



(12) 发明专利

(10) 授权公告号 CN 112715059 B

(45) 授权公告日 2024.09.06

(21) 申请号 201980061521.9

(73) 专利权人 积水保力马科技株式会社

(22) 申请日 2019.09.25

地址 日本埼玉县

(65) 同一申请的已公布的文献号

(72) 发明人 岩崎弘通

申请公布号 CN 112715059 A

(74) 专利代理机构 北京市中咨律师事务所

(43) 申请公布日 2021.04.27

11247

(30) 优先权数据

专利代理人 段承恩 李照明

2018-180192 2018.09.26 JP

(51) Int.CI.

H05K 7/20 (2006.01)

(85) PCT国际申请进入国家阶段日

C08K 7/00 (2006.01)

2021.03.19

C08L 101/00 (2006.01)

(86) PCT国际申请的申请数据

H01L 23/36 (2006.01)

PCT/JP2019/037554 2019.09.25

(56) 对比文件

(87) PCT国际申请的公布数据

CN 101309576 A, 2008.11.19

W02020/067141 JA 2020.04.02

审查员 郭皓

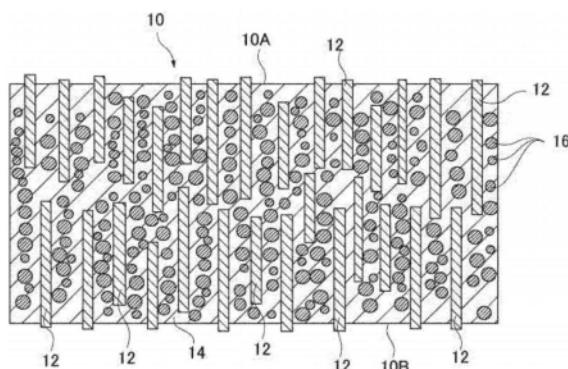
权利要求书1页 说明书16页 附图2页

(54) 发明名称

导热片

(57) 摘要

一种导热片，是在高分子基体(14)中含有各向异性填充材料(12)的导热片，至少一侧的面露出各向异性填充材料(12)，并且峰顶点的算术平均曲率(Spc)为18000(1/mm)以下。



1. 一种导热片,是在高分子基体中含有各向异性填充材料的导热片,其至少一侧的面露出所述各向异性填充材料,并且该面的峰顶点的算术平均曲率Spc为1000以上且16000以下,其单位为1/mm,

所述导热片表面的界面展开面积比Sdr为70以下。

2. 根据权利要求1所述的导热片,所述各向异性填充材料在导热片的厚度方向上取向。

3. 根据权利要求1或2所述的导热片,所述至少一侧的面的算术平均高度Sa为20μm以下。

4. 根据权利要求1或2所述的导热片,所述各向异性导热填充材料包含纤维状填充材料和鳞片状填充材料这两者。

5. 根据权利要求1或2所述的导热片,厚度为0.1~5.0mm。

6. 根据权利要求5所述的导热片,厚度为0.1~0.3mm。

## 导热片

### 技术领域

[0001] 本发明涉及导热片，例如涉及配置在发热体与放热体之间而使用的导热片。

### 背景技术

[0002] 在计算机、汽车部件、移动电话等电子设备中，为了将从半导体器件、机械部件等发热体产生的热进行放热，通常使用散热器等放热体。出于提高热向放热体的传热效率的目的，已知在发热体与放热体之间配置导热片。

[0003] 导热片通常在配置于电子设备内部时压缩使用，要求高柔软性。因此，通过在橡胶、凝胶等柔软性高的高分子基体中，配合具有导热性的填充材料来构成。另外，众所周知，导热片为了提高厚度方向的导热性，使碳纤维等具有各向异性的填充材料在厚度方向上取向（例如参照专利文献1、2）。

[0004] 在先技术文献

[0005] 专利文献1：日本特开2018-056315号公报

[0006] 专利文献2：日本特开2018-014534号公报

### 发明内容

[0007] 近年来，随着电气设备的高功能化，对导热片的高特性化的需求也在提高，期望进一步提高厚度方向的导热率。但是，如专利文献1、2公开的那样，仅通过使填充材料在厚度方向上取向，在提高导热率方面存在极限，期望进一步的改善。

[0008] 本发明是鉴于以上问题而完成的，其课题在于提供一种能够充分提高厚度方向的导热性的导热片。

[0009] 本发明人为了解决上述课题进行了认真研究，结果首先尝试了通过在含有碳纤维这样的各向异性填充材料的导热片中使该各向异性填充材料的一部分露出，从而增大片材表面与放热体等接触对象表面的接触面积。但是，在制作该导热片时使用刀具切成片状，而仅通过切割实现薄片化，除了由切割导致的表面粗糙化以外，有时在切面会露出碳纤维等的切断面，使片材表面变得粗糙。如果片材表面变粗糙，则担心与接触对象表面的密合性降低，热阻值变大。

[0010] 因此，本发明人通过对切面进行研磨，使各向异性填充材料从片材表面露出，并且进行平滑化使峰顶点的算术平均曲率(Spc)达到预定值以下，具体是使与发热体等的接触对象表面的接触点附带圆度而进行平滑化，由此成功地提高了与接触对象表面的密合性，降低了热阻值，得到能够充分提高厚度方向的导热性的导热片。

[0011] 即、本发明如下所述。

[0012] [1]一种导热片，是在高分子基体中含有各向异性填充材料的导热片，其至少一侧的面露出所述各向异性填充材料，并且该面的峰顶点的算术平均曲率(Spc)为18000(1/mm)以下。

[0013] [2]根据[1]记载的导热片，所述各向异性填充材料在导热片的厚度方向上取向。

- [0014] [3]根据[1]或[2]记载的导热片,所述至少一侧的面的算术平均高度(Sa)为 $20\mu\text{m}$ 以下。
- [0015] [4]根据[1]～[3]中任一项记载的导热片,所述导热片表面(至少一侧的面)的界面的展开面积比(Sdr)为70以下。
- [0016] [5]根据[1]～[4]中任一项记载的导热片,所述各向异性导热填充材料是纤维状填充材料和鳞片状填充材料中的至少一者。
- [0017] [6]根据[1]～[5]中任一项记载的导热片,厚度为 $0.1\sim 5.0\text{mm}$ 。
- [0018] [7]根据[6]记载的导热片,厚度为 $0.1\sim 0.3\text{mm}$ 。
- [0019] 根据本发明,能够提供厚度方向的导热性充分提高的导热片。

## 附图说明

- [0020] 图1是表示第1实施方式的导热片的示意性剖视图。
- [0021] 图2是表示第2实施方式的导热片的示意性剖视图。
- [0022] 图3是热阻测定机的概略图。

## 具体实施方式

- [0023] 以下,对本发明的实施方式涉及的导热片进行详细说明。
- [0024] [第1实施方式]
- [0025] 图1是本发明的一个实施方式涉及的导热片。图1中,代表性地示出各向异性填充材料为纤维材料的情况的例子。
- [0026] 本实施方式涉及的导热片10,在高分子基体14中含有各向异性填充材料12,表面10A、10B露出各向异性填充材料12,峰顶点的算术平均曲率(Spc)为 $18000(1/\text{mm})$ 。
- [0027] 根据上述技术构成,即使在各向异性填充材料12从导热片表面10A露出使片材表面10A凹凸的状态下,由于峰顶点的算术平均曲率(Spc)为 $18000(1/\text{mm})$ 以下,因此片材表面10A具有平滑性,与发热体等密合的接触面积变大,能够降低热阻值。峰顶点的算术平均曲率(Spc)优选为 $17000(1/\text{mm})$ 以下,更优选为 $16000(1/\text{mm})$ 以下。另外,峰顶点的算术平均曲率(Spc)优选为 $1000(1/\text{mm})$ 以上,更优选为 $5000(1/\text{mm})$ 以上。
- [0028] 峰顶点的算术平均曲率(Spc)是以IS025178为基准测定的、表示定义区域中的峰顶点的主曲率的算术平均的参数。该值小表示与发热体等接触的点附带圆度。另一方面,该值大表示与发热体等接触的点尖锐。
- [0029] 再者,对于附带圆度的接触点的位置没有限定,例如在表面露出的各向异性填充材料的端部或端面、或者由各向异性填充材料的端部和高分子基体的表面构成的面,都可以成为附带圆度的接触点。
- [0030] 另外,峰顶点的算术平均曲率(Spc)可以通过使用市售的激光显微镜测定预定的测定面积(例如 $1\text{mm}^2$ 的二维区域)的表面轮廓来计算。
- [0031] 为了使峰顶点的算术平均曲率(Spc)为 $18000(1/\text{mm})$ 以下,例如使用粒度#120～20000的研磨纸,适当设定与粒度相应的研磨次数,进行表面的研磨处理即可。另外,也可以根据需要使制成导热片10之前的取向成型体的E硬度为 $10\sim 80$ 左右,将其切成片状,进行上述研磨处理。

[0032] 如图1所示,导热片10优选至少在内部,各向异性填充材料12沿导热片10的厚度方向取向。根据上述技术构成,成为在导热片10的厚度方向上显示出高导热性,并且片材表面平滑、热阻值低的导热片。为了使各向异性填充材料12取向,实施后述的磁场取向、流动取向之类的处理即可。

[0033] 在此,各向异性填充材料12在导热片10的厚度方向上取向的状态是指,按个数比例计算超过60%的各向异性填充材料12的长轴方向朝向从导热片10的厚度方向起算20°以内的范围的状态。这样的取向状态可以通过利用电子显微镜观察导热片10的沿厚度方向的截面来确认。

[0034] 导热片10的表面10A的算术平均高度(Sa)优选为20μm以下,更优选为1~15μm。通过算术平均高度(Sa)为20μm以下,片材表面具有平滑性,与发热体等密合的接触面积变大,能够降低热阻值。算术平均高度(Sa)可以利用市售的表面性状测定机进行测定,具体可采用实施例记载的方法进行测定。

[0035] 为了使算术平均高度(Sa)为20μm以下,例如使用粒度#120~20000的研磨纸中粒度较粗的研磨纸,适当设定与粒度相应的研磨次数,进行表面的研磨处理即可。

[0036] 另外,导热片10的表面10A的界面的展开面积比(Sdr)优选为70以下,更优选为1~60。即使在导热性填充材料从导热片10的表面10A露出使片材表面凸凹的状态下,通过界面的展开面积比(Sdr)为70以下,片材表面具有平滑性,与发热体等密合的接触面积变大,能够降低热阻值。

[0037] 再者,界面的展开面积比(Sdr)是表示定义区域的展开面积(表面积)相对于定义区域的面积(例如1mm<sup>2</sup>)增大了多少的指标,完全平坦的面的展开面积比Sdr为0。界面的展开面积比(Sdr)可以采用实施例记载的方法进行测定。

[0038] 另外,为了使界面的展开面积比(Sdr)为70以下,例如使用粒度#120~20000的研磨纸之中粒度较粗的研磨纸,适当设定与粒度相应的研磨次数,进行表面的研磨处理即可。

[0039] 本实施方式中,导热片10可以还含有非各向异性填充材料16。导热片10通过含有非各向异性填充材料16,导热性进一步变得良好。关于非各向异性填充材料16的详细情况会在后面叙述。

[0040] 以下,对本实施方式涉及的导热片的构成进行详细说明。

[0041] <高分子基体>

[0042] 在导热片10中使用的高分子基体14,是弹性体或橡胶等高分子化合物,优选使用将由主剂和固化剂这样的混合体系构成的液状的高分子组合物(固化性高分子组合物)固化而形成的物质。固化性高分子组合物例如可以是由未交联橡胶和交联剂构成的组合物,也可以是包含单体、预聚物等和固化剂等的组合物。另外,上述固化反应可以是常温固化,也可以是热固化。

[0043] 由固化性高分子组合物形成的高分子基体14,可例示硅橡胶。在硅橡胶的情况下,作为高分子基体(固化性高分子组合物)14,优选使用加成反应固化型有机硅。另外,更具体而言,作为固化性高分子组合物,可以使用包含含有烯基的有机聚硅氧烷和氢化有机聚硅氧烷的组合物。

[0044] 作为橡胶,除了上述以外还可以使用各种合成橡胶,作为具体例例如可举出丙烯酸橡胶、丁腈橡胶、异戊二烯橡胶、聚氨酯橡胶、乙丙橡胶、丁苯橡胶、丁二烯橡胶、氟橡胶、

丁基橡胶等。在使用这些橡胶的情况下,合成橡胶在导热片中可以交联,也可以保持未交联(即未固化)的状态。未交联的橡胶主要通过流动取向而使用。

[0045] 另外,在进行交联(即、固化)的情况下,如上所述,高分子基体可以是由未交联橡胶和交联剂构成的固化性高分子组合物固化而成的物质,其中所述未交联橡胶由上述这些合成橡胶构成。

[0046] 另外,作为弹性体,也可以使用聚酯系热塑性弹性体、聚氨酯系热塑性弹性体等热塑性弹性体,将由主剂和固化剂构成的混合体系的液状的高分子组合物固化而形成的热固型弹性体。例如,可例示将包含具有羟基的高分子和异氰酸酯的高分子组合物固化而形成的聚氨酯系弹性体。

[0047] 上述中,例如从固化后的高分子基体特别柔软、导热性填充材料的填充性良好的方面出发,优选使用硅橡胶、特别是加成反应固化型有机硅。

[0048] 另外,用于形成高分子基体的高分子组合物,可以是由高分子化合物单体构成的组合物,也可以是由高分子化合物和增塑剂构成的组合物。增塑剂在使用合成橡胶的情况下优选使用,通过含有增塑剂,能够提高未交联时的高分子基体的柔软性。

[0049] 高分子基体的含量,在由体积基准的填充率(体积填充率)表示时,相对于导热片总量,优选为20~50体积%,更优选为25~45体积%。

[0050] (添加剂)

[0051] 导热片10中,在不损害作为导热片10的功能的范围内,高分子基体14中还可以配合各种添加剂。作为添加剂,例如可举出选自分散剂、偶联剂、粘合剂、阻燃剂、抗氧化剂、着色剂、防沉淀剂等中的一种以上。另外,在如上所述使固化性高分子组合物交联、固化等的情况下,作为添加剂可以配合用于促进交联、固化的交联促进剂、固化促进剂等。

[0052] <各向异性填充材料>

[0053] 在高分子基体14中配合的各向异性填充材料12是形状具有各向异性的填充材料,是可以取向的填充材料。各向异性填充材料12优选为导热填充材料。作为各向异性填充材料12,优选纤维状填充材料(例如碳纤维等纤维材料)、鳞片状填充材料(石墨、石墨烯、氮化硼等鳞片状材料)等。

[0054] 即使是这些各向异性填充材料在导热片10表面露出使片材表面小程度凹凸的状态下,作为片材表面也具有良好的平滑性,与发热体等密合的接触面积变大,能够进一步降低热阻值。

[0055] 各向异性填充材料12的纵横比高,具体而言,纵横比大于2,优选纵横比大于5。通过使纵横比大于2,容易使各向异性填充材料12在厚度方向取向,容易提高导热片10的导热性。

[0056] 另外,对于纵横比的上限没有特别限定,但实用性上为100。

[0057] 再者,纵横比是各向异性填充材料的长轴方向的长度相对于短轴方向的长度之比,在纤维材料中,纵横比意味着纤维长度/纤维直径,在鳞片状材料中,纵横比意味着鳞片状材料的长轴方向的长度/厚度。

[0058] 从提高导热性的观点出发,各向异性填充材料优选为纤维材料。

[0059] 导热片中的各向异性填充材料12的含量,相对于高分子基体100质量份,优选为30~500质量份,更优选为50~300质量份。另外,各向异性填充材料12的含量,如果以体积基

准的填充率(体积填充率)表示,则相对于导热片总量,优选为5~60体积%,更优选为8~45体积%。

[0060] 通过使各向异性填充材料12的含量为30质量份以上,容易提高导热性,通过使其为300质量份以下,容易使后述的混合组合物的粘度适当,各向异性填充材料12的取向性变得良好。

[0061] 各向异性填充材料12为纤维材料的情况下,其平均纤维长度优选为50~500 $\mu\text{m}$ ,更优选为70~350 $\mu\text{m}$ 。如果使平均纤维长度为50 $\mu\text{m}$ 以上,则在导热片10内部,各向异性填充材料12彼此适当接触,可确保热的传递路径。

[0062] 另一方面,如果使平均纤维长度为500 $\mu\text{m}$ 以下,则各向异性填充材料12的体积变低,能够在高分子基体中进行高填充。

[0063] 另外,纤维材料的平均纤维长度优选比导热片10的厚度短。通过使其比厚度短,防止纤维材料从导热片10的表面突出必要程度以上。

[0064] 另外,在各向异性填充材料12为鳞片状材料的情况下,其平均粒径优选为10~400 $\mu\text{m}$ ,更优选为15~200 $\mu\text{m}$ 。另外,特别优选为15~130 $\mu\text{m}$ 。通过使平均粒径为10 $\mu\text{m}$ 以上,在导热片中各向异性填充材料12彼此容易接触,可确保热的传递路径。另一方面,如果使平均粒径为400 $\mu\text{m}$ 以下,则导热片10的体积变低,能够将各向异性填充材料12高度填充于高分子基体14中。

[0065] 再者,关于碳纤维的平均纤维长度、鳞片状材料的平均粒径,可以利用显微镜观察各向异性填充材料,例如由纤维长度、长径算出。更具体而言,例如可以使用电子显微镜、光学显微镜测定任意50个各向异性填充材料的纤维长度、长径,将其平均值(相加平均值)作为平均纤维长度、平均粒径。

[0066] 各向异性填充材料12,使用具有导热性的公知材料即可,但如后所述,为了能够进行磁场取向,优选具备反磁性。

[0067] 作为各向异性填充材料12的具体例,可举出以碳纤维或鳞片状碳粉末为代表的碳系材料、以金属纤维为代表的金属材料、金属氧化物、氮化硼、金属氮化物、金属碳化物、金属氢氧化物等。这些之中,碳系材料由于比重小,向高分子基体14中的分散性良好,因此优选,其中更优选导热率高的石墨化碳材料。石墨化碳材料通过使石墨面沿规定方向对齐而具备反磁性。另外,氮化硼等也通过晶面在预定方向上对齐而具备反磁性。

[0068] 另外,对于各向异性填充材料12没有特别限定,但沿着具有各向性的方向(即、长轴方向)的导热率一般为60W/m·K以上,优选为400W/m·K以上。对于各向异性填充材料12的导热率的上限没有特别限定,例如为2000W/m·K以下。导热率可以采用激光闪光法或以ASTM D5470为基准的方法来测定。

[0069] 各向异性填充材料12可以单独使用一种,也可以并用两种以上。例如,作为各向异性填充材料12,可以使用至少两个具有彼此不同的平均粒径或平均纤维长度的各向异性填充材料12。如果使用大小不同的各向异性填充材料12,则通过在相对大的各向异性填充材料12之间嵌入小的各向异性填充材料12,能够将各向异性填充材料12高密度地填充于高分子基体中,并且可提高热的传导效率。

[0070] 作为各向异性填充材料12使用的碳纤维,优选石墨化碳纤维。另外,作为鳞片状碳粉末,优选鳞片状石墨粉末。各向异性填充材料在这些之中更优选石墨化碳纤维。

[0071] 石墨化碳纤维中,石墨的结晶面在纤维轴方向上连续,在其纤维轴方向上具备高导热率。因此,通过使其纤维轴方向沿预定方向对齐,能够提高特定方向的导热率。另外,鳞片状石墨粉末中,石墨的结晶面在鳞片面的面内方向上连续,在该面内方向上具备高导热率。因此,通过使该鳞片面在预定方向上对齐,能够提高特定方向的导热率。石墨化碳纤维和鳞片石墨粉末优选具有高的石墨化度。

[0072] 作为上述的石墨化碳纤维、鳞片状石墨粉末等石墨化碳材料,可以使用将以下的原料石墨化而成的材料。例如,可举出萘等稠合多环烃化合物、PAN(聚丙烯腈)、沥青等稠合杂环化合物等,特别优选使用石墨化度高的石墨化中间相沥青、聚酰亚胺、聚苯并唑(polybenzazole)。例如通过使用中间相沥青,在后述的纺丝工序中,沥青因其各向异性而沿纤维轴方向取向,能够得到向其纤维轴方向具有优异的导热性的石墨化碳纤维。

[0073] 石墨化碳纤维可以使用对原料依次进行纺丝、不熔化和碳化的各处理,粉碎或切断为预定粒径后进行石墨化而成的物质,或是在碳化后粉碎或切断后进行石墨化而成的物质。在石墨化前进行粉碎或切断的情况下,在由于粉碎而新露出于表面的表面进行石墨化处理时,缩聚反应、环化反应容易进展,因此能够提高石墨化度,得到导热性进一步提高了的石墨化碳纤维。另一方面,在将纺丝的碳纤维石墨化后进行粉碎的情况下,由于石墨化后的碳纤维较硬,因此容易粉碎,通过短时间的粉碎就能够得到纤维长度分布较窄的碳纤维粉末。

[0074] <非各向异性填充材料>

[0075] 非各向异性填充材料16是与各向异性填充材料12分开地包含在导热片10中的导热填充材料,是与各向异性填充材料12一起赋予导热片10导热性的材料。本实施方式中,通过填充非各向异性填充材料16,在向片材固化的前阶段中,粘度上升得到抑制,分散性变得良好。另外,在各向异性填充材料12彼此之间,例如如果纤维长度变大则难以提高填充材料彼此的接触面积,但通过向它们之间填埋非各向异性填充材料16,能够形成传热路径,得到导热率高的导热片10。

[0076] 非各向异性填充材料16是形状上实质不具有各向异性的填充材料,是即使在后述的磁力线产生下或剪切力作用下等各向异性填充材料12沿预定方向取向的环境下,也不沿该预定方向取向的填充材料。

[0077] 非各向异性填充材料16的纵横比为2以下,优选为1.5以下。本实施方式中,通过这样含有纵横比低的非各向异性填充材料,在各向异性填充材料12的间隙中适当介入具有导热性的填充材料,可得到导热率高的导热片10。另外,通过使纵横比为2以下,能够防止后述的混合组合物的粘度上升,从而进行高填充。

[0078] 非各向异性填充材料16的具体例例如可举出金属、金属氧化物、金属氮化物、金属氢氧化物、碳材料、金属以外的氧化物、氮化物、碳化物等。另外,非各向异性填充材料的形状可举出球状、不定形的粉末等。

[0079] 在非各向异性填充材料16中,作为金属可例示铝、铜、镍等,作为金属氧化物可例示氧化铝(矾土)、氧化镁、氧化锌等,作为金属氮化物可例示氮化铝等。作为金属氢氧化物可举出氢氧化铝。此外,作为碳材料可举出球状石墨等。作为金属以外的氧化物、氮化物、碳化物可举出石英、氮化硼、碳化硅等。

[0080] 非各向异性填充材料16在上述之中,优选从氧化铝、铝、氧化锌、氮化硼和氮化铝

中选择,特别是从填充率、导热率的观点出发,优选铝、氧化铝,更优选氧化铝。

[0081] 非各向异性填充材料16可以单独使用一种上述材料,也可以并用两种以上。

[0082] 非各向异性填充材料16的平均粒径优选为 $0.1 \sim 50\mu\text{m}$ ,更优选为 $0.5 \sim 35\mu\text{m}$ 。另外,特别优选为 $1 \sim 15\mu\text{m}$ 。通过使平均粒径为 $50\mu\text{m}$ 以下,难以发生扰乱各向异性填充材料12的取向等不良情况。另外,通过使平均粒径为 $0.1\mu\text{m}$ 以上,非各向异性填充材料16的比表面积不会大到必要以上,即使大量配合,混合组合物的粘度也难以上升,容易将非各向异性填充材料16进行高填充。

[0083] 关于非各向异性填充材料16,例如作为非各向异性填充材料,可以使用至少两个具有彼此不同的平均粒径的非各向异性填充材料16。

[0084] 再者,非各向异性填充材料16的平均粒径可以使用电子显微镜等进行观察来测定。更具体而言,例如可以使用电子显微镜、光学显微镜测定任意50个非各向异性填充材料的粒径,将其平均值(相加平均值)作为平均粒径。或者,平均粒径是采用激光衍射散射法(JIS R1629)测定出的粒度分布的体积平均粒径。

[0085] 非各向异性填充材料16的含量,相对于高分子基体100质量份,优选为 $200 \sim 800$ 质量份的范围,更优选为 $300 \sim 700$ 质量份的范围。

[0086] 非各向异性填充材料16的含量,如果由体积基准的填充率(体积填充率)表示,则相对于导热片总量优选为 $30 \sim 60$ 体积%,更优选为 $40 \sim 55$ 体积%。

[0087] 通过使非各向异性填充材料为200质量份以上,介于各向异性填充材料12彼此的间隙中的非各向异性填充材料16的量变得充分,导热性变得良好。另一方面,通过使其为800质量份以下,能够得到与含量相应的提高导热性的效果,另外,非各向异性填充材料16也不会阻碍由各向异性填充材料12实现的热传导。进而,通过使其在 $300 \sim 700$ 质量份的范围内,导热片10的导热性优异,混合组合物的粘度也变得合适。

[0088] 非各向异性填充材料16的体积填充率相对于各向异性填充材料的体积填充率之比,优选为 $2 \sim 5$ ,更优选为 $2 \sim 3$ 。通过将体积填充率的比例的范围设为上述范围内,非各向异性填充材料16被适度填充于各向异性填充材料之间,能够形成有效的传热路径,因此能够提高导热片10的导热性。

[0089] <导热片>

[0090] 导热片10的片材厚度方向的热阻值优选小于 $1^\circ\text{C}/\text{W}$ ,更优选为 $0.5^\circ\text{C}/\text{W}$ 以下,进一步优选为 $0.2^\circ\text{C}/\text{W}$ 以下。这样通过使热阻值为一定值以下,导热片10容易从发热体向放热体传递热。热阻值越小越好,但通常为 $0.01^\circ\text{C}/\text{W}$ 以上。热阻值可以采用实施例记载的方法测定。

[0091] 导热片10的厚度方向的导热率例如为 $5\text{W}/\text{m} \cdot \text{K}$ 以上,优选为 $10\text{W}/\text{m} \cdot \text{K}$ 以上,更优选为 $15\text{W}/\text{m} \cdot \text{K}$ 以上,进一步优选为 $18\text{W}/\text{m} \cdot \text{K}$ 以上。通过设为这些下限值以上,能够使导热片10的厚度方向的导热性优异。对于上限没有特别限定,导热片10的厚度方向的导热率例如为 $50\text{W}/\text{m} \cdot \text{K}$ 以下。再者,导热率是采用以ASTM D5470-06为基准的方法测定的。

[0092] 导热片10如上所述通过在表面露出各向异性填充材料12,使表面成为非粘合面。

[0093] 作为非粘合面的表面,即使与操作者的手接触也难以粘合,并且,即使由于加压而附着于后述的发热体或放热体等接触对象物等,也容易剥离。另外,导热片10通过表面为非粘合,在组装于电子设备等时能够滑动等。

[0094] 关于导热片10的厚度,可以考虑在0.1~5.0mm的范围使用,但不需要限定于该厚度范围。可根据搭载导热片10的电子设备的形状、用途而适当变更,更优选的厚度为0.1~0.3mm。通过厚度为0.1~0.3mm,导热片成为薄膜,成为容易进行热传导的导热片。

[0095] 导热片10在电子设备内部等使用。具体而言,导热片介于发热体与放热体之间,将发热体产生的热传导至放热体,并从放热体放热。在此,作为发热体,可举出在电子设备内部使用的CPU、功率放大器、电池等电源等各种电子部件。另外,放热体可举出散热器、热管、电子设备的金属壳体等。导热片的两个表面分别与发热体和放热体密合,并且压缩使用。

[0096] <导热片的制造方法>

[0097] 对于本实施方式的导热片没有特别限定,例如可以采用具备以下工序(A)、(B)和(C)的方法制造。

[0098] 工序(A):得到在导热片中各向异性填充材料沿着成为厚度方向的一个方向取向的取向成型体的工序

[0099] 工序(B):将取向成型体切断成片状,得到片状成型体的工序

[0100] 工序(C):对片状成型体的表面进行研磨的工序

[0101] 以下,对各工序进行更详细的说明。

[0102] [工序(A)]

[0103] 在工序(A)中,例如由混合组合物形成取向成型体,所述混合组合物包含各向异性填充材料、非各向异性填充材料、以及作为高分子基体的原料的高分子组合物。混合组合物优选固化而制成取向成型体。取向成型体更具体地可以采用磁场取向制法、流动取向制法得到,其中优选磁场取向制法。

[0104] (磁场取向制法)

[0105] 在磁场取向制法中,将包含固化后成为高分子基体的液状的高分子组合物、各向异性填充材料和非各向异性填充材料的混合组合物注入模具等内部,然后置于磁场中,使各向异性填充材料沿着磁场取向后,使高分子组合物固化,由此得到取向成型体。作为取向成型体优选为块状。

[0106] 另外,在模具内部,可以在与混合组合物接触的部分配置剥离膜。剥离膜例如使用剥离性良好的树脂膜、单面用剥离剂等进行了剥离处理的树脂膜。通过使用剥离膜,取向成型体容易从模具脱模。

[0107] 为了进行磁场取向,在磁场取向制法中使用的混合组合物的粘度优选为10~300Pa·s。通过为10Pa·s以上,各向异性填充材料、非各向异性填充材料难以沉降。另外,通过设为300Pa·s以下,流动性变得良好,在磁场中各向异性填充材料适当取向,也不会发生取向过于花费时间的不良情况。再者,粘度是使用旋转粘度计(Brookfield粘度计DV-E,主轴SC4-14)在25℃以10rpm的转速测定出的粘度。

[0108] 在使用难以沉降的各向异性填充材料、非各向异性填充材料,或者组合防沉降剂等添加剂的情况下,混合组合物的粘度也可以小于10Pa·s。

[0109] 在磁场取向制法中,作为用于施加磁力线的磁力线产生源,可举出超导磁体、永久磁体、电磁体等,从能够产生高磁通密度的磁场这一点出发,优选超导磁体。从这些磁力线产生源产生的磁场的磁通密度优选为1~30特斯拉。如果磁通密度为1特斯拉以上,则能够容易地使由碳材料等构成的上述各向异性填充材料取向。另外,通过设为30特斯拉以下,能

够实用地制造。

[0110] 高分子组合物的固化可以通过加热进行,例如可以在50~150℃左右的温度下进行。另外,加热时间例如为10分钟~3小时左右。

[0111] (流动取向制法)

[0112] 在流动取向制法中,可以对混合组合物施加剪切力,制造各向异性填充材料在面方向上取向的预备片,将其多片层叠而制造层叠块,将该层叠块作为取向成型体。

[0113] 更具体而言,在流动取向制法中,首先,在高分子组合物中混入各向异性填充材料和非各向异性填充材料,根据需要添加各种添加剂并进行搅拌,调制出所混入的固体形态物质均匀分散的混合组合物。在此,高分子组合物中使用的高分子化合物,可以包含在常温(23℃)下为液态的高分子化合物,也可以包含在常温下为固态的高分子化合物。另外,高分子组合物可以含有增塑剂。

[0114] 混合组合物为了在伸长为片状时施加剪切力而具有较高的粘度,混合组合物的粘度具体优选为3~50Pa·s。混合组合物为了得到上述粘度优选配合溶剂。

[0115] 接着,一边对混合组合物赋予剪切力一边使其平坦地伸长,成型为片状(预备片)。通过施加剪切力,能够使各向异性填充材料在剪切方向上取向。作为片材的成型手段,例如可以通过棒涂机或刮刀等涂布用涂敷器、或者挤出成型或从喷嘴吐出等,在基材膜上涂布混合组合物,然后根据需要进行干燥,或使混合组合物半固化。预备片的厚度优选为50~250μm左右。在预备片中,各向异性填充材料沿着片材的面方向在一个方向上取向。

[0116] 然后,将预备片以取向方向相同的方式多片重叠层叠后,通过加热、紫外线照射等,根据需要使混合组合物固化,并且通过热压等使预备片彼此接合,由此形成层叠块,将该层叠块作为取向成型体。

[0117] [工序(B)]

[0118] 在工序(B)中,将工序(A)中得到的取向成型体相对于各向异性填充材料取向方向垂直地、通过切片等切断而得到片状成型体。切片例如可以利用剪切刀片或激光等进行。片状成型体通过切片等切断,在作为切断面的各表面上,各向异性填充材料的顶端从高分子基体露出。另外,露出的各向异性填充材料的至少一部分从各表面突出。露出的各向异性填充材料几乎不倒地在厚度方向上取向。

[0119] 在此,取向成型体优选JIS K6253规定的E型硬度为10~80,更优选为20~70。如果E硬度为10~80,则在将片状成型体切片时,与各向异性填充材料相比,高分子基体被积极地切断,能够使各向异性填充材料容易露出。另外,即使在进行切片而将导热片成型之后研磨表面,由于高分子基体比各向异性填充材料更容易磨损,因此也能够使各向异性填充材料露出。另外,如果各向异性填充材料在露出的状态下磨损,则露出的各向异性填充材料的端部被压碎,容易形成在导热片的表面方向上膨胀的形状的端部,通过该端部使得与被粘合体的接触面积增加,因此能够进一步提高导热性。

[0120] [工序(C)]

[0121] 在工序(C)中,对片状成型体的各向异性填充材料露出的表面进行研磨。表面的研磨例如可以使用研磨纸、研磨膜、研磨布、研磨带等进行。在本制造方法中,通过对片状成型体的表面进行研磨,各向异性填充材料露出,并且峰顶点的算术平均曲率(Spc)为18000(1/mm)以下。

[0122] 因此,例如作为研磨纸的性状,优选所含有的磨粒的平均粒径(D50)为0.1~100μm,更优选为9~60μm。通过使用平均粒径为0.1μm以上的研磨纸,能够从片材表面露出各向异性填充材料,并且将峰顶点的算术平均曲率(Spc)平滑化至预定值以下,具体而言能够使与发热体等的接触对象表面的接触点附带圆度地平滑化。另外,通过使用平均粒径为100μm以下的研磨纸,防止在导热片的表面产生实用上会成为问题的损伤。另外,基于与上述同样的理由,例如作为研磨纸的磨粒的粒度,优选为#120~20000,更优选为#300~15000,进一步优选为#320~4000。

[0123] 研磨方法可以使用以下方法:对于导热片的表面,例如使研磨纸沿同一直线方向连续抵接地进行研磨,或者以一定距离往复地进行研磨,或者沿同一方向旋转地进行研磨,或者沿各个方向抵接地进行研磨。

[0124] 另外,关于研磨的程度,例如可以一边观察表面状态一边进行,例如在往复研磨的情况下,优选1~300次往复,更优选2~200次,进一步优选3~50次,具体而言,优选研磨至各向异性填充材料的突出长度为100μm以下的程度。进而,更优选研磨至突出长度为50μm以下的程度。

[0125] 再者,以上的说明中,示出了在导热片10的两个表面10A、10B露出各向异性填充材料12,在两个表面10A、10B中,各向异性填充材料12露出,并且峰顶点的算术平均曲率(Spc)为18000(1/mm)以下的形态。但在本发明中,也可以形成仅在两个表面10A、10B中的一方露出各向异性填充材料12的导热片。

[0126] 因此,两个表面10A、10B中的另一方可以露出各向异性填充材料12,并且峰顶点的算术平均曲率(Spc)为18000(1/mm)以下,另外,也可以设为即使露出各向异性填充材料12,峰顶点的算术平均曲率(Spc)也不成为18000(1/mm)以下。该情况下,可以仅对两个表面中的一方进行工序(C)的研磨,而不对另一个表面进行研磨,另外,也可以设为即使进行研磨,也是在上述工序(C)所示的条件以外进行研磨。

[0127] 另外,进行研磨后,在与发热体、放热体等密合并且压缩使用之前非常平坦,压缩后的表面性状与压缩前相比稍微平坦化,几乎没有变化。与此相对,不进行研磨的话,虽然通过压缩会大幅度平坦化,但无法平坦化至与进行研磨的情况同等的程度。

[0128] 另外,两个表面10A、10B中的另一方,可以是各向异性填充材料12填埋于高分子基体12内部的表面。采用上述磁场取向制法制造的取向成型体,其最外面成为各向异性填充材料的填充比例比其他部分低的、典型地是不含各向异性填充材料的表皮层。因此,例如通过使取向成型体的最外面成为导热片10的两个表面10A、10B中的另一方,能够使两个表面10A、10B中的另一方成为各向异性填充材料12填埋于高分子基体12内部的表面。各向异性填充材料12埋入高分子基体12内部的表面成为粘合面。粘合面通过对放热体、发热体等接触对象物附着,能够使接触对象物固定。

[0129] [第2实施方式]

[0130] 下面,利用图2对本发明的第2实施方式的导热片进行说明。

[0131] 在第1实施方式中,导热片10中作为填充材料,除了各向异性填充材料12以外,还含有非各向异性填充材料16,但本实施方式的导热片20如图2所示,不含有非各向异性填充材料16。即、第2实施方式的导热片中,可以仅使用例如碳纤维作为填充材料。

[0132] 除了不含有非各向异性填充材料这一点以外,第2实施方式的导热片20的其他构

成与上述第1实施方式的导热片10相同,因此省略其说明。

[0133] 本实施方式中,与第1实施方式同样地,成为在导热片20的表面20A、20B中的至少一方露出各向异性填充材料12的结构,可得到与第1实施方式同样的效果。

[0134] 本实施方式中,也与第1实施方式同样地,至少一个面露出各向异性填充材料12,并且峰顶点的算术平均曲率(Spc)为18000(1/mm)以下,由此能够提高厚度方向的导热性。

[0135] 实施例

[0136] 以下,通过实施例对本发明进行更详细的说明,但本发明并不限定于这些例子。

[0137] 本实施例中,采用以下方法评价了导热片的物性。

[0138] [峰顶点的算术平均曲率(Spc)、算术平均高度(Sa)、界面的展开面积比(Sdr)]

[0139] 通过使用激光显微镜(株式会社Keyence制, VK-X150)的表面性状解析,以ISO25178为基准进行。具体而言,以透镜倍率10倍,采用激光法测定表面积为 $1000\mu\text{m} \times 000\mu\text{m}$ 的二维区域的表面轮廓。采用对同一试样测定3处时的平均值作为峰顶点的算术平均曲率Spc。

[0140] 对于算术平均高度(Sa)和界面的展开面积比(Sdr),同样对同一试样测定3处,将它们的平均值分别作为算术平均高度(Sa)和界面的展开面积比(Sdr)。

[0141] [热阻值]

[0142] 使用图3所示的热阻测定机,采用以下所示的方法测定了热阻值。

[0143] 具体而言,对于各试料,制作了本试验用的尺寸为 $30\text{mm} \times 30\text{mm}$ 的试验片S。然后,将各试验片S贴附在测定面为 $25.4\text{mm} \times 25.4\text{mm}$ 、侧面被绝热材料21覆盖的铜块22上,并用上方的铜块23夹住,通过测力传感器26施加载荷,将厚度设定为原来厚度的90%。在此,下方的铜块22与加热器24接触。另外,上方的铜块23由绝热材料21覆盖,并且与带风扇的散热器25连接。接着,使加热器24以发热量25W发热,在温度成为大致稳定状态的10分钟后,测定上方的铜块23的温度( $\theta_{j0}$ )、下方的铜块22的温度( $\theta_{j1}$ )、以及加热器的发热量(Q),由下式(1)求出各试料的热阻值。

[0144] 热阻 =  $(\theta_{j1} - \theta_{j0}) / Q \cdots \text{式(1)}$

[0145] 式(1)中, $\theta_{j1}$ 是下方的铜块22的温度, $\theta_{j0}$ 是上方的铜块23的温度,Q是发热量。

[0146] [由JIS K6253规定的E型硬度]

[0147] 基于日本工业标准JIS K 6253,测定了E型硬度。具体而言,对于各例中制作的取向成型体,使用E型硬度计进行测定。

[0148] [取向率]

[0149] 利用电子显微镜观察所制作的导热片的截面,抽取100个各向异性填充材料(碳纤维),在100个中求出沿片材厚度方向取向的各向异性填充材料。将61个(61%)以上取向的设为○,将小于60个(60%)的设为×。

[0150] 再者,将碳纤维的长轴方向朝向从导热片的厚度方向起算 $20^\circ$ 以内的范围的情况判断为取向。

[0151] [实施例1]

[0152] 将作为高分子基体(高分子组合物)的含有烯基的有机聚硅氧烷和氢化有机聚硅氧烷(合计为100质量份,体积填充率为36体积%)、作为各向异性填充材料的碳纤维(平均纤维长度为 $100\mu\text{m}$ 、纵横比为10、导热率为 $500\text{W}/\text{m} \cdot \text{K}$ 的石墨化碳纤维)150质量份(体积填充

率为30体积%)、作为非各向异性填充材料的氧化铝粉末(球状,平均粒径为 $3\mu\text{m}$ ,纵横比为1.0)200质量份(体积填充率为18体积%)和铝粉末(不定形,平均粒径为 $3\mu\text{m}$ )100质量份(体积填充率为13体积%)混合,得到混合组合物。

[0153] 接着,在设定为厚度充分大于导热片的模具中注入上述混合组合物,向厚度方向施加8T的磁场,使碳纤维在厚度方向上取向后,以80℃加热60分钟,由此使基体固化,得到块状的取向成型体。

[0154] 然后,利用剪切刀片将块状的取向成型体切成厚度为1mm的片状,由此得到碳纤维露出的片状成型体。

[0155] 接着,利用磨粒的平均粒径(D50)为 $60\mu\text{m}$ 的粗研磨纸A(粒度#320)对片状成型体的两个表面进行50次往复研磨,得到了导热片。

[0156] [实施例2]

[0157] 将研磨纸A变更为磨粒更细、平均粒径(D50)为 $3\mu\text{m}$ 的研磨纸B(粒度#4000),将研磨次数变更为15次往复,除此以外与实施例1同样地得到导热片。

[0158] [实施例3]

[0159] 将研磨纸A变更为磨粒更细、平均粒径(D50)为 $0.3\mu\text{m}$ 的研磨纸C(粒度#15000),将研磨次数变更为3次往复,除此以外与实施例1同样地得到导热片。

[0160] [实施例4]

[0161] 将利用研磨纸A进行的50次往复研磨变更为利用研磨纸A进行30次往复研磨、然后利用研磨纸B进行10次往复研磨、进而利用研磨纸C进行10次往复研磨,除此以外与实施例1同样地得到了导热片。

[0162] [比较例1]

[0163] 除了不对片状成型体进行研磨以外,与实施例1同样地得到了导热片。

[0164] [实施例5]

[0165] 将作为高分子基体(高分子组合物)的含有烯基的有机聚硅氧烷和氢化有机聚硅氧烷(合计为100质量份,体积填充率为32体积%)、作为各向异性填充材料的碳纤维(平均纤维长度为 $100\mu\text{m}$ ,纵横比为10,导热率为 $500\text{W}/\text{m}\cdot\text{K}$ 的石墨化碳纤维)150质量份(体积填充率为26体积%)、作为非各向异性填充材料的氧化铝粉末(球状,平均粒径为 $3\mu\text{m}$ ,纵横比为1.0)475质量份(体积填充率为41体积%)混合,得到了混合组合物。

[0166] 接着,在设定为厚度充分大于导热片的模具中注入上述混合组合物,在厚度方向施加8T的磁场,使碳纤维在厚度方向上取向后,以80℃加热60分钟,由此使基体固化,得到了块状的取向成型体。

[0167] 然后,使用剪切刀片将块状的取向成型体切成厚度为1mm的片状,由此得到碳纤维露出的片状成型体。

[0168] 接着,利用磨粒粗的研磨纸A对片状成型体的两个表面进行30次往复研磨,得到了导热片。

[0169] [实施例6]

[0170] 将研磨纸A变更为磨粒更细的研磨纸B,将研磨次数变更为15次往复,除此以外与实施例5同样地得到导热片。

[0171] [实施例7]

[0172] 将研磨纸A变更为磨粒更细的研磨纸C,将研磨次数变更为5次往复,除此以外与实施例5同样地得到导热片。

[0173] [实施例8]

[0174] 将利用研磨纸A进行的50次往复研磨变更为利用研磨纸A进行30次往复研磨、然后利用研磨纸B进行10次往复研磨、进而利用研磨纸C进行10次往复研磨,除此以外与实施例5同样地得到导热片。

[0175] [比较例2]

[0176] 除了不对片状成型体进行研磨以外,与实施例5同样地得到导热片。

[0177] 对各例中制作的片状成型体或导热片进行上述测定和评价。结果示于下述表1。

	实施例 1	实施例 2	实施例 3	实施例 4	比较例 1	实施例 5	实施例 6	实施例 7	实施例 8	实施例 9	比较例 2
高分子基体	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100
碳纤维	150	150	150	150	150	150	150	150	150	150	150
氧化铝	200	200	200	200	200	475	475	475	475	475	475
铝	100	100	100	100	-	-	-	-	-	-	-
Spc (1/mm)	5936	14196	17489	3380	19620	5486	8830	15687	2784	20950	
Sa (μm)	8.2	13.9	18.2	7.5	21.4	5.4	8.6	11.3	4.1	20.5	
Sdr	9.8	46.3	67.8	5.5	79.3	8.2	25.4	55.8	5.4	81.6	
E型硬度	35	35	35	35	35	50	50	50	50	50	
取向率	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	
评价结果	热阻值 (℃/W)	0.04	0.07	0.08	0.03	0.16	0.05	0.11	0.13	0.04	0.22

[0178]

[0179] [实施例9]

[0180] 将作为高分子基体(高分子组合物)的含有烯基的有机聚硅氧烷和氢化有机聚硅氧烷(合计为100质量份,体积填充率为36体积%)、作为各向异性填充材料的碳纤维(平均纤维长度为100μm,纵横比为10,导热率为500W/m·K的石墨化碳纤维)140质量份(体积填充率为28体积%)、石墨(平均粒径为130μm、纵横比为10、导热率为550W/m·K的鳞片状石墨粉末)5质量份(体积填充率为1体积%)、作为非各向异性填充材料的铝粉末(不定形、平均粒径为3μm)250质量份(体积填充率为34体积%)混合,得到混合组合物。

[0181] 接着,在设定为厚度充分大于导热片的模具中注入上述混合组合物,在厚度方向施加8T的磁场,使碳纤维在厚度方向上取向后,以80℃加热60分钟,由此使基体固化,得到块状的取向成型体。

[0182] 然后,使用剪切刀片将块状的取向成型体切成厚度为1mm的片状,由此得到碳纤维露出的片状成型体。

[0183] 接着,利用磨粒的平均粒径(D50)为60μm的粗研磨纸A(粒度#320)对片状成型体的两个表面进行50次往复研磨,得到导热片。

[0184] [实施例10]

[0185] 将研磨纸A变更为磨粒更细、平均粒径(D50)为3μm的研磨纸B(粒度#4000),将研磨次数变更为15次往复,除此以外与实施例9同样地得到导热片。

[0186] [实施例11]

[0187] 将研磨纸A变更为磨粒更细、平均粒径(D50)为0.3μm的研磨纸C(粒度#15000),将研磨次数变更为3次往复,除此以外与实施例9同样地得到导热片。

[0188] [实施例12]

[0189] 将利用研磨纸A进行的50次往复研磨变更为利用研磨纸A进行30次往复研磨、然后利用研磨纸B进行10次往复研磨、进而利用研磨纸C进行10次往复研磨,除此以外与实施例9同样地得到导热片。

[0190] [比较例3]

[0191] 除了不对片状成型体进行研磨以外,与实施例9同样地得到导热片。

[0192] [实施例13]

[0193] 将作为高分子基体(高分子组合物)的含有烯基的有机聚硅氧烷和氢化有机聚硅氧烷(合计为100质量份,体积填充率为36体积%)、作为各向异性填充材料的碳纤维(平均纤维长度为100μm,纵横比为10,导热率为500W/m·K的石墨化碳纤维)150质量份(体积填充率为30体积%)、作为非各向异性填充材料的铝粉末(不定形,平均粒径为3μm)250质量份(体积填充率为33体积%)混合,得到混合组合物。

[0194] 接着,在设定为厚度充分大于导热片的模具中注入上述混合组合物,在厚度方向施加8T的磁场,使碳纤维在厚度方向上取向后,以80℃加热60分钟,由此使基体固化,得到块状的取向成型体。

[0195] 然后,使用剪切刀片将块状的取向成型体切成厚度为1mm的片状,由此得到碳纤维露出的片状成型体。

[0196] 接着,使用磨粒粗的研磨纸A对片状成型体的两个表面进行30次往复研磨,得到导热片。

[0197] [实施例14]

[0198] 将研磨纸A变更为磨粒更细的研磨纸B,将研磨次数变更为15次往复,除此以外与实施例13同样地得到导热片。

[0199] [实施例15]

[0200] 将研磨纸A变更为磨粒更细的研磨纸C,将研磨次数变更为5次往复,除此以外与实施例13同样地得到导热片。

[0201] [实施例16]

[0202] 将利用研磨纸A进行的50次往复研磨变更为利用研磨纸A进行30次往复研磨、然后利用研磨纸B进行10次往复研磨、进而利用研磨纸C进行10次往复研磨,除此以外与实施例13同样地得到导热片。

[0203] [比较例4]

[0204] 除了不对片状成型体进行研磨以外,与实施例13同样地得到导热片。

[0205] 对各例中制作的片状成型体或导热片进行上述测定和评价。结果示于下述表2。

		比较例 4					
		实施例 16		实施例 15		实施例 14	
		100	100	100	100	100	100
高分子基体	100	100	100	100	100	100	100
碳纤维	140	140	140	140	150	150	150
石墨	5	5	5	5	-	-	-
铝	250	250	250	250	250	250	250
Spec (1/mm)	5685	9568	16870	1779	22510	6517	9187
Sa (μm)	8.9	8.8	15.3	3.8	23.5	6.3	9.3
Sdr	7.9	26.3	62.6	2.3	91.7	10.4	29.6
E型硬度	50	50	50	50	50	50	50
取向率	○	○	○	○	○	○	○
评价结果 热阻值 (℃/W)	0.05	0.11	0.15	0.04	0.19	0.05	0.14
						0.03	0.24

[0206]

[0207] 由以上实施例的结果可知,在导热片中,通过各向异性填充材料露出并且峰顶点

的算术平均曲率(Spc)为18000(1/mm)以下,由此能够得到期望的热阻值和导热率,能够提高厚度方向的导热性。另一方面,在比较例中,没能得到期望的热阻值和导热率,没能充分提高厚度方向的导热性。

- [0208] 附图标记说明
- [0209] 10、20 导热片
- [0210] 12 各向异性填充材料
- [0211] 14 高分子基体
- [0212] 21 绝热材料
- [0213] 22 下方的铜块
- [0214] 23 上方的铜块
- [0215] 24 加热器
- [0216] 25 散热器
- [0217] 26 测力传感器
- [0218] S 试验片
- [0219]  $\theta_{j0}$  上方的铜块的温度
- [0220]  $\theta_{j1}$  下方的铜块的温度

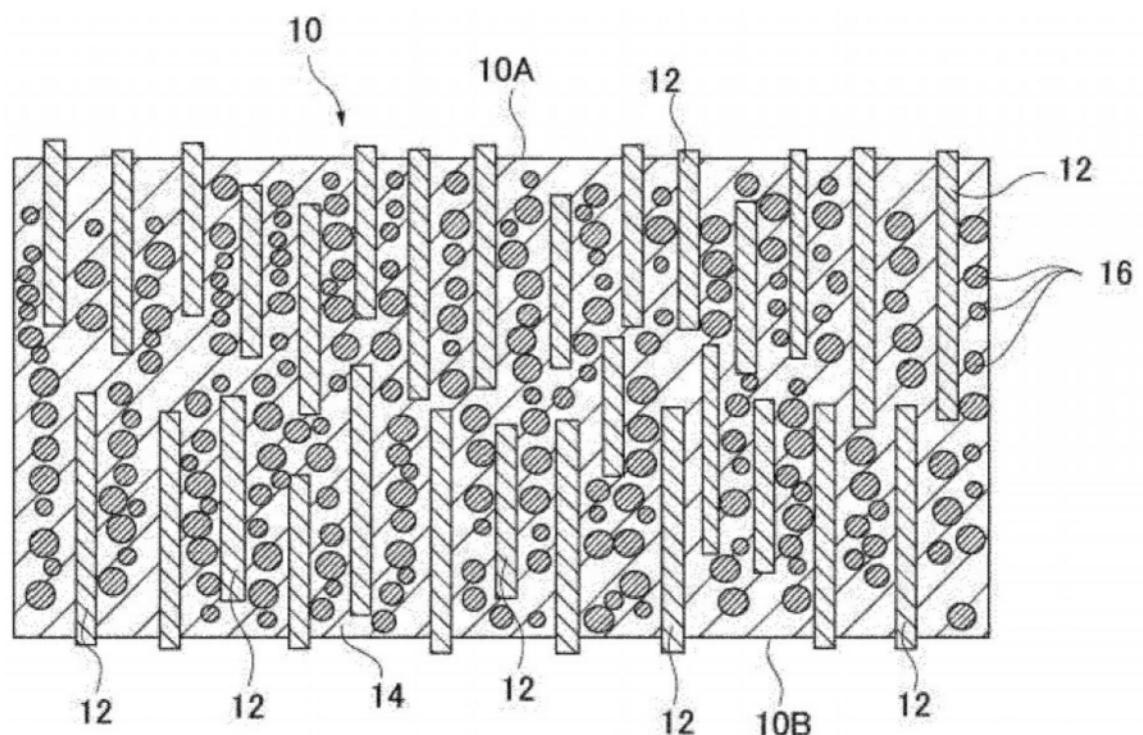


图1

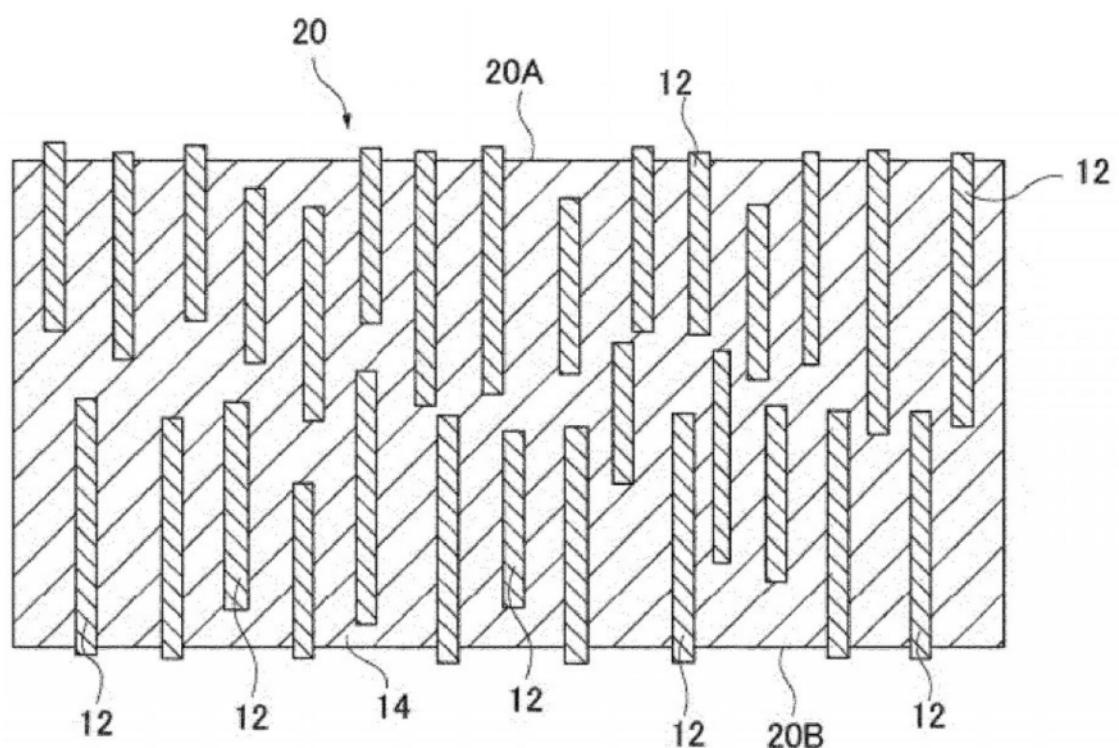


图2

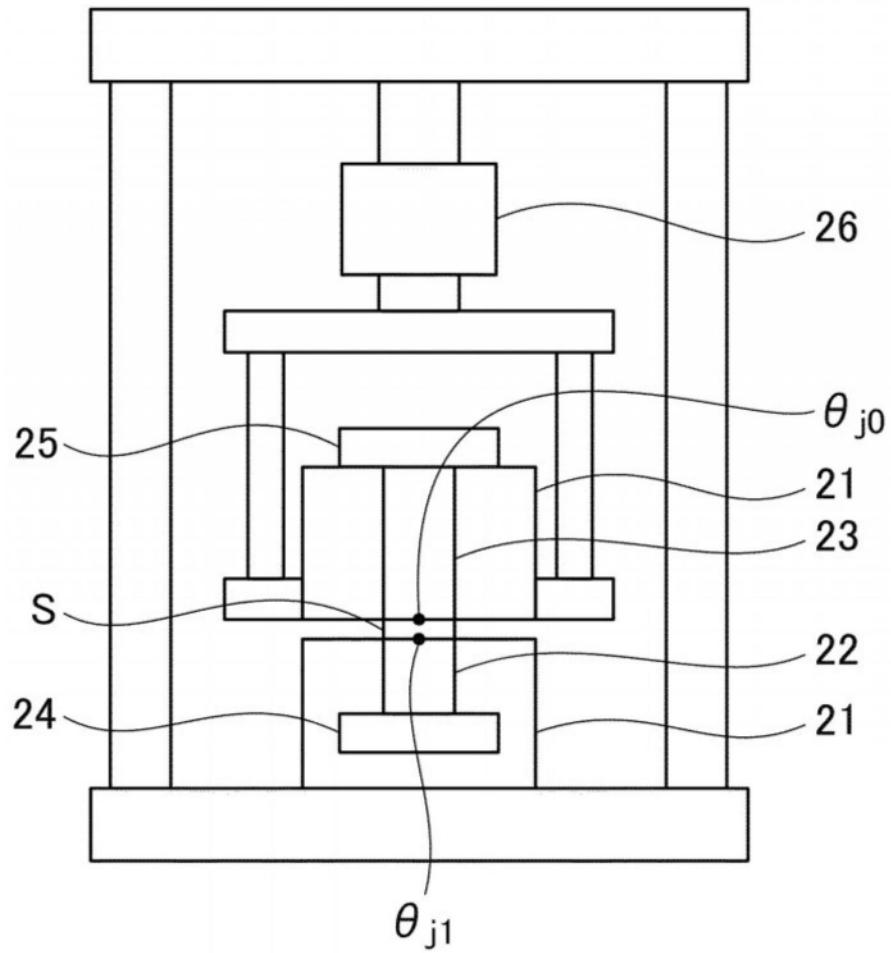


图3