

(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
2015年6月11日(11.06.2015)



(10) 国際公開番号
WO 2015/083344 A1

- (51) 国際特許分類:
H01L 23/373 (2006.01) *F28D 15/02* (2006.01)
B60H 1/32 (2006.01) *H05K 7/20* (2006.01)
B60R 16/02 (2006.01)
- (21) 国際出願番号: PCT/JP2014/005899
- (22) 国際出願日: 2014年11月26日(26.11.2014)
- (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 2013-253324 2013年12月6日(06.12.2013) JP
- (71) 出願人: 株式会社デンソー(DENSO CORPORATION) [JP/JP]; 〒4488661 愛知県刈谷市昭和町1丁目1番地 Aichi (JP).
- (72) 発明者: 伊藤 功治(ITO, Koji); 〒4488661 愛知県刈谷市昭和町1丁目1番地株式会社デンソー内 Aichi (JP). 伊藤 公一(ITO, Koichi); 〒4488661 愛知県刈谷市昭和町1丁目1番地株式会社デンソー内 Aichi (JP).
- (74) 代理人: 金 順姫(KIN, Junhi); 〒4600003 愛知県名古屋市中区錦2丁目13番19号 瀧定ビル6階 Aichi (JP).

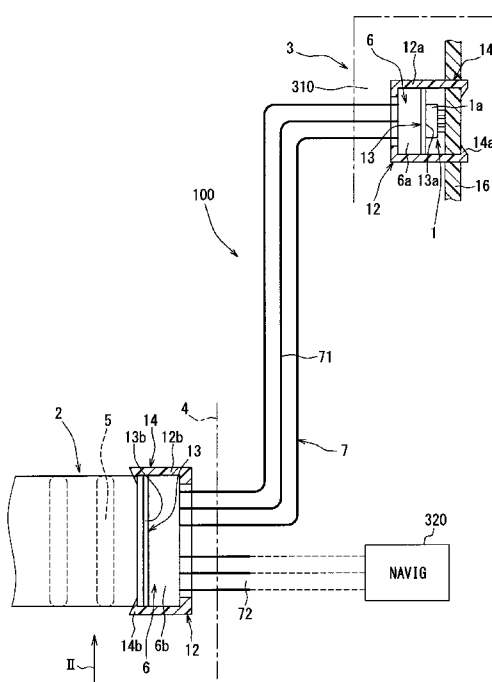
- (81) 指定国 (表示のない限り、全ての種類の国内保護が可能): AE, AG, AL, AM, AO, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BH, BN, BR, BW, BY, BZ, CA, CH, CL, CN, CO, CR, CU, CZ, DE, DK, DM, DO, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, GT, HN, HR, HU, ID, IL, IN, IR, IS, KE, KG, KN, KP, KR, KZ, LA, LC, LK, LR, LS, LU, LY, MA, MD, ME, MG, MK, 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: HEAT TRANSPORT DEVICE

(54) 発明の名称: 熱輸送装置



(57) Abstract: A heat transport device (100) which joins a heat generating member (1) and a heat dissipating member (2) and transfers heat from the heat generating member (1) to the heat dissipating member (2). The heat transport device (100) comprises composite members (6) and a thermally conductive body (7). The composite members (6) are configured by forming a composite of a plurality of carbon fibres (10) and a plurality of carbon nanotubes (9) that are mixed into a substrate (8) and by cross-linking carbon fibres (10) to carbon fibres (10) by using the carbon nanotubes (9). One end of the thermally conductive body (7), said end being flexible, is embedded in a composite member (6). The embedded end and the carbon fibres (10) in the composite member (6) are cross-linked via the carbon nanotubes (9). Thus, the heat generating member to be cooled and the heat dissipating member can have excellent heat transmission characteristics, and the heat generating member and the heat dissipating member can easily be connected by the flexible thermally conductive body.

(57) 要約: 熱輸送装置(100)は、発熱部材(1)と放熱部材(2)との間を連結して発熱部材(1)からの熱を放熱部材(2)に伝える。熱輸送装置(100)は、複合部材(6)と、熱伝導体(7)とを備える。複合部材(6)は、基材(8)の中に混入された複数のカーボンナノチューブ(9)および複数のカーボンファイバー(10)が複合されて構成され、カーボンファイバー(10)とカーボンファイバー(10)とがカーボンナノチューブ(9)によって架橋されている。熱伝導体(7)は、柔軟性のある一端が複合部材(6)の中に埋め込まれている。この埋め込まれた一端と複合部材(6)の中のカーボンファイバー(10)とが、

カーボンナノチューブ(9)を介して架橋される。これにより、冷却すべき対象となる発熱部材と放熱部材との熱伝達特性が良好にでき、かつ柔軟な熱伝導体で発熱部材と放熱部材とを容易に接続できる。

WO 2015/083344 A1

明 細 書

発明の名称：熱輸送装置

関連出願の相互参照

[0001] 本出願は、当該開示内容が参照によって本出願に組み込まれた、2013年12月6日に出願された日本特許出願2013-253324を基にしている。

技術分野

[0002] 本開示は、冷却すべき対象となる発熱部材と、この発熱部材から伝わる熱を放熱する放熱部材との間を熱伝達できる熱伝導体を有する熱輸送装置を提供することにある。特に、車両用空調装置を用いて、この車両用空調装置から離れた位置にある上記発熱部材となる車室内の電子装置の冷却を行う熱輸送装置に関するものである。

背景技術

[0003] 近年の車両は、ナビゲーション装置等の小型高発熱の電子装置が用いられている。これらの電子装置の発熱部の冷却が、今後ますます重要になってきている。

[0004] 従来、特許文献1に記載の放熱部品とその製造方法が知られている。この技術は、放熱する回路基板とヒートシンクとの間の熱抵抗を減らすために、ヒートシンクに密着する金属層に髭状のカーボンナノチューブ（CNTとも言う）、またはカーボンファイバーを埋め込む構成となっている。

[0005] 次に、非特許文献1には、カーボンナノチューブをカーボンファイバーとアルミニウムとの複合材に添加し、プラズマで焼結することにより、熱伝導率がアルミニウムの3倍以上の物体となることが開示されている。

[0006] 更に、非特許文献1には、気相成長炭素繊維（VGCFまたは単に上記カーボンファイバーとも言う）とアルミニウムの複合材料の内部において、他の気相成長炭素繊維と接触せずに離れて存在し、熱伝導に寄与しない気相成長炭素繊維に着目している。そして、気相成長炭素繊維と他の気相成長炭素

繊維とをサイズの小さいカーボンナノチューブにより架橋して熱伝導特性を改善している。

[0007] 上記特許文献1の構成では、回路基板とヒートシンクとが隣接して一体となっており、車両への搭載性および組み付け性には制約があり、車両内に分散する電子装置の冷却には好ましくない場合がある。つまり、半導体の発熱を効率よくヒートシンクに伝熱できたとしても、最終的には、このヒートシンクの空冷等により個々に冷却しなければならず、ヒートシンクの冷却性能に伴う半導体の冷却の限界がある。

[0008] また、ヒートシンクを大型化したり送風機を大型化したり、冷凍サイクルの冷媒を導いたりしたのでは、大型になり、構成が複雑になり、従って、車両への搭載性および組み付け性が低下する場合がある。更に、熱輸送部材として周知のヒートパイプを使用することが考えられるが、柔軟性に欠けるため、組付けに苦慮する。

[0009] 更に、非特許文献1の技術は、気相成長炭素繊維とカーボンナノチューブとアルミニウムの複合材料の熱伝導特性を改良しているが、上記車両への搭載性および組み付け性の向上に関しては開示がない。

先行技術文献

特許文献

[0010] 特許文献1：特開2010-192661号公報

非特許文献

[0011] 非特許文献1：今西輝光、外3名、「CNTを添加したVGCF／アルミニウム複合材料の熱伝導特性」、日本機械学会論文集、2009年1月、第75巻、第749号、p. 27-33

発明の概要

[0012] 本開示の目的は、冷却すべき対象となる発熱部材と放熱部材との熱伝達特性が良好であり、かつ柔軟な熱伝導体で発熱部材と放熱部材とを容易に接続できる熱輸送装置を提供することにある。

[0013] 従来技術として列挙された文献の記載内容は、この明細書に記載された技術的要素の説明として、参照によって導入ないし援用することができる。

[0014] 本開示の一態様によると、熱輸送装置は、熱を発生する発熱部材と、熱を放射する放熱部材と、柔軟性を有し、発熱部材と放熱部材を熱的に接続し、発熱部材で発生した熱を放熱部材へと伝える熱伝導体と、熱伝導体の端部が埋め込まれた複合部材であって、熱伝導体の端部と発熱部材または放熱部材の少なくとも一方との間に設けられ、発熱部材または放熱部材の少なくとも一方と熱交換する複合部材と、を備える。複合部材は、発熱部材または放熱部材の少なくとも一方と熱交換する基材と、基材中に混入されて複合された複数のカーボンナノチューブおよび複数のカーボンファイバーと、を有する。複数のカーボンファイバー同士が複数のカーボンナノチューブによって架橋されている。熱伝導体の端部は、複合部材の中の複数のカーボンファイバーと、複数のカーボンナノチューブを介して架橋されている。

[0015] これによれば、柔軟性のある熱伝導体の少なくとも一端および他端のいずれか一方が、複合部材の中に埋め込まれている。この埋め込まれた少なくとも一端および他端のいずれか一方が、複合部材の中のカーボンファイバーとカーボンナノチューブによって架橋されている。故に、熱伝導体と複合部材との間の熱伝達が良好である。従って、発熱部材と放熱部材との熱伝達特性が良好にでき、かつ柔軟な熱伝導体で発熱部材と放熱部材との間を容易に接続できる熱輸送装置を提供することができる。

[0016] 次に、熱伝導体は、カーボンファイバー群を有するカーボンファイバーケーブル、または、炭素系の高分子材料であるシート状グラファイトを含んでもよい。これによれば、柔軟性のある熱伝導体の一端が、複合部材の中に埋め込まれ、この埋め込まれた熱伝導体の一端が、複合部材の中のカーボンファイバーとカーボンナノチューブを介して架橋される。この複合部材の中のカーボンファイバーと架橋されて良好な熱伝達特性を得るために、同じ炭素系の材料であるカーボンファイバーケーブルまたはシート状グラファイトを有してもよい。

- [0017] 次に、複合部材は、発熱側複合部材と放熱側複合部材とから構成されても良い。そして、発熱側複合部材は発熱部材と熱交換し、放熱側複合部材は、放熱部材と熱交換してもよい。発熱側複合部材と放熱側複合部材とは、熱伝導体で連結されてもよい。
- [0018] この開示によれば、複合部材は、熱伝導体の一方に設けられた発熱側複合部材と熱伝導体の他方に設けられた放熱側複合部材とを有する。故に、熱伝導体の一端が発熱側複合部材の中に埋め込まれる。かつ、熱伝導体の他端が放熱側複合部材の中に埋め込まれる。そして、埋め込まれた熱伝導体は、夫々複合部材の中のカーボンファイバーとカーボンナノチューブを介して架橋されているから、一方と他方の間を効率よく熱伝達することができる。
- [0019] 次に、爪部またはネジによって発熱部材または放熱部材に対してコネクタを構成する固定部材が結合されてもよい。熱輸送装置は、固定部材の中に収容されている弾性部材をさらに備えても良い。弾性部材は、この固定部材が結合された状態で圧縮され、基材を発熱部材の表面または放熱部材の表面に対して直接的または間接的に圧接してもよい。これによれば、爪部またはネジによる圧接に加え、弾性部材の弾力で更に強く基材を発熱部材または放熱部材に圧接させることができ、熱伝達が良好となる。

図面の簡単な説明

- [0020] [図1]本開示の第1実施形態における熱輸送装置を示す概略図である。
- [図2]図1の矢印II方向に見た熱輸送装置の一部を示す概略図である。
- [図3]第1実施形態における熱輸送装置を取り付けた車両の計器盤付近の一部透視図である。
- [図4]第1実施形態における複合部材の内部構成を示した概略図である。
- [図5]本開示の第2実施形態における熱輸送装置を示す概略図である。
- [図6]第2実施形態の各部の特性値およびそれに基づく熱の移動量を示す表である。
- [図7]本開示の第3実施形態における電子装置に取り付けられるコネクタを示す概略図である。

[図8]本開示の第4実施形態におけるコネクタを示す概略図である。

[図9]本開示の第5実施形態における複合部材と熱伝導体との結合構造を示す概略図である。

[図10]本開示の第6実施形態における熱輸送装置を示す斜視図である。

[図11]本開示の第7実施形態における他方側のコネクタの概略斜視図である。

発明を実施するための形態

[0021] 以下に、図面を参照しながら本開示を実施するための複数の形態を説明する。各形態において先行する形態で説明した事項に対応する部分には同一の参照符号を付して重複する説明を省略する場合がある。各形態において構成の一部を説明している場合は、構成の他の部分については先行して説明した他の形態を適用することができる。

[0022] 各実施形態で具体的に組合せが可能であることを明示している部分同士の組合せばかりではなく、特に組合せに支障が生じなければ、明示していなくても実施形態同士を部分的に組合せることも可能である。

(第1実施形態)

以下、本開示の第1実施形態について図1ないし図4を用いて詳細に説明する。図1は、本開示の第1実施形態における熱輸送装置100を示す。図2は図1の矢印II方向に見た熱輸送装置100の一部側面を示す。図3は、上記熱輸送装置100を取り付けた車両の計器盤付近の概略構成である。

[0023] 図1および図2において、熱を発生する発熱部材1は、車室内の電子装置3となるヘッドアップディスプレイ310の中の半導体素子である。熱を放射する放熱部材2は、車両用空調装置4の中の蒸発器5である。この蒸発器5は、複数の発熱部材1に対して単一の放熱部材2を構成している。発熱部材1の他方は、計器盤内部に設けられた図3のナビゲーション装置320の中の半導体素子である。これらの半導体素子は、接続用のバンプを介して回路基板16に実装されている。

[0024] 従って、発熱部材1と放熱部材2との間を一方側複合部材6a（発熱側複

合部材)と他方側複合部材6b(放熱側複合部材)(単に、複合部材6、複合部材6a、複合部材6bとも言う)と、複数の熱伝導体71、72(単に、熱伝導体7とも言う)とで連結している。そして、複数の発熱部材1からの熱を単一の放熱部材2に伝えている。複数の複合部材6は、発熱部材1(1aおよび1b)であるナビゲーション装置320とヘッドアップディスプレイ310の中に取り付けられている。

[0025] 図3は、車両の中の運転席と助手席の前方に取り付けられた熱輸送装置100の熱伝導体7(71、72)を図示している。この図3において、1組の熱伝導体71は、車両用空調装置4の空調用ケース内の蒸発器5とヘッドアップディスプレイ310とに接続されている。また、他の1組の熱伝導体72は、蒸発器5とナビゲーション装置320とに接続されている。

[0026] ヘッドアップディスプレイ310およびナビゲーション装置320は、車両室内の運転席前方に搭載されている。また、車両用空調装置4の空調用ダクト、および、この空調用ダクトの中の蒸発器5も運転席前方に搭載されている。熱輸送装置100は、発熱部材1の側における複合部材6a(図1)と放熱部材2の側における複合部材6bとの間を連結して、発熱部材1からの熱を放熱部材2に伝える熱伝導体7(71、72)を備える。

[0027] 図4は、複合部材6の内部構成を概略的に示している。複合部材6は、非特許文献1に記載されており、アルミニウム(または銅)を含む金属を基材8として、カーボンナノチューブ9、およびカーボンファイバー10を複合して構成されている。この複合部材6の中のカーボンファイバー10とカーボンファイバー10とがカーボンナノチューブ9によって架橋されている。上記基材8は、発熱部材1または放熱部材2と熱交換する。図4の複合部材6の断面ハッチングは省略している。

[0028] カーボンナノチューブ(CNT)は、炭素原子が網目のように結びついて筒状になった物質で、直径は数ナノメートル単位である。高い強度、弾性率、柔軟性を持ち、優れた電気伝導性や熱伝導性を有する。

[0029] 熱伝導体7は、柔軟性のある長さ50cm程度であり、その一端(端部)

が、複合部材 6 の中に埋め込まれたカーボンファイバー群から構成されたカーボンファイバーケーブルから構成されている。熱伝導体 7 の一端が複合部材 6 の中に埋め込まれることにより、熱伝導体 7 は、複合部材 6 の中のカーボンファイバー 10 とカーボンナノチューブ 9 を介して架橋される。熱伝導体 7 は、一方から他方に延在する線状構造体である。この熱伝導体 7 の材料は、炭素系の材料であるカーボンファイバーの集合体（カーボンファイバー群）であり、市販のものを使用できる。熱伝導体 7 は、車両内の発熱部材 1 と放熱部材 2 とを結ぶ長さがあれば良く、15 cm から 150 cm の長さが用いられる。熱伝導体 7 は、発熱部材 1 と放熱部材 2 を熱的に接続しており、発熱部材 1 で発生した熱を放熱部材 2 へと伝える。

[0030] 複合部材 6 は、図 1 のようにコネクタを形成し合成樹脂より成る固定部材 12 によって、発熱部材 1 および放熱部材 2 に対して取付けられている。これにより、複合部材 6 が発熱部材 1 の表面および放熱部材 2 の表面に対して直接的または間接的に圧接されている。

[0031] 車両の計器盤の中では、夏季において、ナビゲーション装置 320、ヘッドアップディスプレイ 310、図示しない LED（発光ダイオード）等が発熱し高温となる。このため、放熱（冷却）しないと、故障または適切に作動しなくなる。よって、一般的には、ヒートシンク、放熱フィン、送風機、ヒートパイプ等が必要である。

[0032] しかしながら、今後、車両に搭載される電子装置が小型となるため、熱密度が大きくなる。加えて電子装置の個数が増加傾向にあり、それぞれにヒートシンク、放熱フィン、送風機等から成る放熱機器を持てば、全体として大型、高コスト、ファン騒音大となる。

[0033] また、計器盤付近へは、車両用空調装置 4 の空調用ダクトと、各種電子装置とが別々に搭載されるため、発熱部材 1 と放熱部材 2 とが、ヒートパイプのような剛体で熱的につながっていると、組み付けが困難である。この点、上記第 1 実施形態では、熱伝導体 7 は、柔軟性のある一方から他方に延在する線状構造体であるから、組み付けが容易である。かつ、ファン騒音が無く

静粛性を保つことができる。

[0034] 図4は、合成樹脂より成る固定部材12を除去し、複合部材6と熱伝導体7との結合構造を示す説明図である。複合部材6は、金属（または合成樹脂）を基材8として、カーボンナノチューブ9、および、カーボンファイバー10を複合して構成され、基材8の中のカーボンファイバー10とカーボンファイバー10とがカーボンナノチューブ9によって架橋されている。

[0035] 図4において、熱伝導体7の図示を省略した他端は、発熱部材1と成る半導体素子と接続されている。熱伝導体7の一端は、複合部材6の中に一部が埋め込まれている。熱伝導体7は、長さ50cm程度であり、柔軟性のあるカーボンファーパー（線状炭素）を数百万本束ねて構成されている。

[0036] 複合部材6は、アルミニウム（または銅）を基材8として、体積含有率でカーボンファイバー10が50%、カーボンナノチューブ9が0.5%混入させて、プラズマで焼結したものである。混入されているカーボンファイバー10の長さは、おおよそ300 μ m、径は7 μ mである。

[0037] 熱伝導体7の一端は、図4のように、複合部材6の中に一部が埋め込まれているが、カーボンファイバー10の長さは、おおよそ300 μ mであるため、この300 μ mの5倍以上（好ましくは10倍以上）の長さで埋め込まれていることが好ましい。

[0038] 図1のように、発熱部材1と成る半導体素子1aと、複合部材6aとは界面材料13（13a、13b）で熱的につながっている。界面材料13は、複合部材6と半導体素子1aの表面粗さの凸凹を矯正して、熱抵抗を減らすもので、カーボンナノチューブとカーボンファイバーとが混入された薄い弾力性のあるゴム、または、グリースで構成されている。なお、界面材料13は必須のものではない。

[0039] 熱伝導体7を構成するカーボンファイバーケーブルの一端は、複合部材6bを経て、車両用空調装置4の中の蒸発器5の金属表面と界面材料13bを介して熱的に接続されている。車両用空調装置4は、空調用ダクトの中にアルミニウム合金で構成された蒸発器5を有する。蒸発器5は、車両用空調装

置 4 の冷凍サイクルを構成する冷媒が内部で蒸発することにより冷却される。
。

[0040] 複合部材 6 を包む固定部材 1 2 (1 2 a、 1 2 b) は、複合部材 6 (6 a、 6 b) と発熱部材 1 または放熱部材 2 とを界面材料 1 3 (1 3 a、 1 3 b) を介して圧接させる。半導体素子 1 a 等が実装された樹脂部材または金属部材に爪部 1 4 (1 4 a、 1 4 b) によって固定部材 1 2 が取り付けられる形状となっており、爪部 1 4 と固定部材 1 2 とは、合成樹脂等の一体成形品である。

[0041] このように、固定部材 1 2 は、爪部 1 4 を有し、ワンタッチで樹脂部材から構成された回路基板 1 6 または金属部材から構成されたヒートシンク等に固定でき、抜け防止できる構造となっている。蒸発器 5 と固定部材 1 2 b との結合部は、冷媒が流れる冷媒流入部近辺または液冷媒が多い温度の低い部分が吸熱しやすい。

[0042] 以下に第 1 実施形態の作用効果を説明する。上記第 1 実施形態において、熱輸送装置 1 0 0 は、発熱部材 1 と放熱部材 2 との間を連結して発熱部材 1 からの熱を放熱部材 2 に伝える。熱輸送装置 1 0 0 は、複合部材 6 と、熱伝導体 7 とを備える。複合部材 6 は、基材 8 の中に混入された複数のカーボンナノチューブ 9 および複数のカーボンファイバー 1 0 を複合して構成され、カーボンファイバー 1 0 とカーボンファイバー 1 0 とがカーボンナノチューブ 9 によって架橋されている。熱伝導体 7 は、柔軟性のある一端が複合部材 6 の中に埋め込まれ、この埋め込まれた一端と複合部材 6 の中のカーボンファイバー 1 0 とが、カーボンナノチューブ 9 を介して架橋されている。

[0043] これによれば、熱伝導体 7 は、柔軟性のある熱伝導体 7 の一端が複合部材 6 の中に埋め込まれている。この埋め込まれた一端が、複合部材 6 の中のカーボンファイバー 1 0 とカーボンナノチューブ 9 によって架橋されている。故に、熱伝導体 7 と複合部材 6 との間の熱伝達が良好である。従って、発熱部材 1 と放熱部材 2 との熱伝達特性が良好であり、かつ柔軟な熱伝導体 7 で発熱部材 1 と放熱部材 2 との間を容易に接続できる熱輸送装置 1 0 0 を提供

することができる。

[0044] また、熱伝導体 7 は、炭素系の材料であるカーボンファイバーケーブルから構成されている。従って、柔軟性のある熱伝導体 7 の一端が、複合部材 6 の中に埋め込まれている。この埋め込まれた熱伝導体 7 の一端が、複合部材 6 中のカーボンファイバー 10 とカーボンナノチューブ 9 を介して架橋される。この複合部材 6 中のカーボンファイバー 10 と架橋されて良好な熱伝達特性を得るためには、同じ炭素系の材料であるカーボンファイバーケーブルが好適である。

[0045] 更に、複合部材 6 の基材 8 は、アルミニウムまたは銅を含む。従って、カーボンナノチューブ 9、およびカーボンファイバー 10 を複合して構成され、カーボンファイバー 10 とカーボンファイバー 10 とがカーボンナノチューブ 9 によって架橋された基材 8 として、アルミニウムまたは銅を用いるから、熱伝導性が良好である。

[0046] 加えて、複合部材 6 は、熱伝導体 7 の一方に設けられた一方側の複合部材 6 a と熱伝導体 7 の他方に設けられた他方側の複合部材 6 b とを有する。そして、熱伝導体 7 の一方側の一端が、一方側の複合部材 6 a の中に埋め込まれ、熱伝導体 7 の他方側の一端が、他方側の複合部材 6 b の中に埋め込まれる。

[0047] これによれば、複合部材 6 は、熱伝導体 7 の一方に設けられた一方側の複合部材 6 a と熱伝導体 7 の他方に設けられた他方側の複合部材 6 b とを有するから、柔軟性のある熱伝導体 7 の一方側の一端が、一方側の複合部材 6 a の中に埋め込まれる。かつ、熱伝導体 7 の他方側の一端が、他方側の複合部材 6 b の中に埋め込まれる。そして、埋め込まれた熱伝導体 7 は、夫々複合部材 6 a、6 b 中のカーボンファイバー 10 とカーボンナノチューブ 9 を介して架橋されているから、一方から他方に効率よく熱伝達することができる。

[0048] 次に、複合部材 6 は、固定部材 12 によって、発熱部材 1 または放熱部材 2 に対して取付けられ、かつ、基材 8 が、発熱部材 1 の表面または放熱部材

2の表面に対して直接的または間接的に圧接されている。これによれば、熱伝導体7と発熱部材1または放熱部材2との間の熱伝達が良好である。

[0049] また、固定部材12は、内部に複合部材6が収容され、固定部材12の表面から熱伝導体7が導出され、発熱部材1または放熱部材2に対して結合される爪部14を持つコネクタとして構成されている。従って、熱伝導体7が、発熱部材1または放熱部材2に容易に取り付けられる。

[0050] 次に、発熱部材1は、車両内の電子装置3によって構成され、放熱部材2は、車両の中の車両用空調装置4の蒸発器5によって構成されている。従って、冷媒にて冷却される蒸発器5の冷熱が、電子装置3に伝えられて、電子装置3を冷却することができる。

[0051] また、複数の発熱部材1に対して単一の放熱部材2を有し、発熱部材1の夫々と放熱部材2との間を複数の複合部材6と、複数の熱伝導体7とで連結して、複数の発熱部材1からの熱を単一の放熱部材2に伝える。つまり、熱伝導体7は、複数の発熱部材1からの熱を単一の放熱部材2に集中して放熱させることができる。

(第2実施形態)

次に、本開示の第2実施形態について説明する。なお、以降の各実施形態においては、上記した第1実施形態と同一の構成要素には同一の符号を付して説明を省略し、異なる構成について説明する。なお、第2実施形態以下については、第1実施形態と同じ符号は、同一の構成を示すものであって、先行する説明が援用される。図5は、本開示の第2実施形態に関わる熱輸送装置の概略構成を示す。

[0052] 車両用空調装置の蒸発器5は、発熱部材1に対して放熱部材2を構成している。発熱部材1は、例えば、計器盤内部に設けられたヘッドアップディスプレイ310（第1実施形態で説明した図3）の中の半導体素子である。発熱部材1と放熱部材2との間を複合部材6（6a、6b）と熱伝導体7とで連結して、発熱部材1からの熱を放熱部材2に伝えている。

[0053] 発熱部材1は、ナビゲーション装置320の中の半導体素子であっても良

い。ナビゲーション装置 320 は、車両室内の運転席前方に搭載されている。また、車両用空調装置 4 の空調用ダクト、および、この空調用ダクトの中の蒸発器 5 も運転席前方に搭載されている。

[0054] 複合部材 6 は、金属を基材として、カーボンナノチューブ、およびカーボンファイバーが複合されて構成されている。この複合部材の中のカーボンファイバーとカーボンナノチューブとが、カーボンナノチューブによって架橋されている。複合部材 6 の中の基材は、発熱部材 1 および放熱部材 2 に界面材料 13 (13a、13b) を介して接触し、アルミニウムまたは銅を含む。なお、複合部材 6 の厚さ t_6 は 10 mm であり、界面材料 13 の厚さ t_{13} は 1 mm である。

[0055] 熱伝導体 7 は、柔軟性のある長さ L が 50 cm 程度の、一端が複合部材 6 (6a、6b) の中に埋め込まれた材料から構成されている。この一端が埋め込まれることにより、熱伝導体 7 は、複合部材 6 の中のカーボンファイバーとカーボンナノチューブを介して架橋される。熱伝導体 7 は、一方から他方に延在する線状構造体である。この熱伝導体の材料は、炭素系の材料であるカーボンファイバーケーブルである。

[0056] 複合部材 6 は、発熱部材 1 および放熱部材 2 に対して取付けられている。これにより、基材 8 が発熱部材 1 の表面および放熱部材 2 の表面に対して直接的または間接的に圧接されている。熱伝導体 7 は、柔軟性のある一方から他方に延在する線状構造体であるから、組み付けが容易である。

[0057] 複合部材 6 (6a、6b) は、第 1 実施形態で説明した図 4 と同様に、アルミニウムまたは銅を基材 8 として、カーボンナノチューブ 9、およびカーボンファイバー 10 が複合されて構成され、カーボンファイバー 10 同士がカーボンナノチューブ 9 によって架橋されている。

[0058] 複合部材 6 は、アルミニウムまたは銅を基材 8 として、この基材 8 に、体積含有率でカーボンファイバー 10 を 50%、カーボンナノチューブ 9 を 0.5% 混入させて、プラズマで焼結したものである。混入されているカーボンファイバーの長さは、おおよそ 300 μm 、径は 7 μm である。

- [0059] 発熱部材 1 と成る半導体素子と、複合部材 6 とは界面材料 13 (図 5) を介して熱が伝達される。界面材料 13 は、複合部材 6 と半導体素子とにおける表面粗さの凸凹を矯正して、熱抵抗を減らす。界面材料 13 は、カーボンナノチューブとカーボンファイバーとを混入した薄い弾力性のあるゴム、または、グリースで構成されている。
- [0060] 図 6 は、図 5 に示した第 2 実施形態の各部の特性値、および、それに基づく熱の移動量を示す。この第 2 実施形態において、複合部材 6 の熱伝導率 λ_6 は、最高でおおよそ 1000 W/mK (単位はワット/メートル・ケルビン) である。複合部材 6 の板厚 $t = 10 \text{ mm}$ 、熱通過面積 $A_6 = 10 \text{ mm} \times 10 \text{ mm} = 100 \text{ 平方mm}$ である。
- [0061] 複合部材 6 と結合される柔軟性のある熱伝導体 7 は、熱抵抗はかなり小さく、複合部材 6 と同等以上の熱伝導率である。この熱伝導体 7 の熱伝導率 $\lambda_7 = 1500 \text{ W/mK}$ 、長さ 0.5 m 、カーボンファイバーケーブルの各カーボンファイバーの径 $\phi = 7 \mu\text{m}$ であり、1 本の熱伝導体 7 を構成するカーボンファイバーケーブルは 100 万本とする。また、熱伝導体 7 の断面積 A_7 は 38.5 平方mm である。このように熱伝導体 7 は、カーボンファイバーの束で構成されており、熱伝導体 7 の中の熱は、炭素原子の連結方向に良く伝わるので、熱伝導体 7 の周囲を断熱する必要はない。
- [0062] 界面材料 13 (13a、13b) の熱伝導率 $\lambda_{13} = 50 \text{ W/mK}$ である。界面材料 13 の厚みは 1 mm 、断面積 $A = 10 \text{ mm} \times 10 \text{ mm} = 100 \text{ 平方mm}$ とする。また、ナビゲーション装置 320 等の電子装置の半導体素子の表面温度 T_i を 85°C (電子装置の保証上限温度に相当)、蒸発器 5 の表面温度 T_o を 5°C とする。
- [0063] これによれば、図 6 に示す熱伝導の基本式を用いて計算すると、半導体素子から蒸発器 5 へおおよそ 9 W (ワット) の熱を移動することができる。一般の電子装置の発熱量は数 W 程度なので、十分に成立する熱移動量である。なお、不足する場合は、電子装置側のヒートシンク、放熱ファン、冷却水等でカバーできることは勿論である。

[0064] また、複合部材 6 の断面は、向かい合う二組の辺を持つ長方形であり、熱伝導体 7 は、二組の辺のうち、短いほうの組のいずれかの辺（短辺）から、熱伝導体 7 の一端が複合部材 6 の中に埋め込まれる。また、複合部材 6 の中で、熱伝導体 7 を構成するカーボンファイバー群から構成されたカーボンファイバーケーブルが、解されて複数に枝分かれしている。

[0065] 以下に第 2 実施形態の作用効果を説明する。上記第 2 実施形態においては、熱輸送装置 100 は、発熱部材 1 と放熱部材 2 との間を連結して発熱部材 1 からの熱を放熱部材 2 に伝える。熱輸送装置 100 は、複合部材 6 と、熱伝導体 7 とを備える。複合部材 6 は、基材 8 の中に混入された複数のカーボンナノチューブ 9 および複数のカーボンファイバー 10 を複合して構成され、カーボンファイバー 10 とカーボンファイバー 10 とがカーボンナノチューブ 9 によって架橋されている。熱伝導体 7 は、柔軟性があり、一端が複合部材 6 の中に埋め込まれている。この埋め込まれた一端と複合部材 6 の中のカーボンファイバー 10 とが、カーボンナノチューブ 9 を介して架橋されている。

[0066] これによれば、熱伝導体 7 は、柔軟性のある熱伝導体 7 の一端が複合部材 6 の中に埋め込まれ、この埋め込まれた一端が複合部材 6 の中のカーボンファイバー 10 とカーボンナノチューブ 9 によって架橋されている。故に、熱伝導体 7 と複合部材 6 との間の熱伝達が良好である。従って、発熱部材 1 と放熱部材 2 との熱伝達特性も良好であり、かつ柔軟な熱伝導体 7 で発熱部材 1 と放熱部材 2 との間を容易に接続できる熱輸送装置 100 を提供することができる。

[0067] また、熱伝導体 7 は、炭素系の材料であるカーボンファイバーケーブルから構成されている。そして、柔軟性のある熱伝導体 7 の一端が、複合部材 6 の中に埋め込まれている。この埋め込まれた熱伝導体 7 の一端が、複合部材 6 の中のカーボンファイバー 10 とカーボンナノチューブ 9 を介して架橋される。この複合部材 6 の中のカーボンファイバー 10 と架橋されて良好な熱伝達特性を得るためには、同じ炭素系の材料であるカーボンファイバーケー

ブルが好適である。

[0068] 更に、複合部材 6 の基材 8 は、アルミニウムまたは銅を含む。従って、熱伝導性が良好である。加えて、複合部材 6 は、熱伝導体 7 の一方に設けられた一方側の複合部材 6 a と熱伝導体 7 の他方に設けられた他方側の複合部材 6 b とを有する。そして、熱伝導体 7 の一方側の一端が、一方側の複合部材 6 a の中に埋め込まれ、熱伝導体 7 の他方側一端が、他方側の複合部材 6 b の中に埋め込まれる。

[0069] これによれば、複合部材 6 は、熱伝導体 7 の一方に設けられた一方側の複合部材 6 a と、熱伝導体 7 の他方に設けられた他方側の複合部材 6 b とを有するから、柔軟性のある熱伝導体 7 の一方側の一端が、一方側の複合部材 6 a の中に埋め込まれる。かつ、熱伝導体 7 の他方側の一端が、他方側の複合部材 6 b の中に埋め込まれる。そして、埋め込まれた熱伝導体 7 は、夫々複合部材 6 a、6 b の中のカーボンファイバー 10 とカーボンナノチューブ 9 を介して架橋されているから、一方から他方に効率よく熱伝達することができる。

[0070] また、図 5 のように、複合部材 6 は、断面が長方形であり、この長方形の向かい合う辺のうち、短いほうの辺から、熱伝導体 7 の一端が複合部材 6 の中に埋め込まれる。従って、埋め込み深さを長くすることができる。また、熱伝導体 7 は複数本のカーボンファイバー群を含むが、複合部材 6 の中でカーボンファイバーケーブルが解され、複数に枝分かれている。このように枝分かれすることで、熱伝導体 7 となるカーボンファイバーケーブルと複合部材 6 のカーボンファイバー 10 とがカーボンナノチューブ 9 を介してより複雑に架橋され、熱伝達性能が向上する。

(第 3 実施形態)

次に、本開示の第 3 実施形態について説明する。上記した実施形態と異なる部分を説明する。図 7 は、本開示の第 3 実施形態における電子装置側のコネクタの概略構成を示す。図 7 において、コネクタの外殻を構成する固定部材 12 は、内部に複合部材 6 が収容され、固定部材 12 の表面から熱伝導体

7が導出されている。発熱部材1を構成する半導体素子1aの回路基板16に対して結合される爪部14が、固定部材12に設けられている。

[0071] 爪部14によって、固定部材12が、回路基板16に結合され、基材8を有する複合部材6が、界面材料13を介して、発熱部材1を構成する半導体素子1aの表面に対して圧接される。また、固定部材12の内部に、スイッチ21の投入により電池22から通電されて発熱する電気加熱素子（たとえば、PTC等）23を設けている。

[0072] 低温時には、電気加熱素子23に通電し、電子装置の半導体素子1aから構成された発熱部材1を所定温度範囲に制御している。電気加熱素子23は、スペースヒータとしても利用でき、コネクタの外殻を構成する固定部材12の中の温度が低くなり電子装置に有害な結露を防止する役目も果たす。なお、発熱部材1の代わりに、放熱部材2が設けられても良い。また、爪部14の代わりに固定部材12がネジで取付けられても良い。更に、回路基板16の代わりにヒートシンクがあっても良い。

[0073] 以下に第3実施形態の作用効果を説明する。上記第3実施形態においては、複合部材6は、固定部材12によって発熱部材1または放熱部材2に対して取付けられ、かつ、基材8が発熱部材1の表面または放熱部材2の表面に対して直接的または間接的に圧接されている。これによれば、熱伝導体7と発熱部材1または放熱部材2との間の熱伝達が良好である。

[0074] また、固定部材12は、閉鎖された空間の内部に複合部材6が収容され、固定部材12の表面から熱伝導体7が導出され、発熱部材1または放熱部材2に対して結合される爪部14（またはネジ）から成る締結具を持つコネクタとして構成されている。従って、熱伝導体7を容易に発熱部材1または放熱部材2に取り付けることができる。

[0075] 次に、発熱部材1は、車両内の電子装置3によって構成され、放熱部材2は、車両の中の車両用空調装置4の蒸発器5によって構成されている。従って、冷媒にて冷却される蒸発器5の冷熱が、電子装置3に伝えられて電子装置3を冷却することができる。

[0076] また、固定部材 1 2 の内部に、スイッチ 2 1 の投入により電池 2 2 から通電されて発熱する電気加熱素子 2 3 が設けられている。従って、電気加熱素子 2 3 により、発熱部材 1 の温度が低すぎるときに、発熱部材 1 を加熱して温度調節することができ、電子装置 3 を好ましい温度範囲で作動させることができる。

(第 4 実施形態)

次に、本開示の第 4 実施形態について説明する。上記した実施形態と異なる部分を説明する。図 8 は、本開示の第 4 実施形態におけるコネクタの概略構成を示す。図 8 において、固定部材 1 2 は、内部に複合部材 6 が収容され、固定部材 1 2 の表面から熱伝導体 7 が導出されている。発熱部材 1 に対して結合される爪部 1 4 を持つコネクタの外殻として固定部材 1 2 が構成されている。爪部 1 4 によって、複合部材 6 が、発熱部材 1 の表面に界面材料 1 3 a を介して圧接される。なお、爪部 1 4 の代わりにネジを用いても良い。

[0077] リング状の弾性部材 2 5 が、固定部材 1 2 の中に設けられており、爪部 1 4 が回路基板 1 6 に係止されたときに弾性部材 2 5 が圧縮され、この弾性部材 2 5 が元に戻ろうとする弾性力で、複合部材 6 が発熱部材 1 の表面に対して直接的または間接的に圧接される。なお、放熱部材 2 の表面に複合部材を圧接する場合にも、上記弾性部材 2 5 相当を使用できる。弾性部材は、リング状のゴムのほかにも金属バネにて構成してもよい。

[0078] 以下に第 4 実施形態の作用効果を説明する。上記第 4 実施形態においては、複合部材 6 が、固定部材 1 2 によって発熱部材 1 または放熱部材 2 に対して取付けられ、かつ、複合部材 6 が、発熱部材 1 の表面または放熱部材 2 の表面に対して直接的または間接的に圧接されている。これによれば、熱伝導体 7 と発熱部材 1 または放熱部材 2 との間の熱伝達が良好である。

[0079] また、固定部材 1 2 は、内部に複合部材 6 が収容され、固定部材 1 2 の表面から熱伝導体 7 が導出され、発熱部材 1 または放熱部材 2 に対して結合される爪部 1 4 またはネジ等の締結具を持つコネクタとして構成されている。従って、熱伝導体 7 を容易に発熱部材 1 または放熱部材 2 に取り付けること

ができる。

[0080] 更に、爪部 1 4 またはネジによって発熱部材 1 または放熱部材 2 に対してコネクタが結合された状態で圧縮され、複合部材 6 を発熱部材 1 の表面または放熱部材 2 の表面に対して直接的または間接的に圧接する弾性部材 2 5 が、固定部材 1 2 の中に設けられている。従って、爪部 1 4 またはネジによる圧接に加え、弾性部材 2 5 の弾力で更に確実に圧接させることができ、熱伝達が良好となる。

(第 5 実施形態)

次に、本開示の第 5 実施形態について説明する。上記した実施形態と異なる部分を説明する。図 9 は、コネクタの中の合成樹脂より成る固定部材 1 2 を除去し、複合部材 6 (6 1、6 2) と熱伝導体 7 との結合構造を示す。

[0081] この第 5 第 5 実施形態においては、複合部材 6 は、第 1 複合部分 6 1 と第 2 複合部分 6 2 とを含んでいる。第 1 複合部分 6 1 は、金属を第 1 基材 8 1 として、カーボンナノチューブ 9、およびカーボンファイバー 1 0 が複合されて構成され、カーボンファイバー 1 0 とカーボンファイバー 1 0 とがカーボンナノチューブ 9 によって架橋されている。

[0082] 第 1 複合部分 6 1 に密接する第 2 複合部分 6 2 は、合成樹脂またはゴムを第 2 基材 8 2 として、カーボンナノチューブ 9、およびカーボンファイバー 1 0 が複合されて構成されている。合成樹脂またはゴムから構成された第 2 基材 8 2 の中のカーボンファイバー 1 0 とカーボンファイバー 1 0 とがカーボンナノチューブ 9 によって架橋されている。

[0083] 熱伝導体 7 の図示を省略した他端 (図 9 右側) は、発熱部材 1 と成る半導体素子に接続されている。熱伝導体 7 の一端は、第 1 複合部分 6 1 の中に一部が埋め込まれて、第 2 複合部分 6 2 の中を貫通している。熱伝導体 7 は、長さ 5 0 c m 程度であり、柔軟性のあるカーボンファイバーを数百万本束ねて構成されている。なお、カーボンファイバーケーブルの代わりに、後述するシート状グラファイトを使用しても良い。

[0084] 以下に第 5 実施形態の作用効果を説明する。上記第 1 実施形態においては

、熱輸送装置１００は、発熱部材１と放熱部材２との間を連結して発熱部材１からの熱を放熱部材２に伝える。熱輸送装置１００は、複合部材６と、熱伝導体７とを備える。複合部材６は、基材８（８１、８２）の中に混入された複数のカーボンナノチューブ９および複数のカーボンファイバー１０が複合されて構成され、カーボンファイバー１０とカーボンファイバー１０とがカーボンナノチューブ９によって架橋されている。熱伝導体７は、柔軟性のある一端が複合部材６の中に埋め込まれ、この埋め込まれた一端と複合部材６の中のカーボンファイバー１０が、カーボンナノチューブ９を介して架橋されている。

[0085] これによれば、熱伝導体７は、柔軟性のある熱伝導体７の一端、が複合部材６の中に埋め込まれている。この埋め込まれた一端が、複合部材６の中のカーボンファイバー１０とカーボンナノチューブ９にて架橋されているから、熱伝導体７と複合部材６との間の熱伝達が良好である。従って、発熱部材１と放熱部材２との熱伝達特性が良好であり、かつ柔軟な熱伝導体７で発熱部材１と放熱部材２との間を容易に接続できる熱輸送装置を提供することができる。

[0086] また、熱伝導体７は、炭素系の材料であるカーボンファイバーケーブルまたはシート状グラファイトから構成されている。そして、柔軟性のある熱伝導体７の一端が、複合部材６の中に埋め込まれている。この埋め込まれた熱伝導体７の一端が、複合部材６の中のカーボンファイバー１０とカーボンナノチューブ９を介して架橋される。この複合部材６の中のカーボンファイバー１０と架橋されて良好な熱伝達特性を得るためには、同じ炭素系の材料であるカーボンファイバーケーブルまたはシート状グラファイトが好適である。

[0087] 次に、複合部材６は、第１複合部分６１と、この第１複合部分６１に隣接する第２複合部分６２とを有する。基材８は、第１複合部分６１の中の第１基材８１と、第２複合部分６２の中の第２基材８２とを有する。第１基材８１は、アルミニウムまたは銅を含み、発熱部材１または放熱部材２に直接的

または間接的に圧接され、かつ、熱伝導体 7 の一端が埋め込まれる。第 2 基材 8 2 は、第 1 基材 8 1 に接触して熱伝導体 7 が貫通し、合成樹脂またはゴムを含む。

[0088] 換言すれば、基材 8 のうち第 1 基材 8 1 は、アルミニウムまたは銅を含み発熱部材 1 または放熱部材 2 に直接的または間接的に圧接されている。かつ、基材 8 のうち第 2 基材 8 2 は、第 1 基材 8 1 に接触しており、かつ、熱伝導体 7 が貫通し合成樹脂またはゴムを含む。

[0089] これによれば、カーボンファイバー 10 とカーボンファイバー 10 とがカーボンナノチューブ 9 によって架橋された複合部材 6 の第 1 複合部分 6 1 として、アルミニウムまたは銅を含むことが熱伝導性の点で好適である。

[0090] また、熱伝導体 7 が貫通し、第 1 複合部分 6 1 と同じくカーボンファイバー 10 がカーボンナノチューブ 9 を介して架橋される合成樹脂またはゴムから構成された第 2 基材 8 2 を含む第 2 複合部分 6 2 を有する。従って、第 2 複合部分 6 2 の合成樹脂またはゴムによって熱伝導体 7 に加わる機械的応力を緩和し熱伝導体 7 の断線を抑制できる。

[0091] 次に、発熱部材 1 は、第 1 実施形態と同様に、車両内の電子装置 3 によって構成され、放熱部材 2 は車両の中の車両用空調装置 4 の蒸発器 5 によって構成されている。従って、冷媒にて冷却される蒸発器 5 の冷熱が、電子装置 3 に伝えられて電子装置 3 を冷却することができる。第 2 複合部分 6 2 の合成樹脂またはゴムを含む第 2 基材 8 2 によって、熱伝導体 7 に加わる車両振動に起因する機械的応力が緩和され熱伝導体 7 の断線が抑制できる。

(第 6 実施形態)

次に、本開示の第 6 実施形態について説明する。上記した実施形態と異なる部分を説明する。図 10 は、本開示の第 6 実施形態における熱輸送装置を示す。車両用空調装置の蒸発器 5 は、複数の発熱部材に対して単一の放熱部材を構成している。発熱部材は、計器盤内部に設けられたヘッドアップディスプレイ内の半導体素子、ナビゲーション装置の中の半導体素子、および、ヘッドランプの点灯制御装置等である。

- [0092] 発熱部材と放熱部材との間を、複数の熱伝導体 7 1、7 2、7 3 とで連結して、複数の発熱部材からの熱を単一の放熱部材である蒸発器 5 に伝えている。複数の固定部材 1 2 a 1、1 2 a 2、1 2 a 3 を持つコネクタは、内部に複合部材を有している。固定部材 1 2 a 1～1 2 a 3 は、発熱部材であるナビゲーション装置とヘッドアップディスプレイと、点灯制御装置との中に取り付けられている。
- [0093] ヘッドアップディスプレイ、ナビゲーション装置、および上記点灯制御装置は、車両室内の運転席前方に搭載されている。また、車両用空調装置の空調用ダクトおよび、この空調用ダクトの中の蒸発器 5 も運転席前方に搭載されている。従って、熱伝導体 7 1～7 3 は比較的短いもので足りる。
- [0094] 熱伝導体 7 1～7 3 は、発熱部材側の複数の複合部材と、放熱部材側の単一の複合部材との間を連結して、発熱部材からの熱を放熱部材に伝える。複合部材は、コネクタを形成し合成樹脂より成る固定部材 1 2 a 1～1 2 a 3 によって、発熱部材および放熱部材に対して取り付けられている。
- [0095] 固定部材 1 2 a 1～1 2 a 3 は、各固定部材 1 2 a 1～1 2 a 3 の中の複合部材を発熱部材 1 に直接的または間接的に圧接させて、回路基板またはヒートシンク等に取り付けられる形状となっており、合成樹脂等の一体成形品である。
- [0096] また、固定部材 1 2 a 1～1 2 a 3 は、爪部 1 4 またはネジ 1 5 (1 5 a、1 5 b) を有し、回路基板またはヒートシンク等に固定できる構造となっている。蒸発器 5 と複合部材との結合部である固定部材 1 2 b は、液冷媒が溜まる部分にネジ 1 5 b で取り付けられる。
- [0097] 蒸発器 5 は、断面扁平形状の複数のアルミニウム又はアルミニウム合金からなるチューブ 2 7 が、被熱交換流体となる空気の矢印 Y 1 0 の流れに対して実質直角に交わる方向に並べられて配置されている。なお、チューブ 2 7 の相互間に、フィン 2 8 が介在しており、チューブ 2 7 とフィン 2 8 でコア 2 9 を形成している。またコア 2 9 の両側面はサイドプレート 3 0 で覆われている。このアルミニウム又はアルミニウム合金からなるサイドプレート 3

0に固定部材12bがネジ15bで取付けられる。

[0098] チューブ27の上部には、上部タンク部31が配置され、チューブ27の下部には下部タンク部32が配置されている。接続部33の冷媒入口33aから導入された冷媒は、チューブ27の中を上昇または下降して流れ、接続部33の冷媒出口33bから流れ出る。

[0099] 以下に第6実施形態の作用効果を説明する。上記第6実施形態においては、第1実施形態と同様に、熱輸送装置100が、発熱部材と放熱部材との間を連結して、発熱部材からの熱を放熱部材に伝える。熱輸送装置100は、複合部材と熱伝導体7とを備える。

[0100] 複合部材は、基材の中に混入された複数のカーボンナノチューブおよび複数のカーボンファイバーが複合されて構成され、カーボンファイバーとカーボンファイバーとがカーボンナノチューブによって架橋されている。

[0101] 熱伝導体7は、柔軟性のある一端が、複合部材6の中に埋め込まれている。この埋め込まれた一端と複合部材6の中のカーボンファイバーとがカーボンナノチューブによって架橋されている。熱伝導体7は、一方から他方に延在するカーボンファイバーケーブルまたはシート状グラファイトである。

[0102] これによれば、埋め込まれた一端が、複合部材6の中のカーボンファイバーとカーボンナノチューブに架橋されている。故に、熱伝導体7と複合部材6との間の熱伝達が良好である。従って、発熱部材と放熱部材との熱伝達特性が良好であり、かつ柔軟な熱伝導体7で発熱部材と放熱部材との間を容易に接続できる熱輸送装置を提供することができる。

[0103] また、熱伝導体7は、炭素系の材料であるカーボンファイバーケーブルから構成されている。そして、埋め込まれた熱伝導体7の一端が、複合部材6の中のカーボンファイバーとカーボンナノチューブを介して架橋される。この複合部材6の中のカーボンファイバーと架橋されて良好な熱伝達特性を得るためには、同じ炭素系の材料であるカーボンファイバーまたはシート状グラファイトが好適である。

[0104] また、発熱部材は、車両内の異なる三つの電子装置等によって構成され、

放熱部材は、車両の中の車両用空調装置の熱交換器である蒸発器 5 によって構成されている。従って、冷媒にて冷却される蒸発器 5 の冷熱が、電子装置等に伝えられて電子装置等を冷却することができる。

(第 7 実施形態)

次に、本開示の第 7 実施形態について説明する。上記した実施形態と異なる部分を説明する。図 11 は、本開示の第 7 実施形態における他方側のコネクタの概略構成を示す。図 11 において、熱伝導体 7 は、高分子フィルムを熱分解して、グラファイト化したシート状グラファイトを使用している。このようなシート状グラファイトは、市販されており、高分子フィルムを熱分解によりグラファイト化する方法で作られている。このようなシート状グラファイトは、単結晶に近い構造を持つ高配向性グラファイトであり、高い熱伝導性とフレキシブル性を有する。

[0105] 以下に第 7 実施形態の作用効果を説明する。上記第 7 実施形態においては、第 1 実施形態と同様に、熱輸送装置 100 が、発熱部材と放熱部材との間を連結して、発熱部材からの熱を放熱部材に伝える。熱輸送装置 100 は、複合部材 6 と熱伝導体 7 とを備える。複合部材 6 は、基材の中に混入された複数のカーボンナノチューブおよび複数のカーボンファイバーが複合されて構成され、カーボンファイバーとカーボンファイバーとがカーボンナノチューブによって架橋されている。

[0106] 熱伝導体 7 は、柔軟性のあるシート状グラファイトの一端が、複合部材 6 の中に埋め込まれている。この埋め込まれた一端と複合部材 6 の中のカーボンファイバーとがカーボンナノチューブを介して架橋されている。埋め込まれる深さは、上記実施形態と同様である。

[0107] これによれば、埋め込まれた一端が、複合部材 6 の中のカーボンファイバーとカーボンナノチューブによって架橋されているから、熱伝導体 7 と複合部材 6 との間の熱伝達が良好である。従って、発熱部材と放熱部材との熱伝達特性が良好であり、かつ柔軟な熱伝導体 7 で発熱部材と放熱部材との間を容易に接続できる熱輸送装置を提供することができる。

[0108] また、熱伝導体 7 は、炭素系の高分子材料であるシート状グラファイトから構成されている。そして、柔軟性のある熱伝導体 7 の一端が、複合部材 6 の中に埋め込まれている。この埋め込まれた熱伝導体 7 の一端が、複合部材 6 中のカーボンファイバーとカーボンナノチューブを介して架橋される。この複合部材 6 中のカーボンファイバー 10 と架橋されて良好な熱伝達特性を得るためには、同じ炭素系の高分子材料であるシート状グラファイトが好適である。

[0109] 上記の実施形態では、本開示の好ましい実施形態について説明したが、本開示は上記した実施形態に何ら制限されることなく、本開示の主旨を逸脱しない範囲において種々変形して実施することが可能である。上記実施形態の構造は、あくまで例示であって、本開示の範囲はこれらの記載の範囲に限定されるものではない。

[0110] 複合部材の基材は、アルミニウム合金、銅、銅合金等他の金属でもよい。さらに、合成樹脂またはゴム（例えば、フッ素ゴム、シリコンゴム）を基材としても良い。また、冷却対象となる発熱部材は、電子装置の半導体素子である必要はない。例えば、冷却対象となる発熱部材は、車室内において乗員が着座するシートを冷却するシート空調装置用の冷却用シートであっても良いし、電気自動車またはハイブリッド自動車の電池であっても良い。

[0111] 熱伝導体の熱移動量を増やすには、熱伝導体の熱通過面積を大きくする必要がある。このためには、柔軟性のあるカーボンファイバーケーブル中のカーボンファイバーの本数を増やしたり、シート状グラファイトの重ね枚数を増加させたりすると良い。

[0112] 更に、上記実施形態では、発熱部材側と放熱部材側との夫々に複合部材を設け、これらの複合部材中の基材が、発熱部材および放熱部材と熱交換するようにした。しかし、単一の複合部材を発熱部材側または放熱部材側の一方に設けても良い。すなわち、複合部材は、熱伝導体の端部と発熱部材または放熱部材の少なくとも一方との間に設けられてもよく、発熱部材または放熱部材の少なくとも一方と熱交換してもよい。この場合は、複合部材が設け

られていない熱伝導体の端部が、冷媒または冷却液等の流体の内部に晒されるようにしても良い。

- [0113] また、カーボンファイバーケーブルは、多数のカーボンファイバー（炭素繊維）を単独の材料として利用する必要はなく、合成樹脂などの母材と組み合わせた複合材料として構成されても良い。

請求の範囲

[請求項1]

熱を発生する発熱部材（１）と、
熱を放射する放熱部材（２）と、
柔軟性を有し、前記発熱部材（１）と前記放熱部材（２）を熱的に
接続し、前記発熱部材（１）で発生した熱を前記放熱部材（２）へと
伝える熱伝導体（７）と、
前記熱伝導体（７）の端部が埋め込まれた複合部材（６）であって、
前記熱伝導体（７）の前記端部と前記発熱部材（１）または前記放
熱部材（２）の少なくとも一方との間に設けられ、前記発熱部材（１）
または前記放熱部材（２）の前記少なくとも一方と熱交換する複合
部材（６）と、を備え、
前記複合部材（６）は、前記発熱部材（１）または前記放熱部材（２）
の前記少なくとも一方と熱交換する基材（８）と、前記基材（８）
中に混入されて複合された複数のカーボンナノチューブ（９）およ
び複数のカーボンファイバー（１０）と、を有し、
前記複数のカーボンファイバー（１０）同士が前記複数のカーボン
ナノチューブ（９）によって架橋されており、
前記熱伝導体（７）の前記端部は、前記複合部材（６）の中の前記
複数のカーボンファイバー（１０）と、前記複数のカーボンナノチュ
ーブ（９）を介して架橋されている熱輸送装置。

[請求項2]

前記熱伝導体（７）は、カーボンファイバー群を有するカーボンフ
ァイバーケーブル、または、炭素系の高分子材料であるシート状グラ
ファイトを含んでいる請求項１に記載の熱輸送装置。

[請求項3]

前記熱伝導体（７）の前記端部は、一端および他端を含み、
前記複合部材（６）は、前記熱伝導体（７）の前記一端が埋め込ま
れた発熱側複合部材（６a）と、前記熱伝導体（７）の前記他端が埋
め込まれた放熱側複合部材（６b）とを備え、
前記発熱側複合部材（６a）は、前記発熱部材（１）と熱交換し、

前記放熱側複合部材（６ｂ）は、前記放熱部材（２）と熱交換する請求項１または２に記載の熱輸送装置。

[請求項４] 前記複合部材（６）を前記発熱部材（１）または前記放熱部材（２）の前記少なくとも一方に固定する固定部材（１２）をさらに備え、
前記固定部材（１２）は、前記基材（８）を前記発熱部材（１）または前記放熱部材（２）の前記少なくとも一方の表面に対して直接的または間接的に圧接している請求項１ないし３のいずれか一項に記載の熱輸送装置。

[請求項５] 前記固定部材（１２）は、内部に前記複合部材（６）を収容し、
前記固定部材（１２）は、前記発熱部材（１）または前記放熱部材（２）の前記少なくとも一方に対して直接的または間接的に結合される爪部（１４）またはネジ（１５）を有し、
前記固定部材（１２）を貫通して前記熱伝導体（７）が前記複合部材（６）から延びている請求項４に記載の熱輸送装置。

[請求項６] 前記固定部材（１２）の中に収容されている弾性部材（２５）をさらに有し、
前記弾性部材（２５）は、前記爪部（１４）または前記ネジ（１５）によって前記発熱部材（１）または前記放熱部材（２）に対して前記固定部材（１２）が結合された状態で前記固定部材（１２）によって圧縮されており、

前記弾性部材（２５）は、前記基材（８）を前記発熱部材（１）または前記放熱部材（２）の前記少なくとも一方の表面に対して直接的または間接的に圧接する請求項５に記載の熱輸送装置。

[請求項７] 前記複合部材（６）の前記基材（８）は、アルミニウムまたは銅を含む請求項１ないし６のいずれか一項に記載の熱輸送装置。

[請求項８] 前記複合部材（６）は、第１複合部分（６１）と、この第１複合部分（６１）に隣接する第２複合部分（６２）とを有し、
前記基材（８）は、前記第１複合部分（６１）の中の第１基材（８

１）と、前記第２複合部分（６２）の中の第２基材（８２）とを有し、

前記第１基材（８１）は、前記アルミニウムまたは前記銅を含み、前記発熱部材（１）または前記放熱部材（２）の前記少なくとも一方に直接的または間接的に圧接され、

前記第２基材（８２）は、前記第１基材（８１）に接触して、合成樹脂またはゴムを含み、

前記熱伝導体（７）の前記端部は、前記第２基材（８２）を貫通して前記第１基材（８１）に埋め込まれている請求項７に記載の熱輸送装置。

[請求項９] 前記発熱部材（１）は、車両の中の電子装置（３）によって構成され、前記放熱部材（２）は、前記車両の中の車両用空調装置（４）の蒸発器（５）によって構成されている請求項１ないし８のいずれか一項に記載の熱輸送装置。

[請求項１０] 前記発熱部材（１）は複数の発熱部材（１）の１つであり、
前記放熱部材（２）は単一の放熱部材（２）であり、
前記複合部材（６）は複数の複合部材（６）の１つであり、
前記熱伝導体（７）は複数の熱伝導体（７）の１つであり、
前記複数の発熱部材（１）と前記単一の放熱部材（２）とが、前記複数の複合部材（６）と、前記複数の熱伝導体（７）とを介して連結され、

前記複数の複合部材（６）と前記複数の熱伝導体（７）は、前記複数の発熱部材（１）からの熱を前記単一の放熱部材（２）に伝える請求項１ないし９のいずれか一項に記載の熱輸送装置。

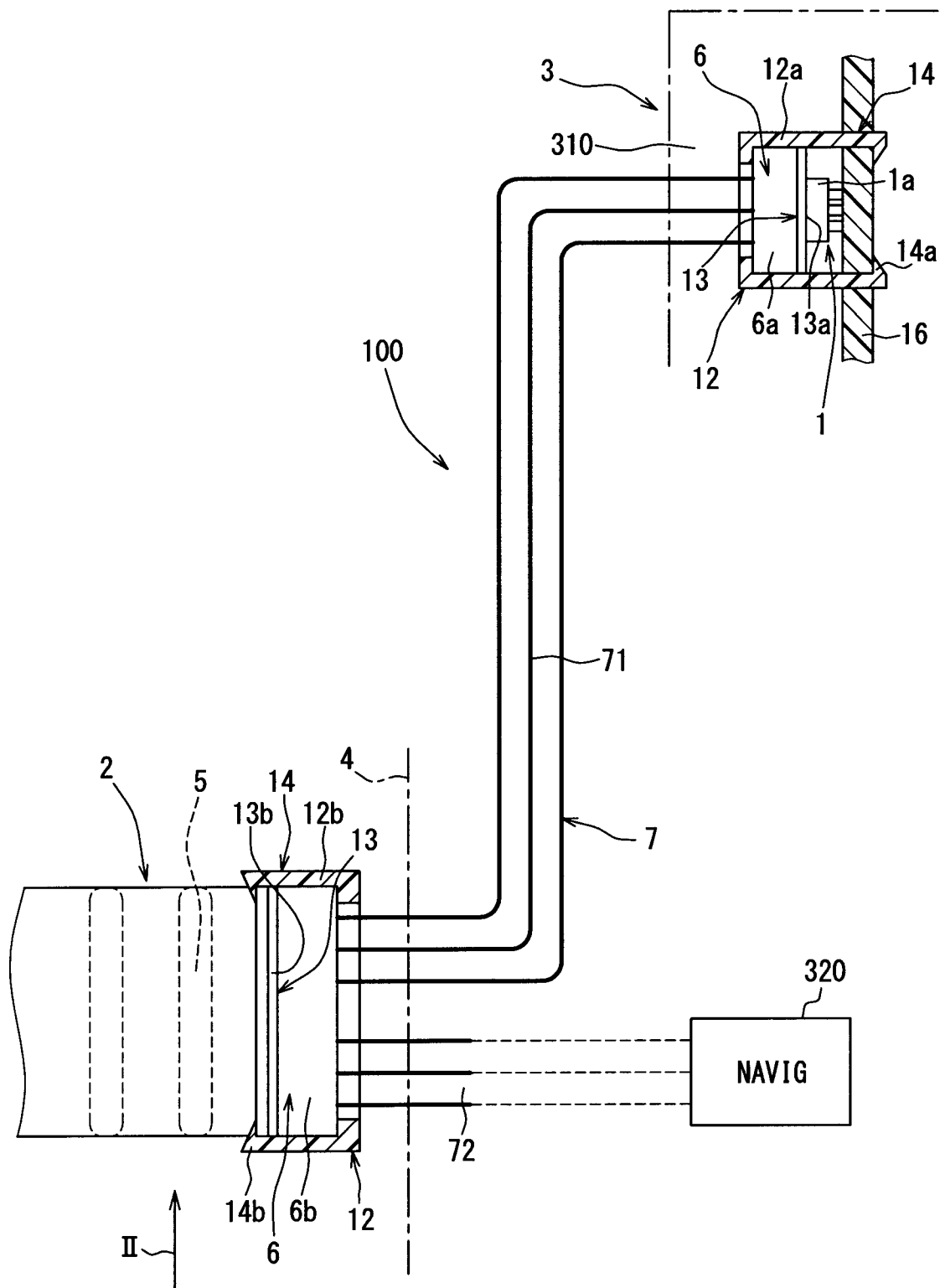
[請求項１１] 前記複合部材（６）は、長方形の断面を有し、
前記熱伝導体（７）の前記端部は、前記長方形の断面の短辺から、前記複合部材（６）の中に埋め込まれる請求項１ないし１０のいずれか一項に記載の熱輸送装置。

[請求項12] 前記熱伝導体（7）は、前記複合部材（6）の中で複数に枝分かれている請求項1ないし11のいずれか一項に記載の熱輸送装置。

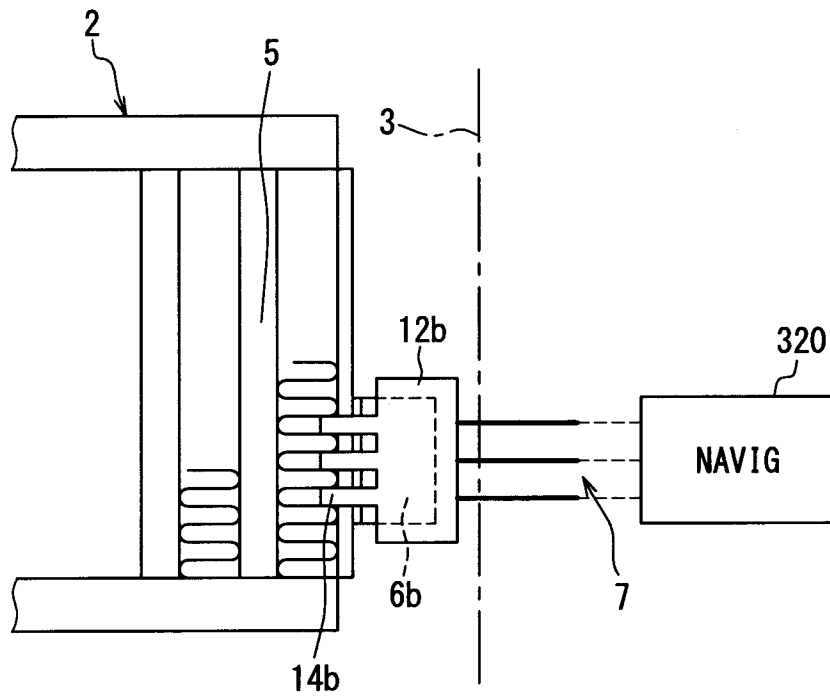
[請求項13] 前記固定部材（12）の内部に收容されている電気加熱素子（23）をさらに備え、

前記電気加熱素子（23）は、スイッチ（21）の投入により電池（22）から通電されて発熱する請求項4ないし6のいずれか一項に記載の熱輸送装置。

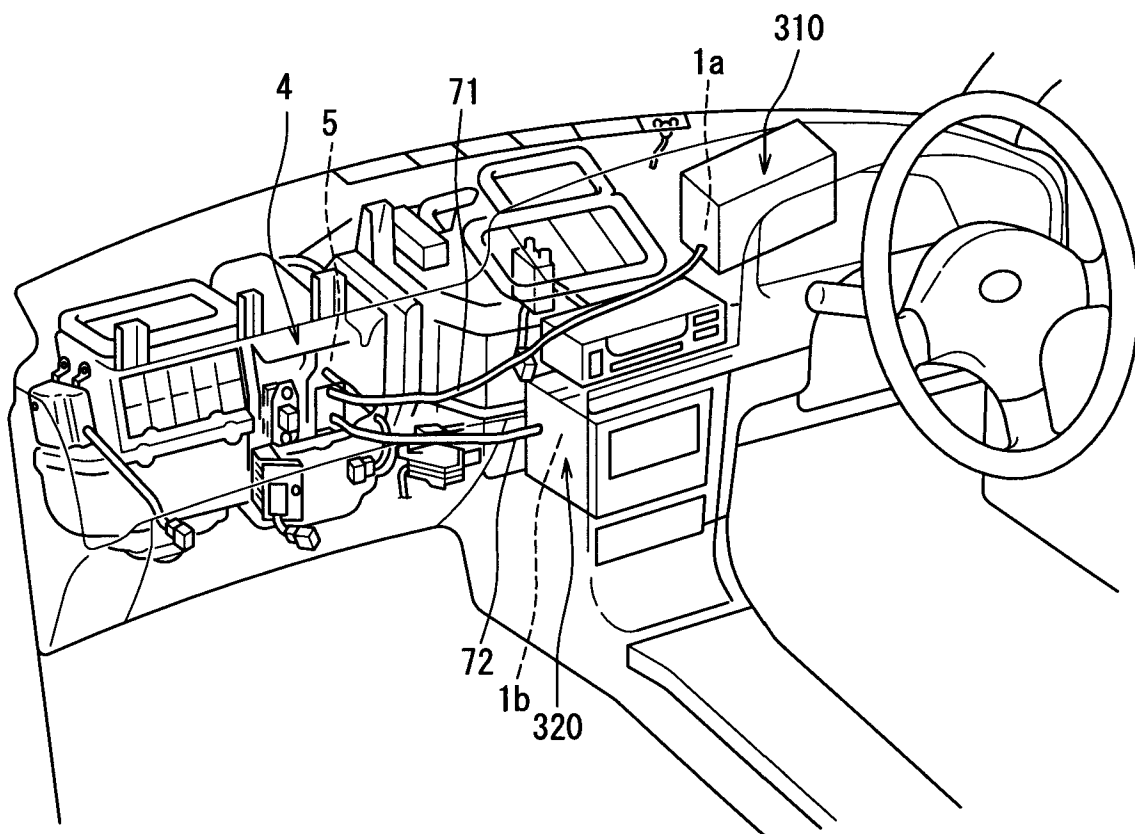
[図1]



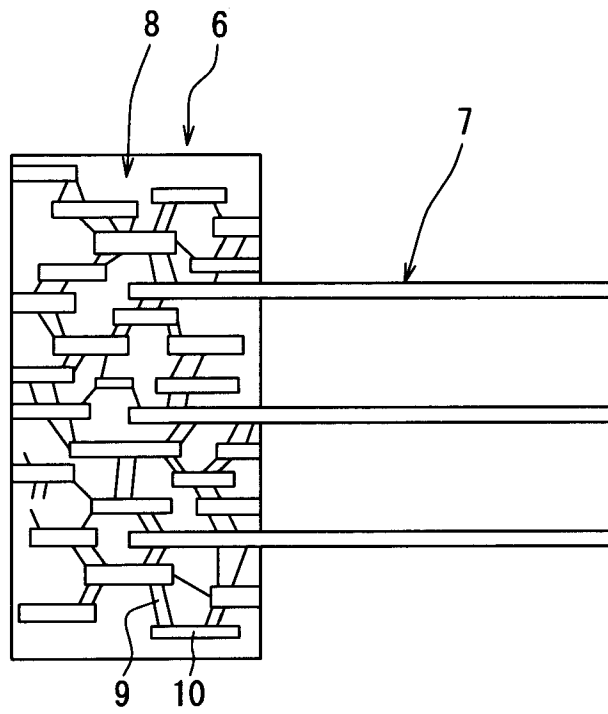
[図2]



[図3]



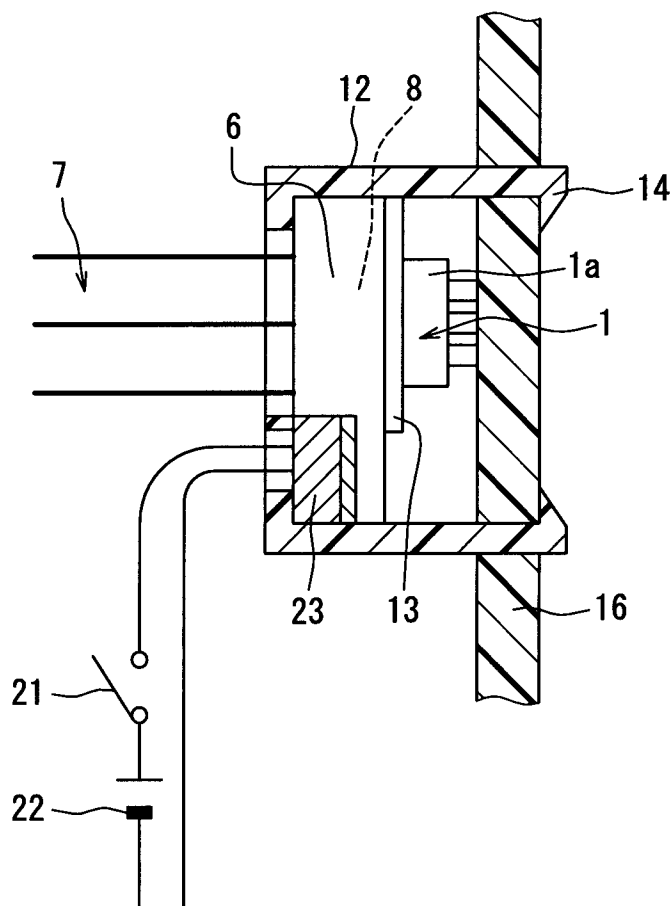
[図4]



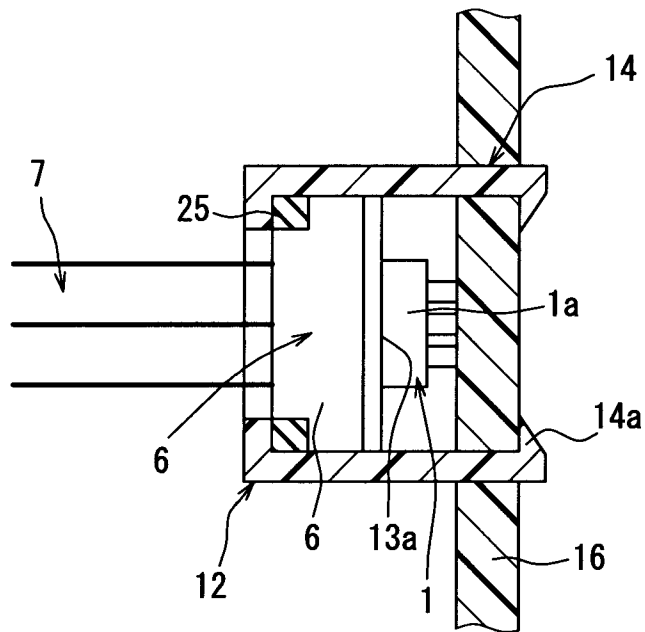
[図6]

部位	複合部材	熱伝導体	界面材料
熱伝導率	$\lambda_6 = 1000 \text{ W/mK}$	$\lambda_7 = 1500 \text{ W/mK}$	$\lambda_{13} = 50 \text{ W/mK}$
熱通過面積	$A_6 = 100 \text{ mm}^2$	$A_7 = 38.5 \text{ mm}^2$	$A_{13} = 100 \text{ mm}^2$
熱伝導の 基本式	$\dot{q} = \frac{\lambda A}{L} (T_i - T_o)$ $T_i = 85 [^{\circ}\text{C}]$ $T_o = 5 [^{\circ}\text{C}]$ $\dot{q} = 9 [W]$ $\dot{q}$: 単位時間熱移動量 [W] λ: 熱伝導率 [W/mK] A: 熱通過面積 [m^2] L: 長さ [m]		

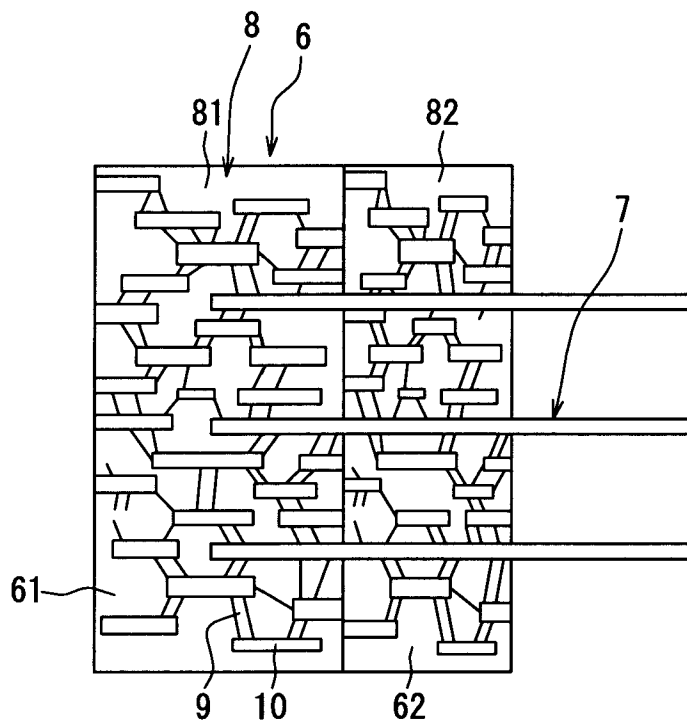
[図7]



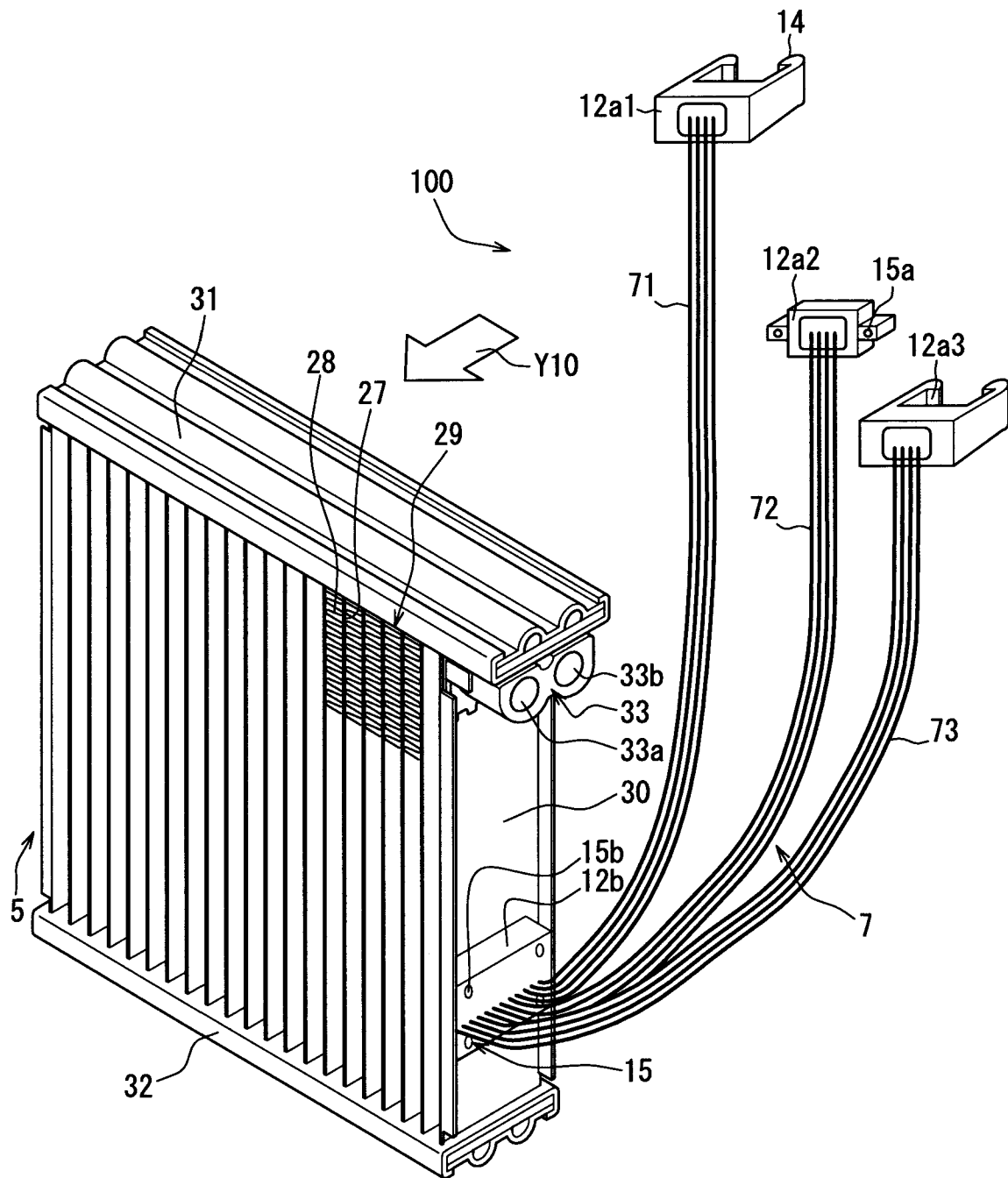
[図8]



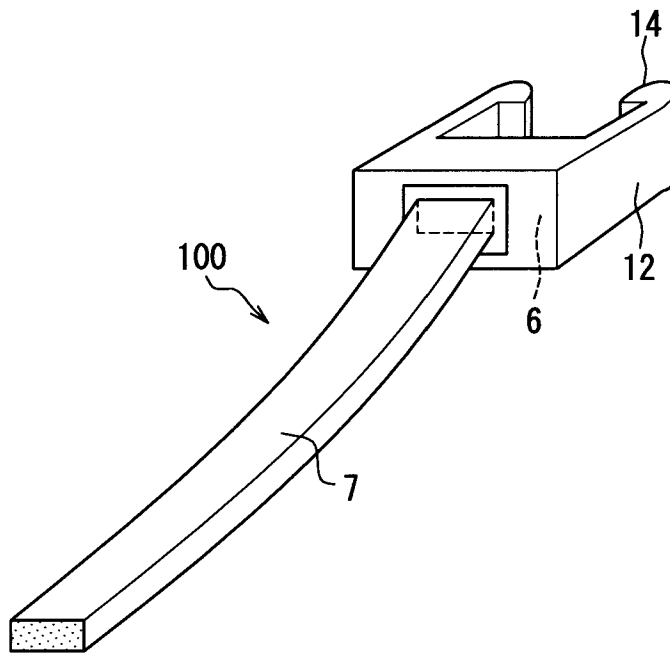
[図9]



[図10]



[図11]



INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2014/005899

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

H01L23/373(2006.01)i, B60H1/32(2006.01)i, B60R16/02(2006.01)i, F28D15/02(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)

H01L23/373, B60H1/32, B60R16/02, F28D15/02, H05K7/20

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

Jitsuyo Shinan Koho	1922-1996	Jitsuyo Shinan Toroku Koho	1996-2015
Kokai Jitsuyo Shinan Koho	1971-2015	Toroku Jitsuyo Shinan Koho	1994-2015

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

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
A	JP 2010-219175 A (Xanavi Informatics Corp.), 30 September 2010 (30.09.2010), paragraphs [0020] to [0026], [0052]; fig. 1 to 4, 14 (Family: none)	1-13
A	JP 2005-150249 A (Otsuka Electric Co., Ltd.), 09 June 2005 (09.06.2005), paragraphs [0014] to [0015], [0033] to [0035]; fig. 1, 10 & EP 1680274 A & WO 2005/048298 A2 & KR 10-2006-0123260 A & CN 1874889 A & KR 10-1168099 B	1-13

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

☐ See patent family annex.

* Special categories of cited documents:

"A" document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance
 "E" earlier 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
04 February 2015 (04.02.15)

Date of mailing of the international search report
17 February 2015 (17.02.15)

Name and mailing address of the ISA/
Japan Patent Office
3-4-3, Kasumigaseki, Chiyoda-ku,
Tokyo 100-8915, Japan

Authorized officer

Telephone No.

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2014/005899

C (Continuation). DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
A	JP 2009-292224 A (Denso Corp.), 17 December 2009 (17.12.2009), paragraph [0025]; fig. 1 (Family: none)	1-13
A	JP 2008-285745 A (Sumitomo Precision Products Co., Ltd.), 27 November 2008 (27.11.2008), paragraphs [0016] to [0019], [0059] to [0070]; fig. 1 to 3 & US 2010/0143691 A1 & EP 2145972 A1 & WO 2008/129906 A1 & KR 10-2010-0015630 A & CN 101707911 A	1-13

A. 発明の属する分野の分類（国際特許分類（I P C））

Int.Cl. H01L23/373(2006.01)i, B60H1/32(2006.01)i, B60R16/02(2006.01)i, F28D15/02(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（I P C））

Int.Cl. H01L23/373, B60H1/32, B60R16/02, F28D15/02, 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	1 9 2 2 - 1 9 9 6 年
日本国公開実用新案公報	1 9 7 1 - 2 0 1 5 年
日本国実用新案登録公報	1 9 9 6 - 2 0 1 5 年
日本国登録実用新案公報	1 9 9 4 - 2 0 1 5 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	JP 2010-219175 A（株式会社ザナヴィ・インフォマティクス） 2010.09.30, 段落【0020】～【0026】、【0052】、 図1～4, 14（ファミリーなし）	1-13
A	JP 2005-150249 A（大塚電機株式会社）2005.06.09, 段落【0014】～【0015】、【0033】～【0035】、 図1, 10 & EP 1680274 A & WO 2005/048298 A2 & KR 10-2006-0123260 A & CN 1874889 A & KR 10-1168099 B	1-13

☒ 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

0 4 . 0 2 . 2 0 1 5

国際調査報告の発送日

1 7 . 0 2 . 2 0 1 5

国際調査機関の名称及びあて先

日本国特許庁（I S A / 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）

小川 将之

電話番号 03-3581-1101 内線 3551

5 D

9 6 3 4

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	JP 2009-292224 A (株式会社デンソー) 2009. 12. 17, 段落【0025】, 図1 (ファミリーなし)	1-13
A	JP 2008-285745 A (住友精密工業株式会社) 2008. 11. 27, 段落【0016】～【0019】, 【0059】～【0070】, 図1～3 & US 2010/0143691 A1 & EP 2145972 A1 & WO 2008/129906 A1 & KR 10-2010-0015630 A & CN 101707911 A	1-13