



(12) 发明专利

(10) 授权公告号 CN 108463511 B

(45) 授权公告日 2021.03.02

(21) 申请号 201780006275.8

(22) 申请日 2017.01.13

(65) 同一申请的已公布的文献号
申请公布号 CN 108463511 A

(43) 申请公布日 2018.08.28

(30) 优先权数据
2016-012672 2016.01.26 JP
2016-254263 2016.12.27 JP

(85) PCT国际申请进入国家阶段日
2018.07.10

(86) PCT国际申请的申请数据
PCT/JP2017/001039 2017.01.13

(87) PCT国际申请的公布数据
W02017/130740 JA 2017.08.03

(73) 专利权人 迪睿合株式会社
地址 日本东京都

(72) 发明人 金谷纮希 内田信一 内田俊介
古普塔·里夏 荒卷庆辅

(74) 专利代理机构 北京挚诚信奉知识产权代理有限公司 11338
代理人 邢悦 王永辉

(51) Int.Cl.
C08L 101/00 (2006.01)

C08L 83/04 (2006.01)

D04H 1/4242 (2012.01)

H01L 23/36 (2006.01)

H01L 23/373 (2006.01)

B29C 39/00 (2006.01)

B29C 48/00 (2019.01)

B29C 48/25 (2019.01)

C08K 3/22 (2006.01)

C08K 7/06 (2006.01)

C08K 9/04 (2006.01)

B29L 31/34 (2006.01)

(56) 对比文件

CN 107995999 A, 2018.05.04

US 2015/0005151 A1, 2015.01.01

JP 48-88162 A, 1973.11.19

W0 2015/0005151 A1, 2015.01.01

W0 2015/002084 A1, 2015.01.08

CN 1918230 A, 2007.02.21

US 2014/0221533 A1, 2014.08.07

W0 2011/013840 A1, 2011.02.03

JP 2015-29076 A, 2015.12.02

JP 1-289844 A, 1989.11.21

JP 63-196770 A, 1988.08.15

审查员 兰天

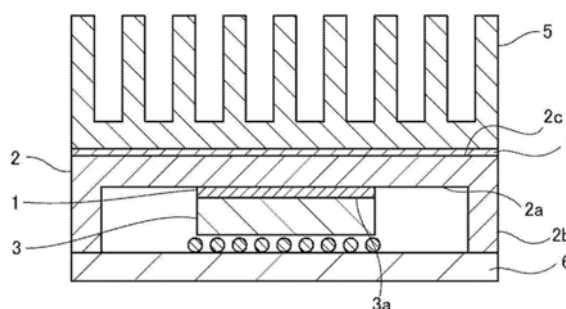
权利要求书1页 说明书21页 附图1页

(54) 发明名称

导热片、导热片的制造方法、散热构件和半导体装置

(57) 摘要

本发明提供导热片,其含有粘合剂树脂、绝缘被覆碳纤维和所述绝缘被覆碳纤维以外的导热性填料,所述绝缘被覆碳纤维与所述粘合剂树脂的质量比(绝缘被覆碳纤维/粘合剂树脂)小于1.30,所述绝缘被覆碳纤维含有碳纤维和在所述碳纤维的表面的至少一部上的包含聚合性材料的固化物的被膜。



1. 一种导热片,其特征在于,
含有粘合剂树脂、绝缘被覆碳纤维和所述绝缘被覆碳纤维以外的导热性填料,
所述绝缘被覆碳纤维与所述粘合剂树脂的质量比,即绝缘被覆碳纤维/粘合剂树脂,为0.10以上且小于1.30,
所述绝缘被覆碳纤维含有碳纤维以及在所述碳纤维的表面的至少一部分上的包含聚合性材料的固化物的被膜。
2. 根据权利要求1所述的导热片,所述导热性填料的含量为48体积%~75体积%。
3. 根据权利要求1或2所述的导热片,负荷0.5kgf/cm²时的压缩率为3%以上。
4. 根据权利要求1或2所述的导热片,所述聚合性材料含有具有2个以上自由基聚合性双键的化合物。
5. 根据权利要求1或2所述的导热片,所述导热性填料含有氧化铝、氮化铝和氧化锌中的至少任一种。
6. 根据权利要求1或2所述的导热片,所述粘合剂树脂为有机硅树脂。
7. 一种导热片的制造方法,其特征在于,所述导热片为权利要求1至6中任一项所述的导热片,所述导热片的制造方法包括:
通过含有所述粘合剂树脂、所述绝缘被覆碳纤维和所述导热性填料的导热性树脂组合物成型为预定形状并固化,得到所述导热性树脂组合物的成型体的工序,以及
将所述成型体切断为片状,得到成型体片的工序。
8. 根据权利要求7所述的导热片的制造方法,所述聚合性材料是自由基聚合性材料。
9. 根据权利要求7或8所述的导热片的制造方法,进一步包括:
通过对将所述聚合性材料、所述碳纤维、聚合引发剂和溶剂混合而得到的混合物赋予能量来使所述聚合引发剂活化,从而在所述碳纤维的表面的至少一部分上形成包含所述聚合性材料的固化物的被膜,得到所述绝缘被覆碳纤维的工序。
10. 一种散热构件,其特征在于,具有:
使电子部件所发的热散热的散热器,和
配置于所述散热器并且夹持在所述散热器和所述电子部件之间的权利要求1至6中任一项所述的导热片。
11. 一种半导体装置,其特征在于,具有:
电子部件,
使所述电子部件所发的热散热的散热器,和
配置于所述散热器并且夹持在所述散热器和所述电子部件之间的权利要求1至6中任一项所述的导热片。
12. 如权利要求11所述的半导体装置,
具有散热片,并且
在所述散热器与所述散热片之间夹持有权利要求1至6中任一项所述的导热片。

导热片、导热片的制造方法、散热构件和半导体装置

技术领域

[0001] 本发明涉及在半导体元件等发热体与散热片等散热体之间配置的导热片、导热片的制造方法、以及具有上述导热片的散热构件和半导体装置。

背景技术

[0002] 以往,在个人计算机等各种电器、其他机器中搭载的半导体元件中,由于驱动而产生热,如果所产生的热蓄积,则会对半导体元件的驱动、周边机器产生不好影响,因此,采用各种冷却手段。作为半导体元件等电子部件的冷却方法,已知有在该机器上安装风扇来将机箱内的空气冷却的方式、在要进行这样的冷却的半导体元件上安装散热风扇、散热板等散热片(heat sink)的方法等。

[0003] 在上述半导体元件上安装散热片来进行冷却时,为了能将半导体元件的热效率良好地释放,在半导体元件与散热片之间设置导热片。作为这样的导热片,广泛使用使导热性填料等填充剂分散含有在有机硅树脂中而成的导热片,作为导热性填料之一,适合采用碳纤维(例如,参照专利文献1~4)。

[0004] 但是,就含有碳纤维的导热片而言,虽然导热性优异,但存在导电性易于升高的问题。

[0005] 因此,以提高导热片的绝缘性为目的,提出使用了在导电性导热性纤维的表面涂覆电绝缘性材料的导热性纤维的导热片(例如,参照专利文献5)。

[0006] 但是,这些已提出的技术中,就近年来所要求的兼顾优异导热性和优异绝缘性而言,还不充分。

[0007] 现有技术文献

[0008] 专利文献

[0009] 专利文献1:日本专利第5671266号公报

[0010] 专利文献2:日本特开2005-54094号公报

[0011] 专利文献3:日本专利第5660324号公报

[0012] 专利文献4:日本专利第4791146号公报

[0013] 专利文献5:日本特开2003-174127号公报

发明内容

[0014] 发明要解决的课题

[0015] 本发明以解决以往的上述各问题,实现以下的目的为课题。即,本发明的目的在于,提供能够兼顾优异的导热性和优异的绝缘性的导热片及其制造方法、以及使用上述导热片的散热构件和半导体装置。

[0016] 解决课题的方法

[0017] 如下所述为用于解决上述课题的方法。即,

[0018] <1>一种导热片,其特征在于,含有粘合剂树脂、绝缘被覆碳纤维以及上述绝缘被

覆碳纤维以外的导热性填料；上述绝缘被覆碳纤维与上述粘合剂树脂的质量比（绝缘被覆碳纤维/粘合剂树脂）小于1.30，上述绝缘被覆碳纤维含有碳纤维以及在上述碳纤维的表面的至少一部分上的包含聚合性材料的固化物的被膜。

[0019] <2>如上述<1>中记载的导热片，上述导热性填料的含量为48体积%~75体积%。

[0020] <3>如上述<1>至<2>中任一项记载的导热片，负荷0.5kgf/cm²时的压缩率为3%以上。

[0021] <4>如上述<1>至<3>中任一项记载的导热片，上述聚合性材料含有具有2个以上自由基聚合性双键的化合物。

[0022] <5>如上述<1>至<4>中任一项记载的导热片，上述导热性填料含有氧化铝、氮化铝和氧化锌中的至少任一种。

[0023] <6>如上述<1>至<5>中任一项记载的导热片，上述粘合剂树脂是有机硅树脂。

[0024] <7>一种导热片的制造方法，其特征在于，所述导热片为上述<1>至<6>中任一项记载的导热片，所述导热片的制造方法包括：

[0025] 通过将含有上述粘合剂树脂、上述绝缘被覆碳纤维和上述导热性填料的导热性树脂组合物成型为预定形状并固化，得到上述导热性树脂组合物的成型体的工序，以及

[0026] 将上述成型体切断为片状，得到成型体片的工序。

[0027] <8>如上述<7>中记载的导热片的制造方法，上述聚合性材料为自由基聚合性材料。

[0028] <9>如上述<7>至<8>中任一项记载的导热片的制造方法，进一步包括：通过对将上述聚合性材料、上述碳纤维、聚合引发剂和溶剂混合而得到的混合物赋予能量来使上述聚合引发剂活性化，从而在上述碳纤维的表面的至少一部分上形成包含上述聚合性材料的固化物的被膜，得到上述绝缘被覆碳纤维的工序。

[0029] <10>一种散热构件，其特征在于，具有：

[0030] 使电子部件所发的热散热的散热器(heat spreader)，和

[0031] 配置于上述散热器并且夹持在上述散热器和上述电子部件之间的上述<1>至<6>中任一项记载的导热片。

[0032] <11>一种半导体装置，其特征在于，具有：

[0033] 电子部件，

[0034] 使上述电子部件所发的热散热的散热器，和

[0035] 配置于上述散热器并且夹持在上述散热器和上述电子部件之间的上述<1>至<6>中任一项记载的导热片。

[0036] <12>如上述<11>中记载的半导体装置，具有散热片，并且在上述散热器和上述散热片之间夹持有上述<1>至<6>中任一项记载的导热片。

[0037] 发明效果

[0038] 根据本发明，能够解决以往的上述各问题，实现上述目的，能够提供能够兼顾优异导热性和优异绝缘性的导热片及其制造方法、以及使用上述导热片的散热构件和半导体装置。

附图说明

[0039] [图1]图1是显示本发明所适用的导热片、散热构件和半导体装置的截面图。

具体实施方式

[0040] (导热片)

[0041] 本发明的导热片至少含有粘合剂树脂、绝缘被覆碳纤维和导热性填料,进一步,根据需要含有其他成分。

[0042] <粘合剂树脂>

[0043] 作为上述粘合剂树脂,没有特别限制,能够对应于目的而适宜选择,例如,可以列举热固性聚合物等。

[0044] 作为上述热固性聚合物,可以列举例如交联橡胶、环氧树脂、聚酰亚胺树脂、双马来酰亚胺树脂、苯并环丁烯树脂、酚树脂、不饱和聚酯、邻苯二甲酸二烯丙酯树脂、有机硅树脂、聚氨酯、聚酰亚胺硅氧烷(ポリイミドシリコン)、热固型聚苯醚、热固型改性聚苯醚等。这些可以单独使用一种,也可以并用两种以上。

[0045] 作为上述交联橡胶,可以列举例如天然橡胶、丁二烯橡胶、异戊二烯橡胶、丁腈橡胶、氢化丁腈橡胶、氯丁橡胶、乙丙橡胶、氯化聚乙烯、氯磺化聚乙烯、丁基橡胶、卤化丁基橡胶、氟橡胶、聚氨酯橡胶、丙烯酸橡胶、聚异丁烯橡胶、有机硅橡胶等。这些可以单独使用一种,也可以并用两种以上。

[0046] 这些之中,从成形加工性、耐候性优异以及对于电子部件的密合性和追随性的角度,上述热固性聚合物特别优选为有机硅树脂。

[0047] 作为上述的有机硅树脂,没有特别限制,可以根据目的而适当选择,优选为含有液态有机硅凝胶的主剂和固化剂的有机硅树脂。作为这样的有机硅树脂,可以列举例如加成反应型有机硅树脂、在加硫中使用过氧化物的热加硫型混炼(millable)型有机硅树脂等。其中,由于要求电子部件的散热面与散热片面的密合性,特别优选为加成反应型有机硅树脂。

[0048] 作为上述的加成反应型有机硅树脂,优选以含乙烯基的聚有机硅氧烷为主剂、以含Si-H基的聚有机硅氧烷为固化剂的双液型的加成反应型有机硅树脂。

[0049] 在上述液态有机硅凝胶的主剂和固化剂的组合中,作为上述主剂和上述固化剂的配合比例,没有特别限制,能够对应于目的而适宜选择。

[0050] 作为上述粘合剂树脂的含量,没有特别限制,可以根据目的而适当选择,优选为10体积%~40体积%,更优选为15体积%~40体积%,特别优选为20体积%~40体积%。

[0051] 本说明书中用“~”所表示的数值范围,表示分别以“~”的前后记载的数值为最小值和最大值而包含的范围。

[0052] <绝缘被覆碳纤维>

[0053] 上述绝缘被覆碳纤维至少含有碳纤维和上述碳纤维的表面的至少一部分上的被膜,进一步根据需要含有其他成分。

[0054] 上述被膜包含聚合性材料的固化物。

[0055] -碳纤维-

[0056] 作为上述碳纤维,没有特别限制,能够对应于目的而适宜选择,例如,可以使用沥

青系碳纤维、PAN系碳纤维、将PBO纤维进行石墨化而成的碳纤维、由电弧放电法、激光蒸发法、CVD法(化学气相生长法)、CCVD法(催化剂化学气相生长法)等合成的碳纤维。其中,从导热性的角度,特别优选为将PBO纤维进行石墨化而成的碳纤维、沥青系碳纤维。

[0057] 对于上述碳纤维,根据需要,为了提高与上述被膜的密合性,可以对其一部分或者全部进行表面处理来使用。作为上述表面处理,可以列举例如氧化处理、氮化处理、硝化、磺化,或者在通过这些处理导入至表面的官能团或碳纤维的表面使金属、金属化合物、有机化合物等附着或结合的处理等。作为上述官能团,可以列举例如羟基、羧基、羰基、硝基、氨基等。

[0058] 作为上述碳纤维的平均纤维长度(平均长轴长度),没有特别限制,可以根据目的而适当选择,优选为 $50\mu\text{m}$ ~ $250\mu\text{m}$,更优选为 $75\mu\text{m}$ ~ $200\mu\text{m}$,特别优选为 $90\mu\text{m}$ ~ $170\mu\text{m}$ 。

[0059] 作为上述碳纤维的平均纤维直径(平均短轴长度),没有特别限制,可以根据目的而适当选择,优选为 $4\mu\text{m}$ ~ $20\mu\text{m}$,更优选为 $5\mu\text{m}$ ~ $14\mu\text{m}$ 。

[0060] 作为上述碳纤维的纵横比(平均长轴长度/平均短轴长度),没有特别限制,可以根据目的而适当选择,优选为8以上,更优选为9~30。上述纵横比如果小于8,则碳纤维的纤维长度(长轴长度)较短,因此有时导热率会下降。

[0061] 这里,上述碳纤维的平均长轴长度和平均短轴长度可以通过例如显微镜、扫描电子显微镜(SEM)等测定。

[0062] -聚合性材料的固化物-

[0063] 上述聚合性材料的固化物是将聚合性材料固化来得到的。换言之,上述固化物是上述聚合性材料的聚合物。

[0064] 上述聚合性材料只要是具有聚合性的有机材料,就没有特别限制,能够对应于目的而适宜选择,例如,可以列举具有聚合性的有机化合物、具有聚合性的树脂等。

[0065] 作为上述聚合性材料所发生的聚合,例如,可以列举自由基聚合、阳离子聚合、阴离子聚合等。其中,从能够适用的聚合性材料、聚合引发剂、溶剂的种类多,可得到多样的固化物的角度,优选自由基聚合。

[0066] 即,上述聚合性材料优选为自由基聚合性材料。

[0067] --自由基聚合性材料--

[0068] 上述自由基聚合性材料只要是利用能量进行自由基聚合的材料,就没有特别限制,能够对应于目的而适宜选择,例如,可以列举具有自由基聚合性双键的化合物等。

[0069] 作为上述自由基聚合性双键,例如,可以列举乙烯基、丙烯酰基、甲基丙烯酰基等。

[0070] 作为上述的具有自由基聚合性双键的化合物中的上述自由基聚合性双键的个数,从耐热性和包含耐溶剂性在内的被膜强度的角度,优选为2个以上。即,上述具有自由基聚合性双键的化合物优选含有至少1种以上的具有2个以上自由基聚合性双键的化合物。

[0071] 作为上述具有2个以上自由基聚合性双键的化合物,例如,可以列举二乙烯基苯、具有2个以上(甲基)丙烯酰基的化合物等。

[0072] 作为上述的具有2个以上的(甲基)丙烯酰基的化合物,例如,可以列举乙二醇二(甲基)丙烯酸酯、(聚)乙二醇二(甲基)丙烯酸酯、丙二醇二(甲基)丙烯酸酯、(聚)丙二醇二(甲基)丙烯酸酯、季戊四醇四(甲基)丙烯酸酯、季戊四醇三(甲基)丙烯酸酯、季戊四醇二(甲基)丙烯酸酯、三羟甲基丙烷三(甲基)丙烯酸酯、二季戊四醇六(甲基)丙烯酸酯、二季戊

四醇五(甲基)丙烯酸酯、三(甲基)丙烯酸甘油酯、二(甲基)丙烯酸甘油酯、1,6-己二醇二(甲基)丙烯酸酯、新戊二醇二(甲基)丙烯酸酯、四羟甲基甲烷三(甲基)丙烯酸酯、四羟甲基丙烷四(甲基)丙烯酸酯、三环癸烷二甲醇二(甲基)丙烯酸酯、(聚)乙氧化双酚A二(甲基)丙烯酸酯等。

[0073] 这里,(甲基)丙烯酰基是丙烯酰基和甲基丙烯酰基的总称,(甲基)丙烯酸酯是丙烯酸酯和甲基丙烯酸酯的总称。

[0074] 上述自由基聚合性材料可以单独使用一种,也可以并用两种以上。

[0075] 作为上述自由基聚合性材料的分子量,没有特别限制,可以根据目的而适当选择,优选为50~500。

[0076] 作为上述固化物和上述被膜中的源自上述聚合性材料的构成单元的含量,没有特别限制,可以根据目的而适当选择,优选为50质量%以上,更优选为90质量%以上。

[0077] 作为上述绝缘被覆碳纤维中的上述被膜的平均厚度,没有特别限制,可以根据目的而适当选择,但从实现高绝缘性的角度,优选为50nm以上,更优选为100nm以上,特别优选为200nm以上。作为上述平均厚度的上限值,没有特别限制,可以根据目的而适当选择,例如上述平均厚度优选为1,000nm以下,更优选为500nm以下。

[0078] 上述平均厚度可以通过例如透射电子显微镜(TEM)观察来求出。

[0079] 上述导热片中,上述绝缘被覆碳纤维在其长度方向的端部可以不存在上述被膜。尤其是,上述导热片有时通过将大块状的成型体进行切片来制作,因此在上述导热片的表面,上述绝缘被覆碳纤维在其长度方向的端部可以不存在上述被膜。

[0080] 作为上述绝缘被覆碳纤维的含量,没有特别限制,可以根据目的而适当选择,优选为2体积%~20体积%,更优选为10体积%~20体积%。上述含量如果小于2体积%,则上述导热片的热特性(尤其是导热性)有时会不充分,如果超过20体积%,则上述导热片的绝缘性有时会不充分。

[0081] 上述绝缘被覆碳纤维与上述粘合剂树脂的质量比(绝缘被覆碳纤维/粘合剂树脂)小于1.30,优选为0.10以上且小于1.30,更优选为0.30以上且小于1.30,进一步更优选为0.50以上且小于1.30,特别优选为0.60以上且1.20以下。上述质量比如果为1.30以上,则上述导热片的绝缘性会变得不充分。

[0082] 需要说明的是,上述导热片含有上述绝缘被覆碳纤维。即,上述绝缘被覆碳纤维与上述粘合剂树脂的质量比(绝缘被覆碳纤维/粘合剂树脂)的下限值当然不能为0.00(上述质量比大于0.00)。

[0083] 作为上述绝缘被覆碳纤维的制造方法,没有特别限制,能够对应于目的而适宜选择,例如,可以列举后述的绝缘被覆碳纤维制作工序等。

[0084] <导热性填料>

[0085] 作为上述导热性填料,只要是上述绝缘被覆碳纤维以外的导热性填料,就没有特别限制,能够对应于目的而适宜选择,例如,可以列举无机物填料等。

[0086] 作为上述无机物填料,对于其形状、材质、平均粒径等没有特别限制,能够对应于目的而适宜选择。作为上述形状,没有特别限制,能够对应于目的而适宜选择,例如,可以列举球状、椭球状、块状、粒状、扁平状、针状等。其中,球状、椭圆形状从填充性的角度而优选,特别优选为球状。

[0087] 需说明的是,本说明书中,上述无机物填料与上述绝缘被覆碳纤维和上述碳纤维不同。

[0088] 作为上述无机物填料,例如,可以列举氮化铝(氮化铝:AlN)、二氧化硅、氧化铝(三氧化二铝)、氮化硼、二氧化钛、玻璃、氧化锌、碳化硅、硅(silicon)、氧化硅、氧化铝、金属粒子等。这些可以单独使用一种,也可以并用两种以上。其中,优选氧化铝、氮化硼、氮化铝、氧化锌、二氧化硅,从导热率的角度,特别优选氧化铝、氮化铝、氧化锌。

[0089] 需说明的是,也可以对上述无机物填料实施表面处理。作为上述表面处理,如果由偶联剂对上述无机物填料进行处理,则上述无机物填料的分散性提高,导热片的柔软性提高。

[0090] 作为上述无机物填料的平均粒径,没有特别限制,能够对应于目的而适宜选择。

[0091] 上述无机物填料为三氧化二铝时,其平均粒径优选为 $1\mu\text{m}\sim 10\mu\text{m}$,更优选为 $1\mu\text{m}\sim 5\mu\text{m}$,特别优选为 $3\mu\text{m}\sim 5\mu\text{m}$ 。上述平均粒径如果小于 $1\mu\text{m}$,则有时粘度增大、变得难以混合,如果超过 $10\mu\text{m}$,则有时上述导热片的热阻会变大。

[0092] 上述无机物填料为氮化铝时,其平均粒径优选为 $0.3\mu\text{m}\sim 6.0\mu\text{m}$,更优选为 $0.3\mu\text{m}\sim 2.0\mu\text{m}$,特别优选为 $0.5\mu\text{m}\sim 1.5\mu\text{m}$ 。上述平均粒径如果小于 $0.3\mu\text{m}$,则有时粘度增大、变得难以混合,如果超过 $6.0\mu\text{m}$,则有时上述导热片的热阻会变大。

[0093] 上述无机物填料的平均粒径例如能够通过粒度分布计、扫描电子显微镜(SEM)来测定。

[0094] 作为上述导热性填料的含量,没有特别限制,可以根据目的而适当选择,优选为45体积%~75体积%,更优选为48体积%~75体积%,特别优选为48体积%~70体积%。上述含量如果小于45体积%,则有时上述导热片的热阻变大,如果超过75体积%,则有时上述导热片的柔软性下降。

[0095] <其他成分>

[0096] 作为上述其他成分,没有特别限制,能够对应于目的而适宜选择,例如,可以列举触变性赋予剂、分散剂、固化促进剂、延迟剂、微增粘剂、增塑剂、阻燃剂、抗氧化剂、稳定剂、着色剂等。

[0097] 作为上述导热片的平均厚度,没有特别限制,可以根据目的而适当选择,优选为 $0.05\text{mm}\sim 5.00\text{mm}$,更优选为 $0.07\text{mm}\sim 4.00\text{mm}$,特别优选为 $0.10\text{mm}\sim 3.00\text{mm}$ 。

[0098] 上述导热片的表面优选由从上述导热片渗出的渗出成分来覆盖,以便追随因突出的上述绝缘被覆碳纤维所导致的凸形状。

[0099] 将上述导热片的表面如此处理的方法可以通过例如后述的表面被覆工序来进行。

[0100] 对于上述导热片,从防止所使用的半导体元件周边的电子回路短路的角度,在施加1,000V电压时的体积电阻率优选为 $1.0\times 10^{10}\Omega\cdot\text{cm}$ 以上。上述体积电阻率例如按照JIS K-6911来测定。

[0101] 作为上述体积电阻率的上限值,没有特别限制,能够对应于目的而适宜选择,例如,可以列举上述体积电阻率为 $1.0\times 10^{18}\Omega\cdot\text{cm}$ 以下。

[0102] 对于上述导热片,从相对于电子部件和散热片的密合性的角度,负荷 $0.5\text{kgf}/\text{cm}^2$ 时的压缩率优选为3%以上,更优选为5%以上。

[0103] 作为上述导热片的压缩率的上限值,没有特别限制,可以根据目的而适当选择,上

述导热片的压缩率优选为30%以下。

[0104] (导热片的制造方法)

[0105] 本发明的导热片的制造方法至少包括成型体制作工序和成型体片制作工序,并且优选包括绝缘被覆碳纤维制作工序和表面被覆工序,进一步根据需要包括其他工序。

[0106] 上述导热片的制造方法是制造本发明的上述导热片的方法。

[0107] <成型体制作工序>

[0108] 作为上述成型体制作工序,只要是通过将含有粘合剂树脂、绝缘被覆碳纤维和导热性填料的导热性树脂组合物成型为预定形状并固化,得到上述导热性树脂组合物的成型体的工序,就没有特别限制,能够对应于目的而适宜选择。

[0109] -导热性树脂组合物-

[0110] 上述导热性树脂组合物至少含有粘合剂树脂、绝缘被覆碳纤维和导热性填料,进一步根据需要含有其他成分。

[0111] 作为上述粘合剂树脂,可以列举上述导热片的说明中所例示的上述粘合剂树脂。

[0112] 作为上述绝缘被覆碳纤维,可以列举上述导热片的说明中所例示的上述绝缘被覆碳纤维。

[0113] 作为上述导热性填料,可以列举上述导热片的说明中所例示的上述导热性填料。

[0114] 在上述成型体制作工序中,作为将上述导热性树脂组合物成型为预定形状的方法,没有特别限制,能够对应于目的而适宜选择,例如,可以列举挤出成型法、模具成型法等。

[0115] 就上述成型体制作工序而言,从所得到的上述导热片中的上述绝缘被覆碳纤维能够随机取向来考虑,优选通过在中空状的模具内填充上述导热性树脂组合物,使上述导热性树脂组合物热固化来进行。

[0116] 得到的上述导热片中,通过上述绝缘被覆碳纤维随机取向,能够增加上述绝缘被覆碳纤维彼此之间的交缠,因而与上述绝缘被覆碳纤维在一定方向上取向的情形相比,导热率增大。此外,通过上述绝缘被覆碳纤维随机取向,除了增加上述绝缘被覆碳纤维彼此之间的交缠之外,还能够增加与上述导热性填料(例如,无机物填料)的接触点,因此与上述绝缘被覆碳纤维在一定方向上取向的情形相比,导热率进一步增大。

[0117] 作为上述挤出成型法和上述模具成型法,没有特别限制,可以根据上述导热性树脂组合物的粘度、所得到的导热片所要求的特性等,从公知的各种挤出成型法和模具成型法中适宜地选择。

[0118] 上述挤出成型法中,在将上述导热性树脂组合物由模头挤出时,或者,在上述模具成型法中,在将上述导热性树脂组合物压入模具时,虽然例如上述粘合剂树脂流动,一部分上述绝缘被覆碳纤维会沿着其流动方向取向,但大多会成为随机取向。

[0119] 需说明的是,在模头的前端安装了狭缝的情况下,在相对于被挤出的成型体块的宽度方向的中央部,会有绝缘被覆碳纤维易于取向的倾向。而另一方面,在相对于成型体块的宽度方向的周边部,受到狭缝壁的影响,绝缘被覆碳纤维易于随机取向。

[0120] 成型体(大块状的成型体)的大小和形状可以根据所要求的导热片的大小来确定。例如,可以列举截面的纵向大小为0.5cm~15cm且横向大小为0.5cm~15cm的长方体。长方体的长度只要对应于需要来确定即可。

[0121] 上述成型体制作工序中的上述导热性树脂组合物的固化优选为热固化。作为上述热固化的固化温度,没有特别限制,能够对应于目的而适宜选择,例如,在上述粘合剂树脂含有液态有机硅凝胶的主剂和固化剂时,优选为60℃~120℃。作为上述热固化的固化时间,没有特别限制,能够对应于目的而适宜选择,例如,可以列举0.5小时~10小时等。

[0122] <成型体片制作工序>

[0123] 作为上述成型体片制作工序,只要是将上述成型体切断为片状、得到成型体片的工序,就没有特别限制,能够对应于目的而适宜选择,例如,能够通过切片装置来进行。

[0124] 上述成型体片制作工序中,将上述成型体切断为片状,得到成型体片。在得到的上述成型体片的表面,上述绝缘被覆碳纤维突出。这被认为是因为在通过切片装置等将上述成型体切断为片状时,由于上述粘合剂树脂的固化成分与上述绝缘被覆碳纤维之间的硬度差,上述粘合剂树脂的固化成分被切片装置等切断构件拉伸而伸长,在上述成型体片表面,上述粘合剂树脂的固化成分从上述绝缘被覆碳纤维表面被除去。

[0125] 作为上述切片装置,没有特别限制,能够对应于目的而适宜选择,例如,可以列举超声波裁切机、刨子(鉋)等。作为上述成型体的切断方向,在成型方法为挤出成型法时,由于是在挤出方向上取向,因而相对于挤出方向优选为60度~120度,更优选为70度~100度,特别优选为90度(垂直)。

[0126] 作为上述成型体片的平均厚度,没有特别限制,可以根据目的而适当选择,优选为0.06mm~5.01mm,更优选为0.08mm~4.01mm,特别优选为0.11mm~3.01mm。

[0127] <表面被覆工序>

[0128] 作为上述表面被覆工序,只要是由从上述成型体片渗出的渗出成分覆盖上述成型体片的表面以便追随因突出的上述绝缘被覆碳纤维导致的凸形状 of 的工序,就没有特别限制,能够对应于目的而适宜选择,例如,可以列举冲压处理、成型体片放置处理等。

[0129] 这里,“渗出成分”是指包含在上述导热性树脂组合物中但对于固化没有帮助的成分,是非固化性成分、以及粘合剂树脂中没有固化的成分等。

[0130] -冲压处理-

[0131] 作为上述冲压处理,只要是对上述成型体片进行冲压,由从上述成型体片渗出的渗出成分覆盖上述成型体片的表面以便追随因突出的上述绝缘被覆碳纤维导致的凸形状 of 的处理,就没有特别限制,能够对应于目的而适宜选择。

[0132] 上述冲压例如可以使用包括平盘和表面平坦的冲头的一对冲压装置来进行。此外,也可以使用夹送辊来进行。

[0133] 作为上述冲压时的压力,没有特别限制,可以根据目的而适当选择,但如果过低,则有与不进行冲压的情形相比热阻不变的倾向,如果过高,则有片延伸的倾向,因而优选为0.1MPa~100MPa,更优选为0.5MPa~95MPa。

[0134] 作为上述冲压的时间,没有特别限制,可以根据粘合剂树脂的成分、冲压压力、片面积、渗出成分的渗出量等适宜选择。

[0135] 上述冲压处理中,为了更加促进渗出成分渗出以及覆盖上述成型体片表面的效果,还可以使用内置有加热器的冲头,边加热边进行。为了提高这样的效果,优选加热温度在粘合剂树脂的玻璃化转变温度以上来进行。由此,能缩短冲压时间。

[0136] 上述冲压处理中,通过对上述成型体片进行冲压,使渗出成分从上述成型体片渗

出,并由上述渗出成分覆盖表面。因此,所得到的导热片相对于电子部件、散热器的表面的追随性、密合性提高,能够降低热阻。此外,由上述渗出成分进行的覆盖成为能够反映导热片表面的绝缘被覆碳纤维的形状的程度的厚度时,能够避免热阻的上升。

[0137] 需说明的是,成型体片通过被冲压从而在厚度方向上被压缩,能够增大绝缘被覆碳纤维和导热性填料彼此接触的频率。由此,能够降低导热片的热阻。

[0138] 上述冲压处理中,优选使用用于将上述成型体片压缩至预定厚度的间隔体来进行。即,对于导热片,例如,通过在与冲头对峙的载置面上配置间隔体来对成型体片进行冲压,能够形成为对应于间隔体高度的预定片厚。

[0139] -成型体片放置处理-

[0140] 作为上述成型体片放置处理,只要是将上述成型体片放置并由从上述成型体片渗出的渗出成分覆盖上述成型体片的表面的处理,就没有特别限制,能够对应于目的而适宜选择。

[0141] 关于由从成型体片渗出的粘合剂树脂的渗出成分覆盖成型体片的表面和从成型体片表面露出的上述绝缘被覆碳纤维的处理,也可以替代上述冲压处理而变为上述成型体片放置处理。这种情况下,与冲压处理同样地,所得到的导热片相对于电子部件、散热器的表面的追随性、密合性提高,能够降低热阻。此外,由上述渗出成分进行的覆盖成为能够反映导热片表面的绝缘被覆碳纤维的形状的程度的厚度时,能够避免热阻的上升。

[0142] 作为上述放置的时间,没有特别限制,能够对应于目的而适宜选择。

[0143] <绝缘被覆碳纤维制作工序>

[0144] 上述绝缘被覆碳纤维制作工序是对混合物赋予能量来使聚合引发剂活化,从而在碳纤维的表面的至少一部分形成包含聚合性材料的固化物的被膜,得到上述绝缘被覆碳纤维的工序。

[0145] 上述混合物是通过将上述聚合性材料、上述碳纤维、上述聚合引发剂和溶剂进行混合而得到的。

[0146] 在对上述混合物赋予能量时,优选对上述混合物进行搅拌。

[0147] 在上述混合物中,通过赋予上述能量而使上述聚合引发剂活化,不会导致碳纤维彼此的凝聚,而能够在碳纤维上形成具有所希望厚度的绝缘性被膜。而且,就所得到的绝缘被覆碳纤维而言,能够形成绝缘性比以往的被膜更优异的被膜,结果是,在维持高导热性的同时绝缘性大幅提高。

[0148] -聚合引发剂-

[0149] 作为上述聚合引发剂,只要能通过赋予上述能量来产生活性种,使上述聚合性材料聚合,就没有特别限制,能够对应于目的而适宜选择。

[0150] 在上述聚合性材料为自由基聚合性材料时,作为上述聚合引发剂,例如,可以列举偶氮化合物、有机过氧化物等热聚合引发剂,烷基苯酮型、酰基膦氧化物型等紫外线聚合引发剂等。

[0151] 作为上述能量,可以列举热能、光能等。

[0152] 即,在使用热能作为上述能量时,例如,通过将上述混合物加热至上述热聚合引发剂的热分解温度以上,从而使上述热聚合引发剂活化,进行上述聚合性材料的聚合。上述热能例如通过由热传导带来的传热来赋予至上述混合物。

[0153] 此外,在使用光能作为上述能量时,例如,通过对上述混合物照射紫外线,从而使上述紫外线聚合引发剂活化,进行上述聚合性材料的聚合。

[0154] -溶剂-

[0155] 作为上述溶剂,可以列举有机溶剂、水等。

[0156] 作为上述有机溶剂,例如,可以列举己烷、环己烷、乙醚、聚醚(甘醇二甲醚)、 γ -丁内酯、N-甲基吡咯烷酮、乙腈、四氢呋喃、乙酸乙酯、二甲苯、甲苯、苯、二甲基亚砷、丙酮、甲乙酮、异丙醇、乙醇、甲醇等。

[0157] 这些之中,在使用二乙烯基苯作为上述自由基聚合性材料时,优选使用乙醇或者乙醇与异丙醇的混合物,在使用具有2个以上(甲基)丙烯酰基的化合物作为上述自由基聚合性材料时,优选使用乙醇或者乙醇与甲苯的混合物。

[0158] -脱气-

[0159] 在制作上述绝缘被覆碳纤维时,还可以对上述混合物进行脱气。这是为了促进上述碳纤维的表面润湿性。对于上述脱气的方法,没有特别限定,例如,可以列举利用减压、超声波进行脱气的方法等。

[0160] -惰性化-

[0161] 在制作上述绝缘被覆碳纤维时,还可以进行惰性化。

[0162] 上述惰性化是指降低氧浓度的处理。

[0163] 这是为了防止后述的聚合反应受到氧的阻碍。作为上述惰性化的方法,没有特别限制,能够对应于目的而适宜选择,例如,可以列举在搅拌上述混合物的同时通过鼓泡来供给氮等非活性气体的方法、通过减压和氮清洗来对容器内进行氮置换的方法等。

[0164] -聚合反应-

[0165] 在制作上述绝缘被覆碳纤维时,例如,通过在搅拌上述混合物的同时赋予能量,从而在上述碳纤维的至少一部分形成包含上述聚合性材料的固化物的被膜。

[0166] 在上述能量为热能时,聚合时的上述混合物的温度优选为 $0^{\circ}\text{C}\sim 200^{\circ}\text{C}$,更优选为 $25^{\circ}\text{C}\sim 150^{\circ}\text{C}$,特别优选为 $50^{\circ}\text{C}\sim 100^{\circ}\text{C}$ 。这是为了能够确实地进行上述被膜的形成,能够得到具有高绝缘性的上述绝缘被覆碳纤维。

[0167] 在上述绝缘被覆碳纤维的制作工序中,上述聚合反应后,优选降温(缓冷)至室温。这是为了降低溶剂的温度,使在溶剂中微量溶解的聚合物作为上述被膜析出。对于缓冷的方法,没有特别限定,例如,可以列举在进行温度管理的同时将反应容器浸入冷却槽的方法。

[0168] 在上述绝缘被覆碳纤维的制作工序中,例如,在聚合反应前,碳纤维、聚合性材料(单体)以在搅拌下分散、溶解于溶剂中的状态存在。在赋予能量后,单体在溶液中聚合,在聚合至溶剂中的析出临界链长后,以碳纤维作为析出的契机(核),在其表面析出聚合物。这时,形成的聚合物作为整体被捕捉的情况下,不溶于溶剂,或者就算是溶解也是微量的。在该析出的聚合物中残留有聚合性基团时,则可以期待单体的反应,甚至进一步发生析出,从而期待物理的、化学的层叠。然后,通过进行缓冷,反应槽温度下降,同时相对于溶剂的溶解度也下降,其结果是,对于在溶剂中微量溶解的聚合物,也推测其对聚合物的膜厚有贡献,通过减缓这样的贡献而能够降低融合(合一)的担忧。而且,上述绝缘被覆碳纤维制作工序中,与由随机的相分离导致包埋的乳液聚合相比,能够提高对碳纤维表面的选择性,能够形

成均匀的被膜。而且,所形成的绝缘被膜与以往的绝缘被覆相比,具有高绝缘性。

[0169] 上述聚合反应是在碳纤维上使包含聚合物(固化物)的绝缘被膜析出的反应,是接近于析出聚合的反应。但是,从并非是以静电引力-吸附、单体、引发剂成分的吸收、由表面官能团导致的结合为主要原因的机制这方面来说,与通常的析出聚合不同。

[0170] 此外,在上述绝缘被覆碳纤维的制作工序中,在上述缓冷后,能够使所得到的绝缘被覆碳纤维沉淀。

[0171] 通过使所得到的绝缘被覆碳纤维沉淀,能够容易地进行与溶剂的分离。需说明的是,沉淀是通过在缓冷后将反应容器静置一定时间来进行的。

[0172] (散热构件)

[0173] 本发明的散热构件至少具有散热器和导热片,进一步根据需要具有其他构件。

[0174] (半导体装置)

[0175] 本发明的半导体装置至少具有电子部件、散热器和导热片,进一步根据需要具有其他构件。

[0176] 作为上述电子部件,没有特别限制,能够对应于目的而适宜选择,例如,可以列举CPU、MPU、图形计算元件等。

[0177] 上述散热器只要是使上述电子部件所发的热散热的构件,就没有特别限制,能够对应于目的而适宜选择。

[0178] 上述导热片是本发明的上述导热片,配置于上述散热器且夹持在上述散热器与上述电子部件之间。

[0179] 使用附图,对本发明的半导体装置的一例进行说明。

[0180] 图1是本发明的半导体装置的一例的概略截面图。本发明的导热片1是要将半导体元件等电子部件3所发的热散热的物体,如图1所示,导热片1固定在散热器2的与电子部件3对峙的主面2a上,夹持在电子部件3与散热器2之间。此外,导热片1夹持在散热器2与散热片5之间。而且,导热片1与散热器2一起,构成将电子部件3的热散热的散热构件。

[0181] 散热器2形成为例如方形板状,具有与电子部件3对峙的主面2a和沿着主面2a的外周竖立的侧壁2b。关于散热器2,在由侧壁2b所包围的主面2a设有导热片1,此外,在与主面2a相反侧的另一面2c隔着导热片1设有散热片5。散热器2具有越高的导热率,则越能降低热阻,越能效率良好地吸收半导体元件等电子部件3的热,因而,例如,可以使用导热性良好的铜、铝来形成。

[0182] 电子部件3例如是BGA等半导体元件,安装于配线基板6。此外,散热器2的侧壁2b的前端面也安装于配线基板6,由此,由侧壁2b隔开预定距离地包围电子部件3。

[0183] 而且,通过在散热器2的主面2a上粘接有导热片1,从而形成吸收电子部件3所发的热并通过散热片5散热的散热构件。散热器2与导热片1的粘接可以通过导热片1自身的粘着力来进行,也可以适宜地使用粘接剂。作为粘接剂,可以使用承担导热片1向散热器2的粘接和热传导的公知的散热性树脂,或者散热性的粘接膜。

[0184] 实施例

[0185] 接着,对本发明的实施例进行说明。本实施例中,制作导热片的样品,对各样品进行各种评价。

[0186] 需说明的是,本发明不限于这些实施例。

[0187] (制造例1)

[0188] <绝缘被覆碳纤维的制作>

[0189] 在玻璃容器中,投入平均纤维直径 $9\mu\text{m}$ 、平均纤维长度 $100\mu\text{m}$ 的沥青系碳纤维(商品名XN-100-10M:日本石墨纤维(株)制)100g、乙醇450g,用搅拌桨叶进行混合,得到浆液。在以流量 $160\text{mL}/\text{min}$ 向浆液中加入氮来进行惰性化的同时,向浆液中加入二乙烯基苯(93%二乙烯基苯,和光纯药工业(株)制)25g。

[0190] 加入二乙烯基苯10分钟后,向浆液中投入预先在50g乙醇中溶解的0.500g聚合引发剂(商品名V-65,油溶性偶氮聚合引发剂,和光纯药工业(株)制)。投入后,搅拌5分钟后,停止由氮进行的惰性化。

[0191] 然后,在搅拌的同时开始升温,在 70°C 保持温度,并降温至 40°C 。需说明的是,从升温开始至降温开始设为反应时间。降温后,静置15分钟,使浆液中分散的固体成分沉淀。沉淀后通过倾析除去上清液,再度加入溶剂750g,搅拌15分钟,清洗固体成分。

[0192] 清洗后,通过吸滤来回收固体成分,将回收的固体成分在 100°C 干燥6小时,得到绝缘被覆碳纤维。

[0193] (制造例2~8)

[0194] <绝缘被覆碳纤维的制作>

[0195] 在制造例1中,除了将配合变更为如表2-1和表2-2那样以外,与制造例1同样地操作,得到绝缘被覆碳纤维。

[0196] (比较制造例1)

[0197] <绝缘被覆碳纤维的制作>

[0198] 在聚乙烯制容器中,投入平均纤维直径 $9\mu\text{m}$ 、平均纤维长度 $100\mu\text{m}$ 的沥青系碳纤维(商品名XN-100-10M:日本石墨纤维(株)制)100g、四乙氧基硅烷(TEOS)200g、乙醇900g,由搅拌桨叶进行混合。

[0199] 然后,在加温至 50°C 的同时,用5分钟投入反应引发剂(10%氨水)176g。以溶剂的投入结束时的时刻作为0分钟,进行搅拌3小时。

[0200] 搅拌结束后,降温,吸滤并回收固体成分,用水和乙醇清洗固体成分,再度进行吸滤,回收固体成分。

[0201] 将回收后的固体成分在 100°C 干燥2小时后,进一步在 200°C 进行烧成8小时,从而得到绝缘被覆碳纤维。

[0202] (评价)

[0203] 对于制造例1~8和比较制造例1中得到的绝缘被覆碳纤维,进行以下的评价。此外,关于电阻,对于未进行绝缘被覆的以下碳纤维也进行评价。评价结果示于表2-1和表2-2。

[0204] 比较试料1:

[0205] 平均纤维直径 $9\mu\text{m}$ 、平均纤维长度 $100\mu\text{m}$ 的沥青系碳纤维(商品名XN-100-10M:日本石墨纤维(株)制)

[0206] 比较试料2:

[0207] 平均纤维直径 $9\mu\text{m}$ 、平均纤维长度 $120\mu\text{m}$ 的沥青系碳纤维(商品名XN-100-12M:日本石墨纤维(株)制)

[0208] 比较试料3:

[0209] 平均纤维直径 $9\mu\text{m}$ 、平均纤维长度 $150\mu\text{m}$ 的沥青系碳纤维(商品名XN-100-15M:日本石墨纤维(株)制)

[0210] (1)回收率

[0211] 对于绝缘被覆碳纤维的各样品,在测定其质量后,除以所使用的碳纤维的质量来进行回收率的计算。对于所算出的回收率,可知回收率越大则被覆的量就越大。

[0212] (2)被覆的膜厚

[0213] 对于绝缘被覆碳纤维的各样品,使用聚焦离子束(FIB)切断后,使用透射电子显微镜(TEM)观察截面,测定被覆的平均膜厚。

[0214] (3)被覆碳纤维的电阻

[0215] 将绝缘被覆碳纤维的各样品投入到筒状容器(直径:9mm、长度:15mm)以使得填充密度达到 $0.750\text{g}/\text{cm}^3$,然后使用高电阻测定装置,由二端子法对改变施加电压时的电阻进行测定。其中,对于未进行绝缘被覆的碳纤维,使用低电阻测定装置,由四端子法在施加电压为最大10V的范围内进行电阻的测定。

[0216] 此外,对于电阻值极高,超过测定范围(参照表1)的样品,在表2-1和表2-2中,用“Over Range”(超量程)表示。

[0217] 使用高电阻测定装置时能够测定的范围,如下所示。

[0218] [表1]

		能够测定的范围
[0219] 电阻 (Ω)	测定电压 1V	1.0×10^3 以上且小于 1.0×10^{11}
	测定电压 10V	1.0×10^3 以上且小于 1.0×10^{11}
	测定电压 50V	1.0×10^6 以上且小于 1.0×10^{12}
	测定电压 100V	1.0×10^6 以上且小于 1.0×10^{12}
	测定电压 250V	1.0×10^6 以上且小于 1.0×10^{12}
	测定电压 500V	1.0×10^7 以上且小于 1.0×10^{13}
	测定电压 1000V	1.0×10^8 以上且小于 1.0×10^{15}

[0220] [表2-1]

[0221]

			制造例					比较 制造例	比较试料		
			1	2	3	4	5	1	1	2	3
配合 (g)	碳纤维	XN-100-10M	100					100	XN-100 -10M	XN-100 -12M	XN-100 -15M
		XN-100-12M		100		100	100				
		XN-100-15M			100						
	单体	二乙烯基苯	25	25	25	15					
		LIGHT ESTER EG					18.75				
		TEOS						200			
	引发剂	V-65	0.500	0.500	0.500	0.400	0.375				
		10%NH3 水溶液						176			
	溶剂	乙醇	500	500	500	500	500	900			
反应条件	温度 (°C)	70	70	70	70	70	50	—	—	—	
	时间 (hr)	4	4	4	4	4	4	—	—	—	
评价	回收率		107%	108%	107%	105%	109%	107%	—	—	—
	TEM膜厚 (N=2 Ave.)		213nm	261nm	253nm	120nm	300nm	70nm	—	—	—
	凝聚		无	无	无	无	无	无	无	无	无
	电阻 Ω	10V	超量程					1.03E+10	3.98E-01	5.70E-02	1.56E-02
		100V	超量程					7.31E+09	—		
		500V	超量程					1.65E+09	—		
		1000V	6.08E+13	2.74E+14	1.33E+12	2.70E+12	1.10E+14	6.02E+08	—		

[0222] [表2-2]

[0223]

			制造例 6	制造例 7	制造例 8
配合 (g)	碳纤维	XN100-10M			
		XN100-12M	100	100	100
		XN100-15M			
	单体	二乙烯基苯	25	25	25
		LIGHT ESTER EG			
		TEOS			
	引发剂	V-65	0.5	0.5	0.5
		10%NH ₃ 水溶液			
	溶剂	乙醇	500	500	500
	反应条件		温度 (°C)	70	70
			时间 (hr)	4.5	5
评价	回收率		108%	109%	108%
	TEM膜厚 (nm)		302	325	396
	凝聚		无	无	无
	电阻 Ω	10V	超量程		
		100V	超量程		
		500V	超量程		
		1000V	3.03E+13	4.62E+13	3.61E+14

[0224] 表2-1和表2-2中,“E”表示“10的幂”。即,“1E+3”表示“1000”、“1E-1”表示“0.1”。表4-1~表4-5中也同样。

[0225] XN-100-10M:平均纤维直径9μm、平均纤维长度100μm的沥青系碳纤维、日本石墨纤维(株)

[0226] XN-100-12M:平均纤维直径9μm、平均纤维长度120μm的沥青系碳纤维、日本石墨纤维(株)

[0227] XN-100-15M:平均纤维直径9μm、平均纤维长度150μm的沥青系碳纤维、日本石墨纤维(株)

[0228] LIGHT ESTER EG:乙二醇二甲基丙烯酸酯,共荣社化学株式会社

[0229] (实施例1)

[0230] 按照以下的配合进行混合,调制有机硅树脂组合物(导热性树脂组合物)。

[0231] -配合-

[0232] --配合物1(合计100体积%)--

[0233] • 制造例1的绝缘被覆碳纤维 12.43体积%

[0234] • 三氧化二铝 54.23体积%

[0235] (商品名:DAW03,平均粒径4 μ m,DENKA(株))

[0236] • 有机硅树脂 33.34体积%

[0237] 需说明的是,有机硅树脂如下所示。

[0238] --有机硅树脂--

[0239] • 有机硅树脂A 55质量%

[0240] (商品名:527(A),东丽·道康宁(株))

[0241] • 有机硅树脂B 45质量%

[0242] (商品名:527(B),东丽·道康宁(株))

[0243] 将所得到的有机硅树脂组合物挤出到内壁贴付了经剥离处理的PET膜的长方体状的模具(42mm \times 42mm)中,成型为有机硅成型体。将所得到的有机硅成型体在烤箱中在100 $^{\circ}$ C固化6小时,成为有机硅固化物。

[0244] 将所得到的有机硅固化物在烤箱中在100 $^{\circ}$ C加热1小时后,用超声波裁切机切断,得到厚度2.05mm的成型体片。超声波裁切机的切片速度为每秒50mm。此外,对于超声波裁切机赋予的超声波振动的振动频率设为20.5kHz,振幅设为60 μ m。

[0245] 将所得到的成型体片用经剥离处理的PET膜夹持之后,加入厚度1.98mm的间隔体并进行冲压,由此得到厚度2.00mm的导热片样品。冲压条件设定为50 $^{\circ}$ C、0.5MPa时为3min。在刚刚切片后的表面所看到的填料虽没有被粘合剂所被覆,但通过冲压,填料被压向片,没入到片内,从而粘合剂成分出现在表面,因而被粘合剂所覆盖并反映片表面的填料形状。在冲压后的与片接触的剥离PET面上可以确认到粘合剂成分。

[0246] <评价>

[0247] 进行如下的评价。结果示于表4-1。

[0248] <<热特性(有效导热率、热阻、压缩率)>>

[0249] 热特性的测定使用基于ASTM-D5470的热阻测定装置(迪睿合(株)制)来进行。

[0250] 需说明的是,有效导热率是厚度方向的导热率。

[0251] 此外,各特性是施加负荷0.5kgf/cm²而测定的。

[0252] <<电特性(体积电阻率、绝缘击穿电压)>>

[0253] -体积电阻率-

[0254] 使用电阻测定器((株)三菱化学Analytech制Hiresta UX),测定改变施加电压时的体积电阻率。

[0255] 对于电阻值极高、超出测定范围(参照表1)的样品,在表4-1~表4-5中,表示为“超量程(Over Range)”或“O.R.”,对电阻值极低,低于测定范围(参照表1)的样品,在表4-3中,表示为“欠量程(Under Range)”。

[0256] 需说明的是,体积电阻的测定范围取决于电阻值的测定范围,因此,表1中的测定范围的单位是 Ω 。

[0257] -绝缘击穿电压-

[0258] 绝缘击穿电压使用超高电压耐压试验器((株)计测技术研究所制,7473)以升压速度0.05kV/秒在室温下测定。将产生绝缘击穿时刻的电压设为绝缘击穿电压(kV或者kV/mm)。

[0259] (实施例2~10、比较例1~6)

[0260] 实施例1中,除了将配合物的配合按照表3-1或表3-2和表4-1~表4-3中记载的进行变更以外,与实施例1同样地操作,制作导热片。

[0261] 对于所得到的导热片,进行与实施例1同样的评价。结果示于表4-1~表4-3。

[0262] (实施例11~19)

[0263] 实施例1中,除了将配合物的配合和片厚度按照表3-3和表4-4~表4-5中记载的进行变更以外,与实施例1同样地操作,制作导热片。

[0264] 对于所得到的导热片,进行与实施例1同样的评价。结果示于表4-4~表4-5。

[0265] [表3-1]

有机硅树脂		实施例									
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
[0266] 527 (A)	质量%	55	55	0	0	0	0	0	55	0	0
527 (B)		45	45	0	0	0	0	0	45	0	0
CY52-276 (A)		0	0	55	55	55	55	55	0	55	55
CY52-276 (B)		0	0	45	45	45	45	45	0	45	45

[0267] [表3-2]

有机硅树脂		比较例					
		1	2	3	4	5	6
[0268] 527 (A)	质量%	56	57	57	50	59	56
527 (B)		44	43	43	50	41	44
CY52-276 (A)		0	0	0	0	0	0
CY52-276 (B)		0	0	0	0	0	0

[0269] [表3-3]

有机硅树脂		实施例								
		11	12	13	14	15	16	17	18	19
[0270] 527 (A)	质量%	55	55	55	55	55	55	55	55	55
527 (B)		45	45	45	45	45	45	45	45	45

[0271] 527 (A):有机硅树脂,东丽·道康宁(株)

[0272] 527 (B):有机硅树脂,东丽·道康宁(株)

[0273] CY52-276 (A):有机硅树脂,东丽·道康宁(株)

[0274] CY52-276 (B):有机硅树脂,东丽·道康宁(株)

[0275] [表4-1]

[0276]

			实施例				
			1	2	3	4	5
配合比 (体积%)	碳纤维	制造例 1	12.43				
		制造例 2		12.43	10.06	13.18	13.82
		制造例 3					
		制造例 4					
		制造例 5					
		比较制造例 1					
		XN-100-10M					
		XN-100-12M					
		XN-100-15M					
	三氧化二铝	DAW03	54.23	54.23	37.62	26.00	25.84
	氮化铝	HI					
		JC			25.32	33.16	33.13
	有机硅树脂		33.34	33.34	26.99	27.67	27.20
	合计 (体积%)		100.00	100.00	100.00	100.00	100.00
导热性填料含量 (体积%)			54.23	54.23	62.94	59.16	58.97
碳纤维 (C) 与 有机硅树脂 (S) 的比率		C/S (质量比)	0.85	0.85	0.85	1.09	1.16
热特性	有效导热率	[W/mK]	8.96	9.90	9.91	11.93	12.80
	热阻	[°C · cm ² /W]	1.99	1.82	1.78	1.49	1.42
	压缩率	[%]	10.73	10.09	11.66	10.84	9.05
电特性	体积电阻率 [(Ω · cm)]	1V	超量程				
		10V	超量程				
		50V	超量程				
		100V	超量程				
		250V	超量程				
		500V	0. R.	6. 51E+12	超量程		
		1000V	2. 94E+13	1. 1E+13	3. 32E+13	3. 73E+13	9. 48E+12
	绝缘击穿电压	[kV]	1. 93	1. 84	2. 24	2. 13	1. 90
		[kV/mm]	0. 97	0. 92	1. 12	1. 07	0. 95

[0277] [表4-2]

[0278]

			实施例				
			6	7	8	9	10
配合比 (体积%)	碳纤维	制造例 1					
		制造例 2	8.57	6.82	12.76		
		制造例 3					
		制造例 4	13.34			8.57	
		制造例 5					8.57
		比较制造例 1					
		XN-100-10M					
		XN-100-12M					
		XN-100-15M					
	三氧化二铝	DAW03	30.43	31.30	53.01	30.43	30.43
	氮化铝	H1					
		JC	35.12	36.12		35.12	35.12
	有机硅树脂		25.88	25.76	34.23	25.88	25.88
	合计 (体积%)		100.00	100.00	100.00	100.00	100.00
导热性填料含量 (体积%)			65.55	67.42	53.01	65.55	65.55
碳纤维 (C) 与 有机硅树脂 (S) 的比率		C/S (质量比)	0.76	0.61	0.85	0.76	0.76
热特性	有效导热率	[W/mK]	10.06	9.05	12.84	11.23	9.60
	热阻	[°C・cm ² /W]	1.80	1.96	1.34	1.63	1.84
	压缩率	[%]	9.35	11.49	13.80	8.42	11.84
电特性	体积电阻率 [(Ω・cm)]	1V	超量程				
		10V	超量程				
		50V	超量程				
		100V	超量程				
		250V	超量程				
		500V	超量程				4.53E+12
		1000V	4.19E+13	3.98E+13	8.48E+12	1.93E+13	8.09E+12
	绝缘击穿电压	[kV]	2.67	2.94	1.82	2.23	3.80
		[kV/mm]	1.34	1.47	0.91	1.12	1.90

[0279] [表4-3]

[0280]

			比较例					
			1	2	3	4	5	6
配合比 (体积%)	碳纤维	制造例 1						
		制造例 2						
		制造例 3						
		制造例 4						23.07
		制造例 5						
		比较制造例 1					12.48	
		XN-100-10M	22.34	23.07				
		XN-100-12M				19.63		
		XN-100-15M			23.07			
	三氧化二铝	DAW03	20.66	42.68	42.68	6.05	54.44	42.69
	氯化铝	HI	23.84					
		JC				41.90		
	有机硅树脂		33.16	34.25	34.25	32.42	33.08	34.24
	合计 (体积%)		100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00
导热性填料含量 (体积%)		44.50	42.68	42.68	47.95	54.44	42.69	
碳纤维 (C) 与 有机硅树脂 (S) 的比率		C/S (质量比)	1.54	1.54	0.86	0.70	0.86	1.54
热特性	有效导热率	[W/mK]	17.21	11.54	15.30	22.80	8.78	12.79
	热阻	[°C · cm ² /W]	0.85	1.17	0.83	0.78	1.82	1.36
	压缩率	[%]	27.14	32.47	36.38	10.80	20.26	12.79
电特性	体积电阻率 [(Ω · cm)]	1V	4.40E+04	2.51E+04	1.20E+03	1.80E+03	超量程	
		10V	欠量程				超量程	
		50V	欠量程				超量程	
		100V	欠量程				超量程	
		250V	欠量程				超量程	
		500V	欠量程				8.37E+12	0. R.
		1000V	欠量程				4.29E+11	4.53E+11
	绝缘击穿电压	[kV]	0.04	0.04	0.04	0.04	1.61	1.30
		[kV/mm]	0.02	0.02	0.02	0.02	0.805	0.65

[0281]

[表4-4]

[0282]

			实施例				
			11	12	13	14	15
配合比 (体积%)	碳纤维	制造例6	12.43				
		制造例7		12.43			
		制造例8			12.43	12.43	12.43
	三氧化二铝	DAW03	54.23	54.23	54.23	54.23	54.23
	有机硅树脂		33.34	33.34	33.34	33.34	33.34
	合计 (体积%)		100.00	100.00	100.00	100.00	100.00
导热性填料含有率 (体积%)			66.66	66.66	66.66	66.66	66.66
片厚度 (mm)			2.0	2.0	1.0	1.5	2.0
碳纤维与有机硅树脂的比率		C/S (质量比)	0.37	0.37	0.37	0.37	0.37
热特性	有效导热率	[W/m・k]	8.22	8.25	5.72	6.76	7.86
	热阻	[℃・cm ² /W]	1.58	1.92	1.66	2.05	2.39
	压缩率	[%]	15.4	21.4	6.64	5.12	6.1
电特性	体积电阻率 Ω・cm	1V	超量程				
		10V	超量程				
		50V	超量程				
		100V	超量程				
		250V	超量程				
		500V	超量程				
		1000V	2.21E+13	3.11E+13	1.09E+13	3.89E+13	3.77E+13
	绝缘击穿电压	[kV]	2.11	2.23	1.11	1.89	2.51
		[kV/mm]	1.06	1.12	1.11	1.26	1.26

[0283] [表4-5]

			实施例			
			16	17	18	19
配合比 (体积%)	碳纤维	制造例6				
		制造例7				
		制造例8	12.43	12.43	12.43	3.22
	三氧化二铝	DAW03	54.23	54.23	54.23	53.7
	有机硅树脂		33.34	33.34	33.34	43.08
	合计(体积%)		100.00	100.00	100.00	100.00
导热性填料含量(体积%)			66.66	66.66	66.66	56.92
片厚度(mm)			2.5	3.0	3.5	0.44
碳纤维与有机硅树脂的比率		C/S (质量比)	0.37	0.37	0.37	0.075
热特性	有效导热率	[W/m·k]	8.29	8.7	8.84	1.07
	热阻	[℃·cm ² /W]	2.81	3.31	3.73	3.43
	压缩率	[%]	6.1	6.45	6.42	16.3
电特性	体积电阻率 Ω·cm	1V	超量程			
		10V	超量程			
		50V	超量程			
		100V	超量程			
		250V	超量程			
		500V	超量程			
		1000V	3.49E+13	3.28E+13	2.88E+13	1.23E+12
	绝缘击穿电压	[kV]	3.07	3.44	3.80	0.60
		[kV/mm]	1.23	1.15	1.09	1.36

[0285] • H1:氮化铝,平均粒径1 μm , (株) 德山[0286] • JC:氮化铝,平均粒径1.2 μm , 东洋铝业(株)

[0287] 这里,各成分的比重如下所示。

[0288] 有机硅树脂:0.97

[0289] 碳纤维:2.22

[0290] 三氧化二铝:3.75

[0291] 氮化铝:3.25

[0292] 实施例1~19中,能够兼顾优异的导热性和优异的绝缘性。

[0293] 进一步,即使在改变碳纤维的绝缘被覆的厚度、片厚度的情况下,也显示良好的特性。

[0294] 比较例1~4中,由于没有使用绝缘被覆碳纤维,因此绝缘性不充分。

[0295] 比较例5中,虽然使用比较制造例1中得到的绝缘被覆碳纤维,但绝缘性不及本发明的导热性片。

[0296] 关于质量比(绝缘被覆碳纤维/粘合剂树脂)为1.30以上的比较例6,绝缘性不及本发明的导热性片。

[0297] 符号说明

[0298] 1 导热片

[0299] 2 散热器

- [0300] 2a 主面
- [0301] 3 电子部件
- [0302] 3a 上表面
- [0303] 5 散热片
- [0304] 6 配线基板

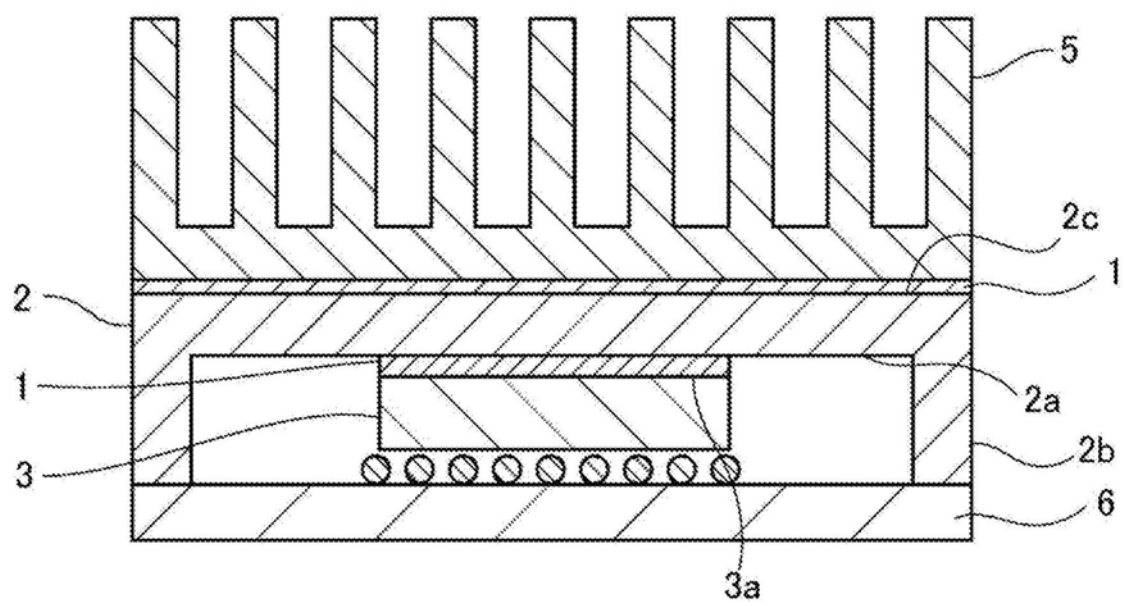


图1