

(12) 特許協力条約に基づいて公開された国際出願

(19) 世界知的所有権機関
国際事務局

(43) 国際公開日
2016年6月30日(30.06.2016)



(10) 国際公開番号
WO 2016/104759 A1

- (51) 国際特許分類:

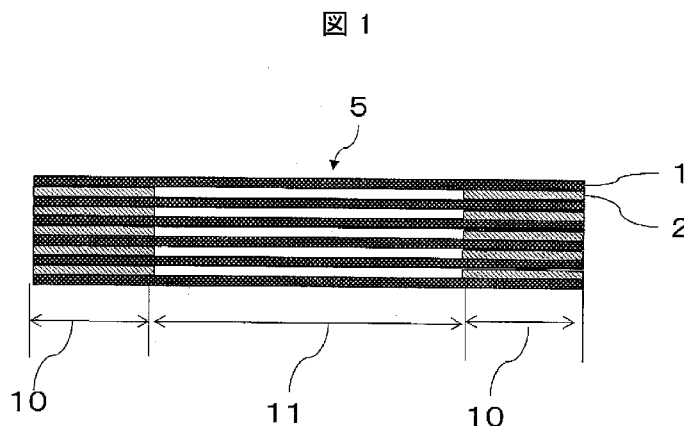
C04B 35/52 (2006.01)	F28F 3/00 (2006.01)
B32B 9/00 (2006.01)	H01L 23/36 (2006.01)
C01B 31/04 (2006.01)	H05K 7/20 (2006.01)
- (21) 国際出願番号: PCT/JP2015/086358
- (22) 国際出願日: 2015年12月25日(25.12.2015)
- (25) 国際出願の言語: 日本語
- (26) 国際公開の言語: 日本語
- (30) 優先権データ:
 特願 2014-263444 2014年12月25日(25.12.2014) JP
 特願 2015-162288 2015年8月19日(19.08.2015) JP
- (71) 出願人: 株式会社カネカ(KANEKA CORPORATION) [JP/JP]; 〒5308288 大阪府大阪市北区中之島二丁目3番18号 Osaka (JP).
- (72) 発明者: 沓水 真琴(KUTSUMIZU, Makoto); 〒5660072 大阪府摂津市鳥飼西5-1-1 株式会社カネカ内 Osaka (JP). 奥 聡志(OKU, Satoshi); 〒5660072 大阪府摂津市鳥飼西5-1-1 株式会社カネカ内 Osaka (JP). 加藤 裕介(KATO, Yusuke); 〒5660072 大阪府摂津市鳥飼西5-1-1 株式会社カネカ内 Osaka (JP). 西川 泰司
- (74) 代理人: 特許業務法人HARAKENZO WORLD PATENT & TRADEMARK (HARAKENZO WORLD PATENT & TRADEMARK); 〒5300041 大阪府大阪市北区天神橋2丁目北2番6号 大和南森町ビル Osaka (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,

[続葉有]

(54) Title: HEAT TRANSPORT STRUCTURE AND MANUFACTURING METHOD THEREFOR

(54) 発明の名称: 熱輸送構造体およびその製造方法

[図1]



(57) Abstract: In order to provide a heat transport structure having excellent flexibility, heat dissipation, and lightness, and a heat transport structure having high reliability against vibration and excellent heat transport performance, the present invention uses a heat transport structure (5, 201) composed of layered graphite sheets (1, 213), wherein the heat transport structure is provided with a secured section (10, 202, 301) in which the layered graphite sheets (1, 213) are secured to each other, and a heat transmission section (11, 203) in which the layered graphite sheets (1, 213) are not secured to each other.

(57) 要約:

[続葉有]

WO 2016/104759 A1



MK, MT, NL, NO, PL, PT, RO, RS, SE, SI, SK, SM, 添付公開書類:
TR), OAPI (BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GQ, GW, — 国際調査報告 (条約第 21 条(3))
KM, ML, MR, NE, SN, TD, TG).

屈曲性、放熱性、および軽量性に優れた熱輸送構造体、並びに、振動に対して信頼性が高く、かつ、熱輸送性能に優れた熱輸送構造体を提供するために、積層されたグラファイトシート（1・213）によって構成されている熱輸送構造体（5・201）であって、積層されたグラファイトシート（1・213）同士が固定化されている固定部（10・202・301）と、積層されたグラファイトシート（1・213）同士が固定化されていない熱伝達部（11・203）と、を備えている熱輸送構造体を用いる。

明 細 書

発明の名称：熱輸送構造体およびその製造方法

技術分野

[0001] 本発明は、熱輸送構造体およびその製造方法に関する。

背景技術

[0002] 電子機器内部の構造の複雑化に対応するため、発熱源から冷却源まで伝熱させることのできる伝熱材料、および、発熱源から冷却源まで伝熱させる際に屈曲させて用いることのできる伝熱材料が求められている。このような伝熱材料として、従来、金属箔などの金属材料（例えば、銅、または、アルミニウム）が用いられてきた。

[0003] しかし、近年、電子機器の発熱量が増大しつつあり、必要とされる金属材料の厚みが増大したために、柔軟性が不十分になりつつあった。また、金属材料の重量が増大することも課題であった。このような課題を解決する材料として、高い熱伝導率と軽量性とを有するグラファイトシートを多層に積層したグラファイト複合材料が考えられる。しかし、特許文献1のように、接着剤などを介してグラファイトシートを多層に積層した場合、グラファイト複合材料の屈曲性が低下する課題があった。また、接着層を介さずにグラファイトシートを積層した場合、グラファイトシート間に隙間が発生し、接触熱抵抗が増大してしまうために、発熱源からの熱を受熱する部分では、伝熱性が大きく低下してしまうという課題があった。

[0004] さらに、近年、性能の向上に伴って電子機器の発熱量が増大する傾向にあり、必要とされる伝熱材料の使用量が増大するという課題があった。また、電子機器が移動媒体や駆動部などの装置に設置された場合、装置から生じる振動がそのまま電子機器に伝わる。この振動が、電子機器に対して甚大な悪影響を及ぼすおそれがあった。または、この振動によって伝熱材料に金属疲労が生じ、徐々に伝熱材料の熱伝導性が低下するおそれがあった。このように、金属材料を伝熱材料として使用したとき、振動に対する信頼性が低かつ

た。ここでいう「振動に対する信頼性が低い」とは、振動による電子機器への損傷が大きく、伝熱材料の熱伝導性が低下しやすいことをいう。また「振動に対する信頼性が高い」または「振動に対する信頼性が十分」とは、振動による電子機器への損傷が小さく、伝熱材料の熱伝導性が低下し難いことをいう。

[0005] 特許文献1には、グラファイトフィルムを高分子層を介して積層してなる熱伝導体が開示されているが、効率よく熱を輸送できる構造を持つ熱輸送体構造体は、開示されていない。また、特許文献1には、短冊状の複数のグラファイトシートが束ねられた構造が開示されている。しかし、この構造は、複数のグラファイトシートが束ねられた部分が他素材で覆われているため、当該構造を、自由に屈曲させたり、振動による信頼性の低下を抑制できるような熱輸送構造体として使用することが難しい。

先行技術文献

特許文献

[0006] 特許文献1：日本国公開特許公報「特開平7-109171号公報（1995年4月25日公開）」

発明の概要

発明が解決しようとする課題

[0007] 本発明は、上記従来の問題点に鑑みなされたものであって、第1の発明の目的は、屈曲性、放熱性、および軽量性に優れた熱輸送構造体を提供することにある。また、第2の発明の目的は、振動に対する信頼性が高く、熱輸送性能に優れた熱輸送構造体を提供することにある。

課題を解決するための手段

[0008] 本発明者らは、上記課題を鑑み、屈曲性、放熱性、および軽量性に優れたグラファイト複合材料を提供するためには、グラファイトシートが複数枚積層された熱輸送構造体において、複数の固定部と、固定部の間に設けられた熱伝達部とを形成することが有効であることを見出し、本発明（第1の発明

) を完成するに至った。

[0009] また、本発明者らは、上記課題を鑑み、振動に対する信頼性の高い熱輸送構造体を提供するためには、複数の固定部と、当該固定部間に配置された熱伝達部とを備える熱伝導シートを含む熱輸送構造体において、熱伝達部の長さを10%圧縮するよう熱伝達部を屈曲させ、両端の固定部が動かないように固定したときの屈曲反発力を40N/cm以下に抑えることが有効であることを見出し、本発明(第2の発明)を完成するに至った。

[0010] 以下の(1)~(26)は、第1の発明に対応し、以下の(27)~(34)は、第2の発明に対応する。

[0011] (1) 本発明の熱輸送構造体は、上記課題を解決するために、グラファイトシート、または、被覆層でグラファイトシートの表面および端部の少なくとも一部が覆われているグラファイト複合シートが、複数枚積層された熱輸送構造体であって、上記熱輸送構造体は、複数の固定部と、当該固定部の間に配置されている熱伝達部とを有し、上記固定部では、上記グラファイトシート同士、または、上記グラファイト複合シート同士が、接触または接着した状態で保持されており、上記熱伝達部では、上記グラファイトシート同士の少なくとも一部、または、上記グラファイト複合シート同士の少なくとも一部が、接触または接着されていない、ことを特徴としている。

[0012] (2) 本発明の熱輸送構造体は、グラファイトシートが複数枚積層されたものであり、

上記固定部では、上記グラファイトシートとグラファイトシートとの間に接着層が存在し、上記接着層を介して、上記グラファイトシート同士が接着した状態で保持されていることが好ましい。

[0013] (3) 本発明の熱輸送構造体では、上記熱伝達部に備えられている上記グラファイトシートの表面、および、上記熱輸送構造体に備えられている上記グラファイトシートの外周端部の少なくとも一部に、さらに接着層が存在していることが好ましい。

[0014] (4) 本発明の熱輸送構造体では、上記熱輸送構造体の上記熱伝達部の表

面、および、上記熱構造輸送体の外周端部の少なくとも一部に、さらに接着層が存在していることが好ましい。

[0015] (5) 本発明の熱輸送構造体は、被覆層でグラファイトシートの表面の全面が覆われているグラファイト複合シートが複数枚積層されたものであり、上記固定部では、上記グラファイト複合シートの表面に存在する上記被覆層を介して、上記グラファイト複合シート同士が接着した状態で保持されていることが好ましい。

[0016] (6) 本発明の熱輸送構造体では、上記グラファイト複合シートの外周端部の少なくとも一部に、さらに被覆層が存在していることが好ましい。

[0017] (7) 本発明の熱輸送構造体では、上記熱伝達部では、上記グラファイト複合シートとグラファイト複合シートとの間に非接着層が配置されていることが好ましい。

[0018] (8) 本発明の熱輸送構造体では、上記非接着層は、上記グラファイト複合シートとグラファイト複合シートとの間に2層配置されていることが好ましい。

[0019] (9) 本発明の熱輸送構造体では、上記非接着層は、上記グラファイト複合シートとグラファイト複合シートとの間に1層配置されており、当該非接着層の少なくとも一方の面に剥離層が形成されていることが好ましい。

[0020] (10) 本発明の熱輸送構造体では、上記接着層、または、上記被覆層の厚みが、 $0.1\ \mu\text{m}$ 以上 $20\ \mu\text{m}$ 以下であることが好ましい。

[0021] (11) 本発明の熱輸送構造体では、上記非接着層の厚みが、 $0.001\ \mu\text{m}$ 以上 $20\ \mu\text{m}$ 以下であることが好ましい。

[0022] (12) 本発明の熱輸送構造体では、上記グラファイトシートの厚みが、 $1\ \mu\text{m}$ 以上 $100\ \mu\text{m}$ 以下であることが好ましい。

[0023] (13) 本発明の熱輸送構造体では、上記熱輸送構造体の最表面の少なくとも一部に、保護層が配置されていることが好ましい。

[0024] (14) 本発明の熱輸送構造体では、上記複数の固定部は、上記グラファイトシートの積層方向に、重なるように配置されているものであることが好

ましい。

[0025] (15) 本発明の熱輸送構造体は、上記固定部の少なくとも片面に平板が配置され、上記固定部および上記平板は、貫通孔を有し、上記貫通孔を挿通するボルトによって、上記固定部および上記平板が固定され、上記グラファイトシート同士、または、上記グラファイト複合シート同士が、接触した状態で保持されていることが好ましい。

[0026] (16) 本発明の熱輸送構造体の製造方法は、上記課題を解決するために、グラファイトシート、または、被覆層でグラファイトシートの表面および端部の少なくとも一部が覆われているグラファイト複合シートが、複数枚積層された熱輸送構造体の製造方法であって、グラファイトシート、または、被覆層でグラファイトシートの表面および端部の少なくとも一部が覆われているグラファイト複合シートが複数枚積層された積層体に、上記グラファイトシート同士、または、上記グラファイト複合シート同士が接触または接着した状態で保持されている固定部を形成する工程を有することを特徴としている。

[0027] (17) 本発明の熱輸送構造体の製造方法は、上記課題を解決するために、グラファイトシートが複数枚積層された熱輸送構造体の製造方法であって、グラファイトシートと接着層とが交互に積層された積層体を、加圧することで、または、加圧および加熱することで、上記熱輸送構造体内に、上記接着層を介してグラファイトシート同士が接着している固定部を形成する接着工程を有することを特徴としている。

[0028] (18) 本発明の熱輸送構造体の製造方法は、上記課題を解決するために、グラファイトシートが複数枚積層された熱輸送構造体の製造方法であって、上記熱輸送構造体内に複数の固定部と、当該固定部の間に配置された熱伝達部とが形成されるように、少なくとも上記固定部内に配置されるグラファイトシート上に接着層を形成する工程と、上記グラファイトシートを複数枚重ねた後、当該グラファイトシートを、加圧し、または、加圧および加熱し、上記接着層を介してグラファイトシート同士を接着させる接着工程と、を

有することを特徴としている。

[0029] (19) 本発明の熱輸送構造体の製造方法は、上記課題を解決するために、被覆層でグラファイトシートの表面の全面が覆われているグラファイト複合シートが複数枚積層された熱輸送構造体の製造方法であって、上記被覆層を上記グラファイトシートの表面の全面に形成してグラファイト複合シートを作製するグラファイト複合シート作製工程と、上記グラファイト複合シートと非接着層とを交互に複数枚積層した後、当該積層体を、加圧して、または、加圧および加熱して、一部の被覆層を介してグラファイト複合シート同士を接着させる接着工程と、を有することを特徴としている。

[0030] (20) 本発明の熱輸送構造体の製造方法は、上記課題を解決するために、被覆層でグラファイトシートの表面の全面が覆われているグラファイト複合シートが複数枚積層された熱輸送構造体の製造方法であって、上記被覆層を上記グラファイトシートの表面の全面に形成してグラファイト複合シートを作製するグラファイト複合シート作製工程と、上記グラファイト複合シートと、剥離層、または、剥離層が少なくとも一方の面に形成された非接着層と、を交互に複数枚積層した後、当該積層体を、加圧し、または、加圧および加熱し、一部の被覆層を介してグラファイト複合シート同士を接着させる接着工程と、を有することを特徴としている。

[0031] (21) 本発明の熱輸送構造体の製造方法は、さらに、上記剥離層、または、上記剥離層が少なくとも一方の面に形成された非接着層を剥離する剥離工程を有することが好ましい。

[0032] (22) 本発明の熱輸送構造体の製造方法は、上記課題を解決するために、被覆層でグラファイトシートの表面の全面が覆われているグラファイト複合シートが複数枚積層された熱輸送構造体の製造方法であって、上記被覆層を上記グラファイトシートの表面の全面に形成してグラファイト複合シートを作製するグラファイト複合シート作製工程と、上記グラファイト複合シートを複数枚積層した後、当該グラファイト複合シートの一部を、加圧し、または、加圧および加熱し、一部の被覆層を介してグラファイト複合シート同

士を接着させる接着工程と、を有することを特徴としている。

[0033] (23) 本発明の熱輸送構造体の製造方法では、上記非接着層は、上記グラファイト複合シート間に複数枚配置されていることが好ましい。

[0034] (24) 本発明の熱輸送構造体の製造方法では、上記グラファイト複合シート作製工程では、上記グラファイトシートの表面の全面に加え、さらに、上記グラファイトシートの外周端部の少なくとも一部を覆うように上記被覆層を形成することが好ましい。

[0035] (25) 本発明の熱輸送構造体の製造方法では、上記接着層、または、上記被覆層は、加熱および加圧により接着性を発現するものであり、上記接着工程では、加熱および加圧により一括して、上記グラファイトシート同士、または、上記グラファイト複合シート同士を接着させることが好ましい。

[0036] (26) 本発明の熱輸送構造体の製造方法では、上記接着層、または、上記被覆層は、25℃での接着力が、1N/25mm以下のものが好ましい。

[0037] (27) 本発明の熱輸送構造体は、上記課題を解決するために、複数の固定部と、当該固定部の間に配置された熱伝達部とを備え、上記固定部同士の距離を縮め、上記熱伝達部の長さを10%圧縮したときの屈曲反発力が40N/cm以下であり、上記固定部および上記熱伝達部は、複数枚の熱伝導シートを含み、上記熱伝導シートは、グラファイトシート、または、当該グラファイトシートの表面および端部の少なくとも一部が被覆層で覆われているグラファイト複合シートであることを特徴としている。

[0038] (28) 本発明の熱輸送構造体では、上記グラファイトシートの面方向の熱伝導率は、500W/m・K以上であることが好ましい。

[0039] (29) 本発明の熱輸送構造体では、上記グラファイト複合シートは、上記グラファイトシートの表面および端部の全面が被覆層で覆われているものであることが好ましい。

[0040] (30) 本発明の熱輸送構造体では、上記グラファイトシートの厚みは、1μm以上100μm以下であることが好ましい。

- [0041] (31) 本発明の熱輸送構造体では、上記固定部は、熱硬化性樹脂、熱可塑性樹脂、粘着性樹脂の少なくともいずれか一つを含む接着層によって上記熱伝導シート同士が接着された状態で保持されているものであることが好ましい。
- [0042] (32) 本発明の熱輸送構造体では、上記被覆層は、熱硬化性樹脂、熱可塑性樹脂、粘着性樹脂の少なくともいずれか一つを含み、上記固定部にて、上記被覆層が熱硬化、熱溶着または粘着したことで、上記熱伝導シート同士が接着された状態で保持されていることが好ましい。
- [0043] (33) 本発明の熱輸送構造体では、上記固定部にて、上記接着層が熱硬化、熱溶着または粘着したことで、上記熱伝導シート同士が接着された状態で保持されていることが好ましい。
- [0044] (34) 本発明の熱輸送構造体では、上記固定部の少なくとも片面に平板が配置され、上記固定部および上記平板は貫通孔を有し、上記貫通孔を挿通するボルトによって、上記固定部および上記平板が固定され、上記熱伝導シート同士が接触された状態で保持されていることが好ましい。
- [0045] (35) 本発明の熱輸送構造体は、上記固定部では、上記熱伝導シート同士が接触または接着した状態で保持されており、上記熱伝達部では、上記熱伝導シート同士の少なくとも一部が接触および接着していないことが好ましい。

発明の効果

- [0046] 本発明（第1の発明）によれば、良好な屈曲性、放熱性、および軽量性を有する熱輸送構造体を提供することができる。
- [0047] 本発明（第2の発明）によれば、振動に対して信頼性が高く、熱輸送性能に優れる熱輸送構造体を提供することができる。

図面の簡単な説明

- [0048] [図1]本発明における熱輸送構造体の断面図を示す図である。
[図2]本発明における熱輸送構造体の断面図を示す図である。
[図3]本発明における熱輸送構造体の断面図を示す図である。

- [図4]本発明における熱輸送構造体の断面図を示す図である。
- [図5]本発明における熱輸送構造体の断面図を示す図である。
- [図6]本発明の実施例における熱輸送構造体の断面図を示す図である。
- [図7]比較例における熱輸送構造体の断面図を示す図である。
- [図8]比較例における熱輸送構造体の断面図を示す図である。
- [図9]本発明の実施例における熱輸送構造体の断面図を示す図である。
- [図10]本発明の実施例における熱輸送構造体の断面図を示す図である。
- [図11]本発明の実施例における熱輸送構造体の断面図を示す図である。
- [図12]本発明の実施例における熱輸送構造体を上面から見たときの材料の配置関係を示す図である。
- [図13]本発明の実施例における熱輸送構造体の断面図を示す図である。
- [図14]本発明の実施例における熱輸送構造体の断面図を示す図である。
- [図15]本発明の実施例における放熱性評価方法を示す図である。
- [図16]本発明の実施例における屈曲性評価方法を示す図である。
- [図17]本発明の熱輸送構造体の屈曲反発力評価の初期状態を示す。
- [図18]本発明の熱輸送構造体の屈曲反発力評価時の屈曲形状を示す。
- [図19]本発明の熱輸送構造体の熱性能評価の方法を示す。
- [図20]本発明の熱輸送構造体の振動試験の方法を示す。
- [図21]本発明の熱輸送構造体の一形態を示す。
- [図22]本発明の熱輸送構造体の一形態を示す。
- [図23]本発明の熱輸送構造体の一形態を示す。
- [図24]本発明の熱輸送構造体の一形態を示す。
- [図25]本発明の熱輸送構造体の一形態を示す。
- [図26]本発明の熱輸送構造体および固定部の一形態を示す。
- [図27]本発明における各種シートの配置関係の一形態を示す。

発明を実施するための形態

- [0049] 本発明の一実施形態について以下に説明するが、本発明はこれに限定されるものではない。本発明は、以下に説明する各構成に限定されるものではない。

く、特許請求の範囲に示した範囲で種々の変更が可能であり、異なる実施形態や実施例にそれぞれ開示された技術的手段を適宜組み合わせ得られる実施形態や実施例についても本発明の技術的範囲に含まれる。また、本明細書中に記載された学術文献および特許文献の全てが、本明細書中において参考文献として援用される。また、本明細書において特記しない限り、数値範囲を表す「A～B」は、「A以上B以下」を意図する。

[0050] 上述した第1の発明については、後述する〔実施の形態A〕および<実施例A>にて説明し、上述した第2の発明については、後述する〔実施の形態B〕および<実施例B>にて説明する。

[0051] 〔実施の形態A〕

本発明の実施の形態Aは、グラファイトシート、または、被覆層でグラファイトシートの表面および端部の少なくとも一部（例えば、全面）が覆われているグラファイト複合シートが、複数枚積層された熱輸送構造体である。上記熱輸送構造体は、複数の固定部と、当該固定部の間に配置されている熱伝達部とを有している。上記固定部では、上記グラファイトシート同士、または、上記グラファイト複合シート同士が、接触または接着した状態で保持されている（換言すれば、上記固定部では、上記グラファイトシート同士、または、上記グラファイト複合シート同士が、接触または接着した状態で固定化されている）。上記熱伝達部では、上記グラファイトシート同士の少なくとも一部、または、上記グラファイト複合シート同士の少なくとも一部が、接触または接着されていない（換言すれば、上記熱伝達部では、上記グラファイトシート同士の少なくとも一部、または、上記グラファイト複合シート同士の少なくとも一部が、接触または接着した状態で固定化されていない）。

[0052] なお、本明細書において「接触した状態」とは、構成同士が常に接触している状態を意図する。一方、本明細書において「接触していない状態」とは、単純に構成同士が接触していない状態のみならず、たとえ構成同士が接触していても、当該構成に力を加えたときに（例えば、構成を折り曲げたとき

に)、構成同士が接触していない状態になり得る状態を意図する。

[0053] 本実施の形態Aの各構成と、後述する実施の形態の各構成とは、互いに交換して用いることができる。例えば、実施の形態Aの固定部および熱伝達部を実施の形態Bに用いることが可能であり、逆に、実施の形態Bの固定部および熱伝達部を実施の形態Aに用いることも可能である。

[0054] 本発明の第1の実施形態は、グラファイトシートが複数枚積層された熱輸送構造体(本明細書では、熱輸送構造体をグラファイト複合材料ともいう)である。熱輸送構造体は、複数の固定部(本明細書では、固定部を接着部ともいう)と、熱伝達部(本明細書では、熱伝達部を非接着部ともいう)とを有する。固定部においては、グラファイトシートとグラファイトシートとの間に接着層が存在し、熱伝達部は、固定部と固定部との間に配置されている。

[0055] また、本発明の第2の実施形態は、グラファイトシートの表面の全面に被覆層が存在しているグラファイト複合シートが、複数枚積層された熱輸送構造体である。熱輸送構造体は、複数の固定部と、熱伝達部とを有する。固定部においては、グラファイトシートとグラファイトシートの間に被覆層が存在している。

[0056] グラファイトシートを多層に積層する場合、グラファイトシート同士を接着層などを介して接着させて積層すると、グラファイトシート同士を接着させない場合に比べてグラファイトシート間の伝熱性が向上し、熱輸送構造体が良好な放熱性を発現することができる。一方で、グラファイトシート同士を接着しない場合、熱輸送構造体は自由に屈曲させることができる。よって、発熱源の熱が伝えられる熱輸送構造体の箇所(以下、伝熱箇所ともいう)や、熱輸送構造体に伝熱した熱を他の部材に伝えるための、熱輸送構造体の箇所(以下、放熱箇所ともいう)などについては、グラファイトシート同士を接着し、折り曲げを必要とする熱輸送構造体の箇所については、グラファイトシート同士は接着しない構成とすると良い。

[0057] 以下それぞれの実施形態について説明する。

[0058] (第1の実施形態)

図1は、本発明の第1の実施形態にかかる熱輸送構造体の例を模式的に示す断面図である。第1の実施形態は、グラファイトシート1が複数枚積層された熱輸送構造体5であって、熱輸送構造体5は、複数の固定部10と、熱伝達部11とを有している。固定部10は、伝熱箇所および放熱箇所に少なくとも設けられていることが好ましい。熱伝達部11は、固定部10と固定部10との間に配置されている。また、固定部10では、グラファイトシート1とグラファイトシート1との間に、接着層2が設けられている。

[0059] (固定部)

本発明の固定部は、積層方向からグラファイトシートを見たときに、全層のグラファイトシートが接着層を介して接着している部分を言い、主にグラファイトシートとグラファイトシートとの間の熱伝達を行なう。伝熱箇所および放熱箇所については、グラファイトシートとグラファイトシートとの間は、接着層を介して接着されていることが好ましい。

[0060] 接着層を介さずに、単純にグラファイトシート同士を積み重ねただけでは、グラファイトシートの表面の微細な凹凸に空気が噛み込み、その部分が大きな接触熱抵抗となってしまう。しかし接着層を介してグラファイトシート同士を接着することで、固定部における空気の噛み込みが低減されるため、熱輸送構造体は良好な熱伝達が可能となる。また、接着層を介した接着の場合、グラファイトシートとグラファイトシートとの間の熱抵抗をより低減するために、グラファイトシートと接着層との間の空気の噛み込みや、グラファイトシート又は接着層のシワなどが発生しない構成が好ましい。

[0061] 上記複数の固定部は、グラファイトシートの積層方向に、重なるように配置されていてもよい。換言すれば、本発明の熱輸送構造体は、複数の熱輸送構造体を重ね合せて形成されていてもよい。より具体的に、本発明の熱輸送構造体は、複数の熱輸送構造体の固定部同士を接触または接着した状態で保持することによって形成されていてもよい。

[0062] 例えば、略同一形状（例えば、四角柱）であり、かつ、略同一の箇所（例

例えば、四角柱の両端部)に固定部を備えている複数の熱構造輸送体を、固定部同士がグラファイトシートの積層方向から見て重なるように配置した状態で一体化(換言すれば、接触または接着した状態で保持)させることにより、1つの熱輸送構造体とすることも可能である。

[0063] より具体的に、固定部Aおよび固定部Bを両端部に備えている四角柱状の第1の熱輸送構造体と、固定部Cおよび固定部Dを備えている四角柱状の第2の熱輸送構造体と、を考える。グラファイトシートの積層方向から見て、固定部Aと固定部Cとが重なり、かつ、固定部Bと固定部Dとが重なるように、第1の熱輸送構造体と第2の熱輸送構造体とを配置した状態で一体化させることにより(例えば、固定部Aと固定部Cとを一体化させ、かつ、固定部Bと固定部Dとを一体化させることにより)、1つの熱輸送構造体とすることも可能である。この場合、新たに形成された熱輸送構造体では、固定部Aと固定部Cとが一体化したもの、および、固定部Bと固定部Dとが一体化したものが、各々新たな固定部を形成することとなる。別の態様として、(i)重なって配置されている固定部Aと固定部Cとを一体化させ、かつ、重なって配置されている固定部Bと固定部Dとを一体化させない、または、(ii)重なって配置されている固定部Aと固定部Cとを一体化させず、かつ、重なって配置されている固定部Bと固定部Dとを一体化させる、ことにより、複数の熱輸送構造体を1つの熱輸送構造体とすることも可能である。

[0064] また、固定部Aと固定部Cとが重なり、かつ、固定部Bと固定部Dとが重ならないように、第1の熱輸送構造体と第2の熱輸送構造体とを配置した状態で一体化させることにより(例えば、固定部Aと固定部Cとを一体化させることにより)、1つの熱輸送構造体とすることも可能である。この場合、新たに形成された熱輸送構造体では、固定部Aと固定部Cとが一体化したもの、固定部B、および、固定部Dが、各々新たな固定部を形成することとなる。

[0065] また、後述する図27(a)~図27(f)における熱伝導シート302および熱伝導シート303の各々を熱輸送構造体に置き換え、これらを一体

化させることによって、新たな熱輸送構造体を形成することも可能である。なお、図27(a)～図27(f)については後述するので、ここでは、その説明を省略する。

[0066] (接着層)

接着層は、前述したように、固定部内に形成されるが、さらに、固定部以外に備えられているグラファイトシートの表面、すなわち、熱伝達部に備えられているグラファイトシートの表面、および、熱輸送構造体に備えられているグラファイトシートの外周端部の少なくとも一部にも、さらに形成されていることが好ましい。グラファイトシートは、グラファイト層が多層に積み重なった構造をしている層状化合物であるため、当該層状化合物の一部（グラファイトシートの粉）が剥がれ落ちる現象である、粉落ちが発生しやすい。電子機器内部で粉落ちが発生すると、粉が導電性であることから、ショートの原因となってしまう。この粉落ちを抑制するために、絶縁性の材料から成る接着層で、熱伝達部に備えられているグラファイトシートの表面、および／または、熱輸送構造体に備えられているグラファイトシートの外周端部の少なくとも一部を被覆する構造とすることが好ましい。

[0067] さらに熱輸送構造体を形成した後、熱輸送構造体の固定部以外の表面、すなわち、熱輸送構造体の熱伝達部の表面、および、熱構造輸送体の外周端部の少なくとも一部にも、さらに接着層が被覆されていることが好ましい。熱輸送構造体の熱伝達部の表面、および、熱構造輸送体の外周端部の少なくとも一部を接着層で被覆することで、グラファイトシートからの粉落ちを更に抑制することが出来る。また、グラファイトシートは層状化合物であるため、層間剥離が発生しやすい。そのため、図13のように、熱輸送構造体5には、固定部10の表面だけでなく、熱伝達部11および外周端部の表面に、接着層7が被覆されていることがより好ましい。

[0068] なお、熱輸送構造体5の外周端部が接着層7で被覆されているとは、外周端部の被覆部分の厚み20が存在するように、熱輸送構造体5を接着層7で被覆していることを言う。熱輸送構造体5からの粉落ちをより抑制する観点

で、熱輸送構造体の熱伝達部の表面、および、熱構造輸送体の外周端部の少なくとも一部が接着層で被覆されていることが好ましく、熱輸送構造体の熱伝達部の表面、および、熱構造輸送体の外周端部の全てが接着層で被覆されていることが特に好ましい。

[0069] (接着層の厚み)

接着層の厚みは、0.1 μm 以上20 μm 以下であることが好ましく、1 μm 以上20 μm 以下であることがより好ましく、3 μm 以上12 μm 以下であることがより好ましい。接着層の厚みが0.1 μm 以上（より好ましくは、1 μm 以上）であれば、接着層がグラファイトシート表面の凹凸を吸収し、グラファイトシートとグラファイトシートとの間の接触熱抵抗が低減するので、熱輸送構造体は、効率的に熱を伝達することができる。また、接着層が0.1 μm 以上（より好ましくは、1 μm 以上）あれば、当該接着層は、良好な接着性を示すために良い。また、接着層の熱伝導率は、グラファイトシートの熱伝導率に比べるとはるかに小さい。そのため、接着層の厚みを20 μm 以下に制御することで、グラファイトシートとグラファイトシートとの間の伝熱を阻害することなく良好に熱を伝達することができる。

[0070] また、熱伝達部にさらに接着層を設ける場合の接着層の厚みは、熱輸送構造体の良好な屈曲性を維持する観点で、0.1 μm 以上20 μm 以下（より好ましくは、1 μm 以上20 μm 以下）であることが好ましい。

[0071] (接着層の種類)

接着層は、接着力のある樹脂であれば特に限定されないが、接着前の状態で25℃での接着力が1 N / 25 mm以下であり、加熱によって接着性を発現するものが好ましい。グラファイトシートを多層積層すれば、層間での空気の噛み込みやシワ発生のリスクが高くなる。そのため、室温での接着層の接着性を略無くしておくこと、具体的には25℃での接着層の接着力を1 N / 25 mm以下にしておくことで、グラファイトシートと接着層とをシワなく多層重ねることができる。グラファイトシートと接着層とを積層後、接着層に加圧することによって、接着層の接着力を発現することができるが、グ

ラファイトシートの凹凸に接着層の樹脂を浸透させ、空気の噛み込みを抑制させる観点で、接着層への加圧時に、接着層への加熱も行うことが好ましい。なお、接着工程前の接着層の接着力の測定方法は、後述する実施例にて説明したので、ここでは、その説明を省略する。

[0072] 接着層を構成する樹脂としては、例えば、熱硬化性樹脂、熱可塑性樹脂などが挙げられる。

[0073] 熱硬化性樹脂としては、PU（ポリウレタン）、フェノール樹脂、ユリア樹脂、メラミン系樹脂、グアナミン樹脂、ビニルエステル樹脂、不飽和ポリエステル、オリゴエステルアクリレート、ジアリルフタレート、DKF樹脂（レゾルシノール系樹脂の一種）、キシレン樹脂、エポキシ樹脂、フラン樹脂、PI（ポリイミド系）樹脂、PEI（ポリエーテルイミド）樹脂、PAI（ポリアミドイミド）樹脂、PPE（ポリフェニレンエーテル）等が挙げられる。中でもエポキシ樹脂やウレタン樹脂を含む樹脂が、材料選択の幅が広く、グラファイトシートとの密着性が優れるために好ましい。

[0074] 熱可塑性樹脂としては、アイオノマー、イソブチレン無水マレイン酸コポリマー、AAS（アクリロニトリル-アクリル-スチレン共重合体）、AES（アクリロニトリル-エチレン-スチレン共重合体）、AS（アクリロニトリル-スチレン共重合体）、ABS（アクリロニトリル-ブタジエ-スチレン共重合体）、ACS（アクリロニトリル-塩素化ポリエチレン-スチレン共重合体）、MBS（メチルメタクリレート-ブタジエ-スチレン共重合体）、エチレン-塩化ビニル共重合体、EVA（エチレン-酢酸ビニル共重合体）、EVA系（エチレン-酢酸ビニル共重合体系）、EVOH（エチレンビニルアルコール共重合体）、ポリ酢酸ビニル、塩素化塩化ビニル、塩素化ポリエチレン、塩素化ポリプロピレン、カルボキシビニルポリマー、ケトン樹脂、ノルボルネン樹脂、プロピオン酸ビニル、PE（ポリエチレン）、PP（ポリプロピレン）、TPX（ポリメチルペンテン）、ポリブタジエン、PS（ポリスチレン）、スチレン無水マレイン酸共重合体、メタクリル、EMAA（エチレン-メタクリル酸共重合体）、PMMA（ポリメチル

メタクリレート)、PVC (ポリ塩化ビニル)、ポリ塩化ビニリデン、PVA (ポリビニルアルコール)、ポリビニルエーテル、ポリビニルブチラール、ポリビニルホルマール、セルロース系、ナイロン6、ナイロン6共重合体、ナイロン66、ナイロン610、ナイロン612、ナイロン11、ナイロン12、共重合ナイロン、ナイロンMXD、ナイロン46、メトキシメチル化ナイロン、アラミド、PET (ポリエチレンテレフタレート)、PBT (ポリブチレンテレフタレート)、PC (ポリカーボネート)、POM (ポリアセタール)、ポリエチレンオキシド、PPE (ポリフェニレンエーテル)、変性PPE (ポリフェニレンエーテル)、PEEK (ポリエーテルエーテルケトン)、PES (ポリエーテルサルフォン)、PSO (ポリサルフォン)、ポリアミンサルフォン、PPS (ポリフェニレンサルファイド)、PAR (ポリアリレート)、ポリパラビニールフェノール、ポリパラメチレンスチレン、ポリアリルアミン、芳香族ポリエステル、液晶ポリマー、PTFE (ポリテトラフルオロエチレン)、ETFE (テトラフルオロエチレン-エチレン共重合体)、FEP (テトラフルオロエチレン-ヘキサフルオロプロピレン共重合体)、EPE (テトラフルオロエチレン-ヘキサフルオロプロピレン-パーフルオロアルキルビニルエーテル共重合体)、PFA (テトラフルオロエチレン-パーフルオロアルキルビニルエーテル共重合体)、PCTFE (ポリクロロトリフルオロエチレン共重合体)、ECTFE (エチレン-クロロトリフルオロエチレン共重合体)、PVDF (ポリビニリデンフルオライド系)、PVF (ポリビニルフルオライド)等が挙げられる。

[0075] これら接着層を構成する熱硬化性樹脂、および、熱可塑性樹脂は、水や有機溶媒に溶解させて接着層材料とし、この接着層材料を塗工して接着層を形成することができる。また、これら接着層を構成する熱硬化性樹脂、および、熱可塑性樹脂は、予めフィルム状に成形しておき、当該フィルムをラミネート等することによって接着層を形成することも可能である。

[0076] (熱伝達部)

本発明において熱伝達部は、固定部と固定部との間に設置されている。具

体的には、図1に示す本発明の第1の実施形態のように、熱伝達部11は、固定部10と固定部10との間に配置されている。このように、熱伝達部11を設けることで、グラファイトシート1を多層に積層した場合でも、熱輸送構造体5を容易に屈曲させることができる。よって、熱伝達部11は、折り曲げを必要とする箇所に形成されることが好ましい。なお、熱伝達部11は複数あってもよい。熱伝達部11と熱伝達部11との間に固定部10が設けられていてもよい。

[0077] 本発明の熱伝達部11は、積層方向からグラファイトシートを見たときに、グラファイトシートの少なくとも一部が接着層を介して他のグラファイトシートと接着していない部分を言う。つまり、熱伝達部11は、全てのグラファイトシートが非接着の状態になっている必要はなく、例えば、グラファイトシートが二層以上おきに非接着の状態になっていても良い。グラファイトシートが二層以上おきに非接着の状態になっている場合、熱輸送構造体5の屈曲性を維持するため、接着している部分の厚み、すなわち、接着しているグラファイトシート、接着層、および保護層の全厚みは、100 μ m以下とすることが好ましい。

[0078] (グラファイトシートの種類)

本発明で使用するグラファイトシートは、特に制限はなく、高分子系グラファイトシートや、原料である天然黒鉛をエキスパンドして得られるグラファイトシートを用いることができる。高分子系グラファイトシートは高い熱伝導性を有するため、高分子系グラファイトシートを用いれば、より高い放熱性を有する熱輸送構造体を発現することができる。

[0079] 本発明で用いられるグラファイトシートの第一の製法は、原料である天然黒鉛をエキスパンドしてグラファイトシートを得る方法である。具体的には、グラファイト粉末を硫酸などの酸に浸漬してグラファイト層間化合物を形成した後、当該グラファイト粉末を熱処理、発泡させてグラファイト層間を剥離する。剥離後、グラファイト粉末を洗浄して酸を除去し、薄膜状のグラファイト粉末を得る。この様な方法で得られたグラファイト粉末を、さらに

圧延ロール成型することでグラファイトシートを得ることができる。

[0080] 本発明の目的に好ましく用いられるグラファイトシートの第二の製造方法は、ポリイミド樹脂などの高分子フィルムを熱処理することによって、高分子系グラファイトシートを作製する方法である。具体的には、高分子フィルムからグラファイトシートを得るには、まず、出発物質である高分子フィルムを減圧下もしくは不活性ガス中で1000℃程度の温度まで予備加熱処理して炭素化し、炭素化フィルムとする。その後、この炭素化フィルムを不活性ガス雰囲気下、2800℃以上の温度まで熱処理することによりグラファイト化させることで、良好なグラファイト結晶構造を形成することができ、熱伝導性に優れたグラファイトシートを得ることができる。

[0081] (グラファイトシートの厚さ)

本発明のグラファイトシートの厚みは、1μm以上100μm以下であり、好ましくは10μm以上100μm以下であり、より好ましくは20μm以上80μm以下である。グラファイトシートの厚みが1μm以上（好ましくは、10μm以上）であれば、同じ厚みの熱輸送構造体を作製する場合、厚みが1μm未満のグラファイトシートを用いたときよりも積層枚数を削減することができ、熱伝導率の低い接着層を減らすことができるので良い。また、グラファイトシートの厚みが100μm以下であれば、熱輸送構造体は、屈曲性を維持することができ、折り曲げに強くなる。

[0082] (グラファイトシートの厚さ測定)

グラファイトシートの厚さは、厚さゲージ（ハイデンハイン（株）社製、HEIDENHAIN:AIN-CERTO）を用いて、25℃の恒温室にて50mm×50mmのフィルムの任意の10点における平均厚さで測定することができる。

[0083] (グラファイトシートの面方向の熱伝導率)

グラファイトシートの面方向の熱伝導率は、1000W/(m·K)以上であることが好ましく、1100W/(m·K)以上であることがより好ましく、1200W/(m·K)以上であることがさらに好ましい。面方向の

熱伝導率が1000W/(m・K)以上のグラファイトシートを用いることで、より高い放熱性を有する熱輸送構造体を得ることができる。また、銅やアルミなどの金属材料に対し、グラファイトは3倍以上の熱伝導性を有するため、銅やアルミなどと同等の放熱能力になるようにグラファイトシートの積層枚数を設定した場合、熱輸送構造体の重量を大幅に減少させることができるため、電子機器の軽量化にも貢献することができる。

[0084] (グラファイトシートの面方向の熱伝導率の算出)

グラファイトシートの熱伝導率は、次式(1)によって算出することができる。

$$A = \alpha \times d \times C_p \quad \dots (1)$$

ここで、Aは熱伝導率、 α は熱拡散率、dは密度、そしてC_pは比熱容量をそれぞれ表わしている。なお、グラファイトシートの熱拡散率、密度、および比熱容量は以下に述べる方法で求めることができる。

[0085] (光交流法によるグラファイトシートの面方向の熱拡散率測定)

グラファイトシートの熱拡散率は、光交流法による熱拡散率測定装置(アルバック理工(株)社から入手可能な「L a s e r P i t」)を用い、4mm×40mmの形状に切り取ったグラファイトシートのサンプルについて、20℃の雰囲気下で10Hzの交流条件で測定することができる。

[0086] (グラファイトシートの比熱容量測定)

グラファイトシートの比熱容量は、エスアイアイナノテクノロジー株式会社製の熱分析システムである示差走査熱量計DSC220CUを使用して、20℃から260℃まで10℃/minの昇温条件で測定することができる。

[0087] (グラファイトシートの密度測定)

グラファイトシートの密度は、100mm×100mmの形状に切り取ったグラファイトシートのサンプルについて、重量、および厚みを測定し、重量の値を体積の値にて割ることにより算出することができる。

[0088] (保護層)

図6に示すように、熱輸送構造体5の最表面の少なくとも一部には、接着層2を介して保護層3が配置されていることが好ましい。保護層3を配置することで、熱輸送構造体5は、グラファイトシート1の表面の保護性が向上し、機械的な引っ掻きや擦れなどに強くなるために良い。なお保護層3自体に接着性があれば、接着層2を介することなく、保護層3を配置しても良い。

[0089] (保護層の種類)

保護層としては、特に制限を受けることなく、様々なフィルムを使用可能である。PET (polyethylene terephthalate) フィルム、ポリプロピレンフィルム、ポリエチレンフィルム、ポリスチレンフィルム、ポリイミドフィルムなどが挙げられる。

[0090] (保護層の厚み)

保護層の厚みとしては、1 μm 以上20 μm 以下であることが好ましく、より好ましくは、1 μm 以上10 μm 以下、更に好ましくは、2 μm 以上7 μm 以下である。保護層の厚みが1 μm 以上であれば、熱輸送構造体は、グラファイトシートの表面の保護性が向上し、機械的な引っ掻きや擦れなどに強くなるために良い。また、保護層の厚みが20 μm 以下であれば、熱輸送構造体の屈曲性を維持することができるために良い。

[0091] (積層枚数)

本発明におけるグラファイトシートの積層枚数は2枚以上1000枚以下であることが好ましく、5枚以上100枚以下であることがより好ましい。グラファイトシートの積層枚数が2枚以上であれば、屈曲性、放熱性、軽量性に優れた熱輸送構造体を得られる。また、グラファイトシートの積層枚数が1000枚以下であれば、屈曲性を損なうことなく、放熱性、軽量性に優れた熱輸送構造体を得られる。

[0092] (熱輸送構造体の製造方法)

本発明の熱輸送構造体は、グラファイトシートと、少なくとも固定部を形成するための接着層とを交互に積層し、これを(i)加圧すること、または

、（i i）加圧および加熱することによって、接着層を介してグラファイトシート同士を接着させることで製造される。

[0093] （第1の実施形態の製造方法）

本発明の熱輸送構造体の第1の実施形態の製造方法は、グラファイトシートと、少なくとも固定部を形成するための接着層とを交互に積層し、これを加圧すること、または、これを加圧および加熱することによって、熱輸送構造体内に固定部を形成する接着工程を有する。上記固定部では、接着層を介してグラファイトシート同士が接着した状態で保持されている。

[0094] また、第1の実施形態のもう一つの製造方法は、熱輸送構造体内に複数の固定部、および当該固定部の間に配置された熱伝達部が形成されるように、少なくとも固定部内に配置されるグラファイトシート上に接着層を形成する工程と、当該工程に続く接着工程と、を有する。接着工程では上記グラファイトシートを複数枚重ねた後、当該グラファイトシートを、加圧すること、または、加圧および加熱することで、熱輸送構造体内に、接着層を介してグラファイトシート同士が接着した状態で保持されている固定部を形成する。この製造方法では、例えば、接着層材料をグラファイトシートに塗工し、接着層材料を乾燥させて接着層を形成することができる。

[0095] 上記いずれかの製造方法であれば、グラファイトシート等の積層体の中の、将来、熱輸送構造体の固定部となる部分に接着層が存在することで、当該積層体に、加圧すること、または、加圧および加熱することによって、接着層が存在する部分が固定部となり、接着層が存在していない部分が熱伝達部となる。換言すれば、熱輸送構造体の固定部となる部分では、グラファイトシートとグラファイトシートとの間全体に、接着層が存在している。一方、熱輸送構造体の熱伝達部となる部分では、グラファイトシートとグラファイトシートとの間の少なくとも一部に、好ましくはグラファイトシートとグラファイトシートとの間全体に、接着層が存在していない。このため、上記いずれかの製造方法であれば、屈曲性を有するグラファイトシートの多層積層体を容易に得ることができる。上記いずれかの製造方法の場合、熱伝達部が

、さらに接着層を有していても良いが、屈曲性に優れた熱輸送構造体を得る観点で、熱伝達部は接着層を有さないことが好ましい。

[0096] (接着層およびグラファイトシートを交互に積層する方法)

接着層とグラファイトシートとを交互に積層する方法として、グラファイトシート上に直接接着フィルムを配置し、当該グラファイトシートを積層する方法、グラファイトシートの表面に接着層材料を塗工し、当該グラファイトシートを積層する方法、グラファイトシートと接着フィルムとをラミネートし、当該グラファイトシートを積層する方法、などが挙げられ、これらを適宜選択すれば良い。

[0097] (接着層とグラファイトシートの接着方法)

接着層とグラファイトシートとの接着方法としては、プレスによる加圧での接着が好適である。プレスであれば、グラファイトシートを10層以上といった多層に積層する場合でも一括して接着できるために良い。なお、加圧は、接着層とグラファイトシートとの積層体に対して、部分的に行ってもよいし、全体的に行ってもよい。

[0098] 接着層とグラファイトシートとの積層体に対して、加圧を部分的に行いたい場合、または、接着層とグラファイトシートとの積層体の中の、将来、固定部となる部分のみを加圧したい場合は、凹凸の段差を有する金型を予め用意し、これを用いて加圧することが可能である。また、空気の噛み込みを抑制し、グラファイトシートとグラファイトシートとの間の熱伝達が良好な熱輸送構造体を得ることができる観点から、積層体を加熱した状態で当該積層体を加圧、真空条件下で積層体を加圧、または、真空条件下で積層体を加熱した状態で当該積層体を加圧、することが好ましい。

[0099] (グラファイトシートへの孔の形成)

グラファイトシートを10層以上といった多層に積層する場合や、100mm角以上といった大面積での積層をする場合、加熱および加圧を伴う接着では、接着層からわずかに発生するガスや各層間に僅かに巻き込んだ空気が膨張し、部分的に膨れが発生してしまう場合がある。これは、グラファイト

シートの高いガスバリア性によるものである。そのため、このような場合、グラファイトシートに予め、ガスを通過させる孔を形成しておくが良い。孔の形成割合としては、孔形成前のグラファイトシートの面積に対し、0.5%以上の面積の孔を形成しておくことが好ましく、1%以上形成しておくことより好ましい。また、孔の形状には特に限定はなく、真円、楕円、三角形、四角形など適宜選択することができる。

[0100] (用途)

本発明に係る熱輸送構造体は、放熱材料や伝熱材料として好適に用いられ、電子機器、航空用機器、宇宙用機器、真空条件下もしくは低圧条件下で使用される機器、または、自動車などの放熱材料や伝熱材料に用いることができる。

[0101] (第2の実施形態)

図2は、本発明の第2の実施形態にかかる熱輸送構造体の例を模式的に示す断面図である。破線箇所はグラファイト複合シート6同士が接着していない箇所を指す。第2の実施形態は、接着層2（第2の実施形態において、接着層2は、被覆層に対応する）でグラファイトシート1の表面の全面が覆われたグラファイト複合シート6が、複数枚積層された熱輸送構造体5であって、熱輸送構造体5は、固定部10と、熱伝達部11とを有する熱輸送構造体5である。なお、本実施形態において、第1の実施形態と同様の点については説明を省略し、異なる点について詳説する。

[0102] (接着層（換言すれば、被覆層）)

第2の実施形態の接着層（換言すれば、被覆層）は、第1の実施の形態の接着層と同じ構成を採用することも可能である。以下に、第2の実施の形態の接着層について、説明する。

[0103] 本発明の第2の実施形態では、グラファイトシートは、表面の全面が接着層で覆われている。これにより、グラファイトシートからの粉落ちや層間剥離を特に好ましく抑制することができる。また、本発明の熱輸送構造体を宇宙用材料として使用する場合、例えば、熱輸送構造体の内部に空気が入って

いと、熱輸送構造体が真空環境に曝されたときに内部の空気が膨張してしまう。本発明では、熱輸送構造体の内部に空気を混入させることなく熱輸送構造体を製造できるために良い。また、熱輸送構造体の内部への空気の混入を抑制するために、グラファイト複合シートは表面の全面に加え、外周端部の少なくとも一部が、さらに接着層で被覆されていることが好ましい。

[0104] なお、本発明の第2の実施形態において、接着層でグラファイト複合シートの表面の全面が被覆されているとは、接着層2によってグラファイトシート1の両面（最も面積の広い面と、当該面の反対側の面）の表面の全面が被覆されていることを言う。また、接着層でグラファイト複合シートの外周端部が被覆されているとは、接着層2によって、外周端部に厚み20が存在するように、グラファイトシート1を接着層2によって被覆してグラファイト複合シート6を形成していることを言う。熱輸送構造体5からの粉落ち、グラファイトシート1の層間剥離、熱輸送構造体5の内部への空気の混入をより抑制する観点から、グラファイト複合シートは、表面の全面に加えて、外周端部の少なくとも一部も接着層で被覆されていることが好ましく、外周端部の全てが接着層で被覆されていることが特に好ましい。この場合、熱輸送構造体を電子機器などに固定するためのねじ穴などの貫通孔の周囲（貫通孔の端面を含む）は、接着層で覆われていなくても良い。

[0105] （熱伝達部）

本発明の第2の実施形態では、図2および後述する図3のように、熱伝達部11を固定部10と固定部10との間に形成することもできるし、図4および後述する図5のように、熱伝達部11を熱輸送構造体5の端部に形成することもできる。

[0106] また、本発明の第2の実施形態では、グラファイトシート1の表面の全面が接着層2で覆われたグラファイト複合シート6が積層される。そのため、熱伝達部11をより精度よく形成するためには、図3および図5のように、熱伝達部11となる部分では、グラファイト複合シート6とグラファイト複合シート6との間に、後述する非接着層4を配置することが好ましい。非接

着層 4 を配置することで、グラファイトシート表面の保護性も向上し、機械的な引っ掻きや擦れなどにも強くなるために良い。

[0107] なお、本発明の第 2 の実施形態では、第 1 の実施形態と同様に、熱伝達部とは、隣接するグラファイト複合シート 6 同士が接着層により接着していない箇所（図 2 および図 4 の破線箇所、並びに図 3 および図 5 の非接着層 4 同士が接触する箇所）を言う。多層に積層されたグラファイト複合シート 6 同士は、各層間において非接着の状態になっている必要はなく、図 14 のようにグラファイト複合シート 6 が二層以上おきに非接着の状態になっていても良い。なお、グラファイト複合シート 6 が二層以上おきに非接着の状態になっている場合、熱輸送構造体の屈曲性を維持するため、接着している部分の厚み、すなわち、接着しているグラファイトシート 1、接着層 2、非接着層 4、および、保護層の全厚みは 100 μm 以下とすることが好ましい。

[0108] （非接着層）

非接着層は、非接着層同士が接着しないものであれば、特に限定されない。

[0109] 本発明の第 2 の実施形態の熱伝達部を形成する非接着層の形態としては、接着層と接着可能な非接着層を用いることが特に好ましい。グラファイト複合シートとグラファイト複合シートとの間に、接着層と接着可能な非接着層を 1 層以上（例えば、1 層、または、2 層）配置することで、隣り合うグラファイト複合シート同士を接着させないため、好適である。

[0110] また、非接着層は、非接着層の少なくとも一方の面に、すなわち、非接着層の片面もしくは両面に、接着層と接着しない剥離層が形成されていることが好ましい。この場合、接着層と接着可能な非接着層の片面もしくは両面に、接着層とは接着しない剥離層を形成すればよい。（以下、単に、片面もしくは両面に剥離層が形成された非接着層、と称す。）グラファイト複合シートとグラファイト複合シートとの間に非接着層を 1 層配置する場合、片面に剥離層が形成された非接着層を用いれば、剥離層が形成されていない面は、グラファイト複合シートと接着するが、剥離層が形成されている面は、グラ

ファイト複合シートと接着しないために、熱伝達部を形成することができる。一方、両面に剥離層が形成された非接着層を用いれば、両面がグラファイト複合シートに接着しないため、熱伝達部を形成することができ、また、最終的に熱輸送構造体から非接着層を除去でき、良好な屈曲性を有する熱輸送構造体を得られ易くなるため好ましい。

[0111] あるいは、非接着層の好ましい形態である、接着層と接着可能な非接着層、または、片面もしくは両面に剥離層が形成された非接着層を用いなくとも、上記剥離層単体を非接着層として用いても良い。この場合も、剥離層の両面がグラファイト複合シートに接着しないため、熱伝達部を形成することができ、また、最終的に熱輸送構造体から剥離層を除去でき、良好な屈曲性を有する熱輸送構造体を得られ易くなるため好ましい。

[0112] (非接着層の厚み)

非接着層の厚みは、 $0.001\ \mu\text{m}$ 以上 $20\ \mu\text{m}$ 以下であることが好ましく、 $1\ \mu\text{m}$ 以上 $20\ \mu\text{m}$ 以下であることがより好ましく、 $1\ \mu\text{m}$ 以上 $10\ \mu\text{m}$ 以下であることがより好ましく、更に好ましくは、 $2\ \mu\text{m}$ 以上 $7\ \mu\text{m}$ 以下である。非接着層の厚みが $0.001\ \mu\text{m}$ 以上（より好ましくは、 $1\ \mu\text{m}$ 以上）なら、非接着層のシワを抑制しながら、非接着層を配置することができるために良い。また、非接着層の厚みが $20\ \mu\text{m}$ 以下なら、熱輸送構造体の屈曲性を維持し、かつ、グラファイトシート間の伝熱を阻害することなく、良好に熱を伝達することができるために良い。

[0113] (非接着層の種類)

非接着層の好ましい形態として接着層と接着可能な非接着層を用いる場合、その種類としては、特に制限を受けることなく、様々なフィルムが使用可能である。PET (polyethylene terephthalate) フィルム、ポリプロピレンフィルム、ポリエチレンフィルム、ポリスチレンフィルム、ポリイミドフィルム、紙などが挙げられる。

[0114] (剥離層の種類)

剥離層を用いる場合、その種類としては特に制限を受けることなく様々な

樹脂が使用可能であるが、接着層と接着しないことが好ましい。接着層と接着しない剥離層として、シリコン系、フッ素系の樹脂などが挙げられるが、耐久性、コストのなどの観点からシリコン系の樹脂が好ましい。

[0115] (剥離層の厚み)

剥離層の厚みは、 $1\ \mu\text{m}$ 以上 $20\ \mu\text{m}$ 以下であることが好ましく、より好ましくは、 $1\ \mu\text{m}$ 以上 $10\ \mu\text{m}$ 以下、更に好ましくは、 $2\ \mu\text{m}$ 以上 $7\ \mu\text{m}$ 以下である。剥離層の厚みが $1\ \mu\text{m}$ 以上なら、外観上良好な熱伝達部を形成しやすくなり好ましい。また、非接着層の厚みが $20\ \mu\text{m}$ 以下なら、熱輸送構造体から最終的に剥離層が除去されなくても、熱輸送構造体の屈曲性を維持することができるために好ましい。

[0116] (第2の実施形態の製造方法)

本発明の第2の実施形態における熱輸送構造体の製造方法は、グラファイトシート全面に接着層を形成するグラファイト複合シートを作製する工程と、このグラファイト複合シートを多層に積層した後、加圧により、または、加圧および加熱により、各層間を接着する工程から成る。

[0117] (第2の実施形態の第1の製造方法)

本発明における熱輸送構造体の第2の実施形態の第1の製造方法は、接着層をグラファイトシートの表面の全面に形成してグラファイト複合シートを作製するグラファイト複合シート作製工程と、当該グラファイト複合シート作製工程の後で行われる接着工程と、を有している。接着工程では、グラファイト複合シートと非接着層とを交互に複数枚積層した後、当該積層体を加圧し(例えば、当該積層体の全面を加圧し)、または、当該積層体を加圧および加熱し(例えば、当該積層体の全面を加圧および加熱し)、一部の接着層を介してグラファイト複合シート同士を接着させる。

[0118] 本製造方法では、接着層はグラファイトシートの表面の全面に形成される。グラファイトシートは表面の全面が接着層で覆われているため、粉落ちや層間剥離が防止され、好ましい。また、グラファイトシートの表面の全面に加え、さらに外周端部の少なくとも一部が接着層で覆われていることが粉落

ちや層間剥離の観点でより好ましく、外周端部の全てが接着層で覆われていることが特に好ましい。

[0119] 接着層の形成方法としては、接着樹脂の塗工や接着フィルムをラミネートする方法など適宜選択すれば良いが、グラファイトシートの表面の全面に加え、さらに外周端部の少なくとも一部に接着層を形成するため、接着フィルムをラミネートにより形成することが好ましい。つまり、グラファイトシートを予め任意の形状にカットしておき、その後、グラファイトシートよりも大きい接着フィルムでラミネートすることで、グラファイトシートの表面の全面および外周端部が被覆されたグラファイト複合シートを形成することができる。

[0120] また、熱伝達部を形成する非接着層として、非接着層の好ましい形態である、接着層と接着可能な非接着層、もしくは、片面に剥離層が形成された非接着層を用いれば、容易に熱伝達部を形成することができる。非接着層として、接着層と接着可能な非接着層を用いる場合、グラファイト複合シートとグラファイト複合シートとの間に2層の非接着層を配置すると良く、非接着層として、片面に剥離層が形成された非接着層を用いる場合、グラファイト複合シートとグラファイト複合シートとの間に1層の非接着層を配置すると良い。非接着層を配置した後、接着層に、加圧、または、加圧および加熱をすることで接着層の接着性を発現させることができる。固定部および熱伝達部の接着性向上の観点から、加圧に加えて加熱も同時に行うことが好ましい。更に非接着層は、熱輸送構造体の一部として最終的に熱輸送構造体内に残り得るので、非接着層を用いる構成であれば、グラファイトフィルムの表面保護性も向上し、機械的な擦れなどにも強くなるために良い。

[0121] (第2の実施形態の第2の製造方法)

本発明における熱輸送構造体の第2の実施形態の第2の製造方法は、第2の実施形態の第1の製造方法と同様に、接着層をグラファイトシートの全面に形成してグラファイト複合シートを作製するグラファイト複合シート作製工程と、当該グラファイト複合シート作製工程の後で行われる接着工程と、

を有している。接着工程では、グラファイト複合シートと、両面に剥離層が形成された非接着層、もしくは、剥離層単体とを複数積層した後、当該グラファイト複合シート全面を、加圧し、または加圧および加熱し、一部の接着層でグラファイト複合シート同士を接着させる。

[0122] 本製造方法は、熱伝達部を容易に形成するために、両面に剥離層を形成した非接着層、もしくは、剥離層からなる非接着層のいずれかを配置した後、第2の実施形態の第1の製造方法のように、接着層に、加圧すること、または、加圧および加熱することで接着層の接着性を発現させることができる。固定部の接着性向上の観点で、加圧に加えて加熱も同時に行うことがより好ましい。また、接着後、非接着層は取り除いても、取り除かなくても良いが、良好な屈曲性を有する熱輸送構造体を得られる観点で、本製造方法は、非接着層を取り除く工程を有することが好ましい。

[0123] (第2の実施形態の第3の製造方法)

本発明における熱輸送構造体の第2の実施形態の第3の製造方法は、接着層をグラファイトシートの表面の全面に形成してグラファイト複合シートを作製するグラファイト複合シート作製工程と、当該グラファイト複合シート作製工程の後で行われる接着工程と、を有している。接着工程では、グラファイト複合シートを複数積層した後、グラファイト複合シートの一部を、加圧し、または、加圧および加熱し、一部の接着層を介してグラファイト複合シート同士を接着させる。

[0124] 本製造方法は、熱伝達部において非接着層を用いることなく、固定部において、部分的な加圧、または、部分的な加圧および加熱でグラファイト複合シート同士が接着していること以外は、第2の実施形態の第1の製造方法や第2の製造方法と同様の方法である。具体的には、固定部となる部分のみを治具などで加圧することで、グラファイト複合シート同士を、グラファイト複合シートの表面に存在する接着層を介して接着させ、固定部と熱伝達部とを有する熱輸送構造体を得ることができる。

[0125] 本発明は、以下のように構成することも可能である。

- [0126] <1> グラファイトシートが複数枚積層されたグラファイト複合材料であって、
上記グラファイト複合材料は、複数の接着部と、非接着部とを有し、
上記接着部においては、グラファイトシートとグラファイトシートの間
に接着層が存在し、
上記非接着部は、上記接着部間に配置されていることを特徴とするグラ
ファイト複合材料。
- [0127] <2> 上記グラファイトシートの表面の非接着部および外周端部の少な
くとも一部に、さらに上記接着層が存在している<1>に記載のグラファイト
複合材料。
- [0128] <3> 上記グラファイト複合材料の表面の非接着部および外周端部の少な
くとも一部に、さらに上記接着層が存在している<1>又は<2>に記載の
グラファイト複合材料。
- [0129] <4> 接着層でグラファイトシートの表面の全面が覆われたグラファイト
複合シートが、複数枚積層されたグラファイト複合材料であって、
上記グラファイト複合材料は、複数の接着部と、非接着部とを有し、
上記接着部においては、グラファイトシートとグラファイトシートの間
に接着層が存在することを特徴とするグラファイト複合材料。
- [0130] <5> 上記グラファイト複合シートの外周端部の少なくとも一部に、さら
に上記接着層が存在している、<4>に記載のグラファイト複合材料。
- [0131] <6> 上記非接着部では、上記グラファイト複合シート間に非接着層が配
置されている<4>または<5>に記載のグラファイト複合材料。
- [0132] <7> 上記非接着層は、上記グラファイト複合シート間に2層配置されて
いる<6>に記載のグラファイト複合材料。
- [0133] <8> 上記非接着層は、上記グラファイト複合シート間に1層配置されて
おり、少なくとも一方の面に剥離層が形成されている<6>に記載のグラ
ファイト複合材料。
- [0134] <9> 上記接着層の厚みが、 $0.1\ \mu\text{m}$ 以上 $20\ \mu\text{m}$ 以下である<1>～

<8>のいずれかに記載のグラファイト複合材料

<10>上記非接着層の厚みが、 $0.001\ \mu\text{m}$ 以上 $20\ \mu\text{m}$ 以下である

<1>~<9>のいずれか1項に記載のグラファイト複合材料

<11>上記グラファイトシートの厚みが、 $1\ \mu\text{m}$ 以上 $100\ \mu\text{m}$ 以下である<1>~<10>のいずれかに記載のグラファイト複合材料。

[0135] <12>上記グラファイト複合材料の最表面の少なくとも一部に、保護層が配置されている<1>~<11>のいずれかに記載のグラファイト複合材料。

[0136] <13>グラファイトシートおよび少なくとも接着部を形成するための接着層が交互に積層されたものを加圧することで、接着層でグラファイトシート同士を接着させる接着工程を有することを特徴とするグラファイト複合材料の製造方法。

[0137] <14>接着部、および当該接着部間に配置された非接着部が形成されるように、少なくとも接着部に接着層をグラファイトシートに形成する工程と、

上記グラファイトシートを複数重ねた後、これを加圧し、接着層でグラファイトシート同士を接着させる接着工程と、を有することを特徴とするグラファイト複合材料の製造方法。

[0138] <15>接着層をグラファイトシートの表面の全面に形成してグラファイト複合シートを作製するグラファイト複合シート作製工程と、

上記グラファイト複合シートと非接着層を交互に複数積層した後、当該グラファイト複合シートを加圧し、一部の接着層でグラファイト複合シート同士を接着させる接着工程とを有することを特徴とするグラファイト複合材料の製造方法。

[0139] <16>接着層をグラファイトシートの表面の全面に形成してグラファイト複合シートを作製するグラファイト複合シート作製工程と、

上記グラファイト複合シートと剥離層、あるいは、剥離層が少なくとも一方の面に形成された非接着層を交互に複数積層した後、当該グラファイト複

合シートを加圧し、一部の接着層でグラファイト複合シート同士を接着させる接着工程とを有することを特徴とするグラファイト複合材料の製造方法。

[0140] <17>さらに、上記剥離層、あるいは、剥離層が少なくとも一方の面に形成された非接着層を剥離する剥離工程を有することを特徴とする<15>に記載のグラファイト複合材料の製造方法。

[0141] <18>接着層をグラファイトシートの表面の全面に形成してグラファイト複合シートを作製するグラファイト複合シート作製工程と、

上記グラファイト複合シートを複数積層した後、グラファイト複合シートの一部を加圧し、一部の接着層でグラファイト複合シート同士を接着させる接着工程と、を有することを特徴とするグラファイト複合材料の製造方法。

[0142] <19>上記非接着層は、上記グラファイト複合シート間に複数枚配置されている<15>に記載のグラファイト複合材料の製造方法。

[0143] <20>上記接着層がグラファイトシートの表面の全面に加え、さらに外周端部の少なくとも一部を覆うように形成することを特徴とする<15>～<19>の何れかに記載のグラファイト複合シートの製造方法。

[0144] <21>上記接着層は、上記接着工程の前においては、加熱および加圧により接着性を発現し、

上記接着工程は、加熱および加圧により一括して接着される<13>～<20>の何れかに記載のグラファイト複合材料の製造方法。

[0145] <22>上記接着層は、上記接着工程の前においては、25℃での接着力が、1N/25mm以下である<13>～<21>の何れかに記載のグラファイト複合材料の製造方法。

[0146] [実施の形態B]

本発明の熱輸送構造体は、複数の固定部と、固定部の間に配置された熱伝達部とを備えるものである。固定部および熱伝達部は、複数枚の熱伝導シートを含むものである。固定部において、全ての熱伝導シートは、熱伝導シート同士が接触または接着した状態で保持されていてもよい。熱伝導シート同士を保持するための部材として、後述する固定部材を用いてもよいし、固定

部材を用いなくてもよい。熱伝導シートは、グラファイトシートを含むものであり、単体のグラファイトシート、または、グラファイトシートと他の材料とを組み合わせたグラファイト複合シートである。

[0147] (熱伝導シートの一形態であるグラファイトシート)

本発明に用いられる熱伝導シートの一形態である単体のグラファイトシートについて説明する。

[0148] 本発明に用いられるグラファイトシートは、特に限定されず、例えば、天然系のグラファイトシートまたは高分子系のグラファイトシートを用いることができる。高分子系のグラファイトシートの場合には、高い熱伝導率を有するため、これを用いた熱輸送構造体はより高い熱輸送性能を発現させることができる。

[0149] 本発明に用いられるグラファイトとしては、上述した〔実施の形態A〕に記載のグラファイトと、基本的に同じものを用いることが可能である。

[0150] 例えば、天然系のグラファイトシートの製法、および、高分子系のグラファイトシートの製造方法は、上述した〔実施の形態A〕の（グラファイトシートの種類）の欄に記載の方法に従えばよい。

[0151] 本発明に用いるグラファイトシートの面方向の熱伝導率は、上述した〔実施の形態A〕の（グラファイトシートの面方向の熱伝導率の算出）の欄に記載の方法によって測定することができる。

[0152] 本発明に用いるグラファイトシートの面方向の熱拡散率測定は、上述した〔実施の形態A〕の（光交流法によるグラファイトシートの面方向の熱拡散率測定）の欄に記載の方法に従えばよい。

[0153] 本発明に用いるグラファイトシートの比熱容量は、上述した〔実施の形態A〕の（グラファイトシートの比熱容量測定）の欄に記載の方法にしたがって測定することができる。

[0154] 本発明に用いるグラファイトシートの密度は、上述した〔実施の形態A〕の（グラファイトシートの密度測定）の欄に記載の方法にしたがって算出することができる。

- [0155] 本発明に用いるグラファイトシートは、面方向の熱伝導率が $500\text{W}/\text{m}\cdot\text{K}$ 以上であるが、 $600\text{W}/\text{m}\cdot\text{K}$ 以上であることがより好ましく、 $700\text{W}/\text{m}\cdot\text{K}$ 以上であることがより好ましく、 $800\text{W}/\text{m}\cdot\text{K}$ 以上であることがより好ましく、 $900\text{W}/\text{m}\cdot\text{K}$ 以上であることがより好ましく、 $1000\text{W}/\text{m}\cdot\text{K}$ 以上であることがより好ましい。面方向の熱伝導率がより高い（例えば、 $1000\text{W}/\text{m}\cdot\text{K}$ 以上）グラファイトシートであれば、熱輸送構造体の熱輸送性能が高くなる。さらに、面方向の熱伝導率がより高いグラファイトシートは、グラファイトの結晶構造が高度に発達しているため、振動によってグラファイトシートの表面からグラファイト結晶が剥離することを抑制する効果も奏するため、振動に対する信頼性を高くし易い。
- [0156] また、熱伝導シートに含まれるグラファイトシートは、厚みが $1\mu\text{m}$ 以上 $100\mu\text{m}$ 以下であることが好ましい。グラファイトシートの厚みが好ましい範囲にあることで、振動に対する信頼性と熱輸送性能が得られやすい。
- [0157] （熱伝導シートの一形態であるグラファイト複合シート）
本発明の熱伝導シートのもう一つの形態であるグラファイト複合シートについて説明する。
- [0158] グラファイト複合シートは、面方向の熱伝導率が $500\text{W}/\text{m}\cdot\text{K}$ 以上のグラファイトシートの表面および端部の少なくとも一部が被覆層で覆われたものである。グラファイトシートの表面および端部の少なくとも一部が被覆層で覆われていることにより、振動によってグラファイトシートの表面からグラファイト結晶が剥離することを抑制する効果を奏するため、振動に対する信頼性を高くしやすい。グラファイトシートの表面から、振動によってグラファイト結晶が剥離することを抑制する点から、グラファイトシートの表面および端部の全面が被覆層で覆われていることが特に好ましい。
- [0159] 被覆層は、熱硬化性樹脂、熱可塑性樹脂、粘着性樹脂の少なくとも一つを含むことが好ましい。すなわち、下記の熱硬化性樹脂、熱可塑性樹脂、粘着樹脂は、被覆層として単独で用いても良いし、複数以上を併用しても良い。
- [0160] 熱硬化性樹脂および熱可塑性樹脂としては、上述した〔実施の形態A〕の

(接着層の種類)の欄に記載したものをを用いることができる。

- [0161] 粘着性樹脂としては、アクリル樹脂、シリコン樹脂等が挙げられる。
- [0162] グラファイトシート上に被覆層を形成する方法は、いくつかの方法が挙げられる。1つ目の方法では、熱硬化性樹脂、熱可塑性樹脂、および粘着性樹脂の少なくともいずれか一つを溶剤に溶かしたものをグラファイトシート上に塗布し、溶剤のみを揮発させることによって、被覆層を形成する。2つ目の方法では、熱硬化性樹脂の前駆体もしくは熱可塑性樹脂からなるフィルムを熱ラミネートや熱プレスなどによってグラファイトシート上に直接貼り付けることで、被覆層を形成する。3つ目の方法では、粘着性樹脂が表面に形成された熱硬化性樹脂または熱可塑性樹脂からなるフィルムとグラファイトシートとをラミネートすることによって、粘着性樹脂を介して当該フィルムをグラファイトシートに貼り付けることで、被覆層を形成する。
- [0163] 被覆層の厚みは、特に限定されないが、 $1\ \mu\text{m}$ 以上 $100\ \mu\text{m}$ 以下であることが好ましい。被覆層の厚みが $1\ \mu\text{m}$ 以上の場合、グラファイトシートからグラファイトの結晶が凝集破壊することに対する防止効果が十分に現れる。一方、被覆層の厚みが $100\ \mu\text{m}$ 以下の場合、被覆層が熱抵抗にならないので、熱輸送構造体の熱輸送性能が低下せず、かつ、輸送構造体の屈曲反発力が高くなるので、輸送構造体の熱性能の信頼性が高い。
- [0164] (固定部材)
- 本発明における固定部材について説明する。固定部材は、熱伝導シート同士が接触した状態を保持するもの、または、熱伝導シート同士が接着した状態を保持するものであれば、特に限定されない。熱伝導シート同士が接触した状態を保持するものは、クリップおよび平板が好ましい。熱伝導シート同士が接着した状態を保持するものは、接着層または両面テープが好ましい。接着層、および両面テープは、熱伝導シート間に配置される。
- [0165] 固定部材として用いるクリップは、特に限定されず、公知のものをを用いることが可能である。例えば、ゼムクリップ、目玉クリップ、ガチャ玉(登録商標)などを挙げるができる。

[0166] 固定部材として用いる平板は、金属またはセラミックが好ましい。金属またはセラミックは、硬さに優れるため、熱伝導シート同士を強固に固定することに適している。熱伝導性の点から、金属がより好ましく、銅またはアルミニウムが特に好ましい。さらに、平板を固定する部材として、ボルトを使用することが好ましい。ボルトの材料は、熱伝導シート同士を強固に固定する点から金属またはセラミックが好ましい。

[0167] 固定部材として用いる接着層の材料は、特に限定されないが、熱硬化性樹脂、熱可塑性樹脂、粘着性樹脂のうちの少なくともいずれか一つを含むことが好ましい。接着層に用いる熱硬化性樹脂、熱可塑性樹脂、粘着性樹脂は、上述した被覆層に用いるものと同様のものを用いることができる。また、これら接着層に含まれる熱硬化性樹脂、熱可塑性樹脂、粘着樹脂を単独で用いても良いし、複数以上を併用しても良い。

[0168] 固定部材として用いる両面テープは、特に限定されず、公知のものを用いることが可能である。例えば、ポリエステルフィルムの両面にアクリル粘着樹脂が形成されたものを好ましく用いることができる。

[0169] (固定部)

本発明の固定部について説明する。図21～26で示すように、固定部202は、発熱源の熱を受ける箇所、または、冷却源に熱を渡す箇所を指す。すなわち固定部202は、グラファイトシート213と接着層214との組み合わせ、グラファイトシート213と平板218との組み合わせ、または、グラファイトシート213と被覆層215との組み合わせのうち少なくとも一つを含むものである。発熱源とは、熱を発生させる箇所と定義され、例えば、運転中の電子機器内部に配置されたCPUなどの素子を挙げることができる。冷却源とは、熱を吸収する箇所と定義され、例えば、運転中の電子機器の内部に配置されたCPUを発熱源と考える場合、電子機器の本体筐体や電子機器内部に取り付けられたフィン、ペルチェ素子などを挙げることができる。

[0170] 固定部は、発熱源と冷却源との間の伝熱を可能にするために、熱輸送構造

体1つにつき2箇所以上設けられ得る。3箇所以上の固定部が設けられる場合、1つの熱輸送構造体内に、複数の発熱源の各々に対応するように固定部を設けることができる。それにより、複数の発熱源の熱を同時に冷却源に渡すことができる。また、3箇所以上の固定部が設けられる場合、1つの熱輸送構造体内に、複数の冷却源の各々に対応するように固定部を設けることもできる。それにより、発熱源の熱を同時に複数の冷却源に渡すこともできる。従って、3箇所以上の固定部を有する熱輸送構造体の場合、熱輸送するための部材（具体的には、熱輸送構造体）の個数を減らせる点で好ましい。

[0171] 固定部202のサイズや平面形状は、特に限定されるものではなく、発熱源および冷却源の大きさによって適宜決めることが可能である。熱をスムーズに伝える点から、固定部202のサイズは、発熱源や冷却源のサイズに近いほど好ましく、発熱源や冷却源のサイズと略同じであることが最も好ましい。具体的には、固定部202のサイズとして、好ましくは1辺が5mm以上200mm以下であることが好ましく、10mm以上100mm以下であることがより好ましい。固定部202のサイズが好ましい範囲であれば、発熱源と冷却源との間の伝熱がスムーズになる。

[0172] 固定部202の厚みは、特に限定されないが、10 μ m以上50mm以下であることが好ましく、100 μ m以上10mm以下であることがより好ましい。固定部202の厚みが好ましい範囲であれば、熱輸送性能に優れる熱輸送構造体を得られる。

[0173] (固定部の形態)

本発明の固定部の形態について説明する。固定部では、熱伝導シート同士が接触した状態で保持されているか、または、熱伝導シート同士が接着した状態で保持されている。固定部の形態として、以下の第1の形態～第3の形態が、熱輸送性能および振動に対して、信頼性の高い熱輸送構造体を提供する点で好ましい。

[0174] 第1の形態とは、固定部材である接着層を介して、熱伝導シート同士が接着している形態をさす。第2の形態とは、固定部材を用いず、被覆層を介し

て熱伝導シート同士が直接接着している形態をさす。第3の形態とは、固定部材である平板によって、熱伝導シート同士を接触させている形態をさす。

[0175] 以下に、固定部の好ましい形態について説明する。

[0176] (固定部、第1の形態)

図21に示すように、第1の形態の熱輸送構造体201では、熱伝導シートであるグラファイトシート213同士が、固定部材である接着層214で保持されている。この熱輸送構造体201を形成する方法として、いくつかの方法が挙げられる。

[0177] 1つ目の方法では、グラファイトシート213内の固定部202を形成したい箇所に、熱硬化性樹脂、熱可塑性樹脂、粘着性樹脂の少なくともいずれか一つを溶剤に溶かしたものを塗布し、溶剤のみを揮発させて接着層214を形成する。次に、接着層214が形成されたグラファイトシート213を複数積層させて、加熱およびプレスを行い、固定部202における全てのグラファイトシート213同士を接着させることで、熱輸送構造体201を得る。

[0178] 2つ目の方法では、グラファイトシート213内の固定部202を形成したい箇所に、接着層214となる熱硬化性樹脂の前駆体または熱可塑性樹脂を含むフィルムを配置する。次に、このフィルムを熱ラミネートまたは熱プレスなどで熱硬化または熱溶着させることによって、グラファイトシート213同士を接着させ、熱輸送構造体201を得る。

[0179] 3つ目の方法では、グラファイトシート213内の固定部202を形成したい箇所に、接着層214となる粘着性樹脂のフィルムを配置する。次に、このフィルムが配置されたグラファイトシート213を複数積層させて加圧し、固定部202における全てのグラファイトシート213同士を接着させることで、熱輸送構造体201を得る。

[0180] 図22に示すように、第1の形態のもう一つの好ましい形態例である熱輸送構造体201では、グラファイトシート213の表面に被覆層215が形成されたグラファイト複合シート222同士が、接着層214で固定されて

いる。この形態を形成する方法として、グラファイトシート213の表面に被覆層215を形成した熱伝導シートであるグラファイト複合シート222を用いた以外は、図21の形態を形成する方法と同様にして熱輸送構造体201を得る。被覆層215は、熱硬化性樹脂、熱可塑性樹脂、粘着性樹脂の少なくともいずれか一つを含むものであるが、グラファイトシート213の表面に接着しやすく、振動などで剥がれ難くなる点から、熱硬化性樹脂および粘着性樹脂を積層したもの、または、熱可塑性樹脂および粘着性樹脂を積層したものが好ましい。

[0181] 接着層214の厚みは、特に限定されないが、 $0.1\mu\text{m}$ 以上 $100\mu\text{m}$ 以下であることが好ましい。接着層214の厚みが好ましい範囲にあれば、熱輸送構造体201の熱輸送性能に優れる。

[0182] (固定部、第2の形態)

図23に示すように、第2の形態の熱輸送構造体201では、被覆層215を介して、固定部202における全てのグラファイトシート213同士が直接接着された状態で保持されている。この形態を形成する方法として、被覆層215に含まれる熱硬化性樹脂、熱可塑性樹脂または粘着性樹脂により、熱伝導シートであるグラファイト複合シート222同士を直接接着する方法が好ましい。熱硬化性樹脂、熱可塑性樹脂、粘着性樹脂として、第1の形態と同様のものを適宜用いることが可能である。以下にそれぞれの樹脂を用いる際の、熱輸送構造体の好ましい形成方法を説明する。

[0183] 被覆層215として用いる熱硬化性樹脂の前駆体がグラファイトシート213の全面に配置されたグラファイト複合シート222を複数準備し、熱硬化性樹脂の前駆体を熱硬化させると同時にグラファイト複合シート222同士を接着させて固定部202を形成する方法が好ましい。この場合、非接着部216を形成するため、予め、グラファイト複合シート222の非接着部216にしたい箇所に非接着処理をしておくことが好ましい。非接着処理の方法としては、離型材の塗布、または、離型フィルムの配置が好ましい。離型材を塗布する場合、テフロン（登録商標）系やシリコン系の離型スプレー

を用いることで非接着処理することができる。離型フィルムの配置の場合、テフロン（登録商標）系のフィルムが好ましい。離型フィルムは固定部 2 形成後に容易にグラファイト複合シート 2 2 2 から除去することができる。

[0184] 被覆層 2 1 5 として用いる熱可塑性樹脂がグラファイトシート 2 1 3 の全面に配置されたグラファイト複合シート 2 2 2 を準備し、固定部 2 0 2 を形成する箇所を加熱して熱可塑性樹脂を溶着させることによりグラファイト複合シート 2 2 2 同士を接着させて固定部 2 0 2 を形成する方法が好ましい。熱可塑性樹脂を溶着させない箇所は、非接着部 2 1 6 となる。一部でも非接着部 2 1 6 がある領域は、熱伝達部 2 0 3 となる。

[0185] 被覆層 2 1 5 として用いる粘着性樹脂がグラファイトシート 2 1 3 の全面に配置されたグラファイト複合シート 2 2 2 を準備し、固定部 2 0 2 を形成する箇所を加圧することによりグラファイト複合シート 2 2 2 同士を粘着性樹脂で接着させて固定部 2 0 2 を形成する方法が好ましい。この場合、粘着性樹脂で接着させない箇所は、非接着部 2 1 6 となる。一部でも非接着部 2 1 6 がある領域は、熱伝達部 2 0 3 となる。

[0186] また、上記の固定部 2 0 2 の形成方法において、固定部 2 0 2 の形成時に、熱伝達部 2 0 3 にしたい領域内で、グラファイト複合シート 2 2 2 同士が意図せず接着してしまうことがある。これを防止する目的で、熱伝達部 2 0 3 の領域に、例えば、図 2 4 に示す、非接着部形成層 2 1 7 であるポリイミドフィルムなどのフィルムを、グラファイト複合シート 2 2 2 間に予め 2 枚ずつ配置しておくことが好ましい。ポリイミドフィルムは最終的にはグラファイト複合シート 2 2 2 に接着するが、ポリイミドフィルム同士は接着しないため、結果として、熱伝達部 2 0 3 のグラファイト複合シート 2 2 2 同士が接着せず、非接着部 2 1 6 が形成される。

[0187] （固定部、第 3 の形態）

図 2 5 に示すように、第 3 の形態の熱輸送構造体 2 0 1 では、固定部材である平板 2 1 8 によって、グラファイト複合シート 2 2 2 同士が接触した状態で保持されている。この形態を形成する方法では、固定部 2 0 2 の最表面

に配置されたグラファイト複合シート 222 上に固定部材である平板 218 が配置される。

[0188] グラファイト複合シート 222 同士が接触した状態を保持する方法は、特に限定されないが、以下の方法が好ましい。グラファイト複合シート 222 および平板 218 には、貫通孔が形成される。この貫通孔を挿通するボルト 219 をグラファイト複合シート 222 同士が接触した状態となるまで締め、ボルト 219 をナット 220 に接合させることによって、固定部 202 における全てのグラファイト複合シート 222 および平板 218 が固定される。

[0189] 平板 218 のサイズは、特に限定されないが、固定部 202 と発熱源との間、および、固定部 202 と冷却源との間でよりスムーズな伝熱が可能となる点で、固定部 202 と同じサイズであることが好ましい。

[0190] 平板 218 の厚みは、特に限定されないが、50 μm 以上 5 mm 以下であることが好ましく、100 μm 以上 2 mm 以下であることがより好ましい。平板 218 の厚みが好ましい範囲であれば、グラファイト複合シート 222 同士を良好に接触させ、熱輸送性能に優れた熱輸送構造体 201 が得られる。

[0191] 平板 218 は、少なくとも一方の最表面に配置されたグラファイト複合シート 222 上に配置されるが、両方の最表面に配置された各グラファイト複合シート 222 上に配置されることが好ましい。両方の最表面に配置された各グラファイト複合シート 222 上に平板 218 を配置することで、より強固にグラファイト複合シート 222 を固定することができる。なお、ボルト 219 およびナット 220 を用いず、両方の最表面に配置された各グラファイト複合シート 222 上に配置した平板 218 同士をカシメたり、溶接したりして、平板 218 同士を接合しても良い。

[0192] 一方の最表面に配置されたグラファイト複合シート 222 の上だけに平板 218 を配置する場合、図 26 に示されるように、固定部 202 においてボルト 219 を、平板 218、全てのグラファイト複合シート 222 の順に挿

通させた後、発熱源 223 および冷却源 224 に直接接合しても良い。このように配置することで、平板 218 を介してボルト 219 の締結力を、固定部 202 におけるグラファイト複合シート 222 全体に与え、グラファイト複合シート 222 と発熱源 223 との間、グラファイト複合シート 222 と冷却源 224 との間、固定部 202 にあるグラファイト複合シート 222 同士の間で、好ましい接触状態を保持でき、良好に伝熱することが可能になる。なお、コスト低減の点から、平板 218 は無くても良い。

[0193] 平板 218 の材質は、特に限定されないが、熱輸送性の点から、銅、アルミニウムなどの熱伝導性の良い金属が好ましい。

[0194] 平板 218 を含む固定部 202 に形成される貫通孔の形成方法は、特に限定されないが、ドリル、レーザー、またはパンチングなどによって形成することが好ましい。

[0195] 平板 218 を含む固定部 202 の貫通孔の形状は、特に限定されないが、ボルト 219 を挿通させるため、円形であることが好ましい。貫通孔の直径は、特に限定されないが、1 mm 以上 10 mm 以下であることが好ましい。貫通孔の直径が好ましい範囲であれば、グラファイト複合シート同士の間でスムーズに熱伝達し易くなる。特に、貫通孔の直径が 10 mm 以下であるとき、固定部 202 の面積が小さくならないため、発熱源および冷却源とのスムーズな伝熱が可能となる。

[0196] 貫通孔の個数は、特に限定されないが、一箇所の固定部 202 につき 1 つ以上 4 つ以下であることが好ましい。貫通孔が 1 つの場合、固定部 202 のグラファイト複合シート 222 同士を均一に接触させることができる点から、固定部 202 の中央部に貫通孔を形成することが好ましい。貫通孔が 4 つの場合、固定部 202 のグラファイト複合シート 222 同士を均一に接触させることができる点から、固定部 202 の四隅に貫通孔を形成することが好ましい。

[0197] 上記複数の固定部は、グラファイトシートの積層方向に、重なるように配置されていてもよい。換言すれば、本発明の熱輸送構造体は、複数の熱輸送

構造体を重ね合せて形成されていてもよい。より具体的に、本発明の熱輸送構造体は、複数の熱輸送構造体の固定部同士を接触または接着した状態で保持することによって形成されていてもよい。

[0198] 例えば、略同一形状（例えば、四角柱）であり、かつ、略同一の箇所（例えば、四角柱の両端部）に固定部を備えている複数の熱構造輸送体を、固定部同士がグラファイトシートの積層方向から見て重なるように配置した状態で一体化（換言すれば、接触または接着した状態で保持）させることにより、1つの熱輸送構造体とすることも可能である。

[0199] より具体的に、固定部Aおよび固定部Bを両端部に備えている四角柱状の第1の熱輸送構造体と、固定部Cおよび固定部Dを備えている四角柱状の第2の熱輸送構造体と、を考える。グラファイトシートの積層方向から見て、固定部Aと固定部Cとが重なり、かつ、固定部Bと固定部Dとが重なるように、第1の熱輸送構造体と第2の熱輸送構造体とを配置した状態で一体化させることにより（例えば、固定部Aと固定部Cとを一体化させ、かつ、固定部Bと固定部Dとを一体化させることにより）、1つの熱輸送構造体とすることも可能である。この場合、新たに形成された熱輸送構造体では、固定部Aと固定部Cとが一体化したもの、および、固定部Bと固定部Dとが一体化したものが、各々新たな固定部を形成することとなる。別の態様として、（i）重なって配置されている固定部Aと固定部Cとを一体化させ、かつ、重なって配置されている固定部Bと固定部Dとを一体化させない、または、（ii）重なって配置されている固定部Aと固定部Cとを一体化させず、かつ、重なって配置されている固定部Bと固定部Dとを一体化させる、ことによって、複数の熱輸送構造体を1つの熱輸送構造体とすることも可能である。

[0200] また、固定部Aと固定部Cとが重なり、かつ、固定部Bと固定部Dとが重ならないように、第1の熱輸送構造体と第2の熱輸送構造体とを配置した状態で一体化させることにより（例えば、固定部Aと固定部Cとを一体化させることにより）、1つの熱輸送構造体とすることも可能である。この場合、新たに形成された熱輸送構造体では、固定部Aと固定部Cとが一体化したも

の、固定部B、および、固定部Dが、各々新たな固定部を形成することとなる。

[0201] また、後述する図27(a)～図27(f)における熱伝導シート302および熱伝導シート303の各々を熱輸送構造体に置き換え、これらを一体化させることによって、新たな熱輸送構造体を形成することも可能である。なお、図27(a)～図27(f)については後述するので、ここでは、その説明を省略する。

[0202] (熱伝達部)

本発明の熱伝達部とは、熱伝導シート同士の少なくとも一部が接触および接着されていない箇所を指し、図21～26に示される熱伝達部203である。発熱源の熱を受ける箇所および冷却源に熱を渡す箇所である固定部202によって、熱伝達部203は挟まれている。そのため熱伝達部203は、発熱源の熱を受けた一方の固定部202から、冷却源に熱を渡すための他方の固定部202にまで伝熱する箇所となる。

[0203] 熱伝達部203の長さは、特に限定されないが、30mm以上であることが好ましく、60mm以上500mm以下であることがより好ましい。熱伝達部203の長さが好ましい範囲にあれば、熱輸送性能および振動に対する信頼性に優れた熱輸送構造体201が得られる。

[0204] 熱伝達部203の幅は、特に限定されないが、5mm以上200mm以下であることが好ましく、10mm以上100mm以下であることがより好ましい。熱伝達部203の幅が好ましい範囲であれば、熱伝達部203の熱抵抗と屈曲反発力とをより良く両立可能であり、熱輸送性能と振動に対する信頼性とに優れた熱輸送構造体201が得られる。

[0205] 熱伝達部203の厚みは、特に限定されないが、10 μ m以上50mm以下であることが好ましく、100 μ m以上10mm以下であることがより好ましい。熱伝達部203の厚みが好ましい範囲であれば、熱輸送性能と振動に対する信頼性とに優れた熱輸送構造体201が得られる。

[0206] 熱伝導シートであるグラファイトシート213またはグラファイト複合シ

ート222の枚数は、特に限定されないが、3枚以上100枚以下であることが好ましく、5枚以上50枚以下であることが特に好ましい。熱伝導シートの枚数が好ましい範囲であれば、熱輸送性と振動に対する信頼性に優れた熱輸送構造体201が得られる。

[0207] 熱輸送構造体201において、熱伝達部203では、後述する屈曲反発力に優れる点から、熱伝導シートであるグラファイトシート213同士、またはグラファイト複合シート222同士は、全て接着されていないことが好ましい。

[0208] また、熱伝達部203の平面形状（平面視における形状）は、特に限定されず、直線形、曲線形、台形など任意の形状にすることが可能であるが、最短経路での熱伝達を可能にし、熱輸送性能に優れる点から、直線形であることが好ましい。

[0209] （屈曲反発力）

本発明の屈曲反発力は、以下のようにして求められる。熱伝達部を真っ直ぐにした状態にしてから、固定部同士の距離を縮めて熱伝達部を屈曲させ、熱伝達部の長さ（固定部間の距離）を10%圧縮した状態にする。圧縮した状態で、熱伝達部の熱伝達方向の応力を測定する。この熱伝達方向の応力、および、熱伝達部の断面積と長さとを用いて、以下の式（2）から、熱伝達部の屈曲反発力を導出する。

[0210] $R = \sigma \times A / L$ （2）

ここで、Rは熱伝達部の屈曲反発力（N/cm）、 σ は熱伝達部の長さ方向の応力（N）、Aは熱伝達部の初期の長さ（cm）、Lは熱伝達部の断面積（cm²）である。すなわち、屈曲反発力とは、熱伝達部の反発力を示す固有値とみなすことができる。熱輸送構造体の屈曲反発力は、40N/cm以下であるが、振動に対する信頼性に優れる点で、30N/cm以下であることが好ましく、20N/cm以下であることが更に好ましい。

[0211] 上述した実施の形態Aおよび実施の形態Bの各々では、グラファイトシート、および、グラファイト複合シートの各々が、様々な配置をとることが可

能である。

[0212] 例えば、図27(a)および図27(b)は、熱伝導シート302(熱伝導シート302は、グラファイトシート、または、グラファイト複合シートであり得る)および熱伝導シート303(熱伝導シート303は、グラファイトシート、または、グラファイト複合シートであり得る)の一部分同士を重ね合せて形成された、熱輸送構造体の上面図である。当該熱輸送構造体は、複数の固定部310を備えているとともに、固定部310と固定部310との間に、熱伝達部を備えている。

[0213] 図27(a)および図27(b)は熱輸送構造体の上面図であるので、1枚の熱伝導シート302および1枚の熱伝導シート303しか図示されていないが、図27(a)および図27(b)の紙面奥に向かって、熱伝導シート302および熱伝導シート303を所望の数だけ積層することが可能である。より具体的には、熱伝導シート302および熱伝導シート303を所望の数だけ交互に積層することが可能である。この点については、図27(c)~図27(f)にて、更に詳細に説明する。なお、図27(a)~図27(f)に示す構成は、熱輸送構造体の構成の一例であって、本発明は、勿論、これらに限定されない。

[0214] 図27(c)および図27(d)は、各々異なる実施形態の熱輸送構造体の断面図であるが、これらの熱輸送構造体の上面の形状は略同一であって、図27(a)のようになる。また、図27(e)および図27(f)は、各々異なる実施形態の熱輸送構造体の断面図であるが、これらの熱輸送構造体の上面の形状は略同一であって、図27(b)のようになる。これらの実施形態について、以下に詳細に説明する。

[0215] (実施形態-1)

図27(c)は、図27(a)に示される熱輸送構造体の点線における断面図の一例である。このとき、熱伝導シート302および熱伝導シート303は、共にグラファイトシートであり得る。

[0216] 第1の固定部(図27(a)に示す熱伝導シート302の右側の固定部3

10、換言すれば、図27(c)の紙面右側の固定部310)では、熱伝導シート302の上に接着層305が設けられ、当該接着層305の上に熱伝導シート302が設けられている。そして、第1の固定部では、熱伝導シート302同士が接着した状態で保持されている。なお、第1の固定部は、接着層305が設けられていない構成であってもよい。この場合には、上述した固定部材によって、熱伝導シート302同士を、互いに接触した状態で保持すればよい。

[0217] 第2の固定部(図27(a)に示す熱伝導シート302の左側の固定部310、換言すれば、図27(c)の紙面左側の固定部310)では、熱伝導シート302の上に接着層305が設けられ、当該接着層305の上に熱伝導シート303が設けられ、当該熱伝導シート303の上に接着層305が設けられ、当該接着層305の上に熱伝導シート302が設けられ、当該熱伝導シート302の上に接着層305が設けられ、当該接着層305の上に熱伝導シート303が設けられている。そして、第2の固定部では、熱伝導シート302および熱伝導シート303が接着した状態で保持されている。なお、第2の固定部は、接着層305が設けられていない構成であってもよい。この場合には、上述した固定部材によって、熱伝導シート302および熱伝導シート303を、互いに接触した状態で保持すればよい。

[0218] 第3の固定部(図27(a)に示す熱伝導シート303の下側の固定部310(図27(c)では図示されず))は、図27(c)の第2の固定部に対して、図27(c)の紙面手前側に配置され得る。より具体的に、第2の固定部に図示されている2つの熱伝導シート303が、図27(c)の紙面手前に向かって伸長し、2つの熱伝導シート303が伸長した端部の間に、接着層305が設けられ得る。勿論、第3の固定部は、第1の固定部と同様に、接着層305が設けられていない構成であってもよい。

[0219] (実施形態-2)

図27(d)は、図27(a)に示される熱輸送構造体の点線における断面図の別の例である。このとき、熱伝導シート302および熱伝導シート3

03は、共にグラファイト複合シートであり得る。

[0220] 第1の固定部(図27(a)に示す熱伝導シート302の右側の固定部310、換言すれば、図27(d)の紙面右側の固定部310)では、熱伝導シート302の上に熱伝導シート302が設けられている。そして、第1の固定部では、熱伝導シート302同士が接着した状態で保持されている。

[0221] 第2の固定部(図27(a)に示す熱伝導シート302の左側の固定部310、換言すれば、図27(d)の紙面左側の固定部310)では、熱伝導シート302の上に熱伝導シート303が設けられ、当該熱伝導シート303の上に熱伝導シート302が設けられ、当該熱伝導シート302の上に熱伝導シート303が設けられている。そして、第2の固定部では、熱伝導シート302および熱伝導シート303が接着した状態で保持されている。

[0222] 第3の固定部(図27(a)に示す熱伝導シート303の下側の固定部310(図27(d)では図示されず))は、図27(d)の第2の固定部に対して、図27(d)の紙面手前側に配置され得る。より具体的に、第2の固定部に図示されている2つの熱伝導シート303が、図27(d)の紙面手前に向かって伸長し、2つの熱伝導シート303の伸長した端部同士が、接着した状態で保持されている。

[0223] (実施形態-3)

図27(e)は、図27(b)に示される熱輸送構造体の点線における断面図の一例である。このとき、熱伝導シート302および熱伝導シート303は、共にグラファイトシートであり得る。

[0224] 第1の固定部(図27(b)に示す熱伝導シート302の右側の固定部310、換言すれば、図27(e)の紙面右側の固定部310)では、熱伝導シート302の上に接着層305が設けられ、当該接着層305の上に熱伝導シート302が設けられている。そして、第1の固定部では、熱伝導シート302同士が接着した状態で保持されている。なお、第1の固定部は、接着層305が設けられていない構成であってもよい。この場合には、上述した固定部材によって、熱伝導シート302同士を、互いに接触した状態で保

持すればよい。

[0225] 第2の固定部（図27（b）に示す熱伝導シート302の中央の固定部310、換言すれば、図27（e）の紙面中央の固定部310）では、熱伝導シート302の上に接着層305が設けられ、当該接着層305の上に熱伝導シート303が設けられ、当該熱伝導シート303の上に接着層305が設けられ、当該接着層305の上に熱伝導シート302が設けられ、当該熱伝導シート302の上に接着層305が設けられ、当該接着層305の上に熱伝導シート303が設けられている。そして、第2の固定部では、熱伝導シート302および熱伝導シート303が接着した状態で保持されている。なお、第2の固定部は、接着層305が設けられていない構成であってもよい。この場合には、上述した固定部材によって、熱伝導シート302および熱伝導シート303を、互いに接触した状態で保持すればよい。

[0226] 第3の固定部（図27（b）に示す熱伝導シート302の左側の固定部310、換言すれば、図27（e）の紙面左側の固定部310）は、第1の固定部と同様の構成であり得る。

[0227] 第4の固定部（図27（b）に示す熱伝導シート303の下側の固定部310（図27（e）では図示されず））は、図27（e）の第2の固定部に対して、図27（e）の紙面手前側に配置され得る。より具体的に、第2の固定部に図示されている2つの熱伝導シート303が、図27（e）の紙面手前に向かって伸長し、2つの熱伝導シート303が伸長した端部の間に、接着層305が設けられ得る。勿論、第4の固定部は、第1の固定部と同様に、接着層305が設けられていない構成であってもよい。

[0228] 第5の固定部（図27（b）に示す熱伝導シート303の上側の固定部310（図27（e）では図示されず））は、図27（e）の第2の固定部に対して、図27（e）の紙面奥側に配置され得る。より具体的に、第2の固定部に図示されている2つの熱伝導シート303が、図27（e）の紙面奥に向かって伸長し、2つの熱伝導シート303が伸長した端部の間に、接着層305が設けられ得る。勿論、第5の固定部は、第1の固定部と同様に、

接着層305が設けられていない構成であってもよい。

[0229] (実施形態-4)

図27(f)は、図27(b)に示される熱輸送構造体の点線における断面図の別の例である。このとき、熱伝導シート302および熱伝導シート303は、共にグラファイト複合シートあり得る。

[0230] 第1の固定部(図27(b)に示す熱伝導シート302の右側の固定部310、換言すれば、図27(f)の紙面右側の固定部310)では、熱伝導シート302の上に熱伝導シート302が設けられている。そして、第1の固定部では、熱伝導シート302同士が接着した状態で保持されている。

[0231] 第2の固定部(図27(b)に示す熱伝導シート302の中央の固定部310、換言すれば、図27(f)の紙面中央の固定部310)では、熱伝導シート302の上に熱伝導シート303が設けられ、当該熱伝導シート303の上に熱伝導シート302が設けられ、当該熱伝導シート302の上に熱伝導シート303が設けられている。そして、第2の固定部では、熱伝導シート302および熱伝導シート303が接着した状態で保持されている。

[0232] 第3の固定部(図27(b)に示す熱伝導シート302の左側の固定部310、換言すれば、図27(f)の紙面左側の固定部310)は、第1の固定部と同様の構成であり得る。

[0233] 第4の固定部(図27(b)に示す熱伝導シート303の下側の固定部310(図27(f)では図示されず))は、図27(f)の第2の固定部に対して、図27(f)の紙面手前側に配置され得る。より具体的に、第2の固定部に図示されている2つの熱伝導シート303が、図27(f)の紙面手前に向かって伸長し、2つの熱伝導シート303が伸長した端部同士が、接着した状態で保持されている。

[0234] 第5の固定部(図27(b)に示す熱伝導シート303の上側の固定部310(図27(f)では図示されず))は、図27(f)の第2の固定部に対して、図27(f)の紙面奥側に配置され得る。より具体的に、第2の固定部に図示されている2つの熱伝導シート303が、図27(f)の紙面奥

に向かって伸長し、2つの熱伝導シート303が伸長した端部同士が、接着した状態で保持されている。

[0235] なお、図27(c)～図27(f)に示すように、固定部と固定部との間には、熱伝達部311が設けられている。

[0236] 図27(c)～図27(f)では、各々2つの熱伝導シート302および熱伝導シート303が記載されているが、熱伝導シート302および熱伝導シート303の各々の数は、これらの数に限定されない。

[0237] 図27に記載の構成であれば、固定部310の配置の自由度を上げることができるので、複雑な形状の熱輸送構造体を実現できるのみならず、熱輸送構造体の熱輸送能力を上げることができる。

実施例

[0238] <実施例A>

<放熱性の評価>

図15(左側図面が正面図、右側図面が側面図)のように熱輸送構造体5の片方の固定部10の中心に、坂口伝熱製マイクロセラミックヒーター100(MS-3)を、タイカ製ラムダゲルシート110(COH-4000LVC)を介して配置し、室温23℃の条件下にて、ヒーター100に2.1W印加してヒーター100を発熱させ、熱画像測定にてヒーター100の最高温度を測定した。評価は、ヒーターへの電流印加開始から1時間経過後の定常状態のヒーター100の温度を評価した。また、ヒーター100には、黒体スプレー(放射率0.94)を塗布し、熱画像測定をおこなった。

[0239] 熱輸送構造体5を使用しない場合のヒーター100の温度T1と、図15のように熱輸送構造体5を使用している場合のヒーター100の温度T2とを比較し、T1とT2との温度差から、熱輸送構造体によるヒーター100の抑制温度を評価した。すなわち、T1とT2との温度差とは、熱輸送構造体による抑制温度を意味し、この値が53℃以上の場合を「A」、50℃以上53℃未満の場合を「B」、45℃以上50℃未満の場合を「C」、40℃以上45℃未満の場合を「D」、40℃未満の場合を「E」とし、Aが最

も抑制温度が大きく、放熱性に優れると判断した。

[0240] <屈曲性の評価>

図16のように、固定部10同士が重なり合うように熱輸送構造体5を曲げた状態にしてから元の真っ直ぐな状態に戻す作業を1000回繰り返した。このとき、熱輸送構造体5に、目視による判定にて、損傷が生じない場合を「A」、皺などの僅かな損傷が生じた場合を「B」、変形などの一部損傷が生じた場合を「C」、破れたり、接着層が剥離するなどの大きな損傷が生じた場合を「D」とした。

[0241] <軽量性の評価>

熱輸送構造体の重量を測定し、6.0g未満の場合を「A」、6.0g以上8.0g未満の場合を「B」、8.0g以上の場合を「D」とした。

[0242] <粉落ちの評価>

熱輸送構造体の外部に露出した全面（熱輸送構造体の表面、熱伝達部の各グラファイト複合シートの表面、および外周端面）に微粘着テープ（日栄加工製、PET75-RB105）を貼った後、テープの角度が180度になるように保持しながら10mm/minの速度で引き剥がし、微粘着テープ上のグラファイトシートの粉の付着を目視にて確認した。熱輸送構造体の表面、熱伝達部の各グラファイト複合シートの表面、および外周端面の内、いずれの面においてもグラファイトシートの粉の付着がなかった場合を「A」、いずれか1つの面においてグラファイトシートの粉の付着があった場合を「B」、いずれか2つの面においてグラファイトシートの粉の付着があった場合を「C」とした。

[0243] <真空中での膨張の評価>

25℃、200Pa（絶対圧力）まで減圧した環境下に熱輸送構造体を置き、熱輸送構造体が膨張しなかった場合を「A」、膨張した場合を「B」とした。

[0244] <熱伝達部の形成状態の評価>

90mm×30mm（もしくは32mm）の熱伝達部において、熱伝達部

の固定部側の両端部5 mm×30 mm（もしくは32 mm）以外の領域で、グラファイト複合シート同士の間に着している部分がある場合を「B」、無い場合を「A」とした。

[0245] <接着工程前の接着層の接着力>

グラファイトシート上に実施例および比較例で用いた厚みが0.05 mmの接着層が形成されたものを準備し、この上に、接着層が形成されていないグラファイトシートを積み重ね、加圧などの接着工程を行わず、グラファイトシートと接着層とを軽くゴムローラーで馴染ませたものを作製した。なお、接着層はグラファイトシート上の片面全面に形成されており、グラファイトシートとグラファイトシートとの間に配置されるように積み重ねた。これを25 mm×100 mmのサイズに切り出して、幅25 mm、100 mm/minの速度でT字剥離を行い、接着力を測定した。25℃での接着力が、0.1 N/25 mm以下の場合を「A」、0.1 N/25 mmよりも大きく1 N/25 mm以下の場合を「B」、1 N/25 mmよりも大きい場合を「C」とした。

[0246] （実施例1A）

本実施例の構成を図6に示す。グラファイトシート1であるカネカ製グラファイトシート（厚み40 μm、面方向の熱伝導率1500 W/(m·K)、厚み方向の熱伝導率5 W/(m·K)）の片面に、接着層2となる十条ケミカル製アクリル系接着剤G-2Sを乾燥後の厚みが10 μmになるよう、下記のように塗工および乾燥し、接着層2が形成されたグラファイトシート1を得た。接着剤の塗工は、30 mm×150 mmのサイズのグラファイトシート1の長手方向の両端部30 mm×30 mmの部分に行った。また、保護層3であるカネカ製ポリイミドフィルム（厚み12.5 μm）にも同様に、その片面に乾燥後の厚みが10 μmとなるように接着層2となる十条ケミカル製アクリル系接着剤G-2Sを塗工した。そして塗工後の接着剤を乾燥させて、保護層3の上に接着層2を形成した。その後、この接着層2が形成されたグラファイトシート1を6枚重ねた後、当該積層体の両方の最表面に

接着層 2 を塗工したポリイミドフィルム（保護層 3）をそれぞれ一枚配置し、熱プレスにて接着積層した。熱プレスは、圧力 0.5 MPa、温度 100 °C にて、10 分間おこなった。なお、最後に金型にて外形をカットし、150 mm × 30 mm（熱伝達部 90 mm × 30 mm、固定部 30 mm × 30 mm（熱輸送構造体の長手方向の両端に形成）の熱輸送構造体 5 を得た。また、評価結果を表 1、表 2 に示す。

[0247] （比較例 1 A）

グラファイトシートの代わりにアルミ箔（厚み 40 μm、面方向の熱伝導率 200 W / (m · K)、厚み方向の熱伝導率 200 W / (m · K)）を用いたこと以外は、実施例 1 A と同様である。評価結果を表 1、表 2 に示す。

[0248] （比較例 2 A）

グラファイトシートの代わりに銅箔（厚み 40 μm、面方向の熱伝導率 398 W / (m · K)、厚み方向の熱伝導率 398 W / (m · K)）を用いたこと以外は、実施例 1 A と同様である。評価結果を表 1、表 2 に示す。

[0249] （比較例 3 A）

本比較例の構成を図 7 に示す。接着層 2 を、グラファイトシート 1 の片面全面に形成し、接着層 2 として、日栄化工製の両面テープ Neofix（厚み 5 μm）を用い、加圧時に加熱を行わないこと以外は、実施例 1 A と同様である。評価結果を表 1、表 2 に示す。

[0250] （比較例 4 A）

本比較例の構成を図 8 に示す。なお、破線箇所はグラファイト複合シート同士が接着していない箇所を指す。グラファイトシート 1 とグラファイトシート 1 との間に接着層 2 を形成せず、実施例と同様に熱輸送構造体を形成した。なお、金型による外形カットの際に、グラファイトシートがポリイミドフィルム（保護層 3）上に形成された接着層 2 によって被覆されるように外周端部でカットし、接着層 2 による外周端部の被覆部分の厚み 20 が 2 mm である熱輸送構造体 5 を得た。評価結果を表 1、表 2 に示す。

[0251]

[表1]

熱輸送構造体の構成														剥離フィルム									
図	熱伝導材料						固定部				熱伝達部				保護層								
	種類	面方向の熱伝導率 W/(m·K)	厚み	枚数	接着層による両面被覆	接着層による外周被覆	接着層の種類	接着層厚み	熱伝導材料の非接着枚数	各層間への配置枚数	非接着フィルム種類	非接着フィルム厚み	剥離処理	種類	厚み	種類	厚み						
実施例 1A	6	グーファイトシート	1500	40	6	枚	μm	無	無	7μm	10	μm	無	1枚毎	無	無	μm	ホリイミドフィルム	12.5	μm	-	μm	-
比較例 1A	6	アルミ	200	40	6			無	無	7μm	10		無	1枚毎	無	無		ホリイミドフィルム	12.5		-		-
比較例 2A	6	銅	398	40	6			無	無	7μm	10		無	1枚毎	無	無		ホリイミドフィルム	12.5		-		-
比較例 3A	7	グーファイトシート	1500	40	6			有	無	7μm	5		6枚毎(全層接着)	無	無	無		ホリイミドフィルム	12.5		-		-
比較例 4A	8	グーファイトシート	1500	40	6			無	有	無	-		1枚毎	無	無	無		ホリイミドフィルム	12.5		-		-

[表2]

評価												
	放熱性		屈曲性		軽量性		粉落ち		真空中での膨張	熱伝達部の形成状態	接着力	
	抑制温度	評価	見た目の損傷	評価	重量	評価	粉が粉が付着した面	評価			接着工程前の接着層の接着力	評価
	°C				g						N/25mm	
実施例 1A	54.1	A	なし	A	2.35	A	外周端部非接着部	C	A	A	0.01	A
比較例 1A	32.4	E	なし	A	2.94	A	無し	A	A	A	0.01	A
比較例 2A	44.1	D	なし	A	8.68	D	無し	A	A	A	0.01	A
比較例 3A	54.1	A	割れ	D	2.97	A	外周端部	B	B	-	1.2	C
比較例 4A	44.6	D	なし	A	2.24	A	外周端部	B	A	A	-	-

[0253] 実施例 1 A と比較例 3 A との比較から、熱伝達部を設けることで、熱輸送

構造体の放熱性、および軽量性を維持したまま、屈曲性も向上し、熱輸送構造体を折り曲げて使用できることがわかった。これにより、発熱源の熱をより温度の低い部分へ容易に伝達することが可能となり、放熱性も向上させることもできる。比較例3 Aは、接着工程前の接着層の接着力が高く、製造工程時に熱輸送構造体が空気を巻き込んでしまい、熱輸送構造体の真空中での膨張が見られた。一方、熱伝達部を設けた場合でも、比較例1 Aや比較例2 Aのように、熱伝導材料としてアルミ箔や銅箔を用いた場合は、大きく放熱性が低下した。また、比較例2 Aのように銅箔を用いた場合は、重量の増加も大きかった。比較例1 Aのアルミ箔についても、より放熱性を上げようとする場合には、アルミ箔の積層数を増やす必要があるため、重量が増加することになる。比較例4 Aでは、接着層を介さずにグラファイトシートをそのまま積層している。しかし、この場合、屈曲性は良好であるが、放熱性が大きく低下した。これは、グラファイトシート同士の界面に僅かな空気が存在するため、接触熱抵抗が増大してしまい、発熱源の熱をグラファイトシートとグラファイトシートとの間でうまく伝達できていないためであると考えられる。

[0254] (実施例2 A)

本実施例の構成を図9に示す。なお、破線箇所は、グラファイトシート複合シート6同士が接着していない箇所を指す。グラファイトシート1であるカネカ製グラファイトシート（厚み $40\mu\text{m}$ 、面方向の熱伝導率 $1500\text{W}/(\text{m}\cdot\text{K})$ 、厚み方向の熱伝導率 $5\text{W}/(\text{m}\cdot\text{K})$ ）の両面に、接着層2となるトーヨーケム製ウレタン系接着シートTSU0041SI（厚み $10\mu\text{m}$ ）を 100°C にてラミネートした後、当該積層体を $30\text{mm}\times 150\text{mm}$ にカットし、表面の全面が接着層2によって被覆されたグラファイト複合シート6を作製した。その後、このグラファイト複合シート6を6枚重ねた後、当該積層体の両方の最表面にカネカ製ポリイミドフィルム（厚み $12.5\mu\text{m}$ ）（保護層3）をそれぞれ一枚配置し、熱プレスにて接着積層して熱輸送構造体5を作製した。熱プレスは、圧力 0.5MPa 、温度 90°C にて

、30分間行った後、圧力0.5 MPa、温度150℃にて、60分間行い、グラファイト複合シート6の長手方向の両端部30mm×30mmの部分のみ加圧をおこなった。なお、最後に金型にて外形をカットし、30mm×150mm（熱伝達部90mm×30mm、固定部30mm×30mm（熱輸送構造体の長手方向の両端に形成））である熱輸送構造体5を得た。評価結果を表3、表4に示す。

[0255] （実施例3A）

本実施例の構成を図10に示す。なお、破線箇所は、グラファイト複合シート6同士が接着していない箇所を指す。グラファイトシート1であるカネカ製グラファイトシート（厚み40μm、面方向の熱伝導率1500W/(m·K)、厚み方向の熱伝導率5W/(m·K)）を30mm×150mmにカットした。その後、このグラファイトシート1の両面に接着層2となるトーヨーケム製ウレタン系接着シートTSU0041SI（厚み10μm）を100℃にてラミネートした後、32mm×152mmにカットし、表面の全面および外周端部の全てが接着層2によって被覆されたグラファイト複合シート6を作製した。その後、このグラファイト複合シート6を6枚重ねた後、当該積層体の両方の最表面にカネカ製ポリイミドフィルム（厚み12.5μm）（保護層3）をそれぞれ一枚配置し、熱プレスにて接着積層して熱輸送構造体5を作製した。熱プレスは、グラファイト複合シート6の長手方向の両端部31mm×32mmの部分のみに、圧力0.5 MPa、温度90℃にて30分間行った後、圧力0.5 MPa、温度150℃にて60分間行うことで、サイズが32mm×152mm（熱伝達部90mm×32mm、固定部31mm×32mm（熱輸送構造体の長手方向の両端に形成））であり、接着層2による外周端部の被覆部分の厚み20が1mmである熱輸送構造体5を得た。評価結果を表3、表4に示す。

[0256] （実施例4A）

本実施例の構成を図11、図12に示す。グラファイトシート1であるカネカ製グラファイトシート（厚み40μm、面方向の熱伝導率1500W/

($m \cdot K$)、厚み方向の熱伝導率 $5 W / (m \cdot K)$) を $30 mm \times 150 mm$ にカットした。その後、このグラファイトシート1の両面に、接着層2となるトーヨーケム製ウレタン系接着シートTSU0041SI (厚み $10 \mu m$) を $100^\circ C$ にてラミネートした後、 $32 mm \times 152 mm$ にカットし、表面の全面および外周端部の全てが接着層2により被覆されたグラファイト複合シート6を作製した。その後、このグラファイト複合シート6を6枚重ねた後、グラファイト複合シート6とグラファイト複合シート6との間それぞれに、非接着層4として、 $90 mm \times 50 mm$ のカネカ製ポリイミドフィルム (厚み $12.5 \mu m$) を中央に二枚ずつ配置した。さらに、最表面に配置されたグラファイト複合シート6上にカネカ製ポリイミドフィルム (厚み $12.5 \mu m$) (保護層3) をそれぞれ一枚配置し、熱プレスにて接着積層して熱輸送構造体を作製した。なお、図12では、グラファイトシート1は破線で示され、接着層2は外周の実線で示され、非接着層4は灰色箇所で示されている。

[0257] 熱プレスは、圧力 $0.5 MPa$ 、温度 $90^\circ C$ にて、30分間行った後、圧力 $0.5 MPa$ 、温度 $150^\circ C$ にて、60分間行い、グラファイト複合シート6の全面を加圧した。最後に金型にて外形をカットし、サイズが $32 mm \times 152 mm$ (熱伝達部 $90 mm \times 32 mm$ 、固定部 $31 mm \times 32 mm$ (熱輸送構造体の長手方向の両端に形成)) であり、接着層2による外周端部の被覆部分の厚み $20 \mu m$ が $1 mm$ である熱輸送構造体5を得た。評価結果を表3、表4に示す。

[0258] (実施例5A)

本実施例の構成を図13に示す。グラファイトシート1であるカネカ製グラファイトシート (厚み $40 \mu m$ 、面方向の熱伝導率 $1500 W / (m \cdot K)$)、厚み方向の熱伝導率 $5 W / (m \cdot K)$) の片面に、接着層2となる十条ケミカル製アクリル系接着剤G-2Sを乾燥後の厚みが $10 \mu m$ になるよう、下記のように塗工および乾燥し、接着層2が形成されたグラファイトシート1を得た。接着剤の塗工は $30 mm \times 150 mm$ のサイズのグラファイト

シート1の長手方向の両端部30mm×30mmの部分に行った。また、保護層3であるカネカ製ポリイミドフィルム（厚み12.5μm）にも同様に、乾燥後の厚みが10μmとなるように、片面全面に接着層2となる十条ケミカル製アクリル系接着剤G-2Sを塗工し、40mm×170mmにカットした。そして塗工後の接着剤を乾燥させて、保護層3上に接着層2を形成した。その後、この接着層2が形成されたグラファイトシート1を6枚重ねた後、当該積層体の両方の最表面に接着剤を塗工したカネカ製ポリイミドフィルム（厚み12.5μm）（保護層3）をそれぞれ一枚配置し、熱プレスにて接着積層して熱輸送構造体を作製した。熱プレスは、圧力0.5MPa、温度100℃にて、10分間行った。最後に金型にて外形をカットし、サイズが32mm×152mm（熱伝達部90mm×32mm、固定部31mm×32mm（熱輸送構造体の長手方向の両端に形成））であり、接着層2による外周端部の被覆部分の厚み20が1mmである熱輸送構造体5を得た。評価結果を表3、表4に示す。

[0259]

[表3]

熱輸送構造体の構成														剥離フィルム			
図	熱伝導材料						固定部				熱伝達部				保護層		
	種類	面方向の熱伝導率	厚み	枚数	接着層による両面被覆	接着層による外周端部被覆	接着層の種類	接着層厚み	熱伝導材料の非接着枚数	非接着フィルム			種類	厚み	種類	厚み	
										各層間への配置枚数	種類	厚み					剥離処理
実施例 1A	6	グファイブシート	1500	40	6	無	無	アクリル	10	1枚毎	無	無	無	無	ホリミッドフィルム	12.5	-
実施例 2A	9	グファイブシート	1500	40	6	有	有	ウレタン	10	1枚毎	無	無	無	無	ホリミッドフィルム	12.5	-
実施例 3A	10	グファイブシート	1500	40	6	有	有	ウレタン	10	1枚毎	無	無	無	無	ホリミッドフィルム	12.5	-
実施例 4A	11	グファイブシート	1500	40	6	有	有	ウレタン	10	1枚毎	2	ホリミッドフィルム	12.5	無	ホリミッドフィルム	12.5	-
実施例 5A	13	グファイブシート	1500	40	6	無	無	アクリル	10	1枚毎	無	無	無	無	ホリミッドフィルム	12.5	-

[表4]

	評価											
	放熱性		屈曲性		軽量性		粉落ち		真空中での膨張	熱伝達部の形成状態	接着力	
	抑制温度	評価	見た目の損傷	評価	重量	評価	粉が付着した面	評価			接着工程前の接着層の接着力	評価
実施例 1A	54.1	A	なし	A	2.35	A	外周端部非接着部	C	A	A	0.02	A
実施例 2A	54.1	A	なし	A	2.84	A	外周端部	B	A	B	0.15	B
実施例 3A	54.1	A	なし	A	2.92	A	無し	A	A	B	0.15	B
実施例 4A	54.1	A	皺あり	B	3.44	A	無し	A	A	A	0.15	B
実施例 5A	54.1	A	なし	A	2.39	A	無し	A	B	B	0.02	A

[0261] 実施例 2 Aでは、グラファイトシート 1の両面を接着層 2によって被覆した。その結果、固定部 10となる部分のみが接着層 2にて被覆されている実

実施例 1 に比べ、粉落ちを低減することができた。グラファイトシート 1 から発生する粉は、導電性を有するため、グラファイトシートを電子機器に使用する場合、ショートの原因となり得るため、このような粉落ちを防止することで、より信頼性の高い電子機器を提供することができる。また、実施例 3 A のように接着層 2 をグラファイトシート 1 のサイズよりも大きく形成し、グラファイトシート 1 の外周端部を接着層 2 によって被覆する構成とした場合、グラファイトシート 1 は接着層 2 により完全に被覆される構造となるため、粉落ちの発生を無くすことができた。更に、実施例 4 A のようにグラファイト複合シート 6 を接着積層する際に、熱伝達部 1 1 となる部分に非接着層 4 を形成することで、熱伝達部 1 1 での接着層 2 の部分的な接着を抑制することができ、より精度よく固定部 1 0 を形成することができた。一方、実施例 5 A では、実施例 1 A にて作製した熱輸送構造体 5 の全体が接着層 2 によって被覆された構造となっており、真空条件下では内部の空気が膨張したが、粉落ちの発生は無かった。

[0262] (実施例 6 A)

グラファイト複合シート 6 とグラファイト複合シート 6 との各間に配置する非接着層 4 として厚み 7 μm のポリイミドフィルムを用いたこと以外は、実施例 4 と同様である。本実施例の構成を図 1 1、図 1 2 に示す。また、評価結果を表 5、表 6 に示す。

[0263] (実施例 7 A)

グラファイト複合シート 6 とグラファイト複合シート 6 との各間に配置する非接着層 4 として P E T (polyethylene terephthalate) フィルム (厚み 5 μm) を用いたこと以外は、実施例 4 A と同様である。本実施例の構成を図 1 1、図 1 2 に示す。また、評価結果を表 5、表 6 に示す。

[0264] (実施例 8 A)

非接着層 4 として、片面にシリコーン剥離剤を塗布し、剥離処理をすることで剥離層を形成したポリイミドフィルム (厚み 1 2. 5 μm) を使用し、グラファイト複合シート 6 とグラファイト複合シート 6 との各間に当該ポリ

イミドフィルムを一枚ずつ配置したこと以外は、実施例4Aと同様である。
 また、評価結果を表5、表6に示す。

[0265] [表5]

熱輸送構造体の構成														剥離フィルム			
図	熱伝導材料						固定部				熱伝達部				保護層		
	種類	面方向の熱伝導率	厚み	枚数	接着層による面被覆	接着層による外周被覆	接着層の種類	接着層の厚み	熱伝導材料の非接着枚数	非接着フィルム			種類	厚み	種類	厚み	
										各層間への配置枚数	種類	厚み					剥離処理
実施例4A	グーファイトシート	1500	40	6	有	有	ウレタン	10	1枚毎	2	ホリイミドフィルム	12.5	無	ホリイミドフィルム	12.5	-	-
実施例6A	グーファイトシート	1500	40	6	有	有	ウレタン	10	1枚毎	2	ホリイミドフィルム	7	無	ホリイミドフィルム	12.5	-	-
実施例7A	グーファイトシート	1500	40	6	有	有	ウレタン	10	1枚毎	2	PETフィルム	5	無	ホリイミドフィルム	12.5	-	-
実施例8A	なし	1500	40	6	有	有	ウレタン	10	1枚毎	1	ホリイミドフィルム	12.5	有	ホリイミドフィルム	12.5	-	-

[0266] [表6]

評価												
	放熱性		屈曲性		軽量性		粉落ち		真空中での膨張	熱伝達部の形成状態	接着力	
	抑制温度	評価	見た目の損傷	評価	重量	評価	粉が付着した面	評価			接着工程前の接着層の接着力	評価
実施例 4A	54.1	A	皺	B	3.44	A	無し	A	A	A	0.15	B
実施例 6A	54.1	A	なし	A	3.21	A	無し	A	A	A	0.15	B
実施例 7A	54.1	A	なし	A	3.12	A	無し	A	A	A	0.15	B
実施例 8A	54.1	A	なし	A	3.18	A	無し	A	A	A	0.15	B

[0267] 非接着層4として、12.5 μmのポリイミドフィルムを用いた実施例4

Aと7 μm のポリイミドフィルムを用いた実施例6Aとの比較から、非接着層4としては、厚みの薄いフィルムを用いた方が、屈曲性が良好であることがわかった。また、実施例7Aのようにさらに厚みの薄い5 μm のPETフィルムを用いた場合でも良好な屈曲性を示した。一方、実施例8Aのように非接着層4の片面に剥離層を形成することによって、非接着層4一枚によって、熱伝達部でのグラファイト複合シート同士の接着を抑制することができた。これにより、非接着層4を二枚形成する実施例4Aに対して、屈曲性も向上させることができた。

[0268] (実施例9A)

非接着層4としてPET (polyethylene terephthalate) フィルム (厚み5 μm) を、グラファイト複合シート6二枚毎に配置したこと以外は、実施例7Aと同様である。本実施例の構成を図14に示す。また、評価結果を表7、表8に示す。

[0269] (実施例10A)

グラファイトシート1として厚み25 μm のグラファイトシートを用いたことと、グラファイト複合シート6の積層枚数を10枚にしたこと以外は、実施例7Aと同様である。また、評価結果を表7、表8に示す。

[0270] (実施例11A)

グラファイトシート1として厚み10 μm のグラファイトシートを用いたことと、グラファイト複合シート6の積層枚数を24枚にしたこと以外は、実施例7Aと同様である。また、評価結果を表7、表8に示す。

[0271]

[表7]

熱輸送構造体の構成																		
図	熱伝導材料						固定部				熱伝達部				保護層		剥離フィルム	
	種類	面方向の熱伝導率	厚み	枚数	接着層による両面被覆	接着層による外周端部被覆	接着層の種類	接着層厚み	熱伝導材料の非接着枚数	非接着フィルム			種類	厚み	種類	厚み	種類	厚み
										各層間への配置枚数	種類	厚み						
実施例 9A	ガラスシート	1500	40	6	有	有	カクタン	10	2枚毎	2	PETフィルム	5	ホリイミドフィルム	12.5	-	-	-	-
実施例 7A	ガラスシート	1500	40	6	有	有	カクタン	10	1枚毎	2	PETフィルム	5	ホリイミドフィルム	12.5	-	-	-	-
実施例 10A	なし	1500	25	10	有	有	カクタン	10	1枚毎	2	PETフィルム	5	ホリイミドフィルム	12.5	-	-	-	-
実施例 11A	なし	1500	10	24	有	有	カクタン	10	1枚毎	2	PETフィルム	5	ホリイミドフィルム	12.5	-	-	-	-

[0272]

[表8]

	評価											
	放熱性		屈曲性		軽量性		粉落ち		真空中での膨張	熱伝達部の形成状態	接着力	
	抑制温度	評価	見た目の損傷	評価	重量	評価	粉が付着した面	評価			接着工程前の接着層の接着力	評価
実施例 9A	54.1	A	変形	C	3.12	A	無し	A	A	A	0.15	B
実施例 7A	54.1	A	なし	A	3.12	A	無し	A	A	A	0.15	B
実施例 10A	52.5	B	なし	A	3.97	A	無し	A	A	A	0.15	B
実施例 11A	49.7	C	僅かに皺	B	6.60	B	無し	A	A	A	0.15	B

[0273] 実施例 9 A では、グラファイト複合シート 6 を二枚毎に非接着させる構成

とした。その結果、グラファイト複合シート6を一枚毎に非接着とした実施例7Aの方が良好な屈曲性を示した。このことから、熱伝達部11においては、接着されるグラファイト複合シートの層数を減らした方が良いことがわかる。また、実施例10A、および実施例11Aでは、グラファイトシート1として、25 μ mのものと、10 μ mのものとを使用し、積層した場合のグラファイトシート1の合計の厚みが実施例7Aと略同等となるように積層枚数を調整した。その結果、グラファイトシート1の合計厚みが同じでも、実施例10A、および実施例11Aのように積層枚数が多くなるほど、放熱性が低下した。これは、熱伝導率の低い接着層の層数が増えたために、発熱源からの熱をグラファイトシート1とグラファイトシート1との間で伝達し難くなっているためであると考えられる。また、実施例11Aでは、積層枚数が多くなったことで、屈曲性、軽量性ともにやや低下がみられた。これらのことからグラファイトシート1の厚みは、薄すぎない方が良いことがわかる。

[0274] (実施例12A)

接着層2として、厚み20 μ mのウレタン系接着シートを使用したこと以外は、実施例7Aと同様である。本実施例の構成を図11、図12に示す。また、評価結果を表9、表10に示す。

[0275] (実施例13A)

接着層2として、厚み10 μ mのエポキシ系接着シートを使用したこと以外は、実施例7Aと同様である。本実施例の構成を図11、図12に示す。また、評価結果を表9、表10に示す。

[0276]

[表9]

熱輸送構造体の構成														剥離フィルム			
図	熱伝導材料						固定部				熱伝達部				保護層		
	種類	面方向の熱伝導率	厚み	枚数	接着層による両面被覆	接着層による外周被覆	接着層の種類	接着層厚み	熱伝導材料の非接着枚数	非接着フィルム			種類	厚み	種類	厚み	
					有	有				各層間への配置枚数	種類	厚み					剥離処理
実施例 7A	11	ガラスシート	1500	40	6	有	有	ウレタン	10	1枚毎	2	PETフィルム	5	無	ポリイミドフィルム	12.5	-
実施例 12A	11	ガラスシート	1500	40	6	有	有	ウレタン	20	1枚毎	2	PETフィルム	5	無	ポリイミドフィルム	12.5	-
実施例 13A	11	ガラスシート	1500	40	6	有	有	エポキシ	10	1枚毎	2	PETフィルム	5	無	ポリイミドフィルム	12.5	-

[表10]

評価												
	放熱性		屈曲性		軽量性		粉落ち		真空中での膨張	熱伝達部の形成状態	接着力	
	抑制温度	評価	見た目の損傷	評価	重量	評価	粉が付着した面	評価			接着工程前の接着層の接着力	評価
実施例 7A	54.1	A	なし	A	3.12	A	無し	A	A	B	0.15	B
実施例 12A	52.2	B	皺	B	3.97	A	無し	A	A	B	0.15	B
実施例 13A	54.1	A	なし	A	3.12	A	無し	A	A	A	0.03	A

[0278] 接着層2の厚みが10μmである実施例7Aと接着層2の厚みが20μm

である実施例 1 2 A との比較から、接着層 2 の厚みが薄い方が、放熱性、屈曲性ともに良好であることがわかる。また、実施例 1 3 A では、接着層 2 として、エポキシ系接着材を用いたが、ウレタン系接着材を用いた実施例 7 A と同等の結果となった。

[0279] (実施例 1 4 A)

グラファイト複合シートの両面の最表面に保護層 3 として P E T (polyethylene terephthalate) フィルム (5 μ m) を配置したこと以外は、実施例 7 A と同様である。本実施例の構成を図 1 1 に示す。また、評価結果を表 1 1、表 1 2 に示す。

[0280]

[表12]

		評価											
		放熱性		屈曲性		軽量性		粉落ち		真空中での膨張	熱伝達部の形成状態	接着力	
		抑制温度	評価	見た目の損傷	評価	重量	評価	粉が附着した面	評価			接着工程前の接着層の接着力	評価
実施例 7A		54.1	A	なし	A	3.12	A	無し	A	A	A	0.15	B
実施例 14A		54.3	A	なし	A	3.01	A	無し	A	A	A	0.15	B

[0282] 実施例14Aでは、保護層3としてPETフィルム(5μm)を用いたが

、ポリイミドフィルム（ $12.5\ \mu\text{m}$ ）を用いた場合と同等の結果となった。

[0283] （実施例 15 A）

本実施例の構成を図 10 に示す。なお、破線箇所は、グラファイトシート複合 6 同士が接着していない箇所を指す。グラファイトシート 1 であるカネカ製グラファイトシート（厚み $40\ \mu\text{m}$ 、面方向の熱伝導率 $1500\text{W}/(\text{m}\cdot\text{K})$ 、厚み方向の熱伝導率 $5\text{W}/(\text{m}\cdot\text{K})$ ）を $30\text{mm}\times 150\text{mm}$ にカットした。その後、このグラファイトシート 1 の両面に、接着層 2 となるトーヨーケム製ウレタン系接着シート TSU0041SI（厚み $10\ \mu\text{m}$ ）を 100°C にてラミネートした後、 $32\text{mm}\times 152\text{mm}$ にカットし、表面の全面および外周端部の全てが接着層により被覆されたグラファイト複合シート 6 を作製した。その後、このグラファイト複合シート 6 を 6 枚重ねた後、当該積層体の両方の最表面に保護層 3 であるポリイミドフィルムをそれぞれ一枚配置し、熱プレスにて接着積層して熱輸送構造体 5 を作製した。なお、熱伝達部 11 を形成するため、グラファイト複合シート 6 とグラファイト複合シート 6 との各間には剥離層である、 $90\text{mm}\times 50\text{mm}$ のテフロン（登録商標）シート（厚み $20\ \mu\text{m}$ ）が中央にくるように一枚ずつ配置した。熱プレスは、グラファイト複合シート 6 の長手方向の両端部 $31\text{mm}\times 32\text{mm}$ の部分のみに、圧力 0.5MPa 、温度 90°C にて 30 分間行った後、圧力 0.5MPa 、温度 150°C にて 60 分間行い、その後、テフロン（登録商標）シートを取り除いた。最後に金型にて外形をカットし、サイズが $32\text{mm}\times 152\text{mm}$ （熱伝達部 $90\text{mm}\times 32\text{mm}$ 、固定部 $31\text{mm}\times 32\text{mm}$ （グラ熱輸送構造体の長手方向の両端に形成））であり、接着層 2 による外周端部の被覆部分の厚み 20 が 1mm である熱輸送構造体 5 を得た。また、評価結果を表 13、表 14 に示す。

[0284]

[表13]

熱輸送構造体の構成																			
図	熱伝導材料						固定部				熱伝達部				保護層		剥離フィルム		
	種類	面方向の熱伝導率	厚み	枚数	接着層による面被覆	接着層による外部被覆	接着層の種類	接着層の厚み	熱伝導材料の非接着枚数	非接着フィルム			種類	厚み	種類	厚み	種類	厚み	
										各層間への配置枚数	種類	厚み							剥離処理
実施例 3A	10	ケラライトシート	1500	40	6	有	有	ウレタン	10	1枚毎	無	-	-	-	ホ°リイミド°フィルム	12.5	-	-	20
実施例 15A	10	ケラライトシート	1500	40	6	有	有	ウレタン	10	1枚毎	無	-	-	-	ホ°リイミド°フィルム	12.5	-	-	20

[0285]

[表14]

評価												
	放熱性		屈曲性		軽量性		粉落ち		真空中での膨張	熱伝達部の形成状態	接着力	
	抑制温度	評価	見た目の損傷	評価	重量	評価	粉が付着した面	評価			接着工程前の接着層の接着力	評価
実施例 3A	54.1	A	なし	A	2.92	A	無し	A	A	B	0.15	B
実施例 15A	54.1	A	なし	A	2.92	A	無し	A	A	A	0.15	B

[0286] 実施例 15 Aは、実施例 3 Aと同様の構成の熱輸送構造体 5 であるが、実

施例15Aでは、熱プレスする際に剥離層をグラファイト複合シート6とグラファイト複合シート6との各間に配置し、熱プレス後、剥離層を取り除く方法にて作製した。これにより、実施例3Aに対し、同等の特性を保ったまま、熱伝達部11での接着層の部分的な接着を抑制することができ、より精度よく固定部を形成することができた。

[0287] <実施例B>

<屈曲反発力の評価>

図17に示すように、実施例および比較例で製造した熱輸送構造体201の両端の固定部202に金属治具204を取り付けた。さらに一方の金属治具204に、荷重測定用治具205であるフォースゲージ（AMADA製、DS2-2N）を取り付けた。荷重測定用治具205が付いている側の金属治具204が上側に、荷重測定用治具205が付いていない側の金属治具204が下側になるようにして、熱輸送構造体201を縦向きで真っ直ぐな状態となるようにして配置した。そして、荷重測定用治具205が付いていない側の金属治具204が動かないように固定した。この状態で、フォースゲージの数値を一旦ゼロにリセットし、熱輸送構造体201の自重が加味されないようにした。

[0288] 続いて、図18に示すように、上側の固定部202を下方向に動かし、2つの固定部202同士を近づけて熱伝達部203の長さを縮めた。具体的には、縮めた後の状態（図18の状態）の熱伝達部203の長さ（固定部202間の距離）が、縮める前の状態（図17の状態）の熱伝達部203の長さ（固定部202間の距離）に比べて10%短くなるように縮めた。また、金属治具204が荷重測定用治具205の軸を起点に曲がったり、回転したりしないよう、2つの固定部202の位置を固定した。図18の状態、荷重測定用治具205の値を読み取ることで長さ方向の応力を測定し、上述した式(2)によって求めた屈曲反発力Rを評価した。

[0289] 屈曲反発力Rが20N/cm以下の場合を「A」、20N/cmよりも大きく、40N/cm以下の場合を「B」、40N/cmよりも大きく、80

N/cm未満の場合を「C」、80N/cmよりも大きい場合を「D」とし、B以上を屈曲反発力に優れると評価した。

[0290] <振動に対する信頼性の評価、熱輸送性能の評価>

図19に示すように、熱輸送構造体201の一方の固定部202にヒーター206である坂口伝熱製マイクロセラミックヒーター(MS-3)を熱伝導接着剤207であるタイカ製ラムダゲルシート(COH-4000LVC)を介して配置し、水槽208に入っている18℃の水に他方の固定部202を浸けて水冷し、熱性能評価を行った。ヒーターに1W印加して発熱させ、この状態で30分置き、熱伝達部の側温部209および側温部210の温度を熱電対でそれぞれ測定し、このときの側温部209と側温部210との温度差を初期温度T0とした。

[0291] 次に、図20に示すように、熱輸送構造体201の一方の固定部202に取り付けられた金属治具204を固定台座211に固定した。他方の固定部202を振動試験機212である小型卓上試験機(アズワンより入手、型番CV-101)に取り付けた。このとき、曲がっていない状態の長さに比べて10%短くなるよう、熱伝達部203を縮めた状態で、他方の固定部202を取り付けた。この状態で、振動試験機12を振幅1mm、周波数10Hzで振動させる振動試験を24時間行った。振幅方向は熱伝達部203の長さ方向221とした。

[0292] 続いて、図19に示す熱性能評価の再評価を行い、このときの側温部209と側温部210との温度差をT1とし、以下の式(3)に基づいて、熱伝達部の温度変化率r(%)から、振動に対する信頼性の評価を実施した。

$$r = (T1 - T0) / T0 \times 100 \quad (3)$$

温度変化率が0%以上5%未満の場合を「A」、5%以上10%未満の場合を「B」、10%以上20%未満の場合を「C」、20%以上の場合を「D」とし、振動による温度変化率が小さいB以上を振動に対する信頼性に優れると評価した。

[0293] 熱輸送性能の評価は、熱伝達部203が幅30mm、長さ70mmであり

、熱伝導シートが10枚積層された熱輸送構造体のみ実施した。振動試験後のT1の値が10℃未満の場合を「A」、10℃以上20℃未満の場合を「B」、20℃以上40℃未満の場合を「C」、40℃以上の場合を「D」と、T1の値が小さいB以上の場合を熱輸送性能に優れると評価した。

[0294] (実施例1B)

本実施例の構成を図22に示す。グラファイトシート213である、面方向の熱伝導率が $1400\text{W}/\text{m}\cdot\text{K}$ である厚み $37\mu\text{m}$ のカネカ製グラファイトシートを幅 30mm 、長さ 110mm にカットした。このグラファイトシート213の両面に、被覆層215である、厚み $10\mu\text{m}$ のPET (polyethylene terephthalate) テープ (日栄化工製、GL-10B、片面に粘着性樹脂) をラミネートした。そしてグラファイトシート213の両面および端部の全面に被覆層215が形成された状態で、不要なPETテープをカットし、幅 32mm 、長さ 112mm のサイズの熱伝導シートであるグラファイト複合シート222を得た。

[0295] 次に、固定部202を形成するため、グラファイト複合シート222の長さ方向の両端の、幅 32mm 、長さ 21mm の領域に、接着層214である両面テープ (日栄化工製、NeoFix5S2) を配置し、接着層214を配置したグラファイト複合シート222を10枚積層して接着することで、固定部202間に挟まれた熱伝達部203 (幅 32mm 、長さ 70mm 、厚み $680\mu\text{m}$) を有する熱輸送構造体201を得た。評価結果を表15に示す。

[0296] (実施例2B)

本実施例の構成を図22に示す。グラファイトシート213である、面方向の熱伝導率が $1400\text{W}/\text{m}\cdot\text{K}$ である厚み $37\mu\text{m}$ のカネカ製グラファイトシートを幅 30mm 、長さ 70mm にカットした。このグラファイトシート213の両面に、被覆層215である、厚み $10\mu\text{m}$ のPET (polyethylene terephthalate) テープ (日栄化工製、GL-10B、片面に粘着性樹脂) をラミネートし、グラファイトシート213の両面および端部の全面に

被覆層が形成されるよう、幅32mm、長さ72mmに被覆層をカットして熱伝導シートであるグラファイト複合シート222を得た。次に、固定部202を形成するため、グラファイト複合シート222の両端の幅32mm、長さ21mmの領域に、接着層214である両面テープ（日栄化工製、NeoFix5S2）を配置し、これを10枚積層して接着することで、固定部202間に挟まれた熱伝達部203（幅32mm、長さ70mm、厚み680 μ m）を有する熱輸送構造体201を得た。評価結果を表15に示す。

[0297] （実施例3B）

本実施例の構成を図22に示す。グラファイトシート213である、面方向の熱伝導率が1400W/m \cdot Kである厚み37 μ mのカネカ製グラファイトシートを幅30mm、長さ440mmにカットした。このグラファイトシート213の両面に、被覆層215である、厚み10 μ mのPET（polyethylene terephthalate）テープ（日栄化工製、GL-10B、片面に粘着性樹脂）をラミネートし、グラファイトシート213の両面および端部の全面に被覆層が形成されるよう、幅32mm、長さ442mmに被覆層をカットして熱伝導シートであるグラファイト複合シート222を得た。次に、固定部202を形成するため、グラファイト複合シート222の両端の幅32mm、長さ21mmの領域に、接着層214である両面テープ（日栄化工製、NeoFix5S2）を配置し、これを10枚積層して接着することで、固定部202間に挟まれた熱伝達部203（幅32mm、長さ400mm、厚み680 μ m）を有する熱輸送構造体201を得た。評価結果を表15に示す。

[0298] （実施例4B）

本実施例の構成を図22に示す。カネカ製ポリイミドフィルム（75AH）を不活性ガス中で1000 $^{\circ}$ Cの温度にまで予備加熱処理して炭素化した。その後、これを加圧下、不活性ガス雰囲気下で2800 $^{\circ}$ Cの温度にまで熱処理することによりグラファイト化させ、面方向の熱伝導率が500W/m \cdot Kである厚み100 μ mのグラファイトシート213を得た。これを実施例

1 Bと同様にすることで、固定部202間に挟まれた熱伝達部203（幅32mm、長さ70mm、厚み1200 μ m）を有する熱輸送構造体201を得た。評価結果を表15に示す。

[0299] （実施例5B）

本実施例の構成を図22に示す。カネカ製ポリイミドフィルム（75AH）を不活性ガス中で1000 $^{\circ}$ Cの温度にまで予備加熱処理して炭素化した。その後、これを加圧下、不活性ガス雰囲気下で2800 $^{\circ}$ Cの温度まで熱処理することによりグラファイト化させ、所定厚みまで厚み方向にプレスを行うことで、面方向の熱伝導率が1000W/m \cdot Kである厚み50 μ mのグラファイトシート213を得た。これを実施例1Bと同様にすることで、固定部202間に挟まれた熱伝達部203（幅32mm、長さ30mm、厚み810 μ m）を有する熱輸送構造体201を得た。評価結果を表15に示す。

[0300] （実施例6B）

本実施例の構成を図21に示す。グラファイトシート213である、面方向の熱伝導率が1400W/m \cdot Kである厚み37 μ mのカネカ製グラファイトシートを30mm幅 \times 110mm長にカットした。次に、固定部202を形成するため、グラファイトシート213の両端の幅30mm、長さ20mmの領域に、接着層214である両面テープ（日栄化工製、NeoFix5S2）を配置し、これを10枚積層して接着することで、固定部202間に挟まれた熱伝達部203（幅30mm、長さ70mm、厚み370 μ m）を有する熱輸送構造体201を得た。評価結果を表15に示す。

[0301] （実施例7B）

本実施例の構成を図23に示す。なお、破線箇所は非接着部216であり、熱伝導シートであるグラファイト複合シート222同士が接着していない状態を意味する。グラファイトシート213である、面方向の熱伝導率が1400W/m \cdot Kである厚み37 μ mのカネカ製グラファイトシートを幅30mm、長さ110mmにカットした。このグラファイトシート213の両面に、被覆層215である、幅40mm、長さ120mmのPET（polyeth

ylene terephthalate) フィルム (東レ製、厚み $12\ \mu\text{m}$) を配置し、 $250\ ^\circ\text{C}$ で加熱しながら $10\ \text{MPa}$ の圧力でプレスを5分実施して熱溶着させ、グラファイトシート213の両面および端部の全面に被覆層が形成されるよう、被覆層を幅 $32\ \text{mm}$ 、長さ $112\ \text{mm}$ にカットして熱伝導シートであるグラファイト複合シート222を得た。このグラファイト複合シート222を10層積層させ、固定部202を形成するため、グラファイト複合シート222の両端の幅 $32\ \text{mm}$ 、長さ $21\ \text{mm}$ の領域のみに、 $240\ ^\circ\text{C}$ で加熱しながら $1\ \text{MPa}$ の圧力でプレスを1分実施することで、固定部202間に挟まれた熱伝達部203 (幅 $32\ \text{mm}$ 、長さ $70\ \text{mm}$ 、厚み $610\ \mu\text{m}$) を有する熱輸送構造体201を得た。評価結果を表15に示す。

[0302] (実施例8B)

本実施例の構成を図24に示す。なお、破線箇所は非接着部216であり、グラファイト複合シート222同士が接着していない状態を意味する。グラファイトシート213である、面方向の熱伝導率が $1400\ \text{W}/\text{m}\cdot\text{K}$ である厚み $37\ \mu\text{m}$ のカネカ製グラファイトシートを幅 $30\ \text{mm}$ 、長さ $110\ \text{mm}$ にカットした。グラファイトシート213の両面に、被覆層215であるトーヨーケム製ウレタン系接着シートTSU0041SI (厚み $10\ \mu\text{m}$) を $100\ ^\circ\text{C}$ にてラミネートした後、グラファイトシート213の表面の全面が被覆層215により被覆されるよう、被覆層を幅 $32\ \text{mm}$ 、長さ $112\ \text{mm}$ にカットし、熱伝導シートであるグラファイト複合シート222を得た。このグラファイト複合シート222を10層積層させる際、各層間の中央に非接着部形成層217であるカネカ製ポリイミドフィルム (厚み $12.5\ \mu\text{m}$) を幅 $32\ \text{mm}$ 、長さ $70\ \text{mm}$ にカットしたものを2枚ずつ配置し、全体に熱プレスを実施した。熱プレスは圧力 $0.5\ \text{MPa}$ 、温度 $90\ ^\circ\text{C}$ にて、30分間おこなった後、圧力 $0.5\ \text{MPa}$ 、温度 $150\ ^\circ\text{C}$ にて、60分間行うことで、固定部202間に挟まれた熱伝達部203 (幅 $32\ \text{mm}$ 、長さ $70\ \text{mm}$ 、厚み $810\ \mu\text{m}$) を有する熱輸送構造体1を得た。評価結果を表15に示す。

[0303] (実施例 9 B)

本実施例の構成を図 25 に示す。グラファイトシート 213 である、面方向の熱伝導率が $1400\text{ W/m}\cdot\text{K}$ である厚み $37\ \mu\text{m}$ のカネカ製グラファイトシートを幅 30 mm 、長さ 110 mm にカットした。このグラファイトシート 213 の両面に、被覆層 215 である、厚み $10\ \mu\text{m}$ の PET (polyethylene terephthalate) テープ (日栄化工製、GL-10B、片面に粘着性樹脂) をラミネートし、グラファイトシート 213 の両面および端部の全面に被覆層が形成されるよう、被覆層を幅 32 mm 、長さ 112 mm にカットして熱伝導シートであるグラファイト複合シート 222 を得た。次に、グラファイト複合シート 222 を 10 層積層し、両端の上下面に平板 218 である、幅 32 mm 、長さ 21 mm 、厚み 0.5 mm のアルミニウム板を配置した状態で、平板 218 の 4 隅に $5\text{ mm}\ \phi$ のドリルを用いて合計 8 箇所貫通孔を形成した。これにより、グラファイト複合シート 222 にも同時に貫通孔が形成された。各貫通孔にボルト 219 である SUS 製 M4 ボルトを挿通し、ナット 220 である SUS 製 M4 ネジを用いて固定することで、2 箇所の固定部 202 および固定部 202 に挟まれた熱伝達部 203 (幅 32 mm 、長さ 70 mm 、厚み $680\ \mu\text{m}$) を有する熱輸送構造体 201 を得た。評価結果を表 15 に示す。

[0304] (実施例 10 B)

本実施例の構成を図 25 に示す。グラファイトシート 213 である、面方向の熱伝導率が $1400\text{ W/m}\cdot\text{K}$ である厚み $37\ \mu\text{m}$ のカネカ製グラファイトシートを幅 100 mm 、長さ 110 mm にカットした。このグラファイトシート 213 の両面に、被覆層 215 である、厚み $10\ \mu\text{m}$ の PET (polyethylene terephthalate) テープ (日栄化工製、GL-10B、片面に粘着性樹脂) をラミネートし、グラファイトシート 213 の両面および端部の全面に被覆層が形成されるよう、被覆層を幅 102 mm 、長さ 112 mm にカットして熱伝導シートであるグラファイト複合シート 222 を得た。次に、グラファイト複合シート 222 を 10 層積層し、両端の上下面に平板 218

である、幅102mm、長さ21mm、厚み0.5mmのアルミニウム板を配置した状態で、平板218の4隅に5mmφのドリルを用いて合計8箇所貫通孔を形成した。これにより、グラファイト複合シート222にも同時に貫通孔が形成された。各貫通孔にボルト219であるSUS製M4ボルトを挿通し、ナット220であるSUS製M4ネジを用いて固定することで、2箇所の固定部202および固定部202に挟まれた熱伝達部203（幅32mm、長さ70mm、厚み680μm）を有する熱輸送構造体201を得た。評価結果を表16に示す。

[0305] （比較例1B）

グラファイトシート213である、面方向の熱伝導率が1400W/m・Kである厚み37μmのカネカ製グラファイトシートを幅30mm、長さ110mmにカットした。グラファイトシート213の両面に、被覆層215であるトーヨーケム製ウレタン系接着シートTSU0041SI（厚み10μm）を100℃にてラミネートした後、グラファイトシート213の表面の全面が被覆層215により被覆されるよう、被覆層を幅32mm、長さ112mmにカットし、熱伝導シートであるグラファイト複合シート222を得た。このグラファイト複合シート222を10層積層させ、全体に熱プレスを実施した。熱プレスは圧力0.5MPa、温度90℃にて、30分間おこなった後、圧力0.5MPa、温度150℃にて、60分間行うことで、2箇所の固定部202（幅32mm、長さ21mm、厚み600μm）に挟まれた熱伝達部203（幅32mm、長さ70mm、厚み600μm）を有する熱輸送構造体201を得た。評価結果を表15に示す。

[0306] （比較例2B）

本実施例の構成を図22に示す。グラファイトシート213である、面方向の熱伝導率が200W/m・Kである厚み80μmの東洋炭素製グラファイトシートを用い、実施例1Bと同様にすることで、2箇所の固定部202（幅32mm、長さ21mm、厚み1000μm）に挟まれた熱伝達部203（幅32mm、長さ70mm、厚み1000μm）を有する熱輸送構造体

201を得た。評価結果を表15に示す。

[0307] (比較例3B)

本実施例の構成を図25に示す。但し、グラファイトシート213の代わりに、面方向の熱伝導率が $398\text{W}/\text{m}\cdot\text{K}$ である厚み $40\mu\text{m}$ の銅箔を使用した。これを、幅 30mm 、長さ 110mm にカットした。次に、固定部202を形成するため、銅箔の両端の幅 30mm 、長さ 20mm の領域に、接着層214である両面テープ（日栄化工製、NeoFix5S2）を配置し、これを10枚積層して接着することで、固定部202間に挟まれた熱伝達部203（幅 30mm 、長さ 70mm 、厚み $400\mu\text{m}$ ）を有する熱輸送構造体201を得た。評価結果を表15に示す。

[0308] (比較例4B)

本実施例の構成を図25に示す。但し、グラファイトシート213の代わりに、面方向の熱伝導率が $398\text{W}/\text{m}\cdot\text{K}$ である厚み $40\mu\text{m}$ の銅箔を使用した。これを、幅 30mm 、長さ 70mm にカットした。次に、固定部202を形成するため、銅箔の両端の幅 30mm 、長さ 20mm の領域に、接着層214である両面テープ（日栄化工製、NeoFix5S2）を配置し、これを10枚積層して接着することで、固定部202間に挟まれた熱伝達部203（幅 30mm 、長さ 30mm 、厚み $400\mu\text{m}$ ）を有する熱輸送構造体201を得た。評価結果を表16に示す。

[0309] (比較例5B)

本実施例の構成を図25に示す。但し、グラファイトシート213の代わりに、面方向の熱伝導率が $398\text{W}/\text{m}\cdot\text{K}$ である厚み $40\mu\text{m}$ の銅箔を使用した。これを、幅 30mm 、長さ 440mm にカットした。次に、固定部202を形成するため、銅箔の両端の幅 30mm 、長さ 20mm の領域に、接着層214である両面テープ（日栄化工製、NeoFix5S2）を配置し、これを10枚積層して接着することで、固定部202間に挟まれた熱伝達部203（幅 30mm 、長さ 400mm 、厚み $400\mu\text{m}$ ）を有する熱輸送構造体201を得た。評価結果を表16に示す。

[0310] (比較例 6 B)

本実施例の構成を図 25 に示す。但し、グラファイトシート 213 の代わりに、面方向の熱伝導率が $398 \text{ W/m} \cdot \text{K}$ である厚み $40 \mu\text{m}$ の銅箔を使用した。これを、幅 100 mm 、長さ 110 mm にカットした。次に、固定部 202 を形成するため、銅箔の両端の幅 30 mm 、長さ 20 mm の領域に、接着層 214 である両面テープ（日栄化工製、NeoFix 5S2）を配置し、これを 10 枚積層して接着することで、固定部 202 間に挟まれた熱伝達部 203（幅 100 mm 、長さ 70 mm 、厚み $400 \mu\text{m}$ ）を有する熱輸送構造体 201 を得た。評価結果を表 16 に示す。

[0311]

[表15]

	熱伝達シート		固定部	熱伝達部			屈曲反発性		熱輸送性能		振動に対する信頼性	
	種類	熱伝導率		幅	長	接着、 接触	N/cm	評価	T1		温度変化率	
		W/m・K							mm	°C	評価	%
実施例 1B	ガラス繊維複合シート	1400	両面テープ	30	70	無	13.7	A	8.7	A	2.4	A
実施例 4B	ガラス繊維複合シート	500	両面テープ	30	70	無	34.7	B	12.2	B	9.7	B
実施例 5B	ガラス繊維複合シート	1000	両面テープ	30	70	無	17.3	A	9.2	A	4.5	A
実施例 6B	ガラス繊維シート	1400	両面テープ	30	70	無	10.1	A	7.3	A	7.4	B
実施例 7B	ガラス繊維複合シート	1400	なし (被覆層接着)	30	70	無	11.5	A	8.3	A	3.8	A
実施例 8B	ガラス繊維複合シート	1400	なし (被覆層接着)	30	70	無	12.8	A	8.3	A	3.8	A
実施例 9B	ガラス繊維複合シート	1400	7mmフィルム板	30	70	無	13.7	A	9.1	A	3.4	A
比較例 1B	ガラス繊維複合シート	1400	なし (被覆層接着)	30	70	有	91.1	D	測定不可 (熱伝達部が割れた)			
比較例 2B	ガラス繊維複合シート	200	両面テープ	30	70	無	16.3	A	42	D	31.3	D
比較例 3B	銅箔	398	両面テープ	30	70	無	58.3	C	22.5	C	12.4	C

[0312]

[表16]

	熱伝達シート		固定部	熱伝達部			屈曲反発性		熱輸送性能		振動に対する信頼性		
	種類	熱伝導率 W/m・K		固定部材	幅 mm	長 mm	接着、 接触	N/cm	評価	°C	評価	温度変化率 %	評価
実施例 1B	ガラス繊維複合シート	1400	両面テープ	30	70	無	13.7	A	8.7	A	2.4	A	
実施例 2B	ガラス繊維複合シート	1400	両面テープ	30	30	無	35.3	B	3.3	評価無し	10.0	B	
実施例 3B	ガラス繊維複合シート	1400	両面テープ	30	400	無	19.6	A	48	評価無し	7.3	B	
実施例 10B	ガラス繊維複合シート	1400	アルミニウム板	100	70	無	15.4	A	3	評価無し	3.1	A	
比較例 3B	銅箔	398	なし (被覆層接着)	30	70	無	58.3	C	22.5	C	12.4	C	
比較例 4B	銅箔	398	両面テープ	30	30	無	153.1	D	10.2	評価無し	22.1	D	
比較例 5B	銅箔	398	両面テープ	30	400	無	84.2	D	112	評価無し	14.1	C	
比較例 6B	銅箔	398	両面テープ	100	70	無	64.8	C	8.3	評価無し	12.9	C	

[0313] 実施例 1 B、2 B、3 Bは熱伝達部 203の長さを変えたものであるが、

熱伝達部 203 の長さが好ましい範囲にあることで、屈曲反発力が低く抑えられることにより、温度変化率に優れることが示された。

[0314] 実施例 1 B、4 B、5 B は熱伝導率が好ましい範囲にあるものであるが、T 1 はもちろんのこと、温度変化率にも優れた。これは、グラファイトシートにおいてグラファイトの結晶が高度に配向していることにより、振動によるグラファイトの結晶の凝集破壊が起こり難くなったことが影響していると考えられる。一方の比較例 2 B は熱伝導率が劣っており、熱輸送性と温度変化率とも劣っていた。

[0315] 実施例 1 B、6 B、7 B、8 B、9 B は熱輸送構造体の熱伝導シートの形態や固定部の形態を変えたものであるが、好ましい形態のものであればその形態に関係なく、T 1 および温度変化率に優れることが示された。

[0316] 実施例 10 B は実施例 1 B の熱伝達部 203 の幅を変えたものであるが、幅に関係なく温度変化率が優れることが示された。

[0317] 比較例 1 B は熱伝達部の熱伝導シートが全て接着しており、屈曲反発力に劣るものであった。これは、振動試験を実施すると熱伝達部 203 が割れてしまったため、T 1 および温度変化率が評価できなかった。

[0318] 比較例 3 B は屈曲反発力と熱伝導率に劣るものであった。そのため、T 1 と温度変化率も劣っていた。温度変化率が劣った理由は、熱伝達部で発生した応力が固定部 202 へ伝わることによって、固定部 202 における銅箔同士の接着性が低下した可能性が考えられる。

[0319] 比較例 3 B、4 B、5 B、6 B はそれぞれ実施例 1 B、2 B、3 B、10 B に対応した同じサイズの熱輸送構造体である。同じサイズ同士を比較すると、実施例のほうが優れており、熱輸送性能に優れることがわかった。

[0320] 以上の説明のとおり、実施例 1 B ~ 10 B の熱輸送構造体は熱伝達部 203 の長さが 30 mm 以上、屈曲反発力が 40 N/cm 以下であり、かつ、熱伝導シートの面方向の熱伝導率が 500 W/m·K 以上であることによって、いずれも T 1 および温度変化率に優れる。一方の、比較例 1 B ~ 3 B の熱輸送構造体はいずれも T 1 および温度変化率に劣るものであった。これらの

ことから、本発明の実施例の熱輸送構造体が熱輸送性能に優れ、振動に対して信頼性が高いことは明らかである。

産業上の利用可能性

[0321] 本発明は、放熱材料や伝熱材料として好適に用いられ、電子機器、航空用機器、宇宙用機器、真空条件下もしくは低圧条件下で使用される機器、または、自動車などの放熱材料や伝熱材料に用いることができる。

[0322] また、本発明は、電子機器、航空用機器、宇宙用機器、真空条件下もしくは低圧条件下で使用される機器、または、自動車の製造において、放熱材料や伝熱材料として使用され得る。

符号の説明

- [0323]
- | | |
|-----|--------------|
| 1 | グラファイトシート |
| 2 | 接着層 |
| 3 | 保護層 |
| 4 | 非接着層 |
| 5 | 熱輸送構造体 |
| 6 | グラファイト複合シート |
| 7 | 接着層 |
| 10 | 固定部 |
| 11 | 熱伝達部 |
| 20 | 外周端部の被覆部分の厚み |
| 100 | ヒーター |
| 110 | ラムダゲルシート |
| 201 | 熱輸送構造体 |
| 202 | 固定部 |
| 203 | 熱伝達部 |
| 204 | 金属冶具 |
| 205 | 荷重測定用冶具 |
| 206 | ヒーター |

- 207 熱伝導接着剤
- 208 水槽
- 209 側温部
- 210 側温部
- 211 固定台座
- 212 振動試験機
- 213 グラファイトシート
- 214 接着層
- 215 被覆層
- 216 非接着部
- 217 非接着部形成層
- 218 平板
- 219 ボルト
- 220 ナット
- 221 長さ方向
- 222 グラファイト複合シート
- 223 発熱源
- 224 冷却源
- 302 熱伝導シート
- 303 熱伝導シート
- 305 接着層
- 310 固定部
- 311 熱伝達部

請求の範囲

- [請求項1] グラファイトシート、または、被覆層でグラファイトシートの表面および端部の少なくとも一部が覆われているグラファイト複合シートが、複数枚積層された熱輸送構造体であって、
- 上記熱輸送構造体は、複数の固定部と、当該固定部の間に配置されている熱伝達部とを有し、
- 上記固定部では、上記グラファイトシート同士、または、上記グラファイト複合シート同士が、接触または接着した状態で保持されており、
- 上記熱伝達部では、上記グラファイトシート同士の少なくとも一部、または、上記グラファイト複合シート同士の少なくとも一部が、接触または接着されていない、ことを特徴とする熱輸送構造体。
- [請求項2] 上記熱輸送構造体は、グラファイトシートが複数枚積層されたものであり、
- 上記固定部では、上記グラファイトシートとグラファイトシートとの間に接着層が存在し、上記接着層を介して、上記グラファイトシート同士が接着した状態で保持されていることを特徴とする請求項1に記載の熱輸送構造体。
- [請求項3] 上記熱伝達部に備えられている上記グラファイトシートの表面、および、上記熱輸送構造体に備えられている上記グラファイトシートの外周端部の少なくとも一部に、さらに接着層が存在していることを特徴とする請求項2に記載の熱輸送構造体。
- [請求項4] 上記熱輸送構造体の上記熱伝達部の表面、および、上記熱構造輸送体の外周端部の少なくとも一部に、さらに接着層が存在していることを特徴とする請求項2又は3に記載の熱輸送構造体。
- [請求項5] 上記熱輸送構造体は、被覆層でグラファイトシートの表面の全面が覆われているグラファイト複合シートが複数枚積層されたものであり、

上記固定部では、上記グラファイト複合シートの表面に存在する上記被覆層を介して、上記グラファイト複合シート同士が接着した状態で保持されていることを特徴とする請求項1に記載の熱輸送構造体。

[請求項6] 上記グラファイト複合シートの外周端部の少なくとも一部に、さらに被覆層が存在していることを特徴とする請求項5に記載の熱輸送構造体。

[請求項7] 上記熱伝達部では、上記グラファイト複合シートとグラファイト複合シートとの間に非接着層が配置されていることを特徴とする請求項5または6に記載の熱輸送構造体。

[請求項8] 上記非接着層は、上記グラファイト複合シートとグラファイト複合シートとの間に2層配置されていることを特徴とする請求項7に記載の熱輸送構造体。

[請求項9] 上記非接着層は、上記グラファイト複合シートとグラファイト複合シートとの間に1層配置されており、当該非接着層の少なくとも一方の面に剥離層が形成されていることを特徴とする請求項7に記載の熱輸送構造体。

[請求項10] 上記接着層、または、上記被覆層の厚みが、 $0.1\mu\text{m}$ 以上 $20\mu\text{m}$ 以下であることを特徴とする請求項1～9のいずれか1項に記載の熱輸送構造体。

[請求項11] 上記非接着層の厚みが、 $0.001\mu\text{m}$ 以上 $20\mu\text{m}$ 以下であることを特徴とする請求項7に記載の熱輸送構造体。

[請求項12] 上記グラファイトシートの厚みが、 $1\mu\text{m}$ 以上 $100\mu\text{m}$ 以下であることを特徴とする請求項1～11のいずれか1項に記載の熱輸送構造体。

[請求項13] 上記熱輸送構造体の最表面の少なくとも一部に、保護層が配置されていることを特徴とする請求項1～12のいずれか1項に記載の熱輸送構造体。

[請求項14] 上記複数の固定部は、上記グラファイトシートの積層方向に、重な

るように配置されているものであることを特徴とする請求項1～13の何れか1項に記載の熱輸送構造体。

[請求項15]

上記固定部の少なくとも片面に平板が配置され、

上記固定部および上記平板は、貫通孔を有し、

上記貫通孔を挿通するボルトによって、上記固定部および上記平板が固定され、上記グラファイトシート同士、または、上記グラファイト複合シート同士が、接触した状態で保持されていることを特徴とする請求項1に記載の熱輸送構造体。

[請求項16]

グラファイトシート、または、被覆層でグラファイトシートの表面および端部の少なくとも一部が覆われているグラファイト複合シートが、複数枚積層された熱輸送構造体の製造方法であって、

グラファイトシート、または、被覆層でグラファイトシートの表面および端部の少なくとも一部が覆われているグラファイト複合シートが複数枚積層された積層体に、上記グラファイトシート同士、または、上記グラファイト複合シート同士が接触または接着した状態で保持されている固定部を形成する工程を有することを特徴とする熱輸送構造体の製造方法。

[請求項17]

グラファイトシートが複数枚積層された熱輸送構造体の製造方法であって、

グラファイトシートと接着層とが交互に積層された積層体を、加圧することで、または、加圧および加熱することで、上記熱輸送構造体内に、上記接着層を介してグラファイトシート同士が接着している固定部を形成する接着工程を有することを特徴とする熱輸送構造体の製造方法。

[請求項18]

グラファイトシートが複数枚積層された熱輸送構造体の製造方法であって、

上記熱輸送構造体内に複数の固定部と、当該固定部の間に配置された熱伝達部とが形成されるように、少なくとも上記固定部内に配置さ

れるグラファイトシート上に接着層を形成する工程と、

上記グラファイトシートを複数枚重ねた後、当該グラファイトシートを、加圧し、または、加圧および加熱し、上記接着層を介してグラファイトシート同士を接着させる接着工程と、を有することを特徴とする熱輸送構造体の製造方法。

[請求項19] 被覆層でグラファイトシートの表面の全面が覆われているグラファイト複合シートが複数枚積層された熱輸送構造体の製造方法であって、

上記被覆層を上記グラファイトシートの表面の全面に形成してグラファイト複合シートを作製するグラファイト複合シート作製工程と、

上記グラファイト複合シートと非接着層とを交互に複数枚積層した後、当該積層体を、加圧して、または、加圧および加熱して、一部の被覆層を介してグラファイト複合シート同士を接着させる接着工程と、を有することを特徴とする熱輸送構造体の製造方法。

[請求項20] 被覆層でグラファイトシートの表面の全面が覆われているグラファイト複合シートが複数枚積層された熱輸送構造体の製造方法であって、

上記被覆層を上記グラファイトシートの表面の全面に形成してグラファイト複合シートを作製するグラファイト複合シート作製工程と、

上記グラファイト複合シートと、剥離層、または、剥離層が少なくとも一方の面に形成された非接着層と、を交互に複数枚積層した後、当該積層体を、加圧し、または、加圧および加熱し、一部の被覆層を介してグラファイト複合シート同士を接着させる接着工程と、を有することを特徴とする熱輸送構造体の製造方法。

[請求項21] さらに、上記剥離層、または、上記剥離層が少なくとも一方の面に形成された非接着層を剥離する剥離工程を有することを特徴とする請求項20に記載の熱輸送構造体の製造方法。

[請求項22] 被覆層でグラファイトシートの表面の全面が覆われているグラファ

イト複合シートが複数枚積層された熱輸送構造体の製造方法であって、

上記被覆層を上記グラファイトシートの表面の全面に形成してグラファイト複合シートを作製するグラファイト複合シート作製工程と、

上記グラファイト複合シートを複数枚積層した後、当該グラファイト複合シートの一部を、加圧し、または、加圧および加熱し、一部の被覆層を介してグラファイト複合シート同士を接着させる接着工程と、を有することを特徴とする熱輸送構造体の製造方法。

[請求項23] 上記非接着層は、上記グラファイト複合シート間に複数枚配置されていることを特徴とする請求項19～21の何れか1項に記載の熱輸送構造体の製造方法。

[請求項24] 上記グラファイト複合シート作製工程では、上記グラファイトシートの表面の全面に加え、さらに、上記グラファイトシートの外周端部の少なくとも一部を覆うように上記被覆層を形成することを特徴とする請求項19～23の何れか1項に記載の熱輸送構造体の製造方法。

[請求項25] 上記接着層、または、上記被覆層は、加熱および加圧により接着性を発現するものであり、

上記接着工程では、加熱および加圧により一括して、上記グラファイトシート同士、または、上記グラファイト複合シート同士を接着させることを特徴とする請求項17～24の何れか1項に記載の熱輸送構造体の製造方法。

[請求項26] 上記接着層、または、上記被覆層は、25℃での接着力が、1N/25mm以下のものであることを特徴とする請求項17～25の何れか1項に記載の熱輸送構造体の製造方法。

[請求項27] 複数の固定部と、当該固定部の間に配置された熱伝達部とを備え、上記固定部同士の距離を縮め、上記熱伝達部の長さを10%圧縮したときの屈曲反発力が40N/cm以下であり、

上記固定部および上記熱伝達部は、複数枚の熱伝導シートを含み、

上記熱伝導シートは、グラファイトシート、または、当該グラファイトシートの表面および端部の少なくとも一部が被覆層で覆われているグラファイト複合シートであることを特徴とする熱輸送構造体。

[請求項28] 上記グラファイトシートの面方向の熱伝導率は、 $500\text{ W/m}\cdot\text{K}$ 以上であることを特徴とする請求項27に記載の熱輸送構造体。

[請求項29] 上記グラファイト複合シートは、上記グラファイトシートの表面および端部の全面が被覆層で覆われているものであることを特徴とする請求項27または28に記載の熱輸送構造体。

[請求項30] 上記グラファイトシートの厚みは、 $1\ \mu\text{m}$ 以上 $100\ \mu\text{m}$ 以下であることを特徴とする請求項27～29のいずれか1項に記載の熱輸送構造体。

[請求項31] 上記固定部は、熱硬化性樹脂、熱可塑性樹脂、粘着性樹脂の少なくともいずれか一つを含む接着層によって上記熱伝導シート同士が接着された状態で保持されているものであることを特徴とする請求項27～30のいずれか1項に記載の熱輸送構造体。

[請求項32] 上記被覆層は、熱硬化性樹脂、熱可塑性樹脂、粘着性樹脂の少なくともいずれか一つを含み、

上記固定部にて、上記被覆層が熱硬化、熱溶着または粘着したことで、上記熱伝導シート同士が接着された状態で保持されていることを特徴とする請求項27～30のいずれか1項に記載の熱輸送構造体。

[請求項33] 上記固定部にて、上記接着層が熱硬化、熱溶着または粘着したことで、上記熱伝導シート同士が接着された状態で保持されていることを特徴とする請求項31に記載の熱輸送構造体。

[請求項34] 上記固定部の少なくとも片面に平板が配置され、

上記固定部および上記平板は貫通孔を有し、

上記貫通孔を挿通するボルトによって、上記固定部および上記平板が固定され、上記熱伝導シート同士が接触された状態で保持されていることを特徴とする請求項27～30のいずれか1項に記載の熱輸送

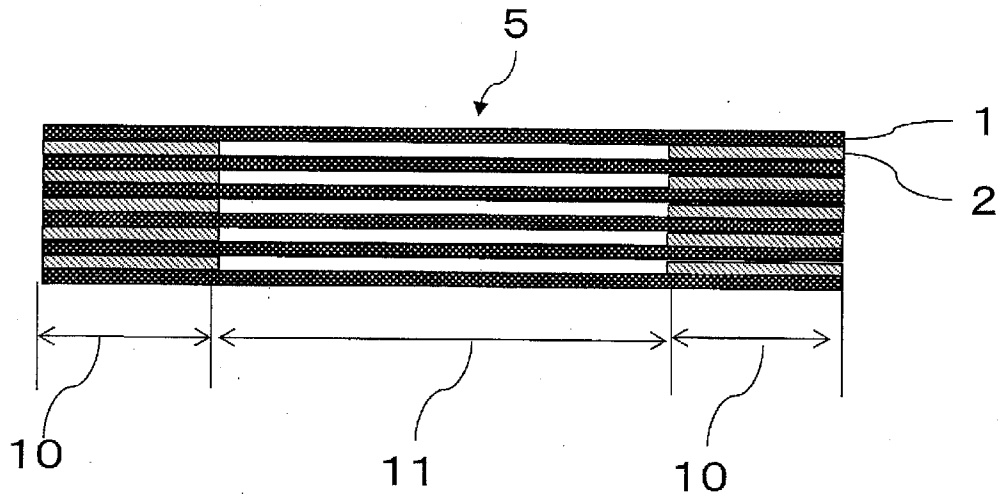
構造体。

[請求項35] 上記固定部では、上記熱伝導シート同士が接触または接着した状態で保持されており、

上記熱伝達部では、上記熱伝導シート同士の少なくとも一部が接触および接着していないことを特徴とする請求項27～34の何れか1項に記載の熱輸送構造体。

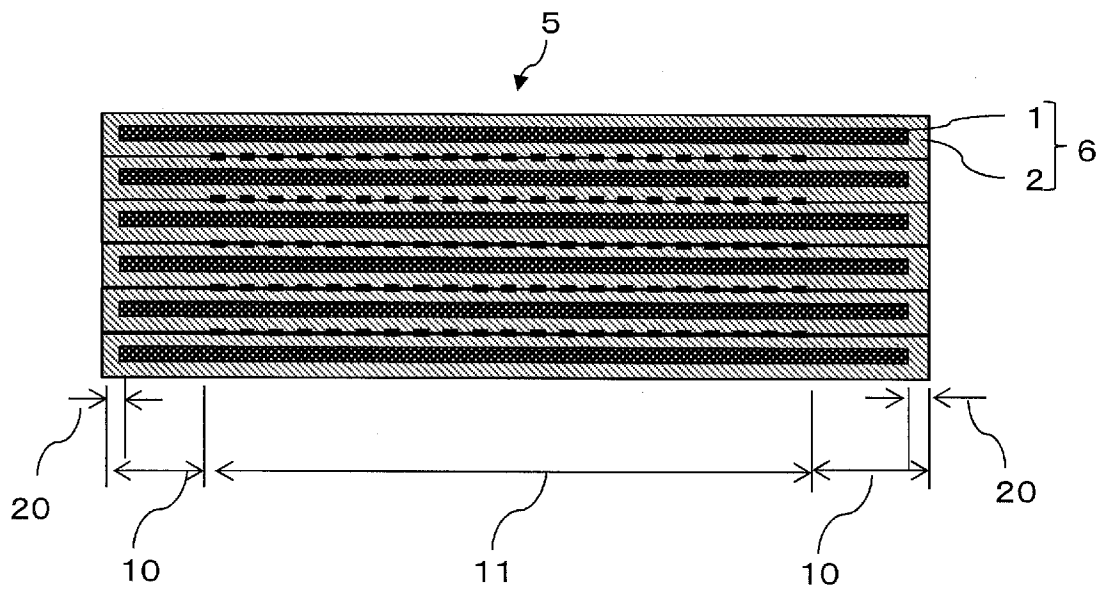
[図1]

図 1



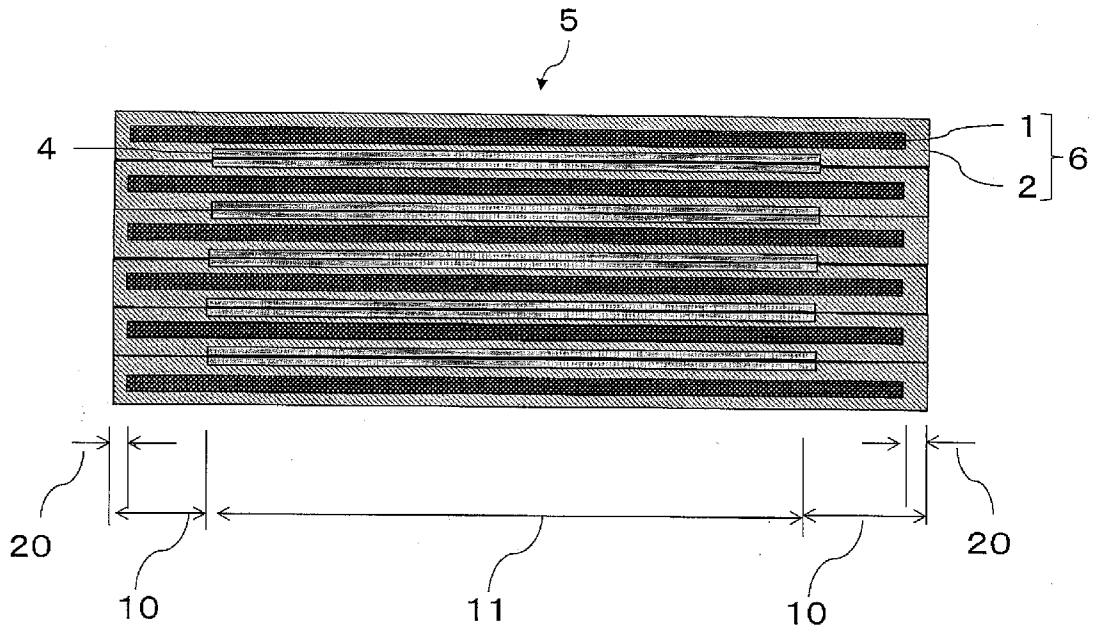
[図2]

図 2



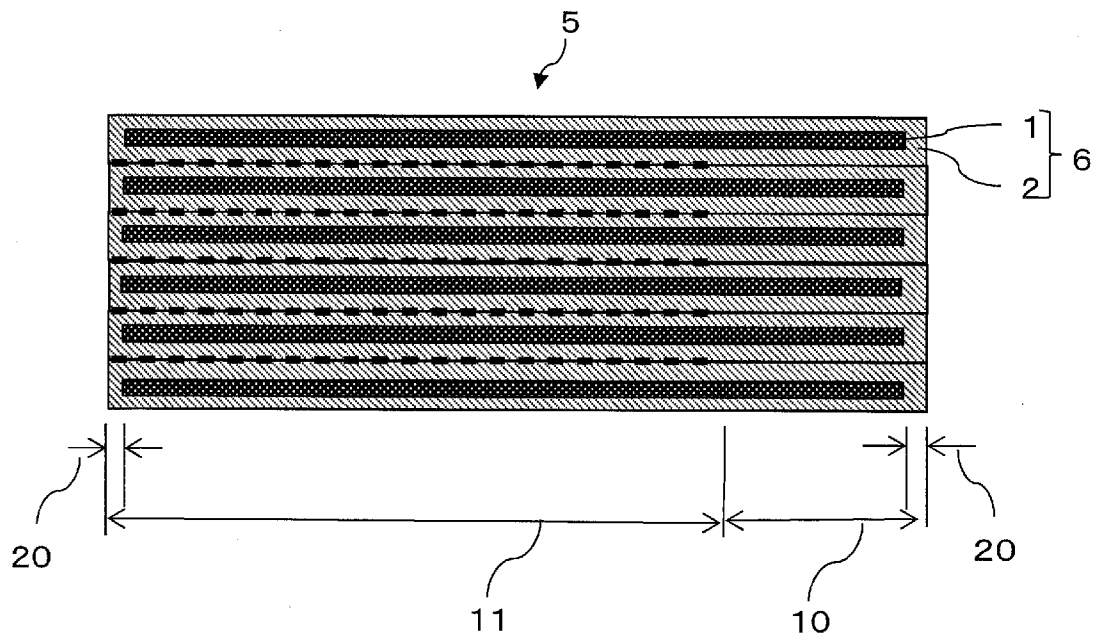
[図3]

図 3



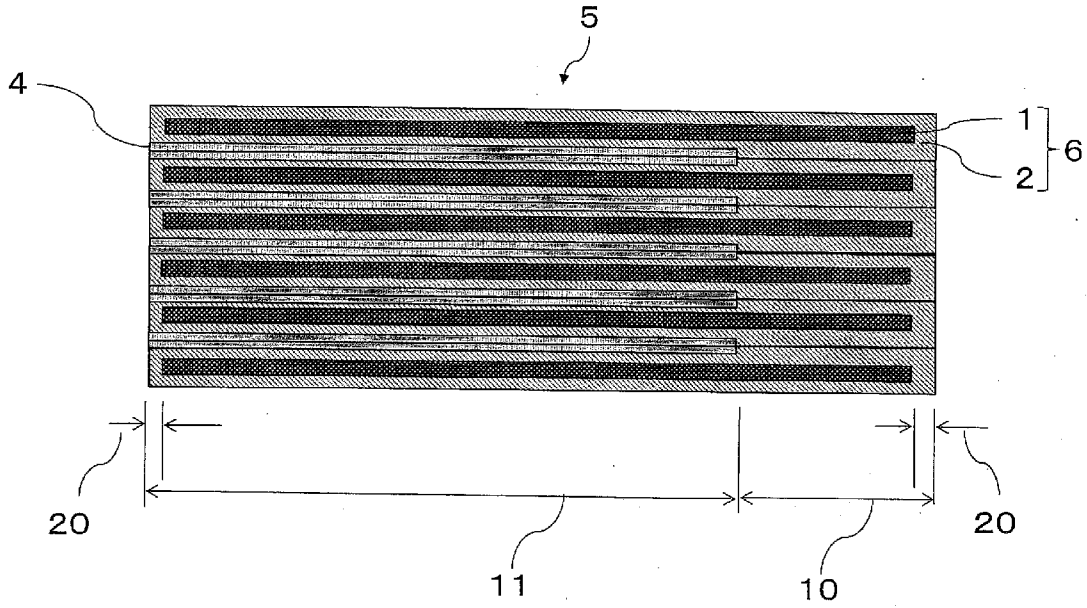
[図4]

図 4



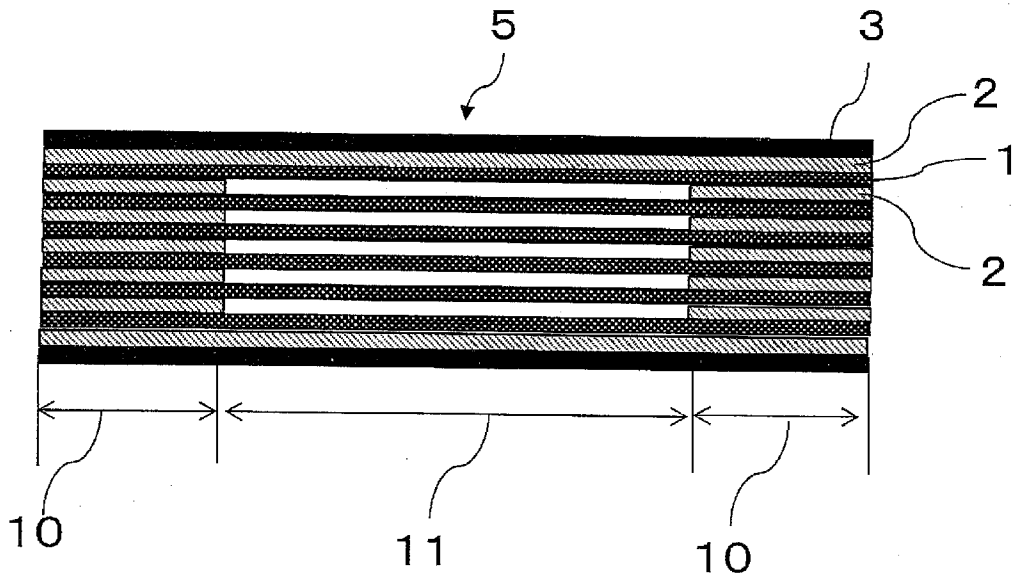
[図5]

図 5



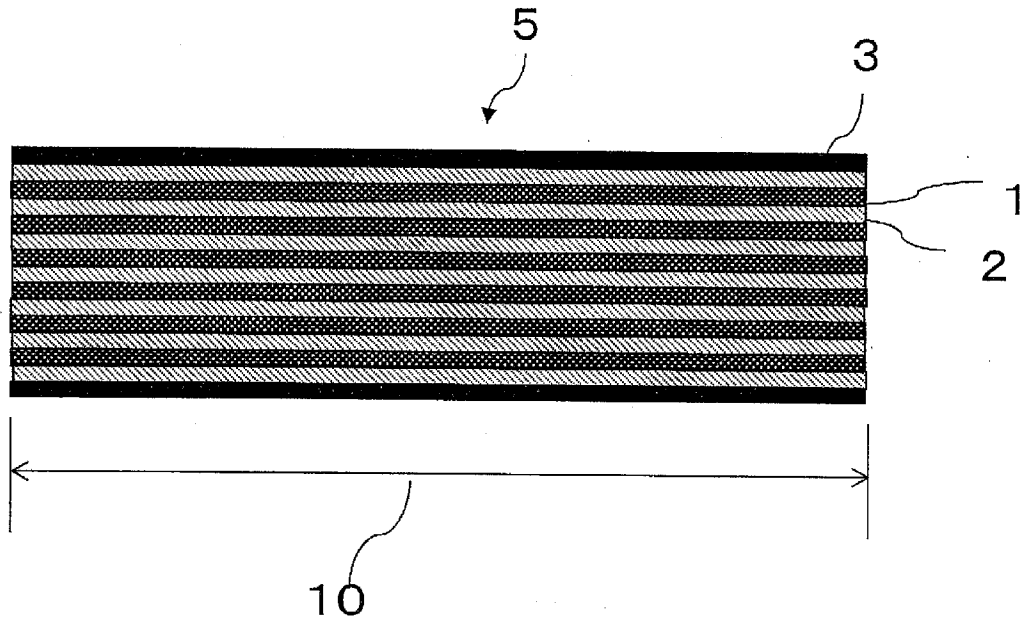
[図6]

図 6



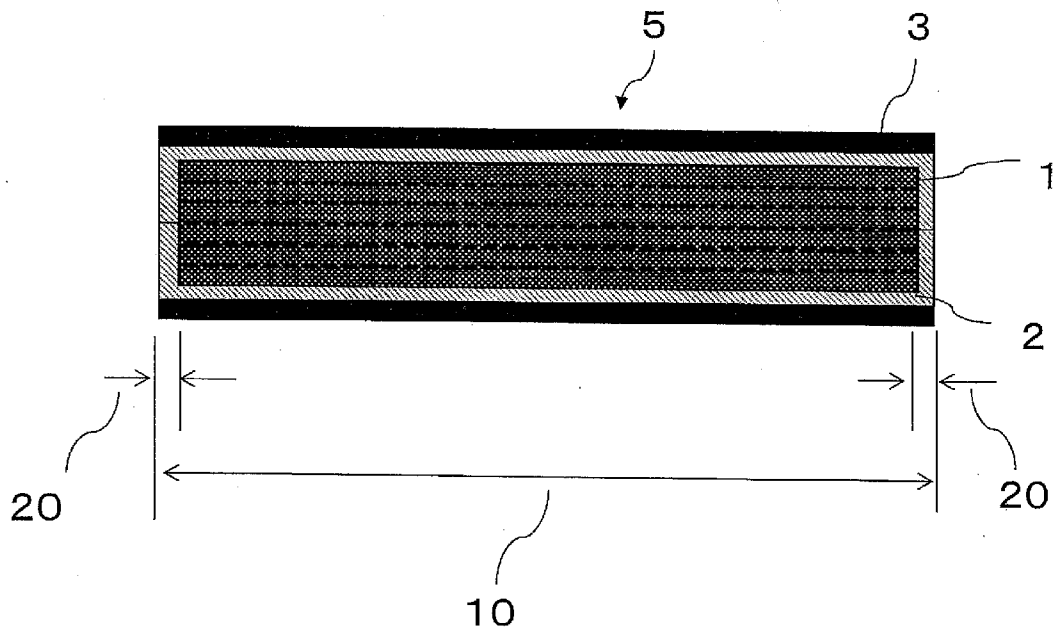
[図7]

図 7



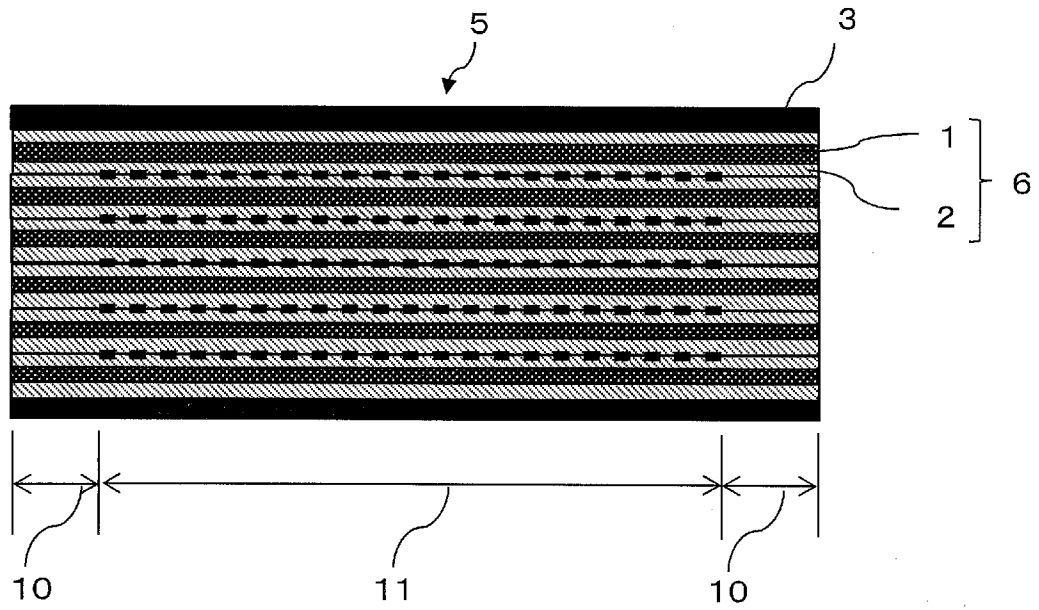
[図8]

図 8



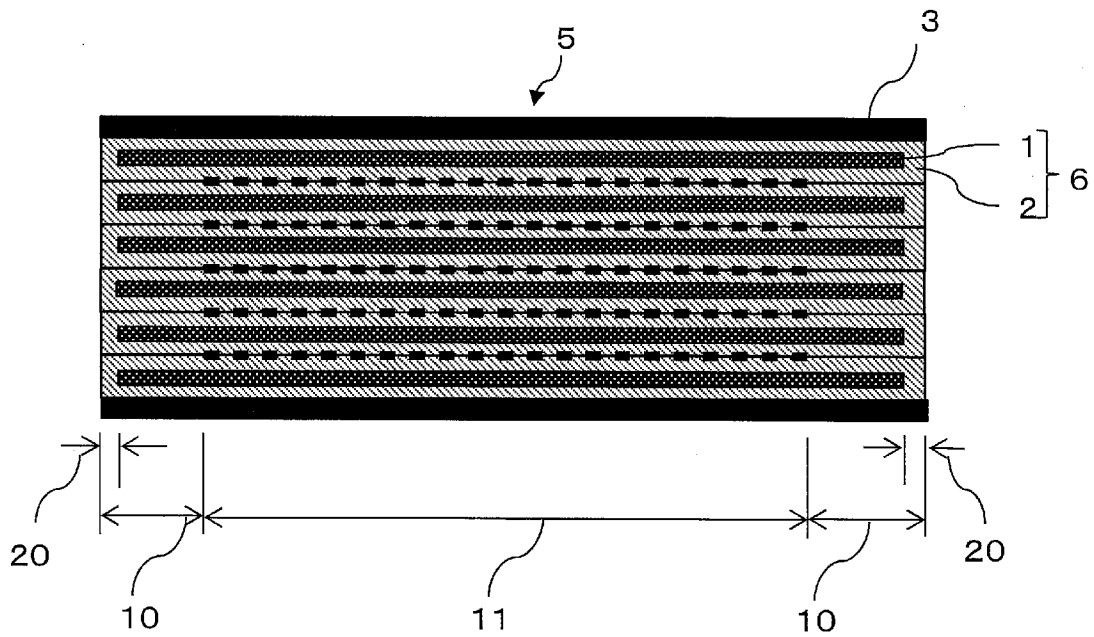
[図9]

図 9



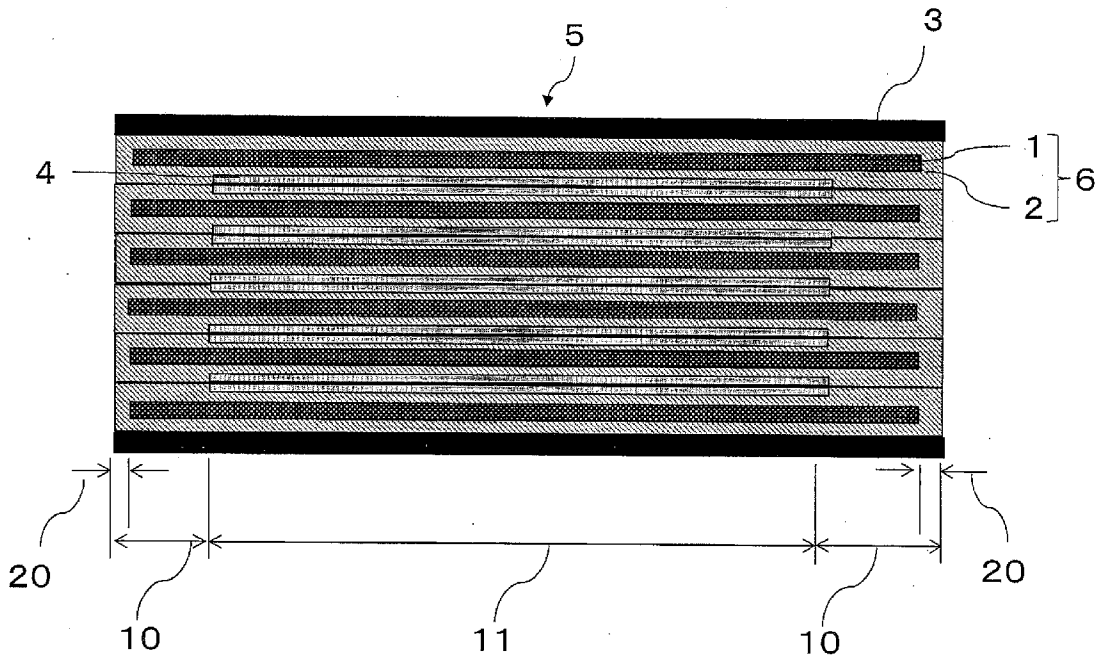
[図10]

図 10



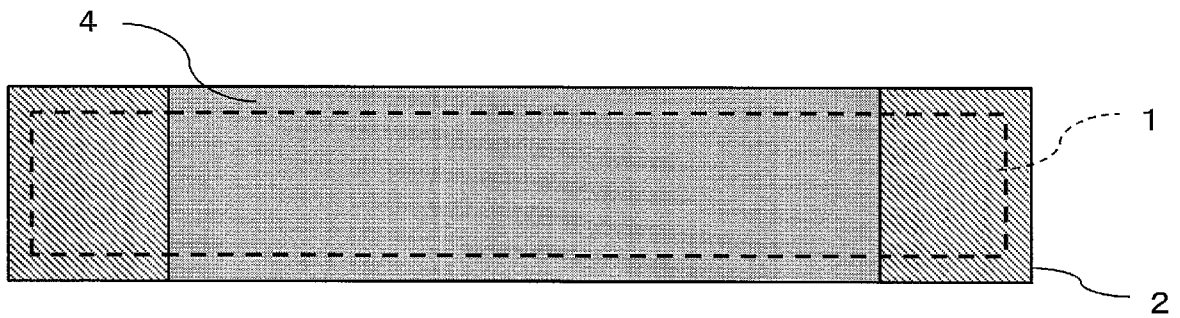
[図11]

図 11



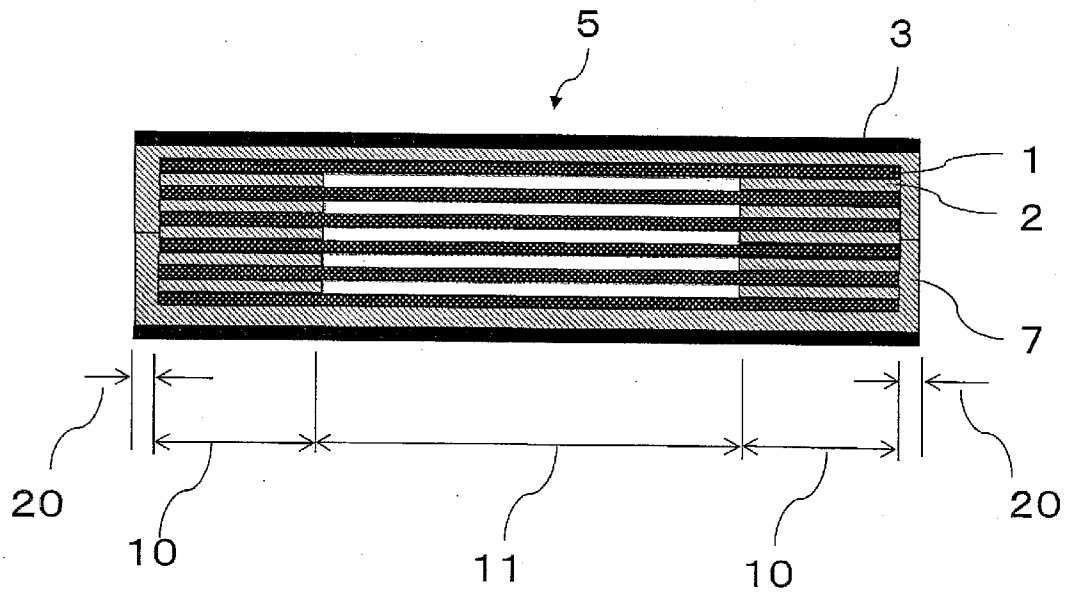
[図12]

図 12



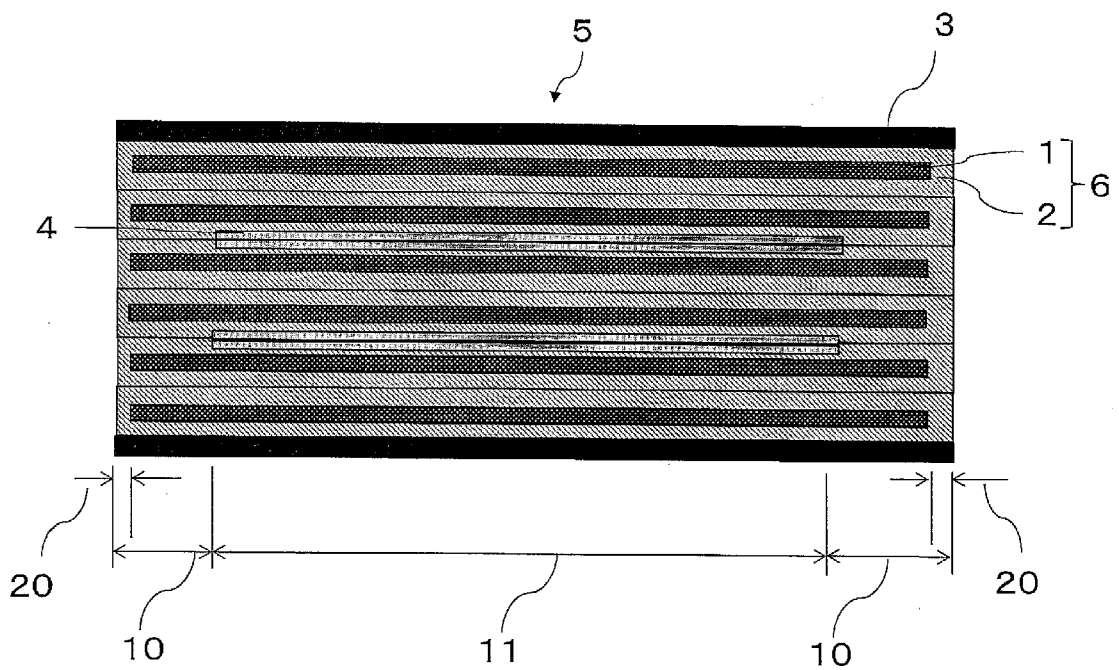
[図13]

図 13



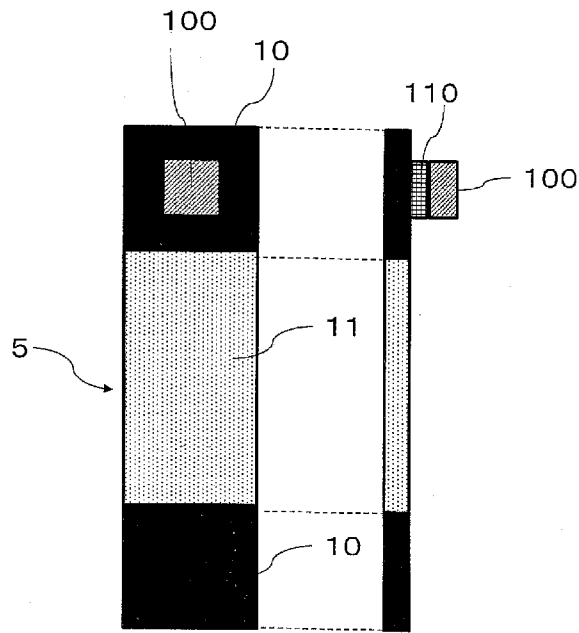
[図14]

図 14



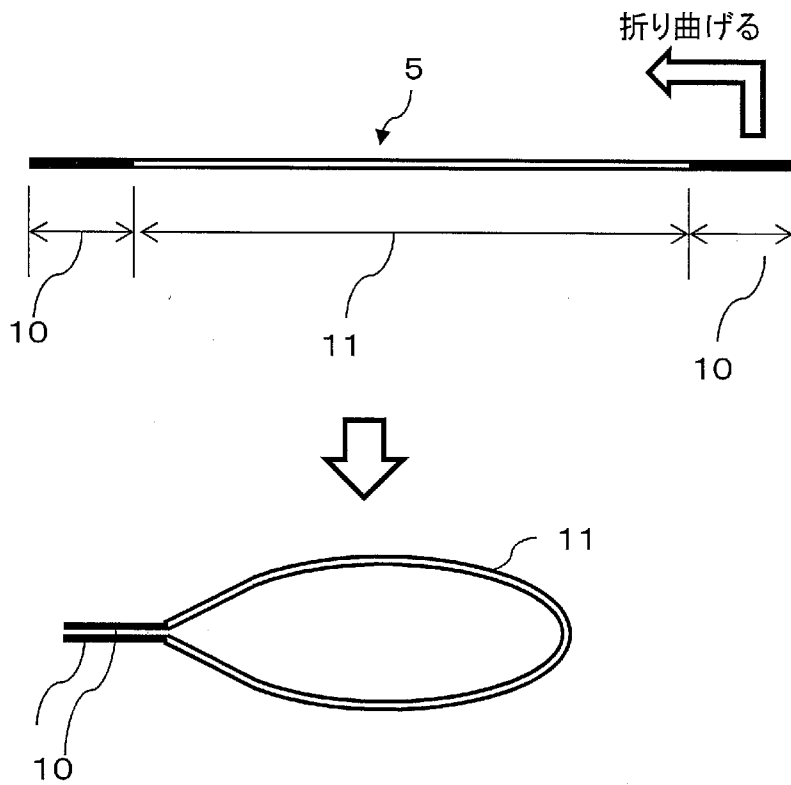
[図15]

図 15



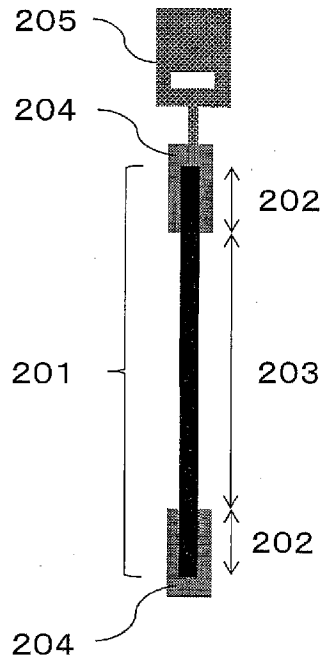
[図16]

図 16



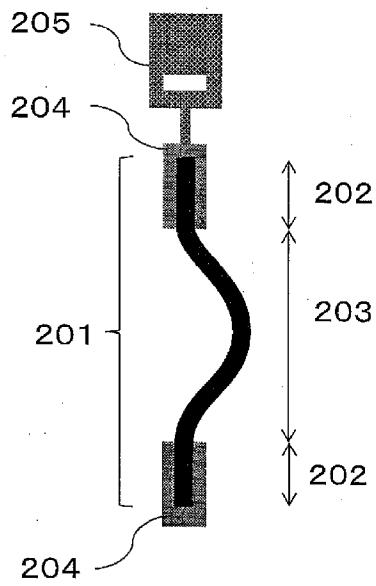
[図17]

図 17



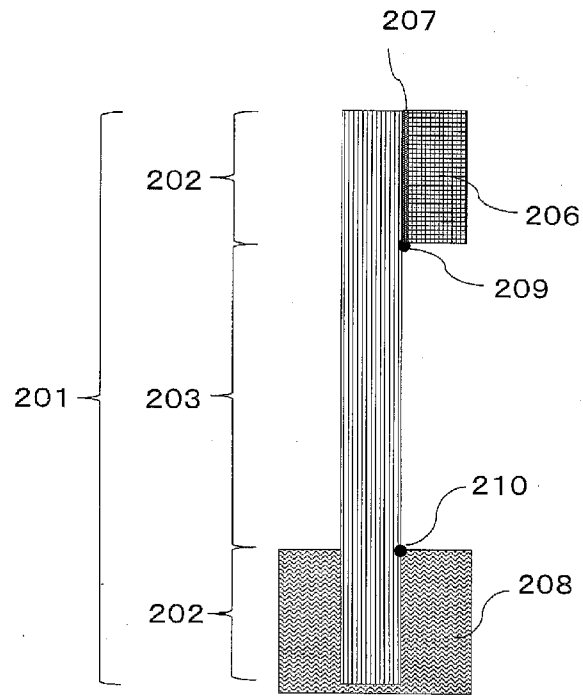
[図18]

図 18



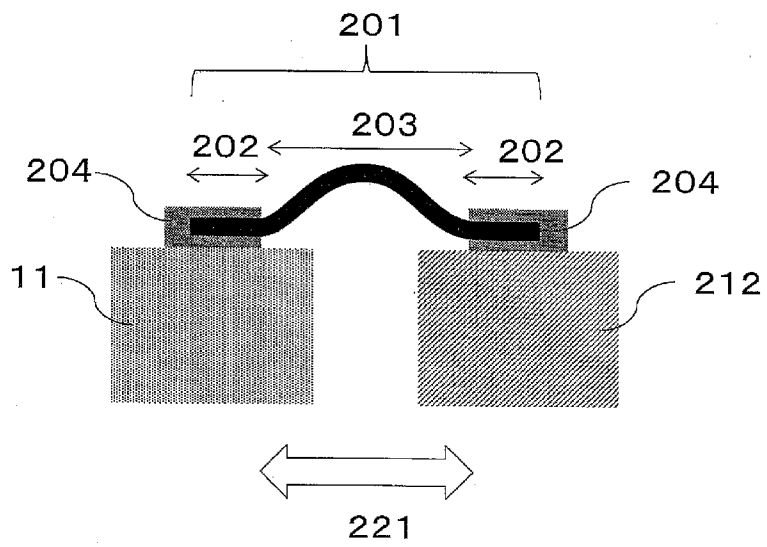
[図19]

図 19



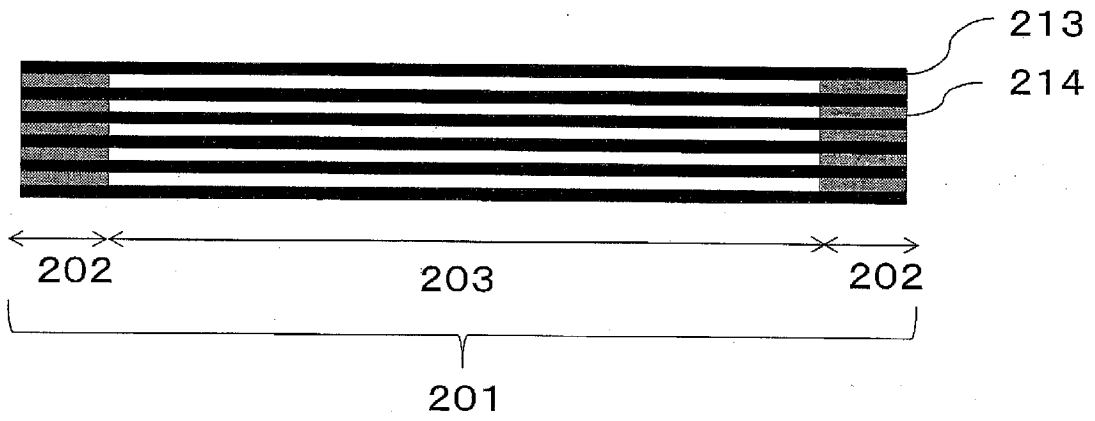
[図20]

図 20



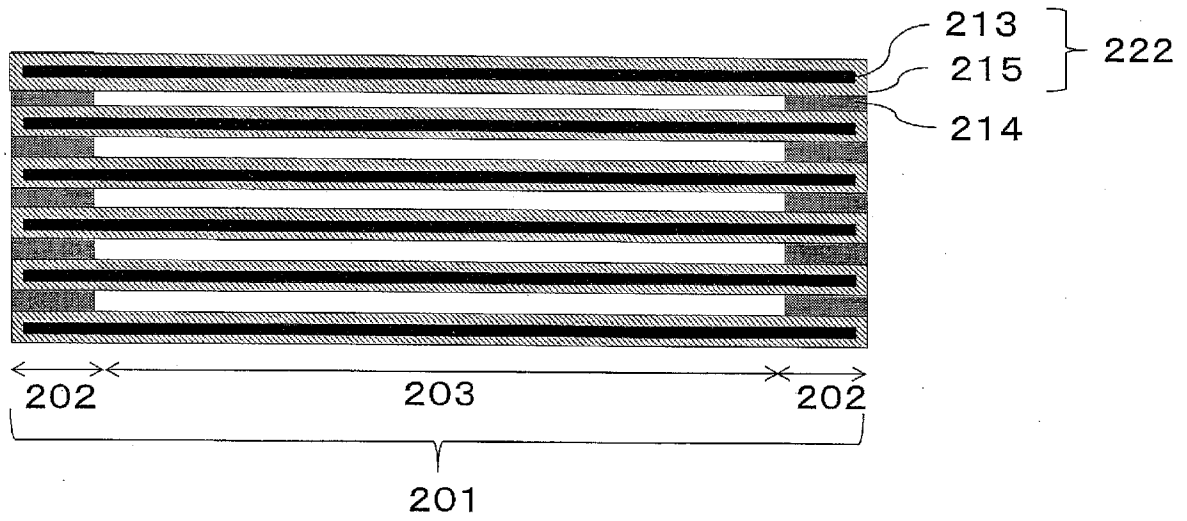
[図21]

図 21



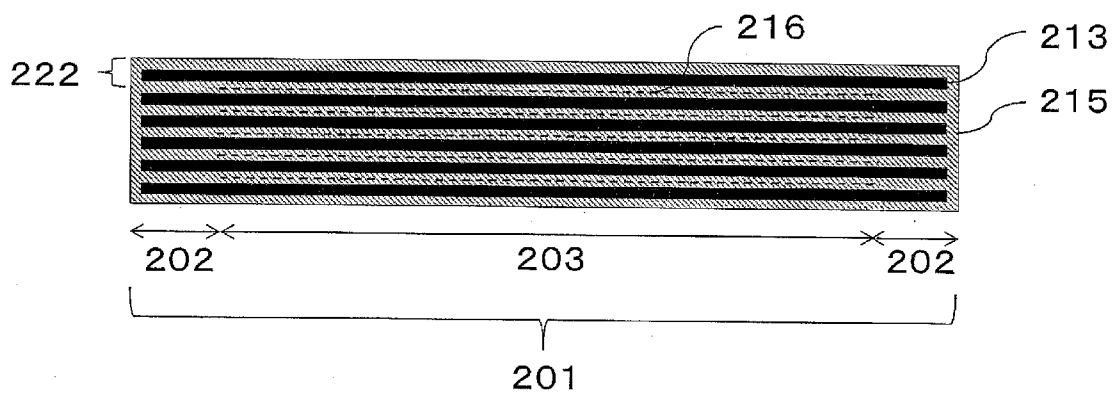
[図22]

図 22



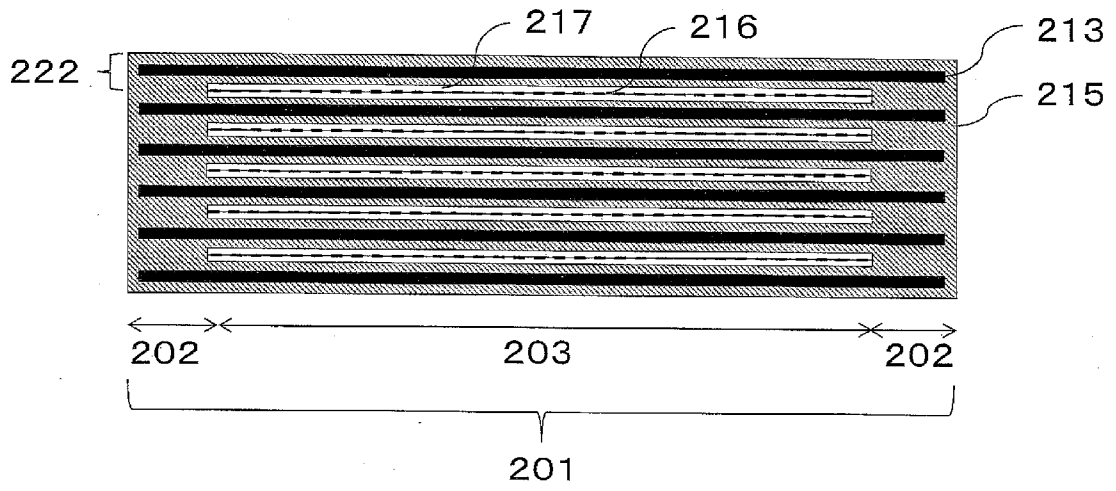
[図23]

図 23



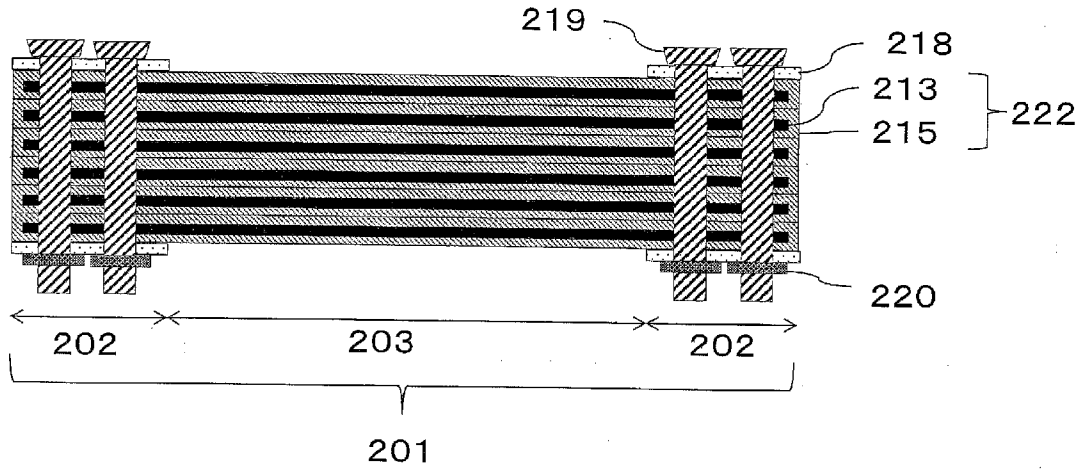
[図24]

図 24



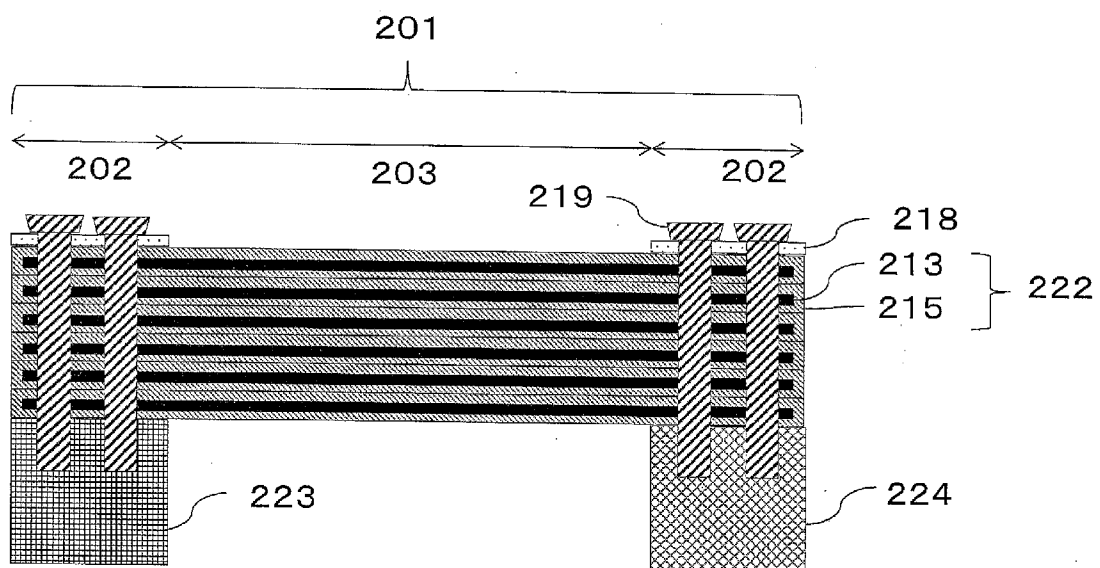
[図25]

図 25



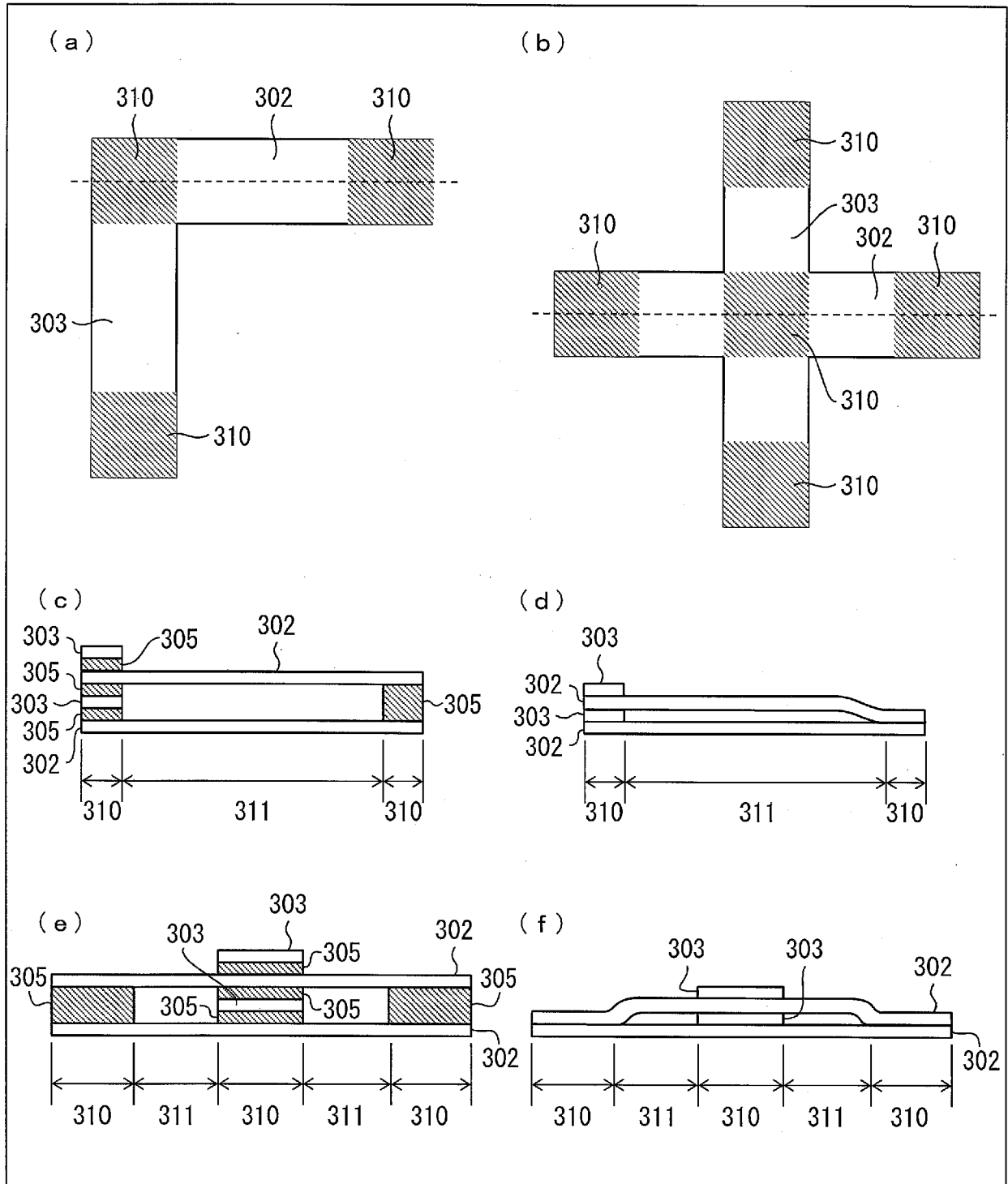
[図26]

図 26



[図27]

図 27



INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2015/086358

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

C04B35/52(2006.01)i, B32B9/00(2006.01)i, C01B31/04(2006.01)i, F28F3/00(2006.01)i, H01L23/36(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)

C04B35/52, B32B9/00, C01B31/04, F28F3/00, H01L23/36, 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)

JSTPlus/JMEDPlus/JST7580 (JDreamIII)

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
X	JP 2006-203014 A (Matsushita Electric Industrial Co., Ltd.),	1-2, 5, 7-14, 16-23, 25
Y	03 August 2006 (03.08.2006), claims; paragraphs [0001], [0016], [0017]; fig. 1, 5 (Family: none)	3-4, 6, 15, 24, 26-35
Y	JP 2010-10599 A (Fuji Polymer Industries Co., Ltd.), 14 January 2010 (14.01.2010), claims; paragraphs [0001], [0023] (Family: none)	3-4, 6, 24, 29
Y	WO 2013/108597 A1 (Kuraray Chemical Co., Ltd.), 25 July 2013 (25.07.2013), claims & KR 10-2014-0098241 A & CN 104185609 A	15, 34

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
01 February 2016 (01.02.16)

Date of mailing of the international search report
09 February 2016 (09.02.16)

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/JP2015/086358

C (Continuation). DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
Y	WO 2014/119666 A1 (Kaneka Corp.), 07 August 2014 (07.08.2014), claims; paragraphs [0002], [0091]; example 1 & CN 105102200 A & TW 201438868 A	26-35
X	JP 7-109171 A (Matsushita Electric Industrial Co., Ltd.), 25 April 1995 (25.04.1995), claims; paragraph [0065] (Family: none)	16-18

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2015/086358

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:
Claims are classified into the following three inventions.
(Invention 1) claims 1-15, 19-26 and 35
(Invention 2) claims 16-18
(Invention 3) claims 27-34

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.:

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.

A. 発明の属する分野の分類 (国際特許分類 (IPC))

Int.Cl. C04B35/52(2006.01)i, B32B9/00(2006.01)i, C01B31/04(2006.01)i, F28F3/00(2006.01)i, H01L23/36(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. C04B35/52, B32B9/00, C01B31/04, F28F3/00, H01L23/36, 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)

JSTPlus/JMEDPlus/JST7580 (JDreamIII)

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	JP 2006-203014 A (松下電器産業株式会社) 2006.08.03, 特許請求の範囲, [0001], [0016], [0017], 図1, 図5 (ファミリーなし)	1-2, 5, 7-14, 16-23, 25
Y		3-4, 6, 15, 24, 26-35
Y	JP 2010-10599 A (富士高分子工業株式会社) 2010.01.14, 特許請求の範囲, [0001], [0023] (ファミリーなし)	3-4, 6, 24, 29
Y	WO 2013/108597 A1 (クラレケミカル株式会社) 2013.07.25, 特許請求の範囲 & KR 10-2014-0098241 A & CN 104185609 A	15, 34

☑ 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

01.02.2016

国際調査報告の発送日

09.02.2016

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)

小川 武

電話番号 03-3581-1101 内線 3465

4T

9270

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きの国際調査機関は認めた。

請求の範囲は、以下の3つの発明に区分される。

- (発明1) 請求項1-15, 19-26, 35
- (発明2) 請求項16-18
- (発明3) 請求項27-34

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。

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。

C (続き) . 関連すると認められる文献		
引用文献の カテゴリー*	引用文献名 及び一部の箇所が関連するときは、その関連する箇所の表示	関連する 請求項の番号
Y	WO 2014/119666 A1 (株式会社カネカ) 2014.08.07, 特許請求の範囲, [0002], [0091], 実施例 1& CN 105102200 A & TW 201438868 A	26-35
X	JP 7-109171 A (松下電器産業株式会社) 1995.04.25, 特許請求の範 囲, [0065] (ファミリーなし)	16-18