

(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
2017年5月18日(18.05.2017)



(10) 国際公開番号

WO 2017/081780 A1

- (51) 国際特許分類:
G06F 1/20 (2006.01) *H05K 7/20* (2006.01)
- (21) 国際出願番号: PCT/JP2015/081792
- (22) 国際出願日: 2015年11月11日(11.11.2015)
- (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 *E x a S c a l e r* (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.

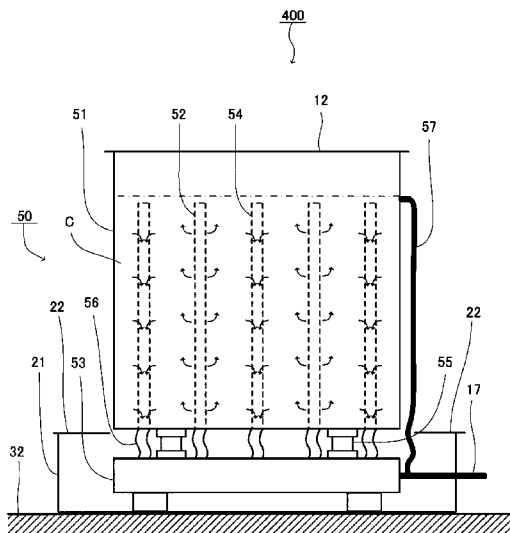
- (84) 指定国 (表示のない限り、全ての種類の広域保護が可能): ARIPO (BW, GH, GM, KE, LR, LS, MW, MZ, NA, RW, SD, SL, ST, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), ユーラシア (AM, AZ, BY, KG, KZ, RU, TJ, TM), ヨーロッパ (AL, AT, BE, BG, CH, CY, CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR, GB, GR, HR, HU, IE, IS, IT, LT, LU, LV, MC, MK, MT, NL, NO, PL, PT, RO, RS, SE, SI, SK, SM, TR), OAPI (BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GQ, GW, KM, ML, MR, NE, SN, TD, TG).

添付公開書類:

— 国際調査報告 (条約第21条(3))

(54) Title: ELECTRONIC DEVICE COOLING SYSTEM

(54) 発明の名称: 電子機器の冷却システム



(57) Abstract: A cooling system 400 in which electronic devices are immersed in coolant and are directly cooled, said cooling system 400 comprising: a cooling tank 50 containing coolant C; and a leakage reception unit 21 disposed between the cooling tank 50 and a floor 32 so as to receive coolant L (if any) leaking from the cooling tank 50, said coolant L corresponding to a leakage portion of the coolant C. The cooling tank 50 comprises: a lower structure 53 affixed to the floor 32; an upper structure 51 in which electronic devices are immersed in the coolant C; and a seismic isolation device 55 disposed between the lower structure 53 and the upper structure 51. Thus, the present invention can provide a cooling system having a high tolerance to external strong shocks and vibrations, etc. associated with seismic hazards, etc.

(57) 要約: 電子機器を冷却液中に浸漬して直接冷却する冷却システム400は、冷却液Cが入れられた冷却槽50と、冷却槽50から冷却液Cが漏出したときに該漏出した冷却液Lを受けるよう、冷却槽50と床面32との間に配置される漏出受け部21とを含む。冷却槽50は、床面32に固定される下部構造53と、電子機器が冷却液C中に浸漬される上部構造51と、下部構造53と上部構造51との間に配置される免震装置55とを含んでいる。地震災害時等での外部からの強い衝撃や振動等に対して耐性の高い、冷却システムを提供することができる。

明 細 書

発明の名称：電子機器の冷却システム

技術分野

[0001] 本発明は電子機器の冷却システムに係り、特に、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、効率的に冷却するための電子機器の冷却システムに関するものである。

背景技術

[0002] 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「TSUBAME-KFC」では、合成油を用いた液浸冷却システムが適用されている。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洩するなどし、運用に支障を来す問題の発生も報告されている。

[0003] 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「Novec（3M社の商標。以下同様）7100」、「Novec 7200」、「Novec 7300」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）。

[0004] また、本出願人は、小規模液浸冷却スーパーコンピュータ向けの、小型で冷却効率の優れた液浸冷却システムをすでに開発している。当該システムは

、完全フッ素化物からなるフッ化炭素系冷却液を用いており、高エネルギー加速器研究機構に設置されている小型スーパーコンピュータ「S u i r e n」に適用され、運用されている（非特許文献1）。

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

非特許文献1：「液浸冷却小型スーパーコンピュータ「ExaScaler-1」が、25%を超える性能改善により最新のスパコン消費電力性能ランキング「Green500」の世界第一位相当の値を計測」、2015年3月31日、プレスリリース、株式会社ExaScaler他、URL:<http://www.exascalr.co.jp/wp-content/uploads/2015/03/20150331.pdf>

発明の概要

発明が解決しようとする課題

[0006] 液冷式の冷却システムに使用される冷却液が、合成油、フッ化炭素系冷却液、又は完全フッ素化物いずれの場合でも、冷却槽内において複数の電子機器を冷却するための相当量の冷却液が使用される。このため、万一、地震等の災害や偶発的な事故が発生し、強い衝撃や振動等によって、冷却システムの一部（例えば、冷却槽における冷却液の入口又は出口と配管との接続部等）が破損すると、そこから大量の冷却液が外部に漏出することになる。しかし、液浸冷却用の冷却液に使用される物質は、多くの場合、常温で不揮発性の液体であるため、一旦漏れ出してしまうと、その回収が極めて困難であるという問題がある。

[0007] また、冷却液は、例えば完全フッ素化物でそうであるように、一般に高価であるため、漏れ出した冷却液が、回収されたとしても再利用されないことによる経済的損失は、甚大なものになってしまうという問題がある。

[0008] 他方で、災害や事故に起因する冷却液の漏出事故を未然に防ぐという観点

からは、特に地震災害時等での外部からの強い衝撃や振動等に対して耐性の高い冷却システムが必要とされる、という課題がある。

[0009] 従って、本発明の目的は、冷却液が万一漏出したときに漏出した冷却液の回収がし易い冷却システムを提供することにある。

[0010] 本発明の他の目的は、漏出した冷却液を、回収されるまで一時的に貯めるための設備について、その高さを抑えることのできる、冷却システムを提供することにある。

[0011] 本発明のさらに他の目的は、地震災害時等での外部からの強い衝撃や振動等に対して耐性の高い、冷却システムを提供することにある。

課題を解決するための手段

[0012] 上記の課題を解決するために、本発明の一局面によれば、電子機器を冷却液中に浸漬して直接冷却する冷却システムであって、冷却液が入れられた冷却槽と、前記冷却槽から冷却液が漏出したときに該漏出した冷却液を受けるよう、前記冷却槽と床面との間に配置される漏出受け部と、前記漏出受け部に貯められた前記漏出した冷却液の体積が、所定量を超えたときに、前記所定量を超えた分の前記漏出した冷却液を受けるよう配置される、別の漏出受け部と、前記漏出受け部と前記別の漏出受け部との間を連結し、前記所定量を超えた分の前記漏出した冷却液を通す通路と、を含む冷却システムが提供される。

[0013] 本発明に係る冷却システムの好ましい実施の形態において、前記別の漏出受け部には前記冷却槽とは別の冷却槽が配置されているよう構成してよい。

[0014] 本発明に係る冷却システムの好ましい実施の形態において、前記冷却槽で暖められた冷却液を前記冷却槽の外部で冷やすための熱交換器をさらに備え、前記別の漏出受け部が、前記熱交換器とその設置面との間に配置されているよう構成してよい。

[0015] また、本発明に係る冷却システムの好ましい実施の形態において、前記床面と前記設置面とが上下2段の上げ床構造を成しており、前記通路が前記床面を貫通するよう構成されてよい。

- [0016] さらに、本発明に係る冷却システムの好ましい実施の形態において、前記漏出受け部が、前記冷却槽から受ける荷重を分散させる分散板と、該分散板上で前記冷却槽を囲むように設けられた、閉じられた側壁とから構成されていてよい。
- [0017] また、本発明に係る冷却システムの好ましい実施の形態において、前記漏出受け部及び前記別の漏出受け部が、その上部開口を覆う蓋材をさらに備えていてよい。
- [0018] さらに、本発明に係る冷却システムの好ましい実施の形態において、前記冷却槽が、前記床面に固定される下部構造と、電子機器が前記冷却液中に浸漬される上部構造と、前記下部構造と前記上部構造との間に配置される免震装置とを含んでよい。
- [0019] また、本発明に係る冷却システムの好ましい実施の形態において、前記下部構造が、冷えた冷却液を分配する分配器を含み、前記上部構造が、前記分配された冷えた冷却液を前記冷却槽内に流入させる、複数の流入管を含み、前記複数の流入管の各々と前記分配器とが、フレキシブルな管により連結されていてよい。
- [0020] さらに、本発明に係る冷却システムの好ましい実施の形態において、前記上部構造が、前記冷却槽内で暖められた冷却液を前記冷却槽外に流出させる、複数の流出管を含み、前記下部構造が、前記暖められた冷却液を集める集合器を含み、前記複数の流出管の各々と前記集合器とが、フレキシブルな管により連結されていてよい。
- [0021] また、本発明に係る冷却システムの好ましい実施の形態において、前記下部構造が、冷えた冷却液を通す入口通路を備え、前記上部構造が、前記冷えた冷却液を分配する分配器と、前記分配された冷えた冷却液を前記冷却槽内に流入させる、複数の流入管とを含み、前記入口通路と前記分配器とが、フレキシブルな管により連結されていてよい。
- [0022] さらに、本発明に係る冷却システムの好ましい実施の形態において、前記上部構造が、前記冷却槽内で暖められた冷却液を前記冷却槽外に流出させる

、複数の流出管と、前記暖められた冷却液を集める集合器とを含み、前記下部構造が、前記暖められた冷却液を通す出口通路を備え、前記集合器と前記出口通路とが、フレキシブルな管により連結されていてよい。

[0023] 加えて、本発明のもう一つの局面によれば、電子機器を冷却液中に浸漬して直接冷却する冷却システムであって、冷却液が入れられた冷却槽と、前記冷却槽から冷却液が漏出したときに該漏出した冷却液を受けるよう、前記冷却槽と床面との間に配置される漏出受け部とを含み、前記漏出受け部が、前記冷却槽から受ける荷重を分散させる分散板と、該分散板上に前記冷却槽を囲むように設けられた、閉じられた側壁と、該閉じられた側壁と前記冷却槽との間の上部開口を覆う蓋材から構成されている、冷却システムが提供される。

[0024] さらに加えて、本発明のもう一つの局面によれば、電子機器を冷却液中に浸漬して直接冷却する冷却システムであって、冷却液が入れられた冷却槽と、前記冷却槽から冷却液が漏出したときに該漏出した冷却液を受けるよう、前記冷却槽と床面との間に配置される漏出受け部とを含み、前記冷却槽が、前記床面に固定される下部構造と、前記複数の電子機器が前記冷却液中に浸漬される上部構造と、前記下部構造と前記上部構造との間に配置される免震装置とを含んでいる、冷却システムが提供される。

発明の効果

[0025] 本発明の一局面によれば、冷却液が万一漏出したときに漏出した冷却液の回収がし易い冷却システムを提供することができる。

[0026] また、本発明の他の局面によれば、漏出した冷却液を、回収されるまで一時的に貯めるための設備について、その高さを抑えることのできる、冷却システムを提供することができる。

[0027] 本発明のさらに他の局面によれば、地震災害時等での外部からの強い衝撃や振動等に対して耐性の高い、冷却システムを提供することができる。

[0028] 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

- [0029] [図1]本発明の一実施形態に係る冷却システムの平面図である。
- [図2]本発明の一実施形態に係る冷却システムの側面図である。
- [図3]本発明の一実施形態に係る冷却システムの側面図である。
- [図4]本発明の他の実施形態に係る冷却システムの側面図である。
- [図5]本発明のさらに他の実施形態に係る冷却システムの斜視図である。
- [図6]本発明のさらに他の実施形態に係る冷却システムの側面図である。
- [図7]本発明のさらに他の実施形態に係る冷却システムの側面図である。

発明を実施するための形態

- [0030] 以下、本発明に係る冷却システム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。
- [0031] 図1、図2を参照して、一実施形態に係る冷却システム100は、冷却液Cが入れられた冷却槽11と、冷却槽11と床面との間に配置される漏出受け部21と、熱交換器13と設置面との間に配置される別の漏出受け部23と、漏出受け部21と別の漏出受け部23との間を連結する通路25を含む。複数の電子機器（図示せず）が、冷却槽11を流通する冷却液C中に浸漬されて直接冷却される。冷却槽11は、開放空間を有することが好ましい。本明細書における「開放空間」を有する冷却槽11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。例えば、冷却槽11の開口部に、パッキン等を介して天板12を着脱可能又は開閉可能に取り付ける構造は、簡素な密閉構造といえる。
- [0032] 熱交換器13は、冷却槽11において、複数の電子機器から熱を奪って暖められた冷却液Cを冷却槽11の外部で冷やすためのものであり、例えば、空冷式、水冷式、又は蒸発式の凝縮器を含む各種の熱交換器（いわゆるラジエータ、チラー、冷却塔等）でよい。冷却槽11の上方に設けられた出口から出る暖められた冷却液Cは、流通路15を通して、ポンプ19により熱交換器13に向けて圧送される。熱交換器13において冷やされた冷却液Cは

、流通路 17 を通って冷却槽 11 の底部に設けられた入口（図示せず）に入れられる。

[0033] 漏出受け部 21 は、冷却槽 11 から受ける荷重を分散させる分散板と、該分散板上で冷却槽 11 を囲むように設けられた、閉じられた側壁（高さ h_1 ）とから構成されていてよい。冷却槽 11（冷却槽 11 の底部又は側部に附帯する流通路 15、17 等の冷却液 C の通り道を含む）から冷却液 C が漏出したとき、該漏出した冷却液 L を受けるよう構成されている。漏出受け部 21 は、その上部開口を覆う蓋材 22 をさらに備えていてよい。蓋材 22 は、上部開口から漏出した冷却液 L 内に異物が混入するのを防ぐために、また、上部開口を塞いで、冷却槽 11 へのアクセスを容易にするために有効である。

[0034] 別の漏出受け部 23 は、漏出受け部 21 に貯められた漏出した冷却液 L の体積が、所定量を超えたときに、所定量を超えた分の漏出した冷却液 L を受けるよう配置される。所定量は、分散板の面積と、床面（より正確には床面上に布設された分散板の表面）から通路 25 の最下部までの高さ h_2 （図 2 に示す例において床面は、熱交換器 13 の設置面と同じ水平面上にある）を調整して設定することができる。別の漏出受け部 23 もまた、その上部開口を覆う蓋材 24 をさらに備えていてよい。特に、熱交換器 13 が室外に設置される場合には、異物の混入を防ぐために蓋材 24 の使用は重要である。

[0035] 図 3 を参照して、通路 25 は、所定量を超えた分の漏出した冷却液 L を、漏出受け部 21 から別の漏出受け部 23 に通す。漏出した冷却液 L の量が、所定量に達するまでは、漏出した冷却液 L は漏出受け部 21 にのみ貯まることから、少量の漏出のときには 1 カ所での回収作業で済む。一方、漏出した冷却液 L の量が、所定量を超える大量の漏出のときは、所定量を超えた分の漏出した冷却液 L は、通路 25 を通って、別の漏出受け部 23 に貯まるので、2 カ所での回収作業が必要となる。しかし、漏出受け部 21 及び別の漏出受け部 23 の個々の布設面積の和が全体の布設面積となるので、漏出受け部 21 及び別の漏出受け部 23 の個々の布設面積及び側壁の高さ h_1 を低く設

定することができる。従って、漏出受け部 2 1 及び別の漏出受け部 2 3 を設置し、両者を通路 2 5 で連結することにより、冷却システムを組み立てることができるため、漏出した冷却液 L の全量を 1 つの漏出受け部で受けるように冷却システムを構成する場合に比べて、小面積で低背の漏出受け部 2 1 を建物内へ搬入して組立作業をすれば済み、搬入及び据え付け作業の困難を大幅に軽減することができる。

[0036] なお、通路 2 5 は、フレキシブルな管を使用するとよく、当該管の両端部は、締結具により、漏出受け部 2 1 の側壁及び別の漏出受け部 2 3 の側壁に強固に固定されるとよい。また、図 1 ～図 3 に示す例において、別の漏出受け部 2 3 には熱交換器 1 3 が配置されているが、当該熱交換器 1 3 に代えて、冷却槽 1 1 とは別の冷却槽（冷却槽 1 1 と同様の構造を有し冷却液 C が入れられるもの）が配置されてもよい。この場合、当該別の冷却槽から漏出した冷却液 L を、所定量まで別の漏出受け部 2 3 に貯めることができる。そして、別の漏出受け部 2 3 に貯められた漏出した冷却液 L の体積が、別の漏出受け部 2 3 における所定量を超えたときには、所定量を超えた分の漏出した冷却液 L を、通路 2 5 を通って、漏出受け部 2 1 に貯めることができる。同様の構成を、冷却槽 1 1 及び別の冷却槽に加えて、第 3 の又はそれ以上の冷却槽を備える冷却システムに適用してもよい。この場合、第 3 の又はそれ以上の漏出受け部に、当該第 3 の又はそれ以上の冷却槽がそれぞれ配置されていてよく、漏出受け部 2 1、別の漏出受け部 2 3、及び第 3 の又はそれ以上の漏出受け部が、任意の組み合わせにおいて、通路を介して連結されていてよい。例えば、各々に冷却槽が設置されている 3 つ以上の漏出受け部が、縦又は横一列に並べられ、隣り合う漏出受け部同士が、通路を介して連結されていてよい。

[0037] 冷却槽 1 1 には、図示しない複数の電子機器の全体を浸漬するのに十分な量の冷却液 C が、平常時の液面 N まで入れられる。冷却液としては、3 M 社の商品名「フロリナート（3 M 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 F

C-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く、合成油、低揮発性のフッ化炭素系冷却液でもよい。

[0038] 本出願人は、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11からの、冷却液C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11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。

[0039] なお、フロリナートFC-43又はFC-40は、その沸点が150℃以上であり、極めて蒸発しにくい性質を有するため、冷却槽11の上部開口に設けられる天板12は、電子機器(図示せず)のメンテナンスを容易に行えるよう、上部開口に対して着脱可能又は開閉可能に取り付けられていてよい。例えば、天板12は、冷却槽11の上部開口の一方縁部に設けられた図示しないヒンジ部により、開閉自在に支持されていてよい。

[0040] 以上、図1～図3に示す一実施形態に係る冷却システムは、実質的に同じ水平面上に漏出受け部21と別の漏出受け部23を設置し、両者を通路25で連結する例を説明したが、漏出受け部が設置される床面よりも低い設置面に、別の漏出受け部を設置してもよい。

[0041] 図4は、本発明の他の実施形態に係る冷却システム200を示し、漏出受け部が設置される床面よりも低い設置面に、別の漏出受け部を設置するようにした構成例であり、上記冷却システム100と同一部分には、同一符号を

付している。本実施形態に係る冷却システム200は、床面32と設置面31とが上下2段の上げ床構造を成しており、床面32と冷却槽11との間に漏出受け部21が配置され、設置面31上に別の漏出受け部33が配置されている。床面32は、複数の支柱36によって設置面31から一定の高さに支持されており、設置面31と床面32との間の空間に別の漏出受け部33が位置している。

[0042] 通路35（フレキシブルな管でよい）は、漏出受け部21の分散板と床面32を貫通するよう構成されており、その一端が漏出受け部21内に、他端が別の漏出受け部33内にそれぞれ位置している。別の漏出受け部33は、漏出受け部21に貯められた漏出した冷却液Lの体積が、所定量を超えたときに、通路35を通して流れ落ちる、所定量を超えた分の漏出した冷却液Lを受けると配置される。所定量は、分散板の面積と、床面（より正確には床面上に布設された分散板の表面）32から通路35の一端までの高さ h_4 を調整して設定することができる。別の漏出受け部33は、上部開口を覆う蓋材34を備えていてよい。

[0043] 本実施形態においては、設置面31と床面32との間の空間に位置する別の漏出受け部33の容量を大きくすることにより、漏出受け部21の容量を小さくできるため、分散板の面積を小さくし、又は側壁の高さ h_3 を低くすることができる。従って、漏出受け部21の体積を最小化するうえで極めて有利である。

[0044] 他方で、漏出受け部21を設置するための十分広い面積を確保できるような場合には、図5を参照して次に説明するように、比較的容量の大きい1つの漏出受け部を用い、別の漏出受け部23、33を省略してもよい。

[0045] 図5は、本発明のさらに他の実施形態に係る冷却システム300を示し、冷却槽11から冷却液が漏出したときに該漏出した冷却液を受けよう、冷却槽11と床面との間に配置される漏出受け部41を含む。漏出受け部41は、冷却槽11から受ける荷重を分散させる分散板40と、該分散板40上に冷却槽11を囲むように設けられた、閉じられた側壁と、該閉じられた側

壁と冷却槽 1 1 との間の上部開口を覆う蓋材 4 2 から構成されている。漏出受け部 4 1 は、冷却槽 1 1 から外部に漏出し得る最大量の冷却液を、全て受けるのに十分な体積を有していることが最も好ましい。本実施形態における最大の利点は、床面と接する漏出受け部 4 1 の底面が、面積の広い分散板となって、冷却槽 1 1 から受ける荷重を広い面積にわたって分散させることができる点と、漏出受け部 4 1 の側壁の高さを低く抑えることができる点である。

[0046] 図 6 を参照して、他の実施形態に係る冷却システム 4 0 0 は、冷却槽が複数（例えば $4 \times 4 = 16$ ）の収納部に区切られており、各収納部に 1 つ以上の電子機器を収納して冷却する、高密度冷却システムにおいて、免震機能を持たせた構成例であり、上記冷却システム 1 0 0 と同一部分には、同一符号を付している。本実施形態に係る冷却システム 4 0 0 は、冷却液が入れられた冷却槽 5 0 と、冷却槽 5 0 から冷却液が漏出したときに該漏出した冷却液を受けよう、冷却槽 5 0 と床面との間に配置される漏出受け部 2 1 とを含む。冷却槽 5 0 は、床面 3 2 に固定される下部構造 5 3 と、複数の電子機器（図示せず）が冷却液 C 中に浸漬される上部構造 5 1 と、下部構造 5 3 と上部構造 5 1 との間に配置される免震装置 5 5 とを含んでいる。なお、床面 3 2 に接している、漏出受け部 2 1 の底部は、上記した実施形態におけるのと同様、冷却槽 5 0 から受ける荷重を分散させる分散板であってよい。また、漏出受け部 2 1 は、分散板と、分散板上に冷却槽 5 0 を囲むように設けられた、閉じられた側壁と、該閉じられた側壁と冷却槽 5 0 との間の上部開口を覆う蓋材 2 2 から構成されていてよい。

[0047] 下部構造 5 3 は、冷えた冷却液 C を分配する分配器（図示せず）を含み、上部構造 5 1 は、分配された冷えた冷却液 C を冷却槽 5 0 内に流入させる、複数の流入管 5 2 を含む。複数の流入管 5 2 は、お互いに所定間隔を持って、冷却槽 5 0 の上部構造 5 1 の底部から上方に延びるように設けられていてよい。複数の流入管 5 2 の各々と分配器（図示せず）とは、フレキシブルな管 5 6 により連結されている。

[0048] さらに、上部構造 5 1 は、冷却槽 5 0 内で暖められた冷却液 C を冷却槽 5 0 外に流出させる、複数の流出管 5 4 を含み、下部構造 5 3 は、暖められた冷却液 C を集める集合器（図示せず）を含む。複数の流出管 5 4 は、お互いに所定間隔を持って、冷却槽 5 0 の上部構造 5 1 の底部から上方に延びるように設けられていてよい。複数の流出管 5 4 の各々と集合器とが、フレキシブルな管 5 6 により連結されている。なお、冷却槽 5 0 の上方に設けられた出口から延びる流通路 5 7 も、フレキシブルな管で構成されている。

[0049] 分配器（図示せず）及び複数の流入管 5 2 と、集合器（図示せず）及び複数の流出管 5 4 とは、冷却槽 5 0 の奥行き方向に、交互に配置されているとよい。こうすることにより、冷却槽 5 0 内に高密度に収納される電子機器が、そ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。

[0050] 次に、他の実施形態に係る冷却システム 4 0 0 の動作について説明する。まず、冷却液 C の流通経路を説明すると、流通路 1 7 を通って冷却槽 5 0 の下部構造 5 3 の入口から入った冷えた冷却液 C は、下部構造 5 3 内の分配器（図示せず）に入る。冷えた冷却液 C は、分配器から、複数のフレキシブルな管 5 6 を介して複数の流入管 5 2 内を通り、各流入管 5 2 の側面に設けられた複数の小孔から吐出される。電子機器から熱を奪って暖められた冷却液 C の一部は、複数の流出管 5 4 のそれぞれの側面に設けられた複数の小孔を通して流出管 5 4 内に入り、複数のフレキシブルな管 5 6 を介して、下部構造 5 3 内の集合器（図示せず）に入り、下部構造 5 3 の出口から流通路（図 1 に示す流通路 1 5 に相当するもの）を通して流れ出る。なお、暖められた冷却液 C の残りは、冷却槽 5 0 の上部側面に設けられた流出開口から流通路 5 7 を通って流れ出る。

[0051] 地震が発生して、床面 3 2 上の漏出受け部 2 1 と、冷却槽 5 0 の下部構造 5 3 が揺すられたとする。冷却槽 5 0 の下部構造 5 3 と上部構造 5 1 との間には免震装置 5 5 が配置されているため、下部構造 5 3 の揺れが上部構造 5 1 に伝わりにくい。また、揺れに応じて、下部構造 5 3 に対して上部構造 5 1 が相対移動するとき、免震装置 5 5 のためにゆっくりした動きとなる。し

かも、下部構造 5 3 と上部構造 5 1 との間の流路が、フレキシブルな管 5 6 で構成されているので、亀裂や破断が発生するのを有効に防止できる。

[0052] 免震装置 5 5 は、重量のある冷却槽 5 0 の上部構造 5 1 を支えるために、アイソレータ（積層ゴム支承、すべり支承、又は転がり支承）を使用するとよい。また、地震の揺れが止んだ後に、上部構造 5 1 の揺れを早期に止めるために、必要に応じてダンパー（オイルダンパー、鋼材ダンパー、又は鉛ダンパー）を併用してよい。なお、免震装置 5 5 に関し、各種アイソレータ及びダンパーの具体的構造や機能は当業者に知られているので、ここでの詳しい説明を省略する。

[0053] 上記した他の実施形態に係る高密度冷却システムによれば、地震災害時等の外部からの強い衝撃や振動等に対して耐性の高い、冷却システムが提供される。そして、万一、冷却液が漏出しても、漏出受け部 2 1 がこれを受けて一時的に貯めておくことができるので、漏出した冷却液の回収も容易である。

[0054] 次に、図 7 を参照して、さらに他の実施形態に係る冷却システム 5 0 0 は、図 6 に示した冷却システム 4 0 0 と同様の高密度冷却システムにおいて、免震機能を持たせた別の構成例であり、上記冷却システム 4 0 0 と同一部分には、同一符号を付している。本実施形態に係る冷却システム 5 0 0 は、冷却液が入れられた冷却槽 6 0 と、冷却槽 6 0 から冷却液が漏出したときに該漏出した冷却液を受けるよう、冷却槽 6 0 と床面との間に配置される漏出受け部 2 1 とを含む。冷却槽 6 0 は、床面 3 2 に固定される下部構造 6 3 と、複数の電子機器（図示せず）が冷却液 C 中に浸漬される上部構造 6 1 と、下部構造 6 3 と上部構造 6 1 との間に配置される免震装置 5 5 とを含んでいる。なお、床面 3 2 に接している、漏出受け部 2 1 の底部は、上記した実施形態におけるのと同様、冷却槽 6 0 から受ける荷重を分散させる分散板であってよい。また、漏出受け部 2 1 は、分散板と、分散板上に冷却槽 6 0 を囲むように設けられた、閉じられた側壁と、該閉じられた側壁と冷却槽 6 0 との間の上部開口を覆う蓋材 2 2 から構成されていてよい。

- [0055] 下部構造 6 3 は、冷えた冷却液 C を通す入口通路を備え、上部構造 6 1 は、冷えた冷却液 C を分配する分配器 6 6 と、分配された冷えた冷却液 C を冷却槽 6 0 内に流入させる、複数の流入管 5 2 とを含む。入口通路と分配器 6 6 とが、フレキシブルな管 6 7 により連結されている。なお、冷却槽 6 0 の上方に設けられた出口から延びる流通路 5 7 も、フレキシブルな管で構成されている。
- [0056] さらに、上部構造 6 1 は、冷却槽 6 0 内で暖められた冷却液 C を冷却槽 6 0 外に流出させる、複数の流出管 5 4 と、暖められた冷却液 C を集める集合器（図示せず）を含む。複数の流出管 5 4 は、お互いに所定間隔を持って、冷却槽 6 0 の上部構造 6 1 の底部から上方に延びるように設けられていてよい。下部構造 6 3 は、暖められた冷却液 C を通す出口通路を備え、集合器と出口通路とが、フレキシブルな管 6 7 により連結されている。
- [0057] 本実施形態に係る冷却システム 5 0 0 の利点は、上記した冷却システム 4 0 0 の利点と同様であるので、説明を省略する。
- [0058] 図 6 に示す冷却システム 4 0 0 が備える免震機能、又は、図 7 に示す冷却システム 5 0 0 が備える免震機能を、図 5 に示す冷却システム 3 0 0 に付加してもよい。そのような変形例の構成は、図 6 及び図 7 に示す冷却システム 4 0 0 及び 5 0 0 の説明に照らして自明であるので、ここでの詳しい説明を省略する。
- [0059] 上記の一実施形態及び他の実施形態、並びにそれらの変形例において、電子機器は、ボード上に搭載されるプロセッサを含んでよく、プロセッサは CPU (Central Processing Unit) 又は GPU (Graphics Processing Unit) のいずれか又は両方を含んでよい。また、電子機器は、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 (Solid State Drive)、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、電子機器は、ブレードサーバを含むサーバ、ルータ、SSD 等の記憶装置等の電子機器であって

もよい。また、高密度冷却システムにおいては、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。

産業上の利用可能性

[0060] 本発明は、電子機器を冷却液中に浸漬して冷却する冷却システムに広く適用することができる。

符号の説明

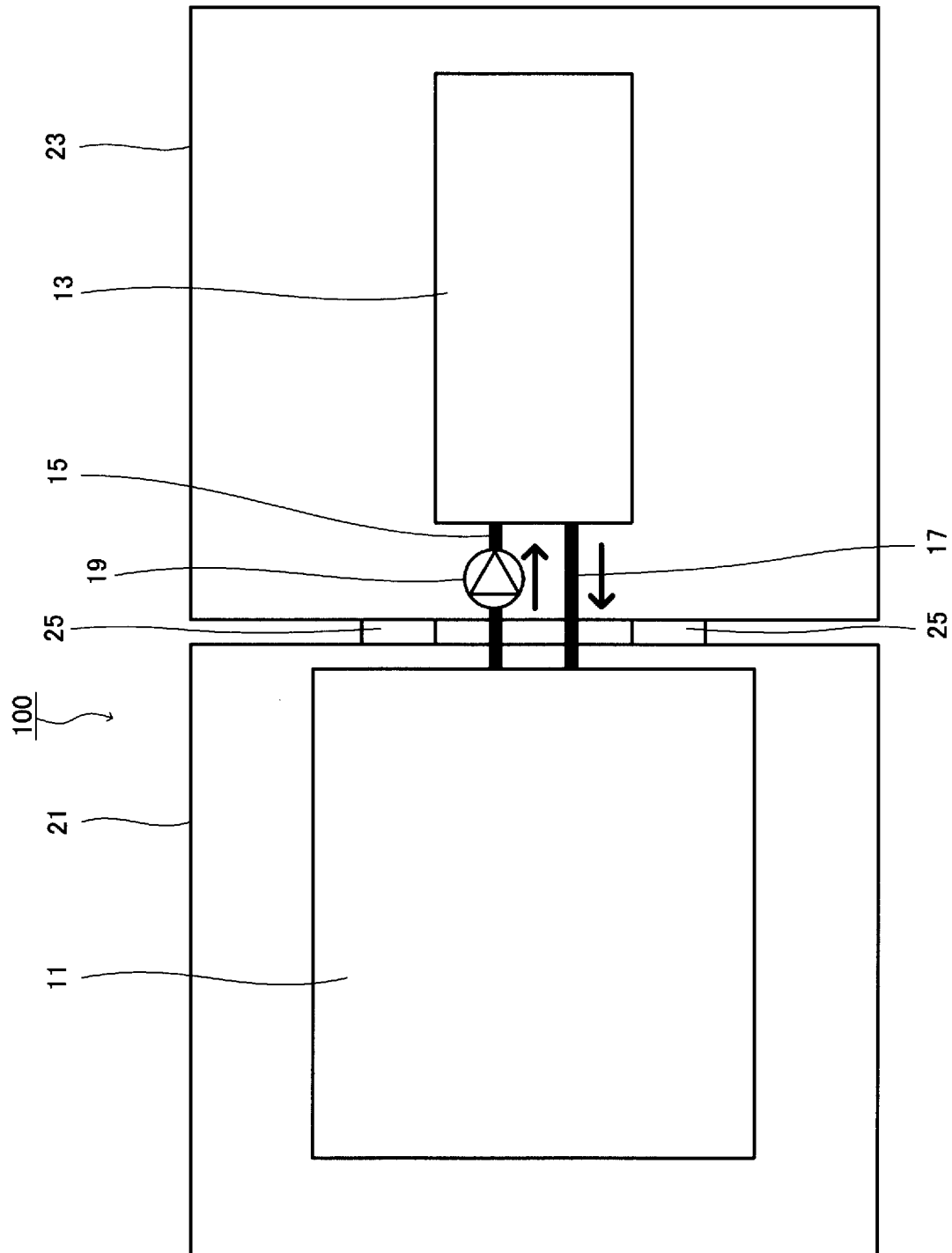
[0061] 100、200、300、400、500 冷却システム
11、50、60 冷却槽
12 天板
13 熱交換器
15、17 流通路
19 ポンプ
21、41 漏出受け部
23、33 別の漏出受け部
22、24、34、42 蓋材
25、35 通路
31 設置面
32 床面
36 支柱
40 分散板
51、61 上部構造
52 流入管
53、63 下部構造
54 流出管
55 免震装置
56、67 フレキシブルな管
57 フレキシブルな流通路
66 分配器

請求の範囲

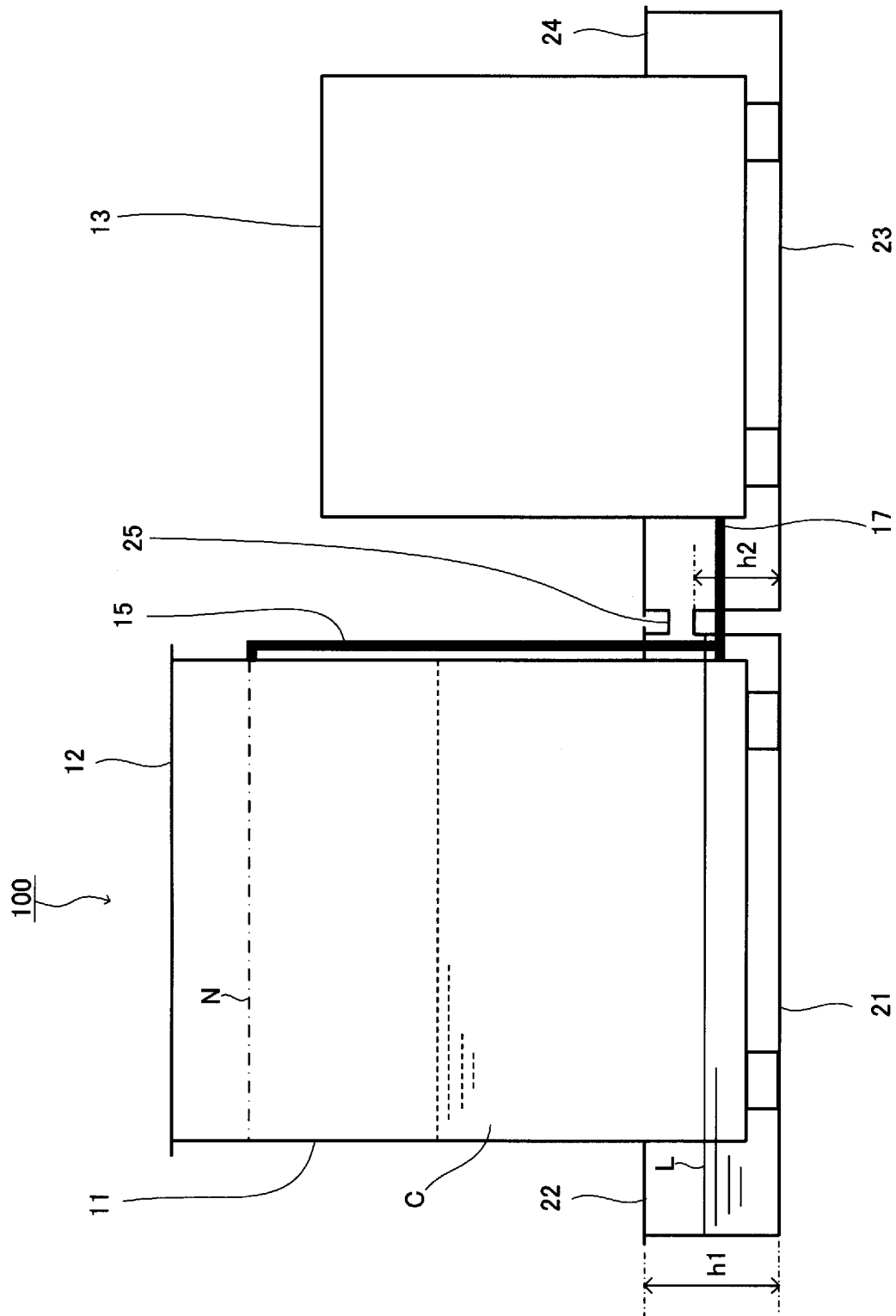
- [請求項1] 電子機器を冷却液中に浸漬して直接冷却する冷却システムであって、
- 、
- 冷却液が入れられた冷却槽と、
- 前記冷却槽から冷却液が漏出したときに該漏出した冷却液を受けるよう、前記冷却槽と床面との間に配置される漏出受け部とを含み、
- 前記冷却槽が、
- 前記床面に固定される下部構造と、
- 前記電子機器が前記冷却液中に浸漬される上部構造と、
- 前記下部構造と前記上部構造との間に配置される免震装置とを含んでいる、冷却システム。
- [請求項2] 前記下部構造が、冷えた冷却液を分配する分配器を含み、前記上部構造が、前記分配された冷えた冷却液を前記冷却槽内に流入させる、複数の流入管を含み、前記複数の流入管の各々と前記分配器とが、フレキシブルな管により連結されている、請求項1に記載の冷却システム。
- [請求項3] 前記上部構造が、前記冷却槽内で暖められた冷却液を前記冷却槽外に流出させる、複数の流出管を含み、前記下部構造が、前記暖められた冷却液を集める集合器を含み、前記複数の流出管の各々と前記集合器とが、フレキシブルな管により連結されている、請求項1又は2に記載の冷却システム。
- [請求項4] 前記下部構造が、冷えた冷却液を通す入口通路を備え、前記上部構造が、前記冷えた冷却液を分配する分配器と、前記分配された冷えた冷却液を前記冷却槽内に流入させる、複数の流入管とを含み、前記入口通路と前記分配器とが、フレキシブルな管により連結されている、請求項1に記載の冷却システム。
- [請求項5] 前記上部構造が、前記冷却槽内で暖められた冷却液を前記冷却槽外に流出させる、複数の流出管と、前記暖められた冷却液を集める集合

器とを含み、前記下部構造が、前記暖められた冷却液を通す出口通路を備え、前記集合器と前記出口通路とが、フレキシブルな管により連結されている、請求項 1 又は 2 に記載の冷却システム。

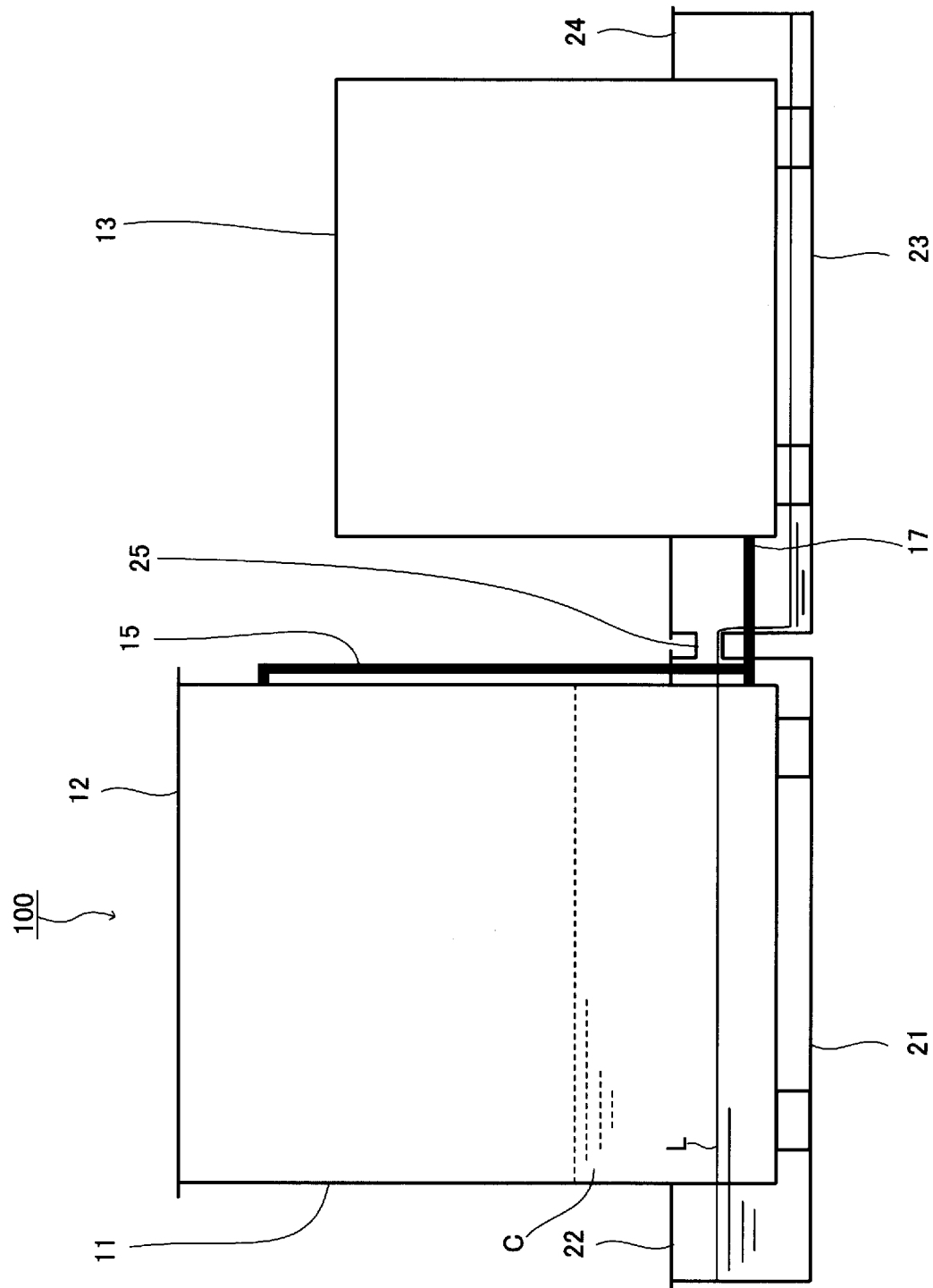
[図1]



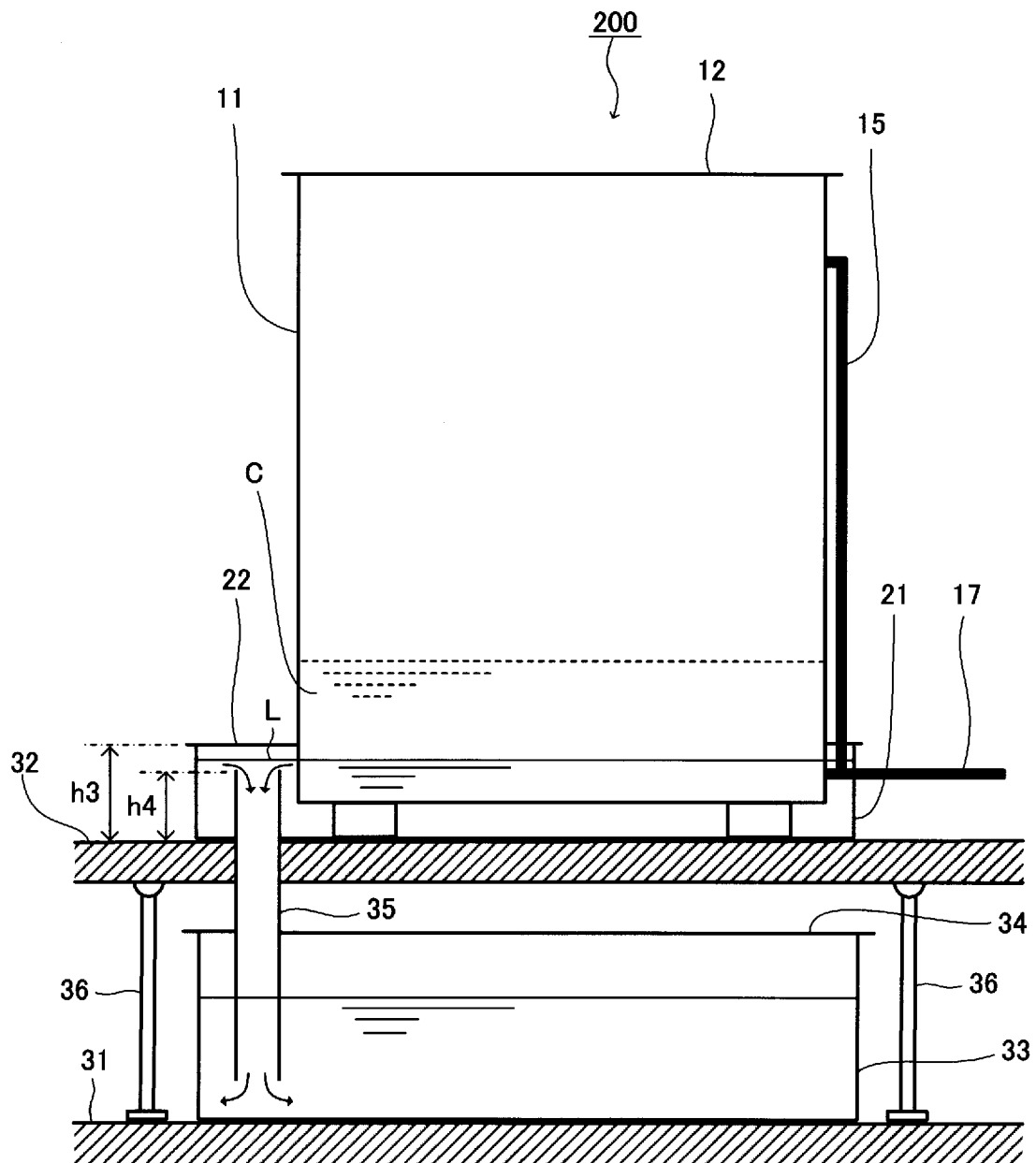
[図2]



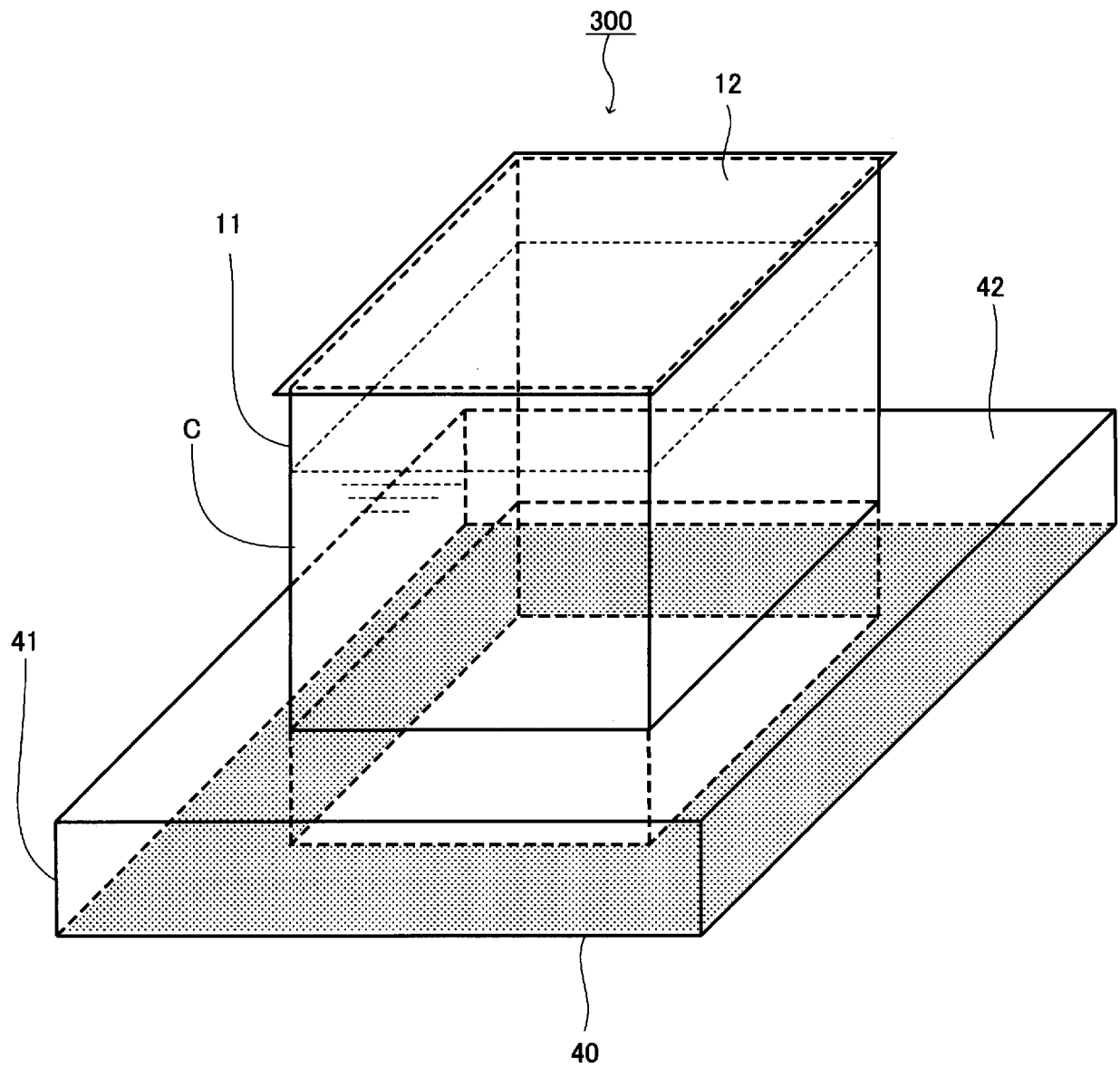
[図3]



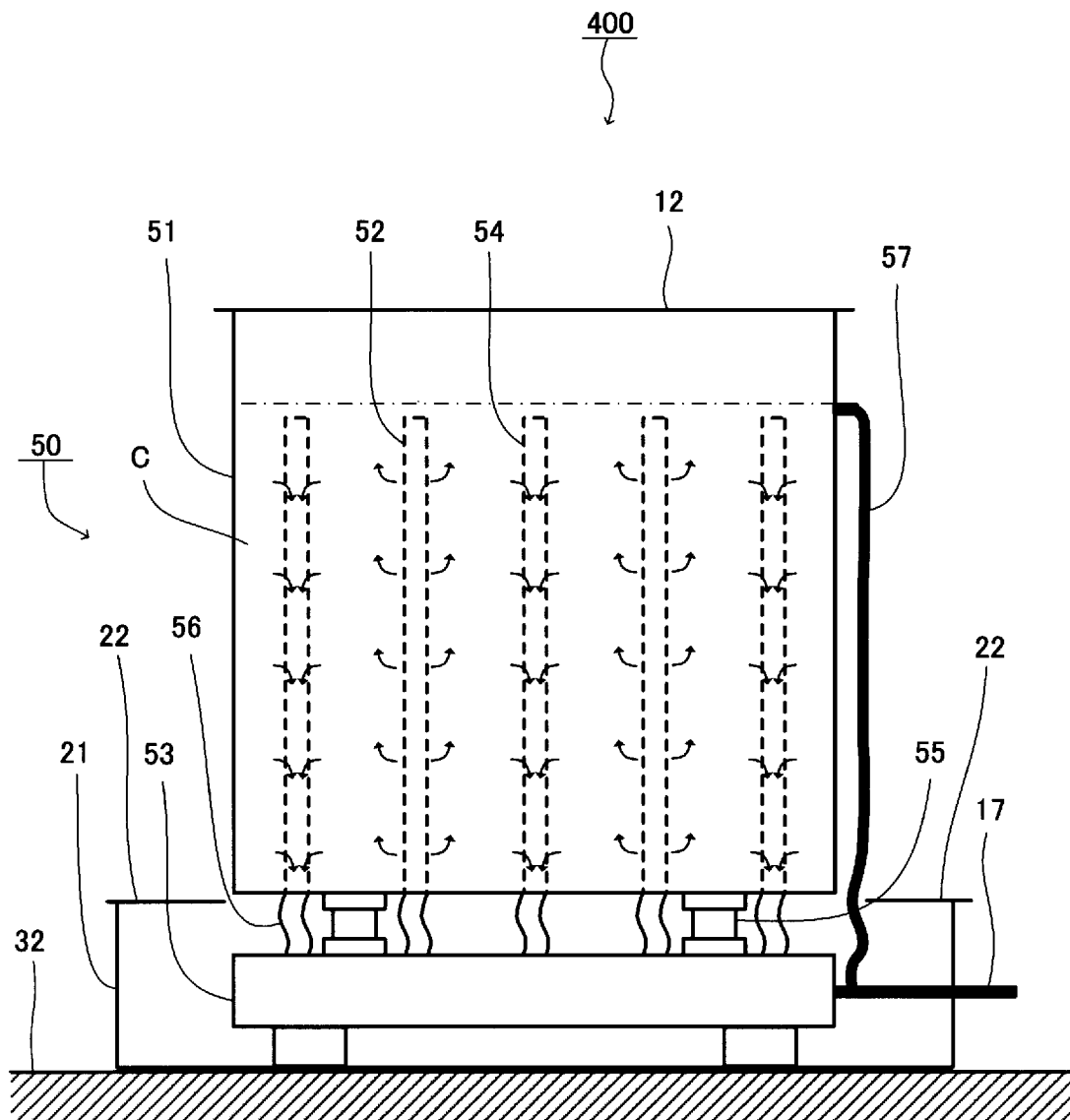
[図4]



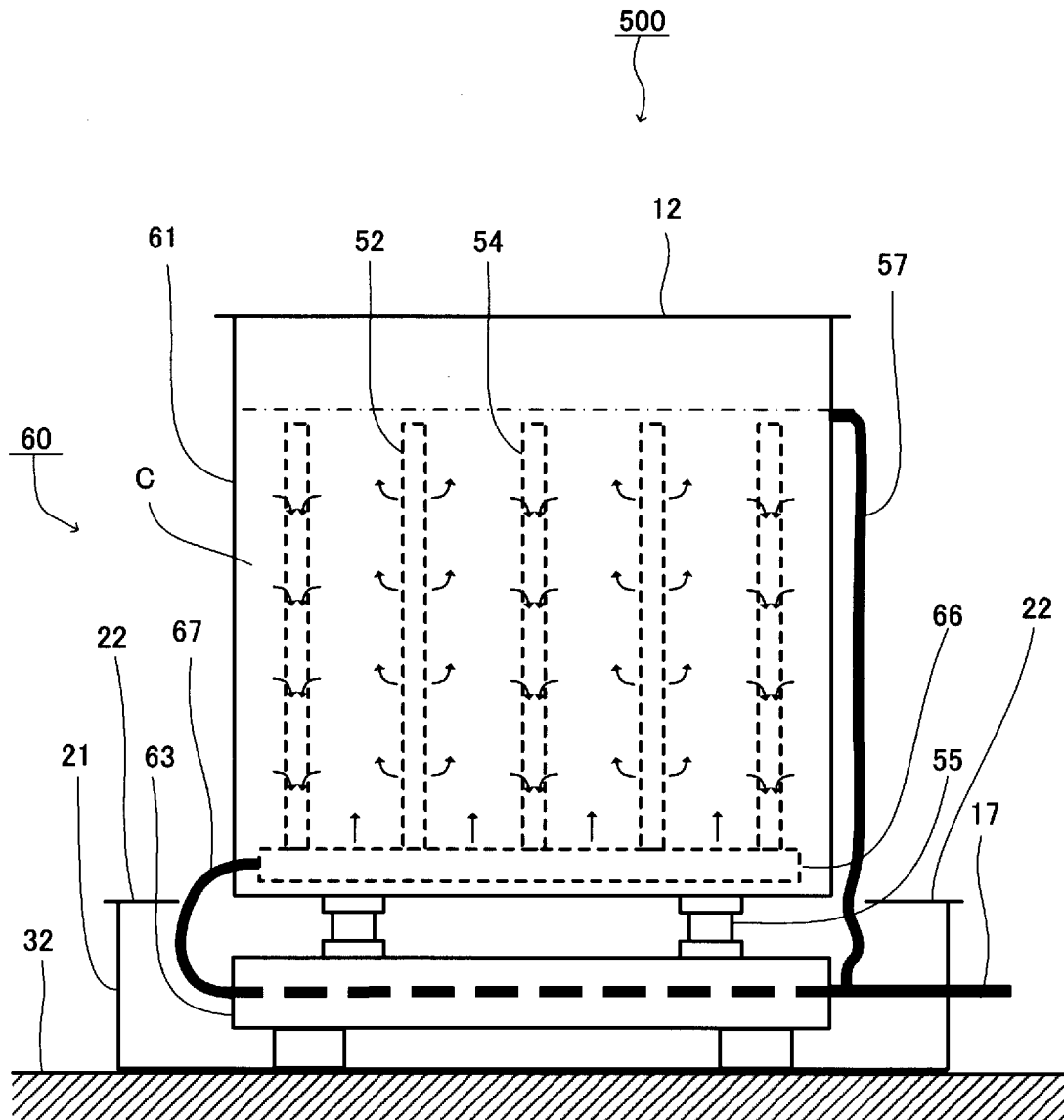
[図5]



[図6]



[図7]



INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2015/081792

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

G06F1/20(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, 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	1996-2016
Kokai Jitsuyo Shinan Koho	1971-2016	Toroku Jitsuyo Shinan Koho	1994-2016

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.
A	Microfilm of the specification and drawings annexed to the request of Japanese Utility Model Application No. 31503/1989(Laid-open No. 124415/1990) (Fujitsu Ltd.), 12 October 1990 (12.10.1990), page 2, line 12 to page 4, line 1 (Family: none)	1-5
A	JP 2015-78745 A (K's Beltech Co., Ltd.), 23 April 2015 (23.04.2015), paragraphs [0016] to [0017]; fig. 1 to 4 (Family: none)	1-5

☒ Further documents are listed in the continuation of Box C.

☐ See patent family annex.

* Special categories of cited documents:

"A" document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance
 "E" earlier 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
19 January 2016 (19.01.16)

Date of mailing of the international search report
26 January 2016 (26.01.16)

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/JP2015/081792

C (Continuation). DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
A	US 2013/0105120 A1 (CAMPBELL et al.), 02 May 2013 (02.05.2013), paragraphs [0031] to [0032]; fig. 2 (Family: none)	2-5

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, 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, 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	1971-2016年
日本国実用新案登録公報	1996-2016年
日本国登録実用新案公報	1994-2016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
A	日本国実用新案登録出願 1-31503 号(日本国実用新案登録出願公開 2-124415 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）1990.10.12, 第2頁第12行-第4頁第1行（ファミリーなし）	1-5
A	JP 2015-78745 A（株式会社ケイズベルテック）2015.04.23, 段落 [0016]-[0017], 図 1-4（ファミリーなし）	1-5

☒ C欄の続きにも文献が列挙されている。

☐ 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

の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

19.01.2016

国際調査報告の発送日

26.01.2016

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）

白石 圭吾

5 U

9 8 5 6

電話番号 03-3581-1101 内線 3565

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
A	US 2013/0105120 A1 (CAMPBELL et al.) 2013.05.02, 段落 [0031]-[0032], 図2 (ファミリーなし)	2 - 5