

(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  
2011年10月6日(06.10.2011)

(10) 国際公開番号  
WO 2011/121819 A1

- (51) 国際特許分類:  
F28D 15/02 (2006.01)
- (21) 国際出願番号: PCT/JP2010/066329
- (22) 国際出願日: 2010年9月21日(21.09.2010)
- (25) 国際出願の言語: 日本語
- (26) 国際公開の言語: 日本語
- (30) 優先権データ:  
特願 2010-075443 2010年3月29日(29.03.2010) JP
- (71) 出願人(米国を除く全ての指定国について): 富士通株式会社(FUJITSU LIMITED) [JP/JP]; 〒2118588 神奈川県川崎市中原区上小田中4丁目1番1号 Kanagawa (JP).
- (72) 発明者: および
- (75) 発明者/出願人(米国についてのみ): 内田 浩基(UCHIDA, Hiroki) [JP/JP]; 〒2118588 神奈川県川崎市中原区上小田中4丁目1番1号 富士通株式会社内 Kanagawa (JP). 塩賀 健司(SHIOGA, Takeshi) [JP/JP]; 〒2118588 神奈川県川崎市中原区上小田中4丁目1番1号 富士通株式会社内 Kanagawa (JP). 青木 重憲(AOKI, Shigenori) [JP/JP]; 〒2118588 神奈川県川崎市中原区上小田

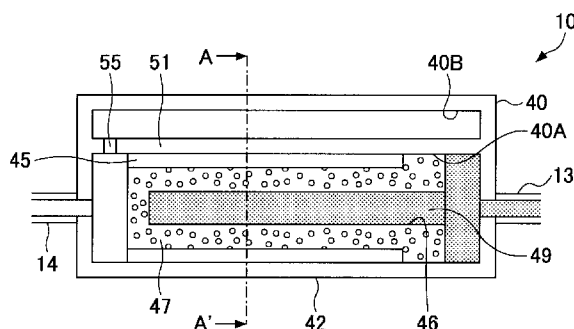
- 中4丁目1番1号 富士通株式会社内 Kanagawa (JP). 尾形 晋(OGATA, Susumu) [JP/JP]; 〒2118588 神奈川県川崎市中原区上小田中4丁目1番1号 富士通株式会社内 Kanagawa (JP). 長岡 秀明(NAGAOKA, Hideaki) [JP/JP]; 〒2118588 神奈川県川崎市中原区上小田中4丁目1番1号 富士通株式会社内 Kanagawa (JP).
- (74) 代理人: 伊東 忠彦(ITO, Tadahiko); 〒1506032 東京都渋谷区恵比寿4丁目20番3号 恵比寿ガーデンプレイスタワー32階 Tokyo (JP).
- (81) 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, BR, BW, BY, BZ, CA, CH, CL, CN, CO, CR, CU, CZ, DE, DK, DM, DO, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, GT, HN, HR, HU, ID, IL, IN, IS, JP, KE, KG, KM, KN, KP, KR, KZ, LA, LC, LK, LR, LS, LT, LU, LY, MA, MD, ME, MG, MK, MN, MW, MX, MY, MZ, NA, NG, NI, NO, NZ, OM, PE, PG, PH, PL, PT, RO, RS, RU, SC, SD, SE, SG, SK, SL, SM, ST, SV, SY, TH, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA, UG, US, UZ, VC, VN, ZA, ZM, ZW.
- (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,

[続葉有]

(54) Title: LOOP HEAT PIPE

(54) 発明の名称: ループ型ヒートパイプ

[図3A]



(57) Abstract: Disclosed is a loop heat pipe which provides stable cooling performance during operation by maintaining thermal contact between an evaporator case and a wick even when a working fluid is at a high temperature and high pressure. The loop heat pipe includes an evaporator for evaporating the working fluid with heat from a heat-generating element and a condenser for condensing the evaporated working fluid, the evaporator and the condenser being coupled to each other in a loop via a coupling pipe. The evaporator has a first space and a second space. The first space has a contact surface with the heat-generating element and evaporates the working fluid fed through the coupling pipe, and the second space is provided on at least one of those surfaces that define the first space and are other than the contact surface. The evaporator is constructed to have a communication hole in the division wall that separates the first and second spaces from each other, the communication hole communicating between the first space and the second space.

(57) 要約:

[続葉有]

WO 2011/121819 A1



MZ, NA, SD, SL, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), ユーラシア  
(AM, AZ, BY, KG, KZ, MD, 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, SE, SI, SK, SM, TR), OAPI (BF,

BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GQ, GW, ML, MR, NE,  
SN, TD, TG).

添付公開書類:

— 国際調査報告 (条約第 21 条(3))

---

ループ型ヒートパイプの作動時に、作動流体が高温・高圧になった場合にも蒸発器ケースとウィックの熱的な密着を維持し安定した冷却性能を実現する。発熱体からの熱で作動流体を気化させる蒸発器と、気体された作動流体を凝縮させる凝縮器とを連結管でループ状に接続したループ型ヒートパイプにおいて、前記蒸発器は、前記発熱体との接触面を有し前記連結管から供給される前記作動流体を蒸発させる第1空間と、前記第1空間を構成する面のうち、前記接触面以外の少なくとも1つの面に設けられる第2空間とを有し、前記第1空間と第2空間を隔てる隔壁に、前記第1空間と第2空間を連通する連通穴を設けた構成とする。

## 明 細 書

**発明の名称**： ループ型ヒートパイプ

**技術分野**

[0001] 本発明は、電子機器等の冷却に用いられるループ型ヒートパイプに関する。

**背景技術**

[0002] 各種発熱体を冷却するためのデバイスとして、作動液（液体状態にある作動流体）を発熱体からの熱で気化させるための蒸発器と、気化した作動液を放熱により凝縮させるための凝縮器とを、蒸気管及び液管によりループ状に接続したループ型ヒートパイプが知られている（たとえば、特許文献1参照）。

[0003] 図1A～図1Cは従来の蒸発器1000の構造を示す図である。図1Aは作動流体が流れる方向の断面図、図1B及び図1CはそのA-A'断面図である。電子部品等の発熱体1010は、多くが平面型をしている。そのため、ループ型ヒートパイプの蒸発器1000も発熱体1010と密着しやすいように、受熱面1002が平面型となっている。ループ型ヒートパイプの冷却性能を向上するために蒸発器1000の内部容積をできるだけ大きくする必要があるが、外形をできるだけコンパクトにする要請もあることから、双方の要求を満たす平板型ヒートパイプが用いられる。

[0004] 作動時（加熱時）に発熱体1010を効率よく冷却するためには、液管1003から蒸発器1000に供給された作動液1006を効率よく蒸発させる必要がある。そのため、蒸発器ケース1001とウィック1007とを熱的に密着させて、蒸発器ケース1001からの熱をウィック1007に効率よく伝え、ウィック1007に含浸された作動液1006を迅速に気化させる必要がある。蒸発、気化された作動流体は、ウィック1007に形成されたグループ1005を通過して蒸気管1004に導かれる。しかし、蒸発器1000が加熱され、内部の作動流体が高温となった場合に、蒸発器ケース1

001とウィック1007の密着性が低下するが生ずる。この様子を図1Cに示す。

[0005] 図1Cにおいて、作動流体の飽和蒸気圧がループ型ヒートパイプの作動温度下で大気圧を超えた場合、蒸発器ケース1001の壁面は、作動流体の内圧によって外部に押圧される。具体的には、ループ型ヒートパイプを常温、常圧下で用いる場合、大気圧下における沸点が室温以上である作動流体（例えば、ペンタンやR141B、ブタン、アンモニアなど）を用いた場合に、蒸発器ケース1001に変形が生じる。蒸発器の形状が円筒型であれば、円周方向に内圧が分散されるため蒸発器ケースの膨張は少ないが、図1Cのように平板型ヒートパイプの場合、面積が大きい上面に内圧が集中し、ケース壁面が膨張する。特に電子機器の小型・軽量化の要求から平板型の蒸発器とした場合には、蒸発器本体をできるだけ薄型にしたいため、蒸発器ケース1001において、内圧に耐えられるだけの十分な剛性が得られる厚さを確保することが難しい。蒸発器ケース1001が内圧により膨張した場合、蒸発器ケース1001と内部のウィック1007の接触面（特に、CPU等の発熱体1010に固定されている下面よりも蒸発器ケース1001の上面）の密着性が悪化する。さらに高温下では、蒸発器ケース1001とウィック1007の間に隙間1020が生ずる。この状態では蒸発器ケース1001からウィック1007へ熱が伝わらず、ウィック1007の表面から作動流体が蒸発できずに冷却性能が低下するといった問題が生じる。

## 先行技術文献

## 特許文献

[0006] 特許文献1：特開2004-218887

## 発明の概要

## 発明が解決しようとする課題

[0007] そこで本発明は、ループ型ヒートパイプの作動時に蒸発器内部の作動流体が高温・高圧となった場合でも、蒸発器ケースとウィックの熱的な密着を維

持し、ループ型ヒートパイプの作動状態において安定した冷却性能を実現するループ型ヒートパイプを提供することを課題とする。

### 課題を解決するための手段

[0008] 上記の目的を達成するために、本発明のひとつの側面では、発熱体からの熱で作動流体を気化させる蒸発器と、気体された作動流体を凝縮させる凝縮器とを連結管でループ状に接続したループ型ヒートパイプにおいて、前記蒸発器は、

前記発熱体との接触面を有し、前記連結管から供給される前記作動流体を蒸発させる第1空間と、

前記第1空間を構成する面のうち、前記接触面以外の少なくとも1つの面に設けられる第2空間と、

を有し、前記第1空間と第2空間を隔てる隔壁に、前記第1空間と第2空間を連通する連通穴が設けられている構成とする。

[0009] 本発明の別の側面では、発熱体からの熱で作動流体を気化させる蒸発器と、気体された作動流体を凝縮させる凝縮器とを連結管でループ状に接続したループ型ヒートパイプにおいて、前記蒸発器は、

前記発熱体との接触面を有し、前記液管から供給される前記作動流体を蒸発させる第1空間と、

前記第1空間を構成する面のうち、前記接触面以外の少なくとも1つの面に設けられ、同一温度において前記作動流体よりも飽和蒸気圧の高い第2の流体を密封する第2空間と

を有する構成とする。

### 発明の効果

[0010] 上述した構成により、ループ型ヒートパイプの作動時に蒸発器内部の作動流体が高温・高圧になった場合でも、蒸発器ケースとウィックの密着性を良好に維持して、安定した冷却性能を実現することができる。

### 図面の簡単な説明

[0011] [図1A]ループ型ヒートパイプで用いられる従来の平板型蒸発器の構成を示す

図であり作動流体の流れる方向に沿った断面図である。

[図1B] 図1AのA-A'断面図であり、動作停止時の状態を示す図である。

[図1C] 図1AのA-A'断面図であり、従来の平板型蒸発器における加熱時の問題点を説明するための図である。

[図2] 本発明が適用されるループ型ヒートパイプの全体構成を示す図である。

[図3A] 第1実施例の蒸発器の構成を示す図であり、作動流体の流れる方向に沿った断面図である。

[図3B] 図3AのA-A'断面図である。

[図4] 各作動流体の温度-飽和蒸気圧曲線のグラフである。

[図5A] 第1実施例の効果を説明するための模式図であり、動作停止時の蒸発器状態を示す図である。

[図5B] 第1実施例の効果を説明するための模式図であり、加熱時の蒸発器の状態を示す図である。

[図6A] 第1実施例の蒸発器の搭載例を示す概略断面図である。

[図6B] 図6Aの蒸発器の搭載例の斜視図である。

[図7] 第1実施例の蒸発器を用いたループ型ヒートパイプの効果を示すグラフである。

[図8A] 第1実施例の蒸発器の変形例1を示す図であり、動作停止時の蒸発器の状態を示す図である。

[図8B] 図8Aの変形例1における加熱時の蒸発器の状態を示す図である。

[図9A] 第1実施例の蒸発器の変形例2を示す図であり、動作停止時の蒸発器の状態を示す図である。

[図9B] 図9Aの変形例2における加熱時の蒸発器の状態を示す図である。

[図10A] 第2実施例の蒸発器の構成を示す図であり、作動流体の流れる方向に沿った断面図である。

[図10B] 図10AのA-A'断面図である。

[図11A] 第2実施例の効果を説明するための模式図であり、動作停止時の蒸発器の状態を示す図である。

[図11B]第2実施例の効果を説明するための模式図であり、加熱時の蒸発器の状態を示す図である。

[図12A]第2実施例の変形例1を示す図であり、動作停止時の蒸発器の状態を示す図である。

[図12B]図12Aの変形例1における加熱時の状態を示す図である。

[図13A]第2実施例の蒸発器の搭載例を示す概略断面図である。

[図13B]図13Aの蒸発器の搭載例を示す斜視図である。

[図14]第2実施例の蒸発器を用いたループ型ヒートパイプの効果を示すグラフである。

## 発明を実施するための形態

### 実施例 1

[0012] 図2は、本発明が適用されるループ型ヒートパイプ1の全体構成を示す図である。ループ型ヒートパイプ1は、液体状態にある作動流体を発熱体（電子部品等）からの熱で気化させるための蒸発器10と、気体状態にある作動流体を放熱により凝縮させるための凝縮器11とを、蒸発器10からの作動流体を凝縮器11に供給するための蒸気管14、及び凝縮器11からの作動流体を蒸発器10に供給するための液管13によりループ状に接続したものである。液管13と蒸気管14を合わせて連結管とする。図2の例では、凝縮部11近傍に送風ファン12を設けて冷却を促進する構成としている。

[0013] なお、蒸気管14と液管13の内部の流体は、必ずしも100%蒸気、あるいは100%液体ということではなく、いずれも混相流である。ループ型ヒートパイプ1が作動しているときは、蒸気管14の内部はほとんどが蒸気であり、液管13の内部はほとんどが液体であるため、便宜上、「蒸気管」、「液管」と称する。

[0014] 図3A及び図3Bは第1実施例の蒸発器10の構成を示す図である。図3Aは作動流体が流れる方向に沿った断面図、図3Bは図3AのA-A'ラインに沿った断面図である。第1実施例では、蒸発器10は、液供給通路46を有する蒸発室（第1空間）40Aと、蒸発室の圧力を調整するための圧力調整室

(第2空間) 40Bを有し、蒸発室40Aと圧力調整室40Bとを仕切る隔壁51には、蒸発室40Aと圧力調整室40Bを連通する圧力調整穴55が形成されている。

[0015] 図3A及び図3Bの例では、蒸発器ケース40の底面が受熱面42となっている。蒸発器10は、受熱面42が電子部品等の発熱体と接触するように発熱体上に搭載され(図6A参照)、電子部品からの熱を受け取る。蒸発室40Aの内壁にはウィック(多孔質体)47が機械的・熱的に接触している。液管13によって蒸発室40Aに供給された作動液(液体状態の作動流体)49は、ウィック47に含浸される。含浸された液体は、蒸発器ケース40からウィックに伝わった熱によって加熱される。蒸発器10の内部は、作動流体の飽和蒸気圧に保たれており、作動液の温度が内部の飽和蒸気圧における沸点を超えた時点で蒸発気化する。このとき、作動流体は潜熱エネルギーを取り込む。潜熱エネルギーを取り込んだ蒸気は、ウィック47に形成されたグルーブ(蒸気排出用溝)45を通過し蒸気管14に流れ込むとともに、その一部は圧力調整穴55を通過して圧力調整室40Bに流れ込む。これによって、蒸発室40Aと圧力調整室40Bは、ほぼ同じ圧力になる。なお、作動流体49の使用温度範囲における飽和蒸気圧は、ループ型ヒートパイプ1を使用する環境下の大気圧以上である。

[0016] 図3A及び図3Bに示す蒸発器10の具体的な構成例を説明する。蒸発器ケース40は、全体の高さが18mm、幅60mm、長さ70mm平板型である。蒸発室40Aの上面側に圧力調整室40Bを設けた二重構造とし、圧力調整室40Bは、高さ1mm、幅56mm、長さ66mmの空間を構成する。圧力調整室40Bは、蒸発室40Aと厚さ2mmの隔壁51で隔てられており、隔壁51には、蒸発室40Aの蒸気側に通ずる直径1mmの圧力調整穴55が設けられている。蒸発室40Aの室内寸法は、高さ11mm、幅56mm、長さ66mmであり、壁面の厚さは全体的に2mmである。

[0017] 蒸発器ケース40や隔壁51の材質は、第1実施例においては無酸素銅を用いた。従来の平板型蒸発器は高い内圧に耐えられるように剛性率が高いス



ステンレスなどの材料が用いられることが多いが、第1実施例では、後述するように必ずしも剛性が高い材料を使う必要はない。むしろ蒸発器ケース40の温度分布が均一となるようにステンレスよりも熱伝導率の高い材料を用いるのが好ましい。たとえば軽量化のためにアルミ合金などの材料を用いても良い。

- [0018] 蒸発室40Aの内部に配置されるウィック47は焼結ニッケル製であり、ポラス径は10 $\mu$ m、空孔率は約50%である。ウィック47の外形寸法は高さ11mm、幅56mm、長さ50mmであり、蒸発室40Aの内壁に密着した状態で収まるように、特に高さ寸法が精密に作製されている。またウィック47の上面と下面（蒸発室40Aの上面と下面に接する面）には幅1mm、深さ2mmの蒸気通路（グループ）45が、3mmピッチで15本ずつ形成されている。ウィック47の中央部には、液管13から供給される作動液49をウィック47の内部に引き込むため、高さ3mm、幅40mm、長さ40mmの液供給通路46が設けられている。
- [0019] 蒸発器10と凝縮部11を結ぶ蒸気管14、液管13は、ともに外径6mm、内径5mm、長さ約300mmの銅パイプである。凝縮部11は、蒸気管14や液管13と同様に、外径6mm、内径5mm、長さ400mmの銅パイプであり、パイプの周囲に放熱フィンを熱的に接続し、送風ファン12で冷却する構成としている（図2参照）。
- [0020] 第1実施例では、作動流体49としてn-ペンタンを使用しているが、ブタンやアンモニアなどの蒸気圧が高い流体を用いても良い。
- [0021] 図4は、各種流体の蒸気圧曲線を示すグラフである。作動流体49としてn-ブタンを用いたときの大気圧下での沸点は、約36 $^{\circ}$ Cである。ループ型ヒートパイプ1の作動時には、作動流体49の温度は50~70 $^{\circ}$ C付近となるため、作動流体49にブタンまたはペンタンを用いた場合、その蒸気圧は大気圧以上となる。図1Aに示す従来の蒸発器構成の場合、図1Cのように作動流体の内圧によりケース1001の上面が膨れるため、蒸発器ケース1000と内部のウィック1007の密着性が悪化し、性能が低下していた。

これに対し、第1実施例では、蒸発器10を二重構造にして蒸発室40Aの上面側に圧力調節室40Aを設け、ウィック47の表面から蒸発する蒸気が圧力調節室40Bに流れるように隔壁51に圧力調整穴55を設けた場合、蒸発室40Aと圧力調節室40Bは、同じ圧力になる。

[0022] 図5A及び図5Bは、第1実施例の効果を説明するための模式図である。作動流体49にボタンを用いた場合、電子部品20から放出される熱によりウィック47に含浸された作動流体が加熱されると、蒸発室40A内の蒸気圧は上昇する。気化した作動流体は圧力調整穴55から圧力調整室40B内へ流れ込むので、蒸発室40Aから隔壁51にかかる蒸気圧と、圧力調節室40Bから隔壁51にかかる蒸気圧とはほぼ等しくなり、図5Bに示すように、ウィック47と接触する隔壁51が内圧によって変形することはない。一方、蒸発器ケース40の上面53（第1実施例では、圧力調整室40Bの上面でもある）は、外部の大気圧に比べてボタンの飽和蒸気圧の方が高いので、外側に向かって膨張し湾曲する。しかし、隔壁51自体には変形はないので、作動液49の蒸気圧によって蒸発室40Aの内圧が高くなった場合でも、蒸発室40Aとウィック47は良好な熱接触を保つことができる。

[0023] 図6A及び図6Bは、第1実施例の蒸発器10の搭載例を示す図である。ループ型ヒートパイプ1の蒸発器10は、サーマルグリース21を介して、プリント基板30上の電子部品20上に配置され、取り付けネジ31によりプリント基板30に固定される。蒸発器10の発熱量は、第1実施例では約60Wである。このとき、図示しない凝縮部11を送風ファン（φ90mm、12V駆動）12によって室温下（25℃）で冷却する。

[0024] 図7は、このように構成したループ型ヒートパイプの冷却性能を示すグラフである。比較例として、図1に示した従来構造の蒸発器を組み込んだループ型ヒートパイプを作製し、作動実験を行って、第1実施例のループ型ヒートパイプ1と冷却性能を比較した。グラフの横軸は、ヒータ加熱量（電子部品の発熱量）、縦軸は、蒸発器10と凝縮部11の熱抵抗を示す。熱抵抗は、蒸発器10の受熱面42の温度と凝縮部11の平均温度の差を発熱体20

の熱量で除した値である。熱抵抗値が低いほど、すなわち、受熱面42と凝縮部11の温度差が小さいほど、蒸発器10から凝縮部11に効率よく熱が伝達され、高い冷却性能を持つことを示す。

[0025] 従来技術のループ型ヒートパイプの場合、発熱量が高くなるほど蒸発器の内圧が高まり、図1Cのように蒸発器ケース1001とウィック1007の隙間が拡大し、冷却性能が低下（熱抵抗が増大）する。これに対し、第1実施例の場合は、発熱量が高くなって蒸発器の温度が高温となった場合でも、図5に示すように、蒸発器ケース40内の隔壁51とウィック47の熱接触が良好に維持された状態を確保できるため、高い冷却性能を保つこと（熱抵抗を低く維持）が可能である。

[0026] 図8A及び図8Bは、第1実施例の変形例1を示す図である。変形例1では、圧力調節室60Bを構成する蒸発器ケース60の外壁（たとえば上面）63を、蒸発室60Aと圧力調節室60Bを仕切る隔壁61よりも薄く設定する。たとえば、隔壁61の厚さを2mm、蒸発器ケース60の上面63の厚さを1mmとする。動作停止時は図8Aに示すように圧力調整室60Bの変形はない。一方、加熱時には、図8Bに示すように圧力調整室60Bが膨張する。内側の隔壁61よりも外側壁面（上面）63を薄くすることで、圧力調整室60Bに流れ込んだ蒸気圧を受けて外側壁面63は外側（大気側）に変形するが、内側の隔壁61にはほとんど変形が生じない。この構成は、内側隔壁61とウィック47の密着性を一定に保持するのに効果的である。なお、図8では外壁63の厚さを隔壁61の厚さの1/2としているが、この例に限定されず、隔壁61の形状に影響を与えることなく外壁63が変形することのできる適切な厚さに設定することができる。用いる作動流体の種類にもよるが、たとえば外壁63の厚さを隔壁61の厚さの1/5～2/3の範囲で適切に設定することができる（この範囲で問題がないかご確認ください）。

[0027] 図9A及び図9Bは、第1実施例の変形例2を示す図である。変形例2では、蒸発器ケース70の上面73と内側の隔壁71の厚さは同程度であるが

、隔壁71をウィック47が配置されている蒸発室70A側にわずかに湾曲させておく。動作停止時は図9Aに示すように圧力調整室70Bの変形はない。一方、加熱時には、図9Bに示すように圧力調整室70Bが膨張する。この構成では、圧力調節穴75から圧力調節室70Bに流れ込んだ蒸気により蒸発器ケース70の外側壁面（上面）73が外側に膨張するとき、内側の隔壁71もウィック47側への湾曲の度合いを増す方向に変形する。その結果、隔壁71をウィック47に対して押圧する力が働く。これにより、隔壁71とウィック47の密着性がより高まり、ループ型ヒートパイプの冷却性能が向上する。

[0028] 以上のように、第1実施例の構成によれば、簡単な構成でループ型ヒートパイプの冷却性能を向上・安定させ、電子機器の安定した動作が実現する。

## 実施例 2

[0029] 図10A及び図10Bは、本発明の第2実施例の蒸発器80の構成を示す図である。図10Aは作動流体が流れる方向に沿った断面図、図10Bは図10AのA-A'ラインに沿った断面図である。第2実施例では、蒸発器80は、液供給通路86を有する蒸発室（第1空間）90Aと、気密性を有する第2流体室（第2空間）90Bを有する。第2流体室90Bは、同一温度において蒸発室90Aに供給される作動流体の飽和蒸気圧よりも高い飽和蒸気圧を有する第2流体100を收容するための空間である。第2流体100の少なくとも一部は液相100bである。図4のグラフを参照するならば、作動流体としてエタノールを用いる場合は、第2流体として、エタノール、ペンタン、ブタン、アンモニア等を一部液相の状態に封入する。作動流体がペンタンである場合は、第2流体とペンタン、ブタン、アンモニア等を一部液相の状態に封入する。

[0030] 図10A及び図10Bの例では、蒸発器ケース90の底面が受熱面82となっている。蒸発器80は、受熱面82が電子部品等の発熱体20と接触するように発熱体20上に搭載されて、電子部品からの熱を受け取る（図11A及び図11B参照）。蒸発室90Aの内壁にはウィック（多孔質体）47

が機械的・熱的に接触している。液管 83 によって蒸発室 90A に供給された作動液 89 は、ウィック 47 に含浸され、蒸発器ケース 40 からウィック 47 に伝わった熱によって加熱され、気化される。気化された蒸気は、ウィック 47 に形成されたグループ 45 から蒸気管 84 に流れ込む。一方、電子機器の作動時には、第 2 流体室 90B に封入されている第 2 流体も蒸発器ケース 90 を伝達する熱によってその一部が気化し、気相 100a と液相 100b の両方が存在する状態となっている。

[0031] 図 10A 及び図 10B に示す蒸発器 80 の具体的な構成例を説明する。蒸発器ケース 80 は、全体の高さが 18mm、幅 60mm、長さ 70mm 平板型である。蒸発室 90A の上面側に第 2 流体質 90B を設けた二重構造とし、第 2 流体質 90B は、高さ 1mm、幅 56mm、長さ 66mm の密閉空間とする。第 2 流体室 90B は、蒸発室 90A と厚さ 2mm の隔壁 91 で隔てられている。蒸発室 90A の室内寸法は、高さ 11mm、幅 56mm、長さ 66mm であり、壁面の厚さは全体的に 2mm である。

[0032] 蒸発器ケース 90 や隔壁 91 の材質は、第 2 実施例においては無酸素銅を用いている。従来の平板型蒸発器は高い内圧に耐えられるように剛性率が高いステンレスなどの材料が用いられることが多いが、第 2 実施例では、後述するように必ずしも剛性が高い材料を使う必要はない。むしろ蒸発器ケース 90 が均一な温度となるようにステンレスよりも熱伝導率の高い材料を用いるのが好ましく、たとえば軽量化のためにアルミ合金などの材料を用いても良い。

[0033] 蒸発室 90A の内部に配置されるウィック 47 は焼結ニッケル製であり、ポラス径は 10 $\mu$ m、空孔率は約 50% である。ウィック 47 の外形寸法は高さ 11mm、幅 56mm、長さ 50mm であり、蒸発室 90A の内壁に密着した状態で収まるように、特に高さ寸法が精密に作製されている。ウィック 47 の上面と下面（蒸発室 90A の上面と下面に接する面）には幅 1mm、深さ 2mm の蒸気通路（グループ）45 が、3mm ピッチで 15 本ずつ形成されている。ウィック 47 の中央部には、液管 13 から供給される作動液

49をウィック47の内部に引き込むため、高さ3mm、幅40mm、長さ40mmの液供給通路86が設けられている。

[0034] 蒸発器80と凝縮部11（図2参照）を結ぶ蒸気管84、液管83は、ともに外径6mm、内径5mm、長さ約300mmの銅パイプとした。凝縮部11は、蒸気管84や液管83と同様に、外径6mm、内径5mm、長さ400mmの銅パイプであり、パイプの周囲に放熱フィンを熱的に接続し、送風ファン12で冷却するようにした。

[0035] 第2実施例では、作動流体89としてn-ペンタンを使用する。ペンタンの大気圧下での沸点は約36℃であるが、ループ型ヒートパイプ1の作動時には、作動流体89の温度は50～70℃付近となるため、ペンタンの蒸気圧は大気圧以上となる。一方、第2流体室90Bには、あらかじめ第2流体として1ccのブタンが封入されている。第2流体室90Bへのブタンの封入は、ループ型ヒートパイプの作動流体を封入するのと同様の手法で、内部空間を真空状態にしたのち、第2流体(ブタン)のみを封入する。第2流体は、発熱体(電子部品)20の作動時には気相が優勢となるが、作動時、非作動時を通してその少なくとも一部は液相である。

[0036] 図11A及び図11Bは、第2実施例の効果を説明するための模式図である。第2流体にブタンを用いた場合、同一温度におけるブタンの飽和蒸気圧は、作動流体であるn-ペンタンの飽和蒸気圧よりも高いが、動作停止時には第2流体室90Bに変形はない。加熱時には、蒸発器ケース90の作動流体側(蒸発室90A)と第2流体側(第2流体室90B)の温度がほぼ同一であるとするならば、隔壁91は、圧力が低い側、すなわちウィック47が設置されている蒸発室90A側に押圧される。温度が高くなるほど作動流体89と第2流体100の圧力差は大きくなるため、蒸発器ケース90が発熱体20からの熱を受けて高温になるにつれて、隔壁91はウィック47により密着する。このとき、図11Bに示すように、蒸発室90Aと第2流体室90Bとの内圧の差よりも、第2流体室90Bと大気圧との差のほうが大きいため、第2流体室90Bの上面93は外側に向けて湾曲するが、隔壁91

もまた、蒸発室90A側に向かって膨張するのでウィック47との密着性は向上する。

[0037] 図12A及び図12Bは、第2実施例の蒸発器の変形例を示す図である。第2実施例では、隔壁91の厚さを蒸発器ケース90の壁厚と同じ2mmとしたが、変形例では、蒸発器80aの蒸発室90Aと第2流体室90Bを隔てる隔壁91aの厚さを、蒸発器ケース90の壁厚よりも薄く、たとえば1mmに設定する。このように構成することによって、動作停止時には第2流体室90Bに変形はないが(図12A)、加熱時には隔壁91aが変形しやすくなり、より強い力で隔壁91aとウィック47を密着させることができる(図12B)。

[0038] 図13A及び図13Bは、第2実施例の蒸発器80の搭載例を示す図である。ループ型ヒートパイプ1の蒸発器80は、サーマルグリース21を介して、プリント基板30上の電子部品20上に配置され、取り付けネジ31によりプリント基板30に固定される。蒸発器80の発熱量は、第2実施例では約60Wである。このとき、図示しない凝縮部11を送風ファン(φ90mm、12V駆動)12によって室温下(25℃)で冷却する。発熱部品20から蒸発器ケース90に伝わる熱により、ウィック47に含浸された作動液が気化されるとともに、第2流体質90Bに封入されている作動液よりも飽和蒸気圧の大きい第2流体も気化し、隔壁91を蒸発室90A側のウィック47に対して押圧する。

[0039] 図14は、第2実施例のループ型ヒートパイプの冷却性能を示すグラフである。比較例として、図1A~図1Cに示した従来のウィック構造を組み込んだループ型ヒートパイプを作製し、作動実験を行って、第2実施例のループ型ヒートパイプ1と冷却性能を比較した。グラフの横軸は、ヒータ加熱量(電子部品の発熱量)、縦軸は、蒸発器80と凝縮部11の熱抵抗を示す。熱抵抗は、蒸発器80の受熱面82の温度と凝縮部11の平均温度の差を発熱体20の熱量で除した値である。熱抵抗値が低いほど、すなわち、受熱面82と凝縮部11の温度差が小さいほど、蒸発器80から凝縮部11に効率

よく熱が伝達され、高い冷却性能を持つことを示す。

[0040] 従来技術のループ型ヒートパイプの場合、発熱量が高くなるほど、蒸発器の温度が高くなることによって、図1Cのように蒸発器ケース1001とウィック1007の隙間が拡大し、冷却性能が低下（熱抵抗が増大）する。これに対し、第2実施例の場合は、発熱量が高くなって蒸発器の温度が高温となった場合でも、図11Bあるいは図12Bに示すように、蒸発器ケース90内の隔壁91、91aとウィック47の熱接触は良好に保たれた状態を維持できるため、高い冷却性能を保つこと（熱抵抗を低く維持）が可能である。

[0041] このような効果を裏付けるために、作動流体にペントンをを用いた場合の幅56mmのCu製蒸発器ケース90の変形量を計算した。図1に示す従来の構成では、LHP作動時（70℃付近）における大気圧と蒸発器ケース内の圧力との差は0.2MPaとなるため（図4参照）、ケースは外側に95μm膨張・変形する。これにより、ケースとウィックの熱接触が得られず、熱抵抗が増大すると考えられる。他方、図11に示すように、第2流体室90Bにボタンを封入した場合、第2流体室90の内圧に比べて、蒸発室90Aの内圧は0.5MPa低くなる。蒸発室90A内にウィックがないとしたら、蒸発器ケースの隔壁91は蒸発室90A側に140μm張り出すことになるが、蒸発室90A内にウィック47があるため、隔壁91がウィック47に押し付けられ、密着性が向上すると考えられる。

[0042] また、図14のグラフと図7のグラフを比較するとわかるように、第2実施例の蒸発器構成を採用した場合、第1実施例の蒸発器構成よりも、さらに高い冷却効果を達成することができる。

[0043] 第1実施例及び第2実施例では、熱伝導面積の大きい蒸発器ケースの上面、すなわち受熱面と反対側の面にだけ第2空間を設けて二重構造としたが、蒸発室（第1空間）の一方または両方の側壁をもカバーするように第2空間を形成してもよい。蒸発室（第1空間）の上面及び両側壁をカバーして第2空間を形成する場合は、蒸発器の受熱面を除く3面にわたって二重構造が採



用されることになる。この場合、ウィックと蒸発室との熱密着はさらに向上する。

[0044] この国際出願は、2010年3月29日に日本国に出願された特許出願2010-075443の優先権を主張し、その全内容はこの国際出願に参照により組み込まれるものとする。

### 産業上の利用可能性

[0045] 本発明にかかるループ型ヒートパイプは、電子機器等、種々の発熱体の冷却装置に適用可能である。

### 符号の説明

[0046] 1 ループ型ヒートパイプ  
10、80 蒸発器  
13、83 液管  
14、84 蒸気管  
20 発熱体（電子機器）  
40、60、70、90 蒸発器ケース  
40A、60A、70A、90A 蒸発室（第1空間）  
42、82 受熱面  
47 ウィック  
49、89 作動流体  
40B、60B、70B 圧力調整室（第2空間）  
51、61、71、91、91a 隔壁  
55、65、75 圧力調整穴（連通穴）  
90B 第2流体室（第2空間）  
100 第2流体  
100a 気相状態の第2流体  
100b 液相状態の第2流体

## 請求の範囲

- [請求項1] 発熱体からの熱で作動流体を気化させる蒸発器と、気化された作動流体を凝縮させる凝縮器とを連結管でループ状に接続したループ型ヒートパイプであって、  
前記蒸発器は、  
前記発熱体との接触面を有し、前記連結管から供給される前記作動流体を蒸発させる第1空間と、  
前記第1空間を構成する面のうち、前記接触面以外の少なくとも1つの面に設けられる第2空間と、  
を有し、前記第1空間と第2空間を隔てる隔壁に、前記第1空間と第2空間を連通する連通穴が設けられていることを特徴とするループ型ヒートパイプ。
- [請求項2] 前記第2空間は、少なくとも前記第1空間の前記発熱体との接触面と反対側の面に形成されることを特徴とする請求項1に記載のループ型ヒートパイプ。
- [請求項3] 前記作動流体の蒸気圧は大気圧よりも高く、前記第2空間と大気を隔てる外壁の厚さが、前記第1空間と第2空間を隔てる隔壁の厚さよりも薄いことを特徴とする請求項2に記載のループ型ヒートパイプ。
- [請求項4] 前記作動流体の蒸気圧は大気圧よりも高く、前記第1空間と第2空間を隔てる隔壁が、前記第1空間側に向かって湾曲していることを特徴とする請求項2に記載のループ型ヒートパイプ。
- [請求項5] 前記作動流体は、ペンタン、ブタン、及びアンモニアから選択されることを特徴とする請求項4に記載のループ型ヒートパイプ。
- [請求項6] 発熱体からの熱で作動流体を気化させる蒸発器と、気化された作動流体を凝縮させる凝縮器とを連結管でループ状に接続したループ型ヒートパイプであって、  
前記蒸発器は、  
前記発熱体との接触面を有し、前記液管から供給される前記作動流

体を蒸発させる第 1 空間と、

前記第 1 空間を構成する面のうち、前記接触面以外の少なくとも 1 つの面に設けられ、同一温度において前記作動流体よりも飽和蒸気圧の高い第 2 の流体を密封する第 2 空間と、  
を有することを特徴とするループ型ヒートパイプ。

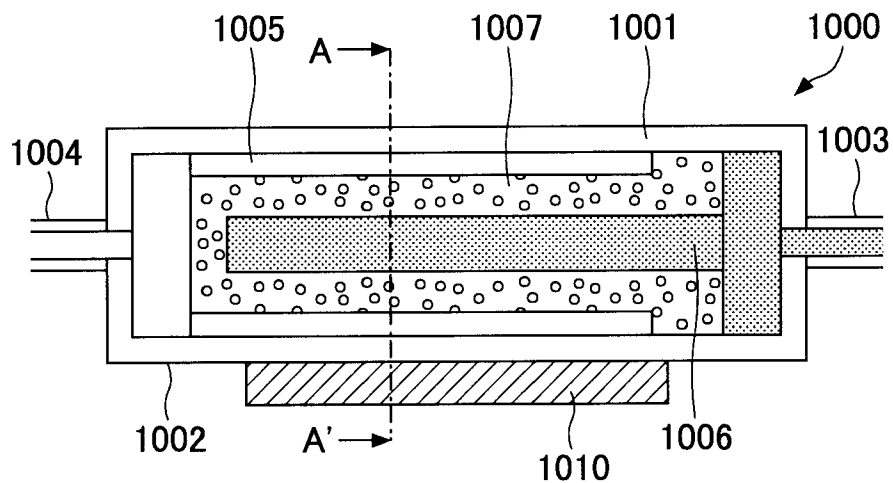
[請求項7] 前記ループ型ヒートパイプの非作動時には、前記第 2 の流体の少なくとも一部は液相であることを特徴とする請求項 6 に記載のループ型ヒートパイプ。

[請求項8] 前記第 1 空間と第 2 空間を隔てる隔壁の厚さが、前記第 2 空間と大気を隔てる外壁の厚さよりも薄いことを特徴とする請求項 7 に記載のループ型ヒートパイプ。

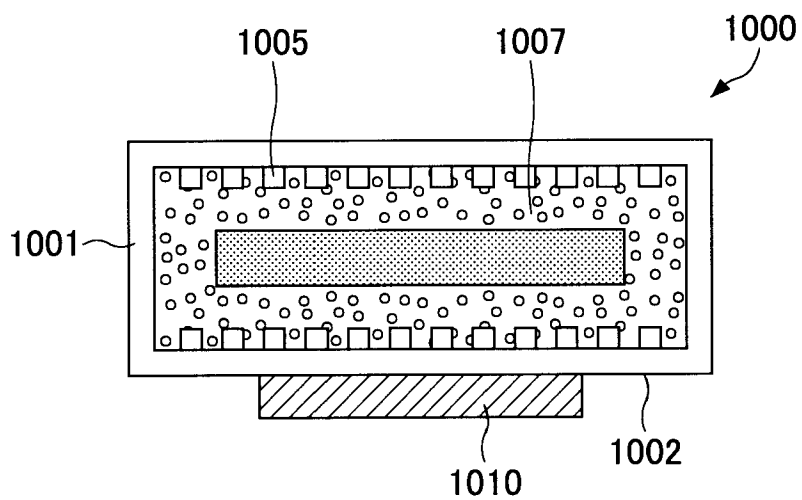
[請求項9] 前記第 1 空間の内部には、前記第 1 空間の内壁に沿って多孔質体が設けられ、前記多孔質体の中に、前記連結管により供給される作動流体の通路が形成されていることを特徴とする請求項 1 又は 6 に記載のループ型ヒートパイプ。

[請求項10] 前記蒸発器はステンレスよりも熱伝導率の高い材料で形成されていることを特徴とする請求項 1 又は 6 に記載のループ型ヒートパイプ。

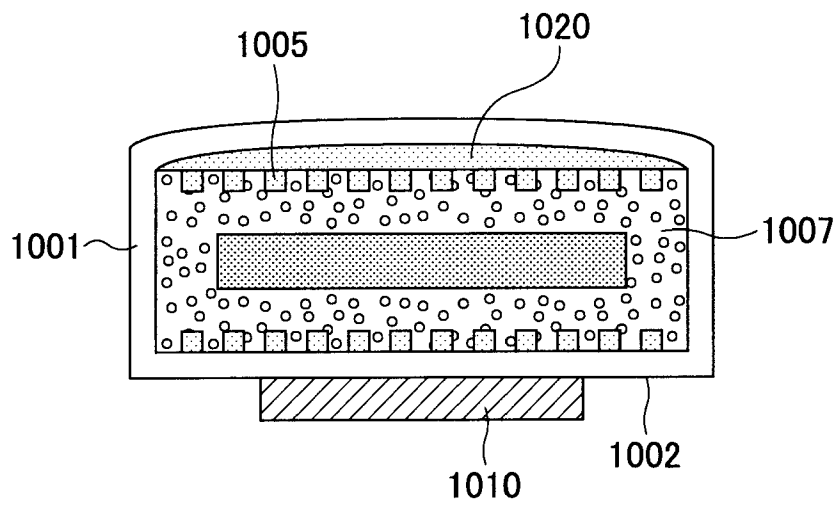
[図1A]



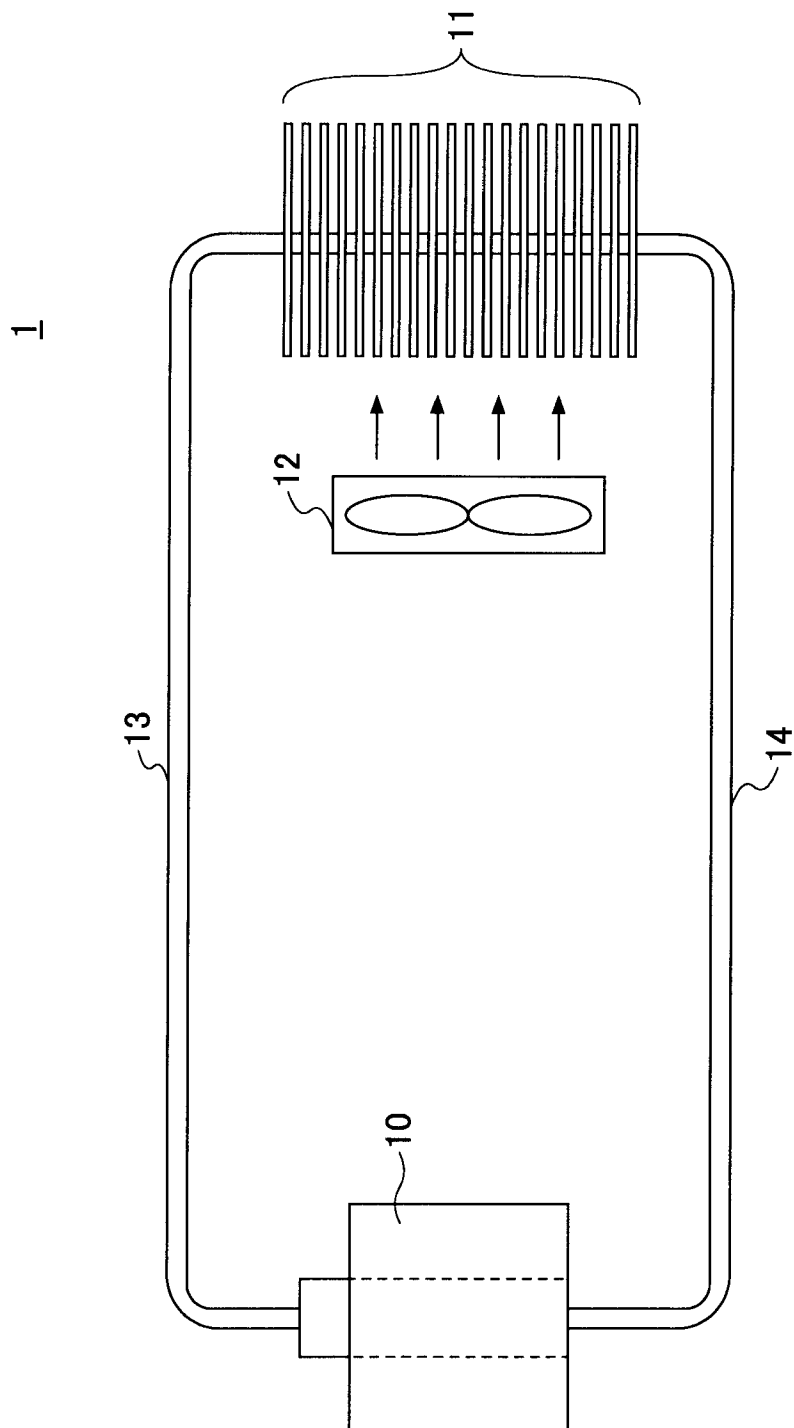
[図1B]



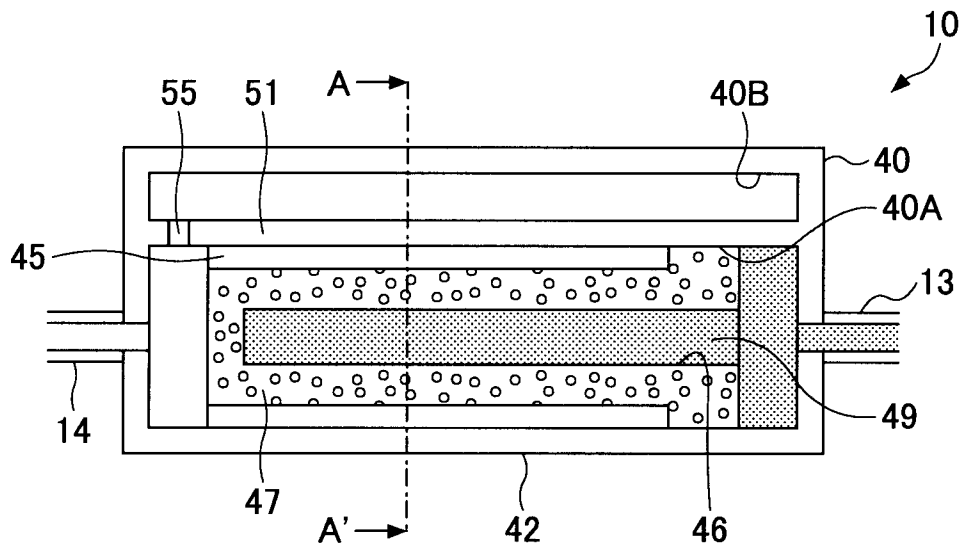
[図1C]



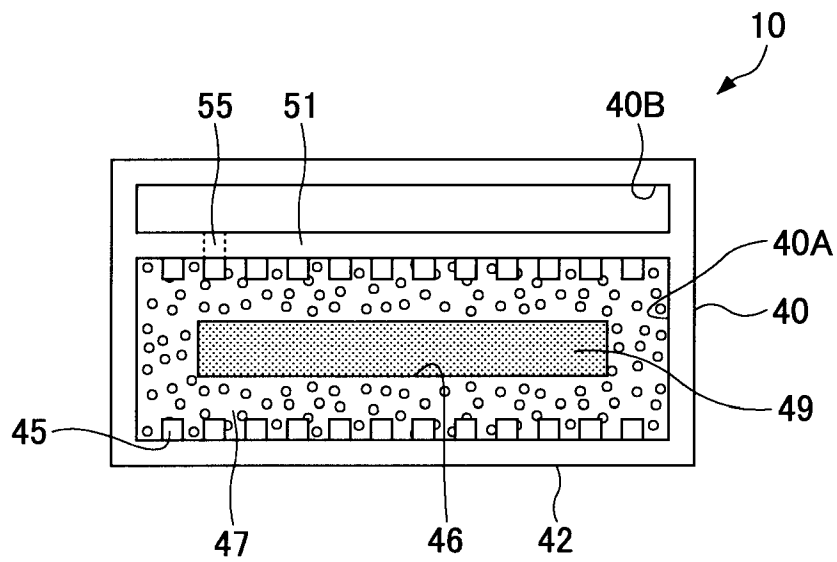
[図2]



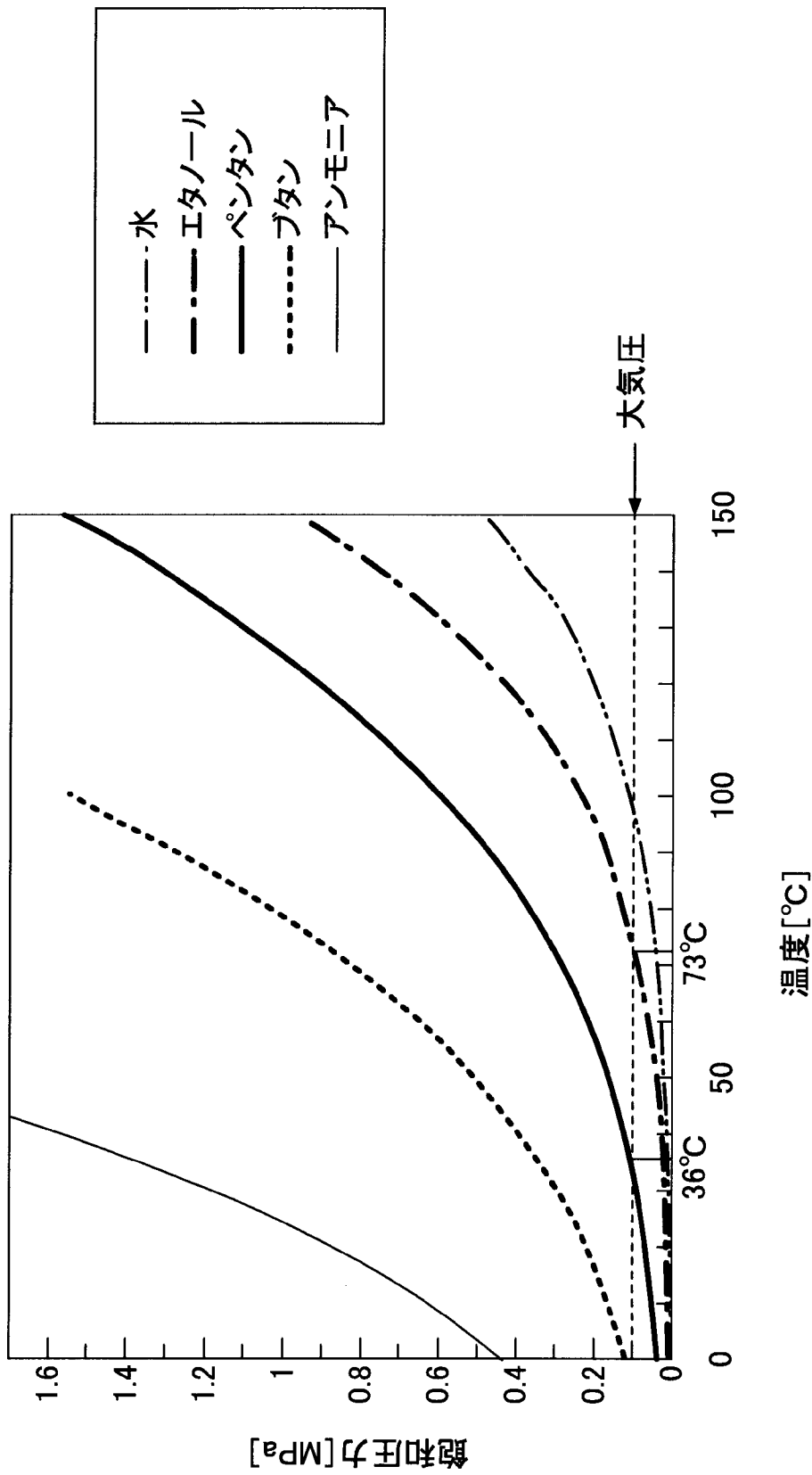
[図3A]



[図3B]

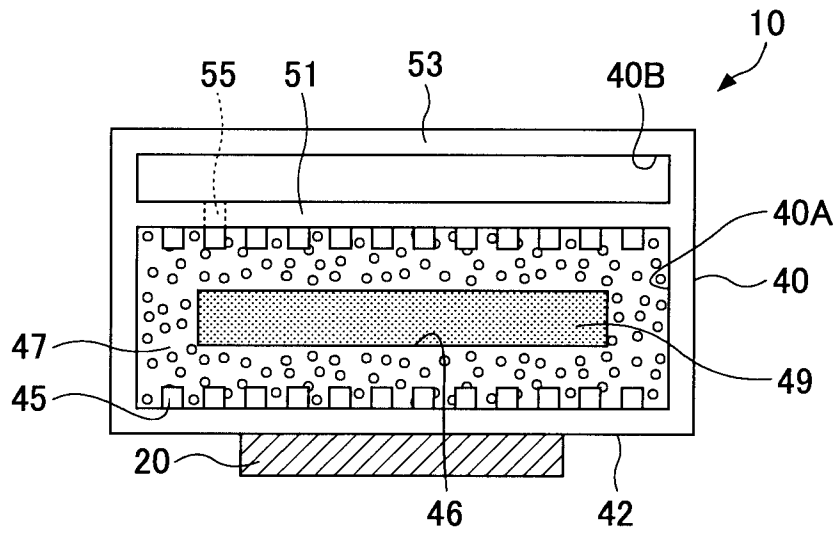


[図4]

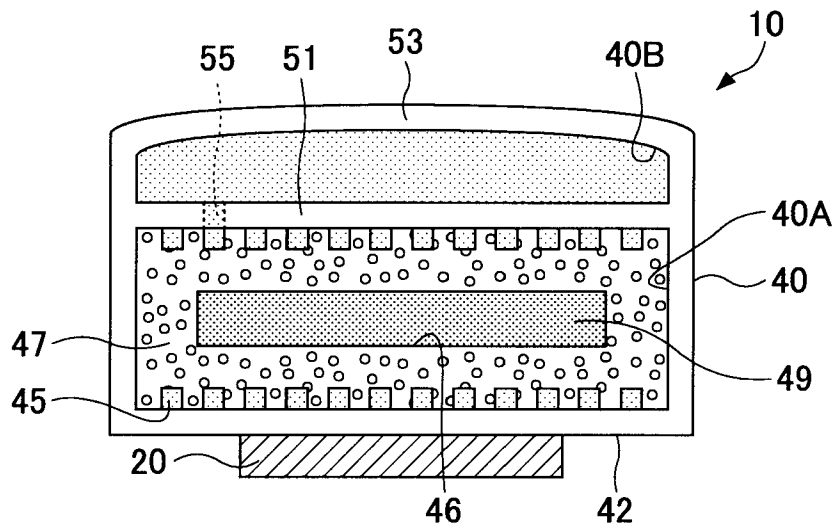




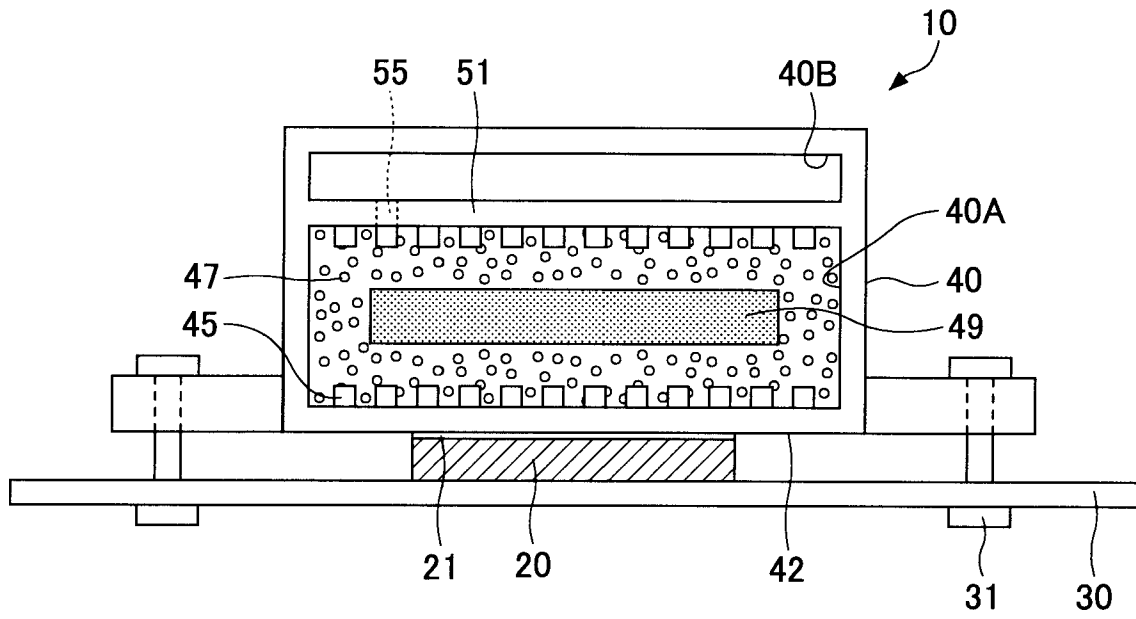
[図5A]



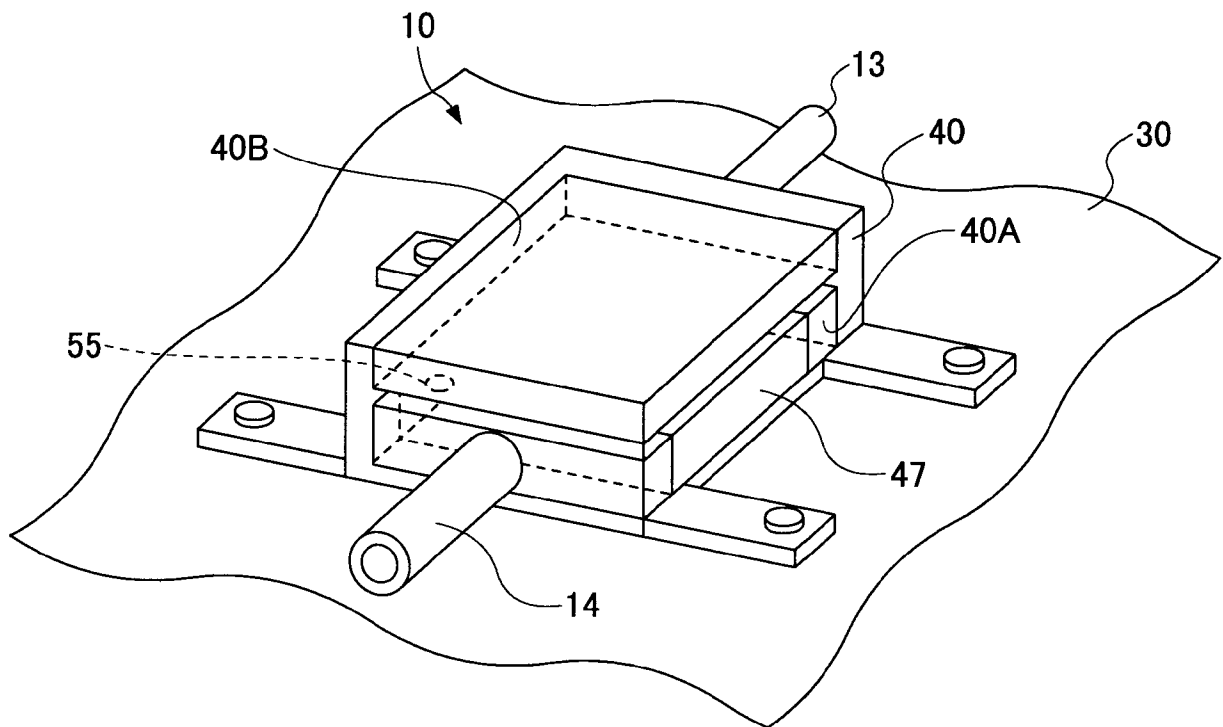
[図5B]



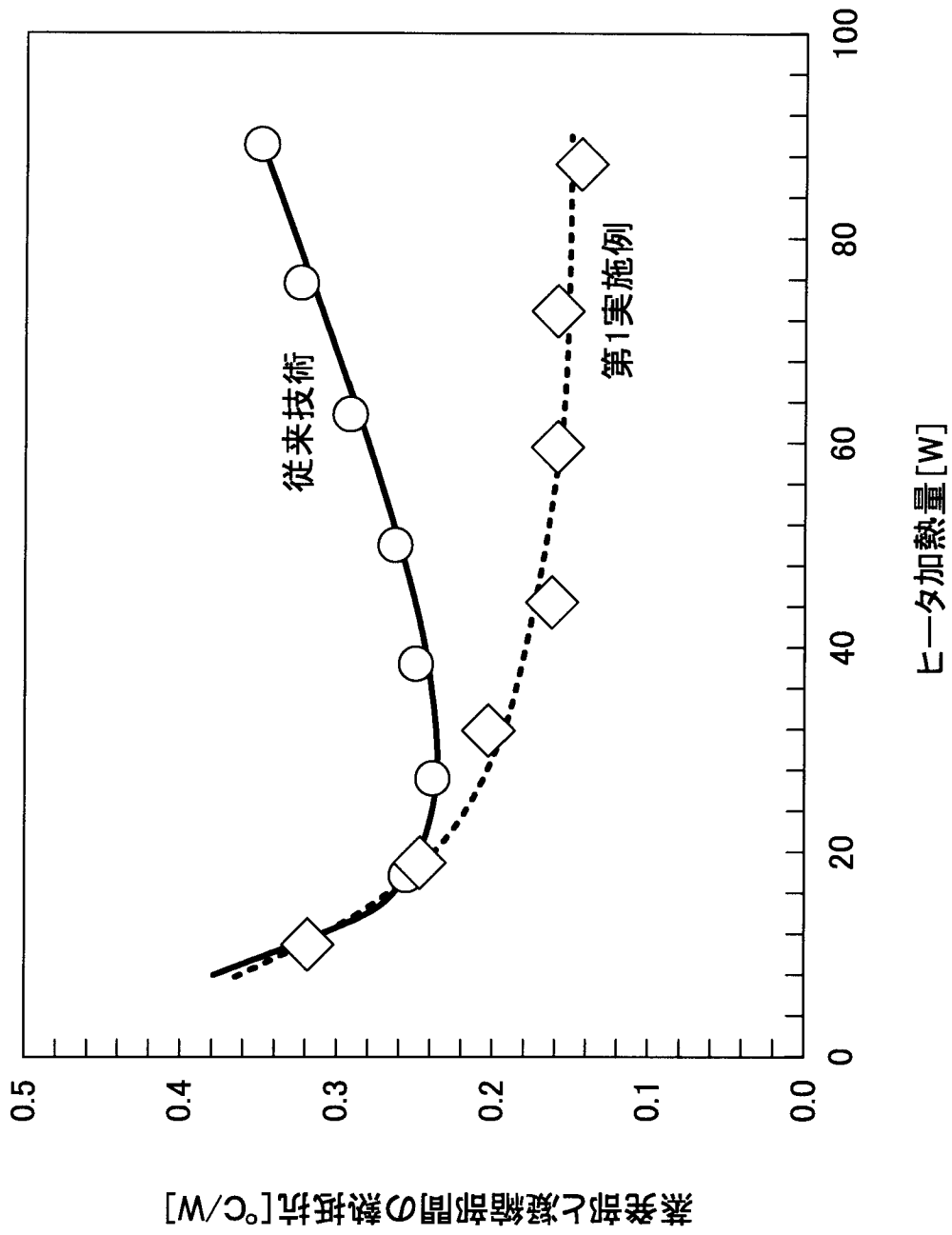
[図6A]



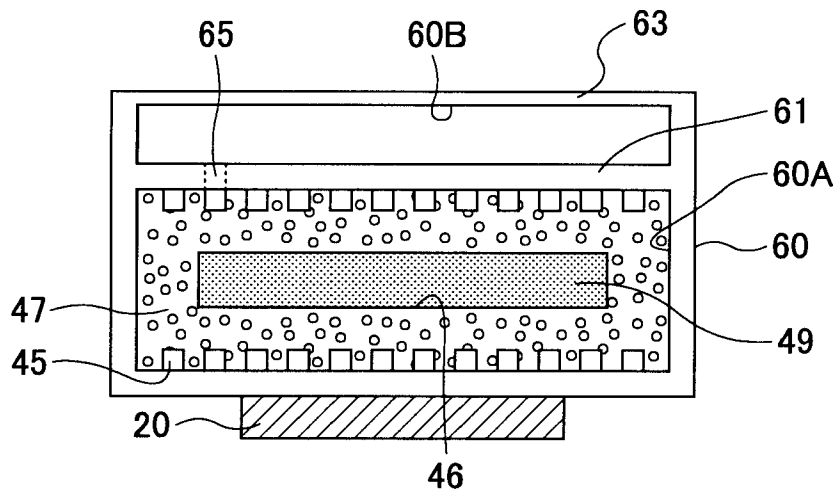
[図6B]



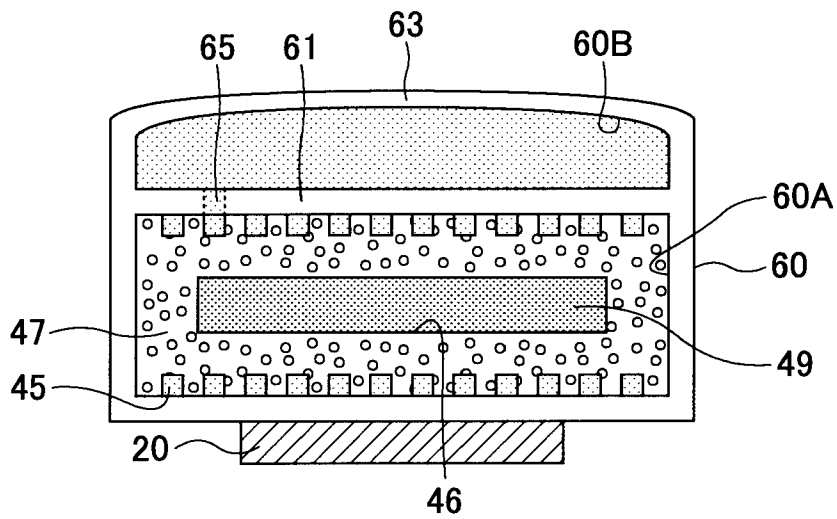
[図7]



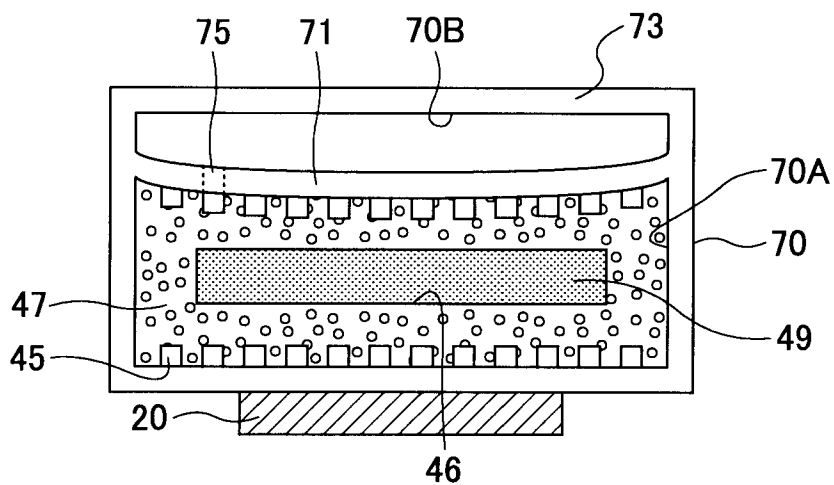
[図8A]



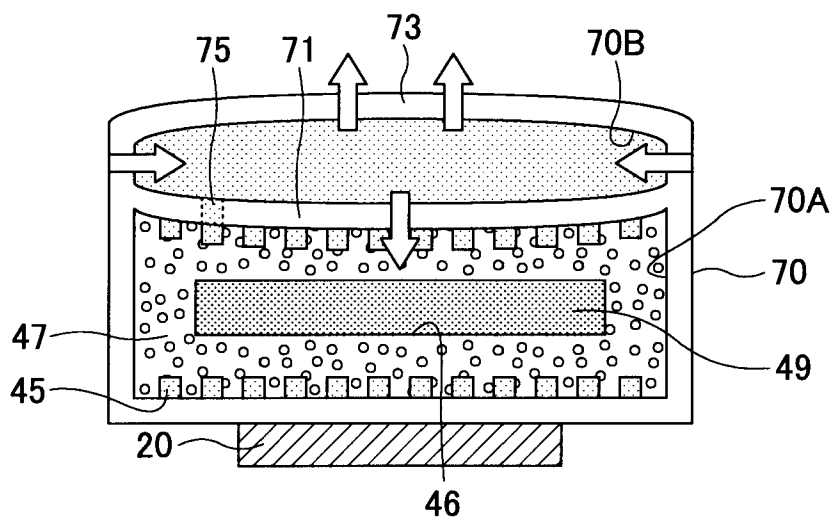
[図8B]



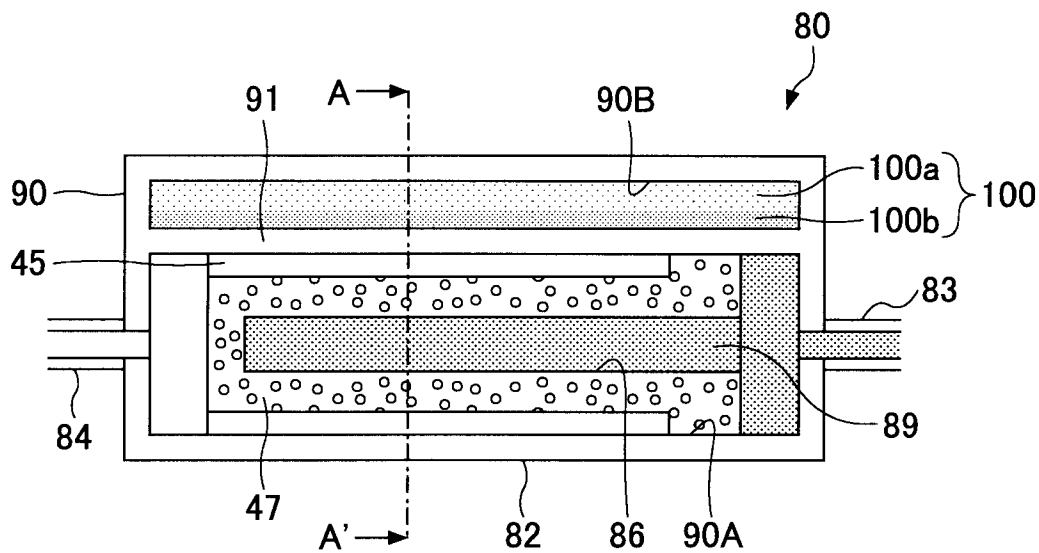
[図9A]



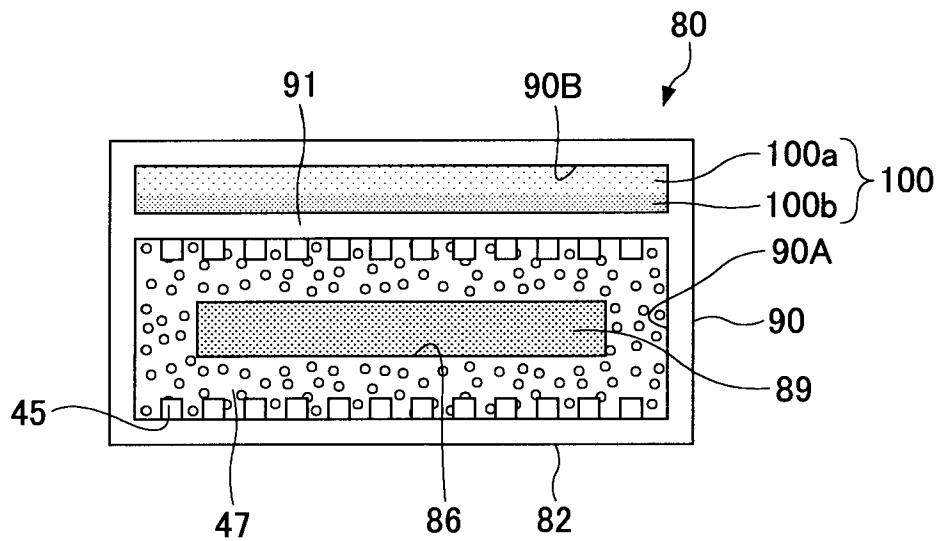
[図9B]



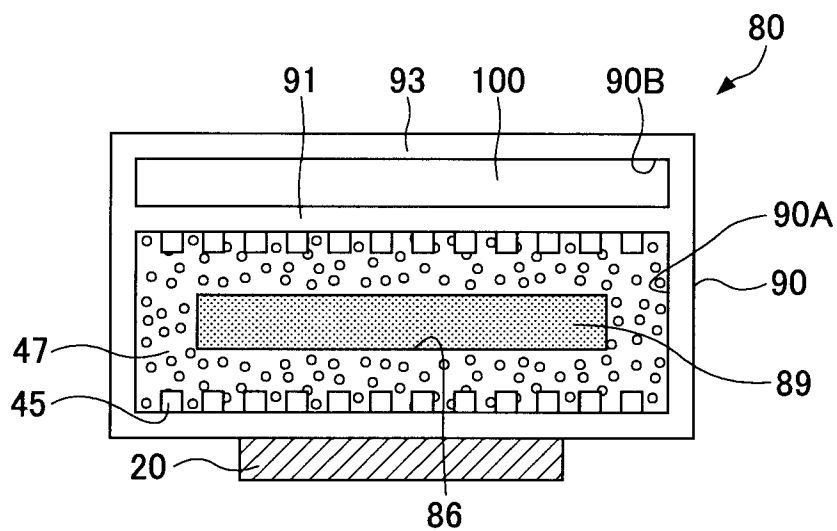
[図10A]



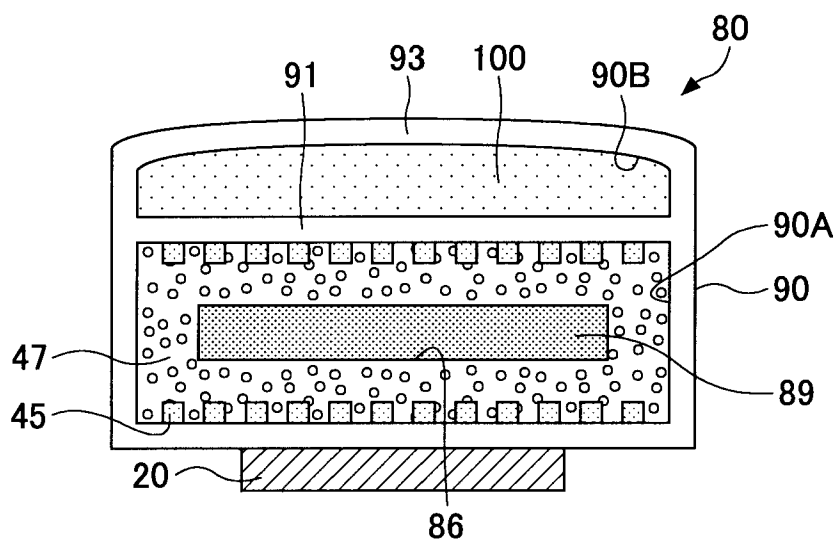
[図10B]



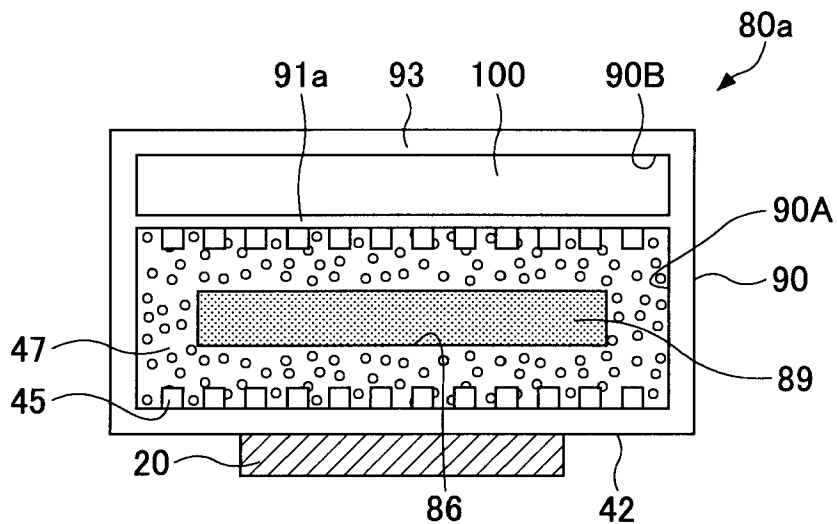
[図11A]



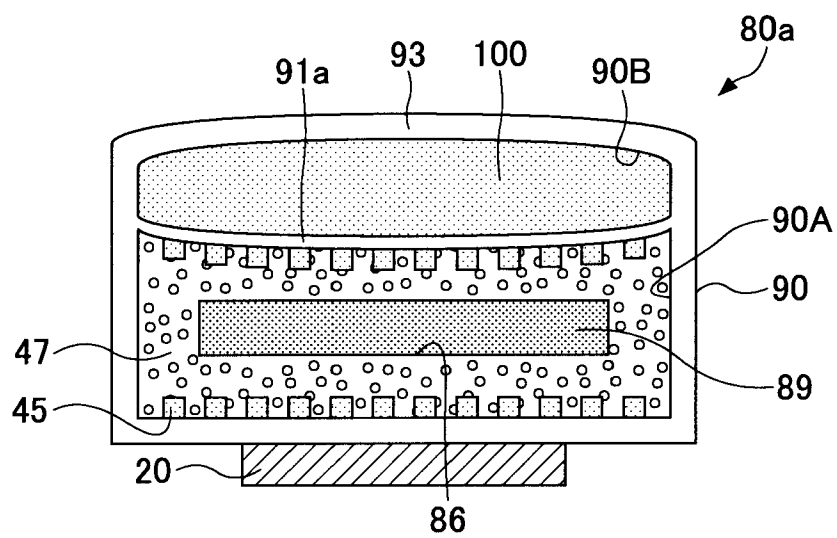
[図11B]



[図12A]

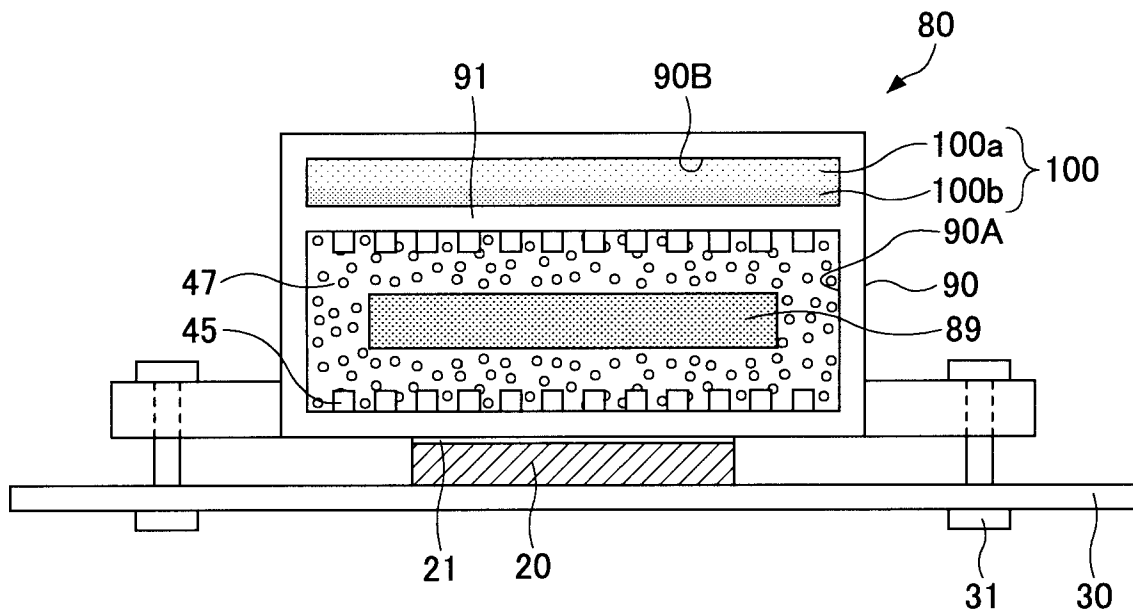


[図12B]

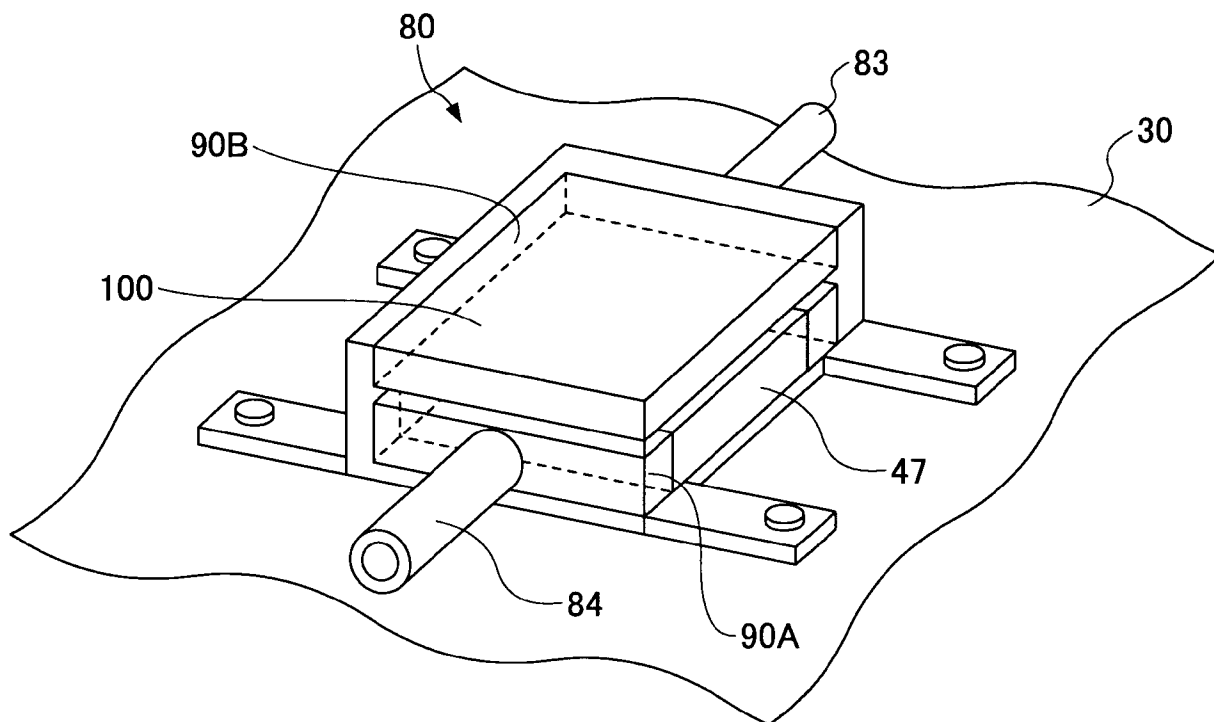




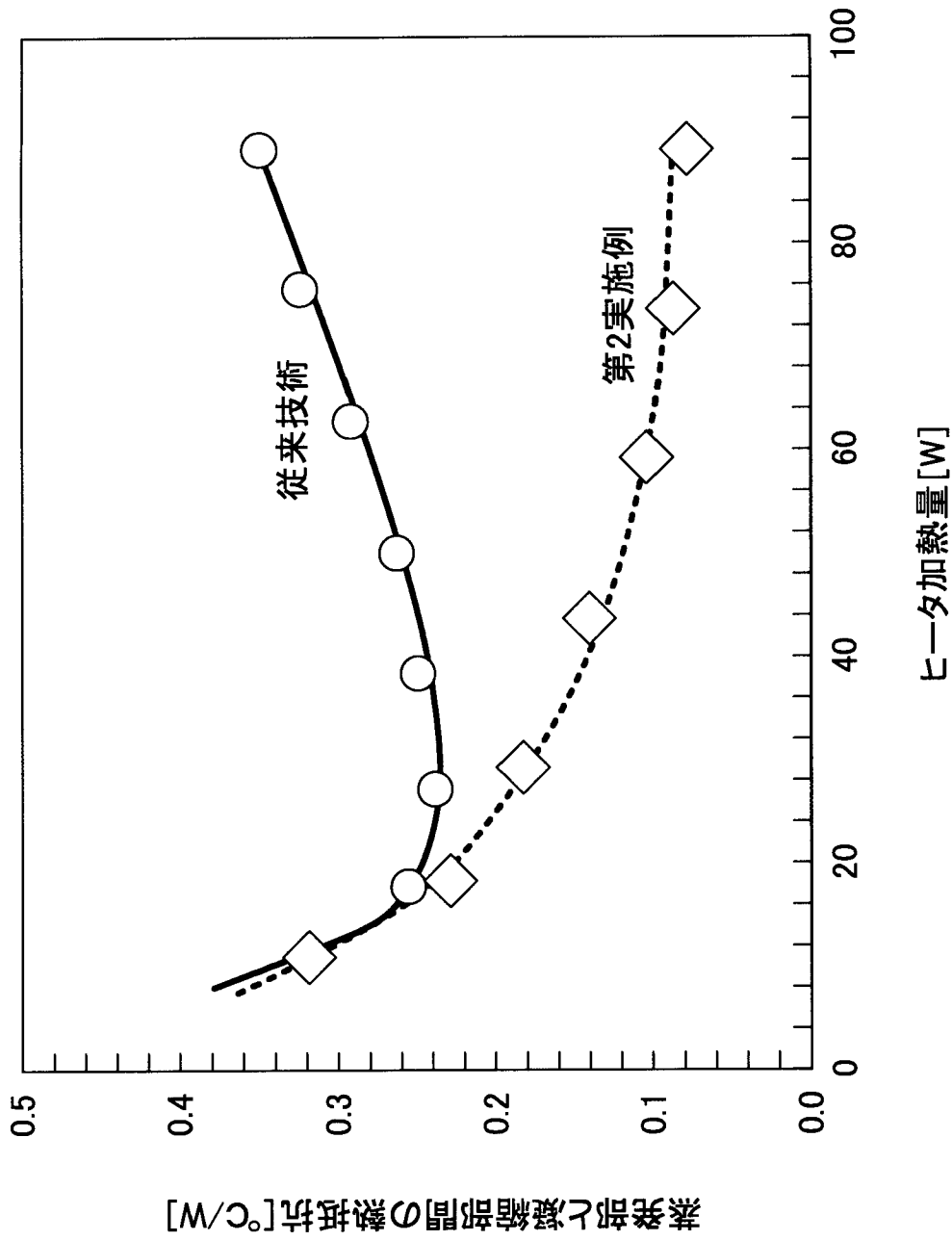
[図13A]



[図13B]



[図14]



## INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2010/066329

## A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

F28D15/02 (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)

F28D15/02

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	1996-2010
Kokai Jitsuyo Shinan Koho	1971-2010	Toroku Jitsuyo Shinan Koho	1994-2010

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.
X Y	JP 2005-259747 A (Sony Corp.), 22 September 2005 (22.09.2005), paragraphs [0017] to [0037]; fig. 1 to 5 (Family: none)	1, 2 3
Y	JP 63-201493 A (The Furukawa Electric Co., Ltd.), 19 August 1988 (19.08.1988), page 2, upper right column, lines 6 to 12 (Family: none)	3

 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

"&amp;" document member of the same patent family

Date of the actual completion of the international search  
22 December, 2010 (22.12.10)Date of mailing of the international search report  
11 January, 2011 (11.01.11)Name and mailing address of the ISA/  
Japanese Patent Office

Authorized officer

Facsimile No.

Telephone No.

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2010/066329

**Box No. II Observations where certain claims were found unsearchable (Continuation of item 2 of first sheet)**

This international search report has not been established in respect of certain claims under Article 17(2)(a) for the following reasons:

- 1.  Claims Nos.:  
because they relate to subject matter not required to be searched by this Authority, namely:
  
- 2.  Claims Nos.:  
because they relate to parts of the international application that do not comply with the prescribed requirements to such an extent that no meaningful international search can be carried out, specifically:
  
- 3.  Claims Nos.:  
because they are dependent claims and are not drafted in accordance with the second and third sentences of Rule 6.4(a).

**Box No. III Observations where unity of invention is lacking (Continuation of item 3 of first sheet)**

This International Searching Authority found multiple inventions in this international application, as follows:

The inventions in claims 1 and 2 cannot be considered to be novel in the light of the invention described in JP 2005-259747 A, and have no special technical feature. As a result of judging special technical features at the time of issuance of the order for payment of additional fee, it is considered that five inventions linked by special technical features as indicated below are involved.

(continued to extra sheet)

- 1.  As all required additional search fees were timely paid by the applicant, this international search report covers all searchable claims.
- 2.  As all searchable claims could be searched without effort justifying additional fees, this Authority did not invite payment of additional fees.
- 3.  As only some of the required additional search fees were timely paid by the applicant, this international search report covers only those claims for which fees were paid, specifically claims Nos.:
  
- 4.  No required additional search fees were timely paid by the applicant. Consequently, this international search report is restricted to the invention first mentioned in the claims; it is covered by claims Nos.: 1 - 3

**Remark on Protest**

- The additional search fees were accompanied by the applicant's protest and, where applicable, the payment of a protest fee.
- The additional search fees were accompanied by the applicant's protest but the applicable protest fee was not paid within the time limit specified in the invitation.
- No protest accompanied the payment of additional search fees.

**INTERNATIONAL SEARCH REPORT**

International application No.

PCT/JP2010/066329

Continuation of Box No.III of continuation of first sheet(2)

- (Invention 1) the inventions in claims 1 - 3
- (Invention 2) the inventions in claims 4 and 5
- (Invention 3) the invention in claim 9
- (Invention 4) the invention in claim 10
- (Invention 5) the inventions in claims 6 - 10

A. 発明の属する分野の分類 (国際特許分類 (IPC))

Int.Cl. F28D15/02(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. F28D15/02

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	1971-2010年
日本国実用新案登録公報	1996-2010年
日本国登録実用新案公報	1994-2010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
X Y	JP 2005-259747 A (ソニー株式会社) 2005.09.22, 段落【0017】-【0037】、図1-5 (ファミリーなし)	1, 2 3
Y	JP 63-201493 A (古河電気工業株式会社) 1988.08.19, 第2ページ右上欄第6-12行目 (ファミリーなし)	3

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、一般的な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

22.12.2010

国際調査報告の発送日

11.01.2011

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)

柳幸 憲子

3M

3833

電話番号 03-3581-1101 内線 3377

## 第II欄 請求の範囲の一部の調査ができないときの意見（第1ページの2の続き）

法第8条第3項（PCT17条(2)(a)）の規定により、この国際調査報告は次の理由により請求の範囲の一部について作成しなかった。

1.  請求項 \_\_\_\_\_ は、この国際調査機関が調査をすることを要しない対象に係るものである。つまり、
2.  請求項 \_\_\_\_\_ は、有意義な国際調査をすることができる程度まで所定の要件を満たしていない国際出願の部分に係るものである。つまり、
3.  請求項 \_\_\_\_\_ は、従属請求の範囲であってPCT規則6.4(a)の第2文及び第3文の規定に従って記載されていない。

## 第III欄 発明の単一性が欠如しているときの意見（第1ページの3の続き）

次に述べるようにこの国際出願に二以上の発明があるところの国際調査機関は認めた。

請求項1及び2に係る発明は、JP 2005-259747 Aに記載された発明に対して新規性が認められず、特別な技術的特徴を有しない。そこで、手数料の追加納付命令時点での特別な技術的特徴を判断すると、以下に示す特別な技術的特徴で連関する5の発明が含まれるものと認められる。

- (発明1) 請求項1-3に係る発明
- (発明2) 請求項4及び5発明
- (発明3) 請求項9に係る発明
- (発明4) 請求項10に係る発明
- (発明5) 請求項6-10に係る発明

1.  出願人が必要な追加調査手数料をすべて期間内に納付したので、この国際調査報告は、すべての調査可能な請求項について作成した。
2.  追加調査手数料を要求するまでもなく、すべての調査可能な請求項について調査することができたので、追加調査手数料の納付を求めなかった。
3.  出願人が必要な追加調査手数料を一部のみしか期間内に納付しなかったため、この国際調査報告は、手数料の納付のあった次の請求項のみについて作成した。
4.  出願人が必要な追加調査手数料を期間内に納付しなかったため、この国際調査報告は、請求の範囲の最初に記載されている発明に係る次の請求項について作成した。

請求項1-3

## 追加調査手数料の異議の申立てに関する注意

- 追加調査手数料及び、該当する場合には、異議申立手数料の納付と共に、出願人から異議申立てがあった。
- 追加調査手数料の納付と共に出願人から異議申立てがあったが、異議申立手数料が納付命令書に示した期間内に支払われなかった。
- 追加調査手数料の納付はあったが、異議申立てはなかった。