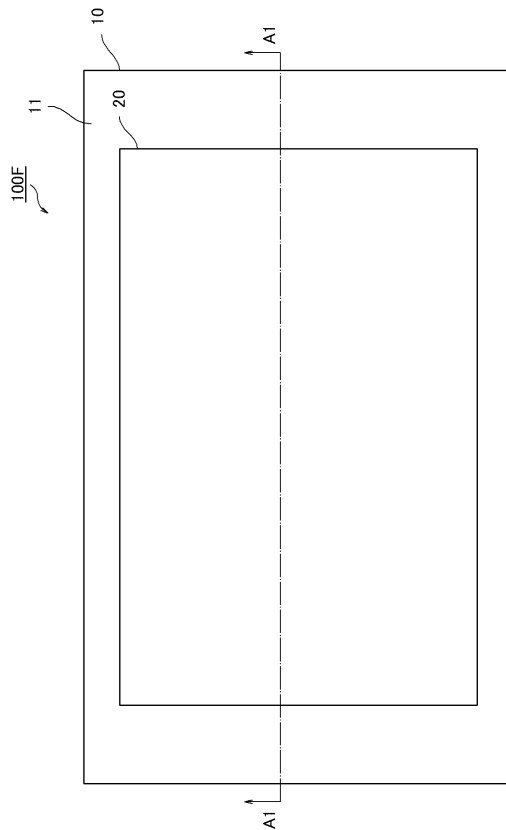
【 図 2 0 】



【 図 2 1 】



【 図 2 2 】



フロントページの続き

| | | | |
|--------------------------------|---------|-------|---|
| (51)国際特許分類 | F I | | |
| F 2 8 F 13/02 (2006.01) | F 2 8 D | 15/02 | M |
| F 2 8 D 15/04 (2006.01) | F 2 8 F | 13/02 | B |
| | F 2 8 F | 13/02 | D |
| | F 2 8 D | 15/04 | C |

株式会社内

(72)発明者 金子 信夫
東京都港区芝五丁目7番1号 日本電気株式会社内

審査官 平林 雅行

(56)参考文献 特開2006-261457(JP,A)
特表2008-518468(JP,A)
特開2009-206369(JP,A)
特開2009-139005(JP,A)
国際公開第2015/174423(WO,A1)

(58)調査した分野 (Int.Cl., DB名)

F 2 8 D 15 / 00 - 15 / 06
F 2 8 F 11 / 00 - 19 / 06
G 0 6 F 1 / 20
H 0 1 L 23 / 29
H 0 1 L 23 / 34 - 23 / 36
H 0 1 L 23 / 373 - 23 / 427
H 0 1 L 23 / 44
H 0 1 L 23 / 467 - 23 / 473
H 0 5 K 7 / 20