(19)国家知识产权局

(12)发明专利申请

(10)申请公布号 CN 116419951 A
(43)申请公布日 2023.07.11

(21)申请号 202180072624.2
(22)申请日 2021.07.01
(30)优先权数据
2020-208575 2020.12.16 JP
(85)PCT国际申请进入国家阶段日
2023.04.24
(86)PCT国际申请的申请数据
PCT/JP2021/025007 2021.07.01
(87)PCT国际申请的公布数据
WO2022/130666 JA 2022.06.23
(71)申请人 富士高分子工业株式会社
地址 日本爱知县
(72)发明人 铃村克之
(74)专利代理机构 永新专利商标代理有限公司 72002
专利代理师 周欣
(51)Int.Cl.
C08L 83/04(2006.01)

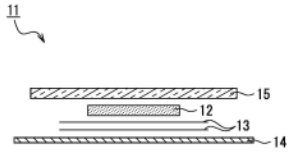
权利要求书1页 说明书8页 附图2页

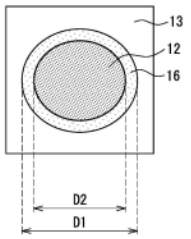
(54)发明名称

导热性片材及其制造方法

(57)摘要

一种导热性片材，其是包含基体树脂(A)和导热性无机粒子(B)的导热性片材12，基体树脂(A)包含加成固化型有机硅聚合物(A1)和未反应有机硅油(A2)，在将基体树脂(A)设定为100质量%时，加成固化型有机硅聚合物(A1)为20质量%以上且低于100质量%，未反应有机硅油(A2)超过0质量%且为80质量%以下，相对于基体树脂100质量份(A)，上述导热性无机粒子(B)为1000～3000质量份，导热性片材12被固化。16为油渗出区域。由此，提供抑制了油渗出的导热性片材及其制造方法。





CN 116419951 A

1.一种导热性片材,其是包含基体树脂(A)和导热性无机粒子(B)的导热性片材,

所述基体树脂(A)包含加成固化型有机硅聚合物(A1)和未反应有机硅油(A2),

在将所述基体树脂(A)设定为100质量%时,所述加成固化型有机硅聚合物(A1)为20质量%以上且低于100质量%,所述未反应有机硅油(A2)超过0质量%且为80质量%以下,

相对于所述基体树脂100质量份(A),所述导热性无机粒子(B)为1000～3000质量份,

所述导热性片材被固化。

2.根据权利要求1所述的导热性片材,其中,所述未反应有机硅油(A2)在25℃下的粘度为50～3000mm^2/s。

3.根据权利要求1或2所述的导热性片材,其中,所述导热性片材的导热率为5.0～15.0W/mK。

4.根据权利要求1～3中任一项所述的导热性片材,其中,将所述固化后的导热性片材设定为长度25mm、宽度25mm、厚度1mm,夹入玻璃板和包药用纸中并将压缩率设定为50%,在125℃、保持72小时时的油渗出宽度为9.5mm以下。

5.根据权利要求1～4中任一项所述的导热性片材,其中,所述导热性无机粒子为选自氧化铝、氧化锌、氧化硅、碳化硅、氮化铝、氮化硼、氢氧化铝及二氧化硅中的至少一种无机粒子。

6.根据权利要求1～5中任一项所述的导热性片材,其中,所述导热性片材的50%压缩载荷值为1000N以下。

7.根据权利要求1～6中任一项所述的导热性片材,其中,所述导热性无机粒子的平均粒径为0.01μm以上且200μm以下。

8.根据权利要求1～7中任一项所述的导热性片材,其中,所述导热性无机粒子为破碎状。

9.一种导热性片材的制造方法,其特征在于,其是包含基体树脂(A)和导热性无机粒子(B)的权利要求1～8中任一项所述的导热性片材的制造方法,

所述基体树脂(A)包含加成固化型有机硅聚合物(A1)和未反应有机硅油(A2),

在将所述基体树脂(A)设定为100质量%时,所述加成固化型有机硅聚合物(A1)为20质量%以上且低于100质量%,所述未反应有机硅油(A2)超过0质量%且为80质量%以下,

相对于所述基体树脂100质量份(A),所述导热性无机粒子(B)为1000～3000质量份,

将包含所述加成固化型有机硅聚合物(A1)、所述未反应有机硅油(A2)和所述导热性无机粒子(B)的成分混合,进行片材成形,进行固化。

10.根据权利要求9所述的导热性片材的制造方法,其中,关于所述加成固化型有机硅聚合物(A1),将相对于加成固化型有机硅聚合物100质量份添加有1000～3000质量份的导热性无机粒子的组合物的固化片材设定为长度25mm、宽度25mm、厚度1mm,夹入玻璃板和包药用纸中并将压缩率设定为50%,在125℃保持72小时时的油渗出宽度为1.5mm以下。

导热性片材及其制造方法

技术领域

[0001] 本发明涉及适于夹在电气·电子部件等的发热部与散热体之间的导热性片材及其制造方法。

背景技术

[0002] 近年来的CPU等半导体的性能提高非常惊人,伴随于此,发热量也变得庞大。因此,在发热那样的电子部件中安装散热体,为了改善半导体与散热体的密合性而使用了导热性有机硅凝胶。以往的导热性有机硅的凝胶状固化物通过使组合物中的烯基与Si-H基的比例不均衡而残留未反应部分,实现了凝胶状的固化物。但是,若使烯基与Si-H基的比例不均衡而制成凝胶状的固化物,则原料的未反应油残留在固化物中,成为油渗出的原因。

[0003] 在专利文献1中,提出了一种散热材,其含有在1分子中具有至少1个与硅原子键合的烯基的有机聚硅氧烷、在1分子中具有至少2个与硅原子键合的氢原子的有机氢聚硅氧烷、和铂系催化剂及导热性粒子,在权利要求3中,提出了使用Si-H基多的有机氢聚硅氧烷。在专利文献2中,提出了使用具有特定粘度的含烯基的聚有机硅氧烷和二有机氢甲硅烷氧基末端聚有机硅氧烷来制成油渗出低的凝胶,所述聚有机硅氧烷在1分子中具有平均约2个与硅原子键合的烯基,且是与硅原子键合的其他有机基不含脂肪族不饱和键的取代或非取代的1价的烃基。在专利文献3中,提出了对导热性粒子进行表面处理。

[0004] 现有技术文献

[0005] 专利文献

[0006] 专利文献1:日本特开2005-344106号公报

[0007] 专利文献2:日本特开2008-143980号公报

[0008] 专利文献3:日本特开2020-002236号公报

发明内容

[0009] 发明所要解决的课题

[0010] 但是,以往的导热性有机硅组合物存在导热率低的问题。

[0011] 本发明为了解决上述以往的问题,提供导热率高、并且抑制了油渗出的导热性片材及其制造方法。

[0012] 用于解决课题的手段

[0013] 本发明的导热性片材的特征在于,其是包含基体树脂(A)和导热性无机粒子(B)的导热性片材,上述基体树脂(A)包含加成固化型有机硅聚合物(A1)和未反应有机硅油(A2),在将上述基体树脂(A)设定为100质量%时,上述加成固化型有机硅聚合物(A1)为20质量%以上且低于100质量%,上述未反应有机硅油(A2)超过0质量%且为80质量%以下,相对于上述基体树脂100质量份(A),上述导热性无机粒子(B)为1000～3000质量份,上述导热性片材被固化。

[0014] 本发明的导热性片材的制造方法的特征在于,其是包含加成固化型有机硅聚合物

(A1)、未反应有机硅油(A2)和导热性无机粒子的导热性片材的制造方法，

[0015] 上述基体树脂(A)包含加成固化型有机硅聚合物(A1)和未反应有机硅油(A2)，

[0016] 在将上述基体树脂(A)设定为100质量％时，上述加成固化型有机硅聚合物(A1)为20质量％以上且低于100质量％，上述未反应有机硅油(A2)超过0质量％且为80质量％以下，

[0017] 相对于上述基体树脂100质量份(A)，上述导热性无机粒子(B)为1000～3000质量份，

[0018] 将包含上述加成固化型有机硅聚合物(A1)、上述未反应有机硅油(A2)和上述导热性无机粒子(B)的成分混合，进行片材成形，进行固化。

[0019] 发明效果

[0020] 本发明的导热性片材通过为包含基体树脂(A)和导热性无机粒子(B)的导热性片材，上述基体树脂(A)包含加成固化型有机硅聚合物(A1)和未反应有机硅油(A2)，在将上述基体树脂(A)设定为100质量％时，上述加成固化型有机硅聚合物(A1)为20质量％以上且低于100质量％，上述未反应有机硅油(A2)超过0质量％且为80质量％以下，相对于上述基体树脂100质量份(A)，上述导热性无机粒子(B)为1000～3000质量份，上述导热性片材被固化，从而能够提供导热率高、并且抑制了油渗出的导热性片材及其制造方法。此外，本发明通过将加成固化型有机硅聚合物(A1)用未反应有机硅油(A2)进行部分置换，能够提供抑制了油渗出的导热性有机硅组合物。进而，交联密度与加成固化型有机硅聚合物单独相比相对降低，能够将压缩载荷抑制得较低。

附图说明

[0021] 图1A-B是表示本发明的一个实施例中的试样的导热率的测定方法的说明图。

[0022] 图2A是表示本发明的一个实施例中的油渗出宽度测定试验的示意性截面图，图2B是测定该油渗出宽度的示意性平面图。

具体实施方式

[0023] 本发明是包含基体树脂(A)和导热性无机粒子(B)的导热性片材。基体树脂(A)包含加成固化型有机硅聚合物(A1)和未反应有机硅油(A2)。在将基体树脂(A)设定为100质量％时，加成固化型有机硅聚合物(A1)为20质量％以上且低于100质量％，未反应有机硅油(A2)超过0质量％且为80质量％以下，优选加成固化型有机硅聚合物为(A1)30质量％以上且90质量％以下，未反应有机硅油(A2)为10质量％以上且70质量％以下。如果为上述的范围，则油渗出被抑制得较低。

[0024] 相对于基体树脂(A)100质量份，导热性无机粒子(B)为1000～3000质量份，优选导热性无机粒子为1500～2200质量份。如果为上述的范围，则能够提高导热性。

[0025] 未反应有机硅油(A2)在25℃下的粘度优选为50～3000mm^2/s，更优选为70～2500mm^2/s。粘度测定使用布鲁克菲尔德(Brookfield)型旋转粘度计Sp No.2。如果粘度为上述的范围，则油渗出被抑制得较低，导热性无机粒子的填充性也良好。未反应有机硅油为二甲基聚硅氧烷、二苯基聚硅氧烷等，是不具有反应基的有机硅聚合物。

[0026] 导热性片材的导热率优选为5.0～15.0W/mK，更优选为6.0～15.0W/mK，进一步优

选为7.0～15.0W/mK。如果为该范围的导热率，则对于许多设备是有用的。

[0027] 将导热性片材设定为长度25mm、宽度25mm、厚度1mm，夹入玻璃板和包药用纸中并将压缩率设定为50％，在125℃、保持72小时时的油渗出宽度优选为9.5mm以下。更优选的油渗出宽度为3mm以下。由此，能够将油渗出抑制得较低。

[0028] 本发明的导热性片材的50％压缩载荷值优选为1000N以下，更优选为600N以下。由此，变得容易压碎，具有能够减轻对发热体的物理负荷的优点。

[0029] 本发明的导热性片材的制造方法如下所述。

[0030] (1)作为基体树脂(A)，准备加成固化型有机硅聚合物(A1)和未反应有机硅油(A2)，在将基体树脂(A)设定为100质量％时，加成固化型有机硅聚合物(A1)为20质量％以上且低于100质量％，未反应有机硅油(A2)设定为超过0质量％且80质量％以下。此外，相对于基体树脂100质量份(A)，导热性无机粒子(B)设定为1000～3000质量份。

[0031] 作为上述加成固化型有机硅聚合物(A1)，优选使用下述有机硅聚合物：将相对于加成固化型有机硅聚合物100质量份添加有1000～3000质量份导热性无机粒子的组合物的固化片材设定为长度25mm、宽度25mm、厚度1mm，夹入玻璃板和包药用纸中并将压缩率设定为50％，在125℃、保持72小时时的油渗出宽度为1.5mm以下的有机硅聚合物。由此，固化后的导热性片材的油渗出宽度也被抑制得较低。以下，将原料的加成固化型有机硅聚合物和导热性无机粒子的组成的固化片材的油渗出宽度称为基础聚合物组合物的固化片材的油渗出宽度。

[0032] (2)将包含加成固化型有机硅聚合物(A1)、未反应有机硅油(A2)和导热性无机粒子(B)的成分混合，进行片材成形，进行固化。混合优选使用捏合机、均化器、行星式混合器、溶解器等混合装置。优选在混合中或混合后进行减压脱泡。片材成形使用轧制、压制成型等而成形为规定的厚度。固化可以是常温固化，也可以是加热固化。在加热固化的情况下，在80～120℃下进行5～40分钟加热处理。

[0033] 导热性无机粒子优选为选自氧化铝(氧化铝)、氧化锌、氧化硅、碳化硅、氮化铝、氮化硼、氢氧化铝及二氧化硅中的至少一种无机粒子。其中，特别优选氧化铝(氧化铝)、氮化铝。导热性无机粒子的形状为球状、不定形状、针状、板状等，没有特别限定。

[0034] 作为氧化铝，有通过加热熔融而制造的球状氧化铝、用炉通过烧成而制造的烧结氧化铝、用电弧炉熔融而制造的电熔氧化铝、通过铝醇盐的水解或原位化学气相沉积(In situ Chemical Vapour Deposition)法等而制造的高纯度氧化铝等，没有特别限定。所得到的氧化铝粒子也可以通过进行粉碎等而设定为目标的粒径范围。由此，可得到破碎状的氧化铝粒子。本发明中优选使用破碎状氧化铝粒子。

[0035] 作为氮化铝，已知有通过直接氮化法、还原氮化法、燃烧合成法等而制造的氮化铝、进一步使所得到的氮化铝凝聚而得到的凝聚氮化铝等，没有特别限定。所得到的氮化铝粒子也可以通过进行粉碎等而设定为目标的粒径范围。由此，可得到破碎状的氮化铝粒子。本发明中优选使用破碎状氮化铝粒子。

[0036] 导热性无机粒子的平均粒径优选为0.01μm以上且200μm以下，更优选为0.1μm以上且150μm以下。需要说明的是，平均粒径是在利用激光衍射光散射法的粒度分布测定中基于体积基准的累积粒度分布的D50(中值粒径)。

[0037] 上述基体树脂使用加成固化型有机硅聚合物(有机聚硅氧烷)。该聚合物的耐热性

高，制成导热性片材是有用的。有机聚硅氧烷可以使用市售品，粘度优选为100～10000mPa·s。加成固化型有机硅聚合物(有机聚硅氧烷)利用铂系固化催化剂通过加成反应而固化。通常，被分成A液和B液，在一种液中包含铂系固化催化剂，在另一种液中包含硫化剂(固化剂)，将两液混合而制成组合物，在片材成形后使其固化。

[0038] 导热性片材也可以相对于基体树脂100质量份进一步添加超过0质量份且200质量份的硅烷偶联剂。硅烷偶联剂有$R\text{-}Si(CH_3)_a(OR')_{3-a}$(R为碳数1～20的非取代或取代有机基，R'为碳数1～4的烷基，a为0或1)所表示的硅烷化合物、或其部分水解物。上述化学式所表示的烷氧基硅烷化合物(以下简称为“硅烷”)作为一个例子有甲基三甲氧基硅烷、乙基三甲氧基硅烷、丙基三甲氧基硅烷、丁基三甲氧基硅烷、戊基三甲氧基硅烷、己基三甲氧基硅烷、己基三乙氧基硅烷、辛基三甲氧基硅烷、辛基三乙氧基硅烷、癸基甲氧基硅烷、癸基三乙氧基硅烷、十二烷基三甲氧基硅烷、十二烷基三乙氧基硅烷、六(十二烷基)三甲氧基硅烷、六(十二烷基)三乙氧基硅烷、十八烷基三甲氧基硅烷、十八烷基三乙氧基硅烷等硅烷化合物。上述硅烷化合物可以使用一种或将两种以上混合使用。硅烷偶联剂可以作为导热性无机粒子的表面处理剂来使用。

[0039] 在本发明的导热性导热性片材中，可以根据需要配合上述以外的成分。例如也可以添加氧化铁红、氧化钛、氧化铈等耐热提高剂、阻燃助剂、固化延迟材等。也可以出于着色、色调的目的而添加有机或无机颜料。也可以添加上述的硅烷偶联剂。

[0040] 实施例

[0041] 以下使用实施例进行说明。本发明并不限定于实施例。各种参数通过下述的方法进行测定。

[0042] <导热率>

[0043] 导热性润滑脂的导热率通过Hot Disk(依据ISO/CD 22007-2)来测定。该导热率测定装置1如图1A中所示的那样，将聚酰亚胺膜制传感器2用两个试样3a、3b夹持，对传感器2施加恒功率，使其恒定发热而根据传感器2的温度上升值对热特性进行解析。传感器2的前端4的直径为7mm，如图1B中所示的那样，成为电极的双螺旋结构，在下部配置有施加电流用电极5和电阻值用电极(温度测定用电极)6。导热率通过以下的式(数学式1)来算出。

[0044] [数学式1]

[0045] $$\lambda = \frac{P_0 \cdot D(\tau)}{\pi^{3/2} \cdot r} \cdot \frac{D(\tau)}{\Delta T(\tau)}$$

[0046] λ：热导率(W/m·K)

[0047] P_0：恒功率(W)

[0048] r：传感器的半径(m)

[0049] τ：$\sqrt{\alpha \cdot t / r^2}$

[0050] α：试样的热扩散率(m^2/s)

[0051] t：测定时间(s)

[0052] D(τ)：无量纲化的τ的函数

[0053] ΔT(τ)：传感器的温度上升(K)

[0054] <油渗出宽度的测定方法>

[0055] 图2A是表示本发明的一个实施例中的油渗出宽度的测定试验装置11的示意性截

面图。导热性固化片材样品12设定为长度25mm、宽度25mm、厚度1mm，用铝板14上的两张包药用纸13和来自上方的玻璃板15夹持，将压缩率设定为50％，测定在125℃、保持72小时时的油渗出宽度(扩展)。图2B是测定该油渗出的宽度(扩展)的示意性平面图。将包药用纸13上的导热性固化片材样品12的压缩后的尺寸设定为D2，将油渗出区域16的从端部至端部为止的长度设定为D1时，通过下式来算出。

[0056] 油渗出宽度＝(D1-D2)/2

[0057] 单位为mm。基础聚合物组合物的固化片材的油渗出宽度也同样地进行测定。

[0058] <未反应有机硅油的粘度>

[0059] 粘度测定使用布鲁克菲尔德型旋转粘度计Sp No.2，测定25℃下的粘度。

[0060] <50％压缩载荷值>

[0061] 使用依据ASTM D575-91:2012的方法，将以直径(φ)28.6mm×1.0mm的尺寸准备的样品用φ28.6mm×4.0mm的铝块夹入，读取压缩至50％时的瞬间值。

[0062] (实施例1～4、比较例1)

[0063] (1)原料成分

[0064] ·基体树脂(A)

[0065] 作为加成固化型有机硅聚合物(A1)，使用市售的2液型的有机聚硅氧烷。在一种液中包含铂系固化催化剂，在另一种液中包含硫化剂(固化剂)。

[0066] 作为未反应有机硅油(A2)，使用市售的二甲基有机硅油(粘度：100mm^2/s)。

[0067] ·导热性无机粒子(B)：以相对于基体树脂(A)100质量份合计成为1500质量份的比例添加氮化铝(平均粒径70μm、20μm、1μm、粒子形状为破碎状)和氧化铝(平均粒径0.3μm、粒子形状为破碎状)。上述氧化铝填料使用经正辛基三乙氧基硅烷进行了表面处理(前处理)的氧化铝填料。表面处理是相对于氧化铝100质量份添加2.48质量份的正辛基三乙氧基硅烷及搅拌后，在125℃进行12小时加热处理。

[0068] (2)混合

[0069] 将上述原料成分加入行星式混合器中，在23℃下混合10分钟。在混合中或混合后进行减压脱泡。

[0070] (3)固化片材的成形

[0071] 将混合后的导热性组合物进行辊轧而成形为1mm的厚度，制成片材，在100℃的烘箱中放入20分钟，进行加热固化。

[0072] 将所得到的固化片材的各种物性汇总示于表1中。表1中，“基础聚合物组合物的油渗出宽度”是没有有机硅油的组成的固化片材的油渗出宽度。此外，有有机硅油的组成的固化片材的油渗出宽度简单地表示为“油渗出宽度”。其在表2～4中也同样。

[0073] 表

[0074]

		实施例1	实施例2	实施例3	实施例4	比较例1
基础聚合物组合物的油渗出宽度(mm)		0	0	0	0	0
加成固化型有机硅聚合物(A1)(质量%)		70	50	30	20	10
未反应有机硅油(A2)(质量%)		30	50	70	80	90
导热性无机粒子	氮化铝(g)	1320	1320	1320	1320	1320
	氧化铝(g)	180	180	180	180	180
	合计质量(g)	1500	1500	1500	1500	1500
50%压缩载荷值(N)		617	304	135	87	37
油渗出宽度(mm)		0.0	1.3	6.1	9.4	20.7
导热率(W/mK)		8	8	8	8	8

[0075] 如表1中所示的那样,实施例1～4与比较例1相比,油渗出宽度小。

[0076] (实施例5～8、比较例2～3)

[0077] 将导热性无机粒子(B)相对于基体树脂(A)100质量份设定为合计2010质量份,变更油比,除此以外,与实施例1同样地实施。将条件和结果示于表2中。

[0078] 表2

[0079]

		实施例5	实施例6	实施例7	实施例8	比较例2	比较例3
基础聚合物组合物的油渗出宽度(mm)		0	0	0	0	0	0
加成固化型有机硅聚合物(A1)(质量%)		70	50	30	20	90	10
未反应有机硅油(A2)(质量%)		30	50	70	80	10	90
导热性无机粒子	氮化铝(g)	1770	1770	1770	1770	1770	1770
	氧化铝(g)	240	240	240	240	240	240
	合计质量(g)	2010	2010	2010	2010	2010	2010
50%压缩载荷值(N)		2293	1225	551	350	3544	194
油渗出宽度(mm)		0.0	0.0	0.0	0.8	0.0	10.2
导热率(W/mK)		11	11	11	11	11	11

[0080] 如表2中所示的那样,实施例5～8与比较例3相比,油渗出宽度小。此外,关于50%压缩载荷值,实施例5～8比比较例2低。这是因为交联密度与加成固化型有机硅聚合物单独相比相对降低。

[0081] (实施例9～11)

[0082] 将导热性无机粒子(B)相对于基体树脂(A)100质量份设定为合计2200质量份,变更油比,除此以外,与实施例1同样地实施。将条件和结果示于表3中。

[0083] 表3

[0084]

		实施例9	实施例10	实施例11
基础聚合物组合物的油渗出宽度(mm)		0	0	0
加成固化型有机硅聚合物(A1)(质量%)		40	30	20
未反应有机硅油(A2)(质量%)		60	70	80
导热性无机粒子	氮化铝(g)	1935	1935	1935
	氧化铝(g)	265	265	265
	合计质量(g)	2200	2200	2200
50%压缩载荷值(N)		696	585	409
油渗出宽度(mm)		0.0	1.1	3.7
导热率(W/mK)		13	13	13

[0085] 如表3中所示的那样,实施例9～11的油渗出宽度小。

[0086] (比较例4～9)

[0087] 使用基础聚合物组合物的油渗出宽度示于表4的加成固化型有机硅聚合物(A1),变更油比,除此以外,与实施例1同样地实施。将条件和结果示于表4中。

[0088] 表4

[0089]

		比较例4	比较例5	比较例6	比较例7	比较例8	比较例9
基础聚合物组合物的油渗出宽度(mm)		6.3	6.3	6.3	11.2	11.2	11.2
加成固化型有机硅聚合物(A1)(质量%)		50	30	20	50	30	20
未反应有机硅油(A2)(质量%)		50	70	80	50	70	80
导热性无机粒子	氮化铝(g)	1320	1320	1320	1320	1320	1320
	氧化铝(g)	180	180	180	180	180	180
	合计质量(g)	1500	1500	1500	1500	1500	1500
50%压缩载荷值(N)		413	128	86	249	50	43
油渗出宽度(mm)		9.8	15.1	17.4	9.8	13.7	22.2
导热率(W/mK)		8	8	8	8	8	8

[0090] 如表4中所示的那样,比较例4～9由于基础聚合物组合物的油渗出宽度高,因此导热性固化片材的油渗出宽度也高,不优选。

[0091] 产业上的可利用性

[0092] 本发明的导热性有机硅片材适于夹在电气·电子部件等的发热部与散热体之间。

[0093] 符号的说明

[0094] 1导热率测定装置

[0095] 2传感器

[0096] 3a、3b试样

[0097] 4传感器的前端

[0098] 5施加电流用电极

[0099] 6电阻值用电极(温度测定用电极)

[0100] 11油渗出宽度测定试验装置

[0101] 12 导热性固化片材样品

[0102] 13 包药用纸

[0103] 14 铝板

[0104] 15 玻璃板

[0105] 16 油渗出区域

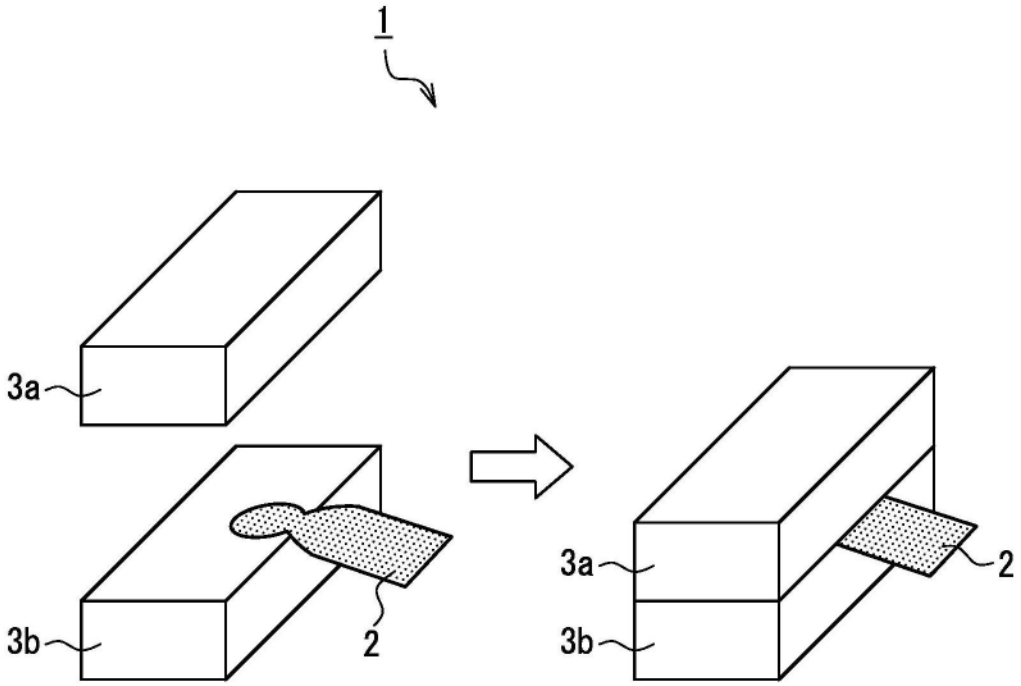


图1A

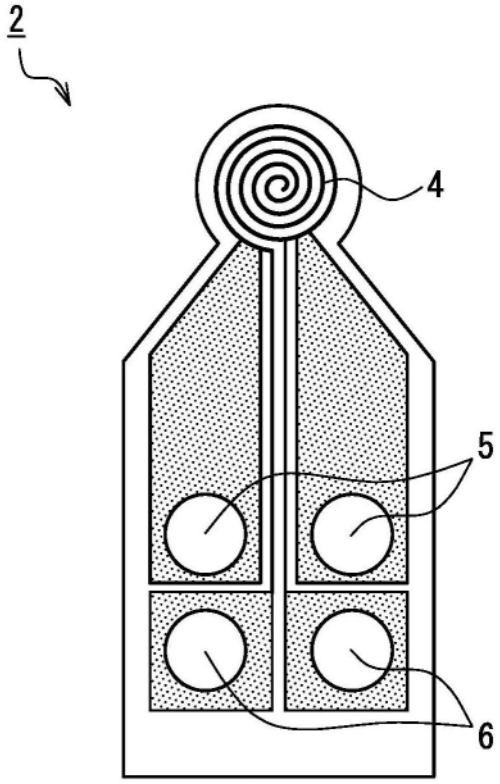


图1B

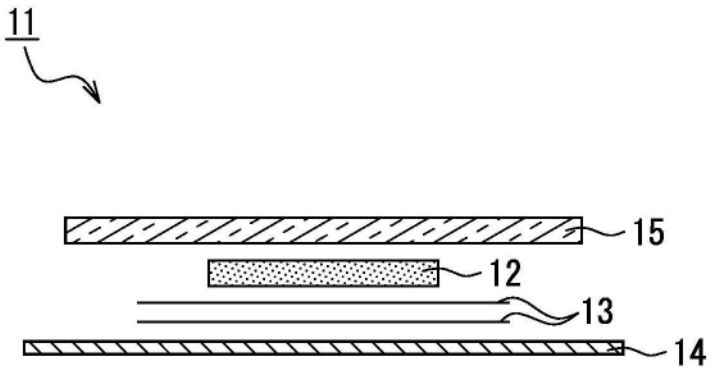


图2A

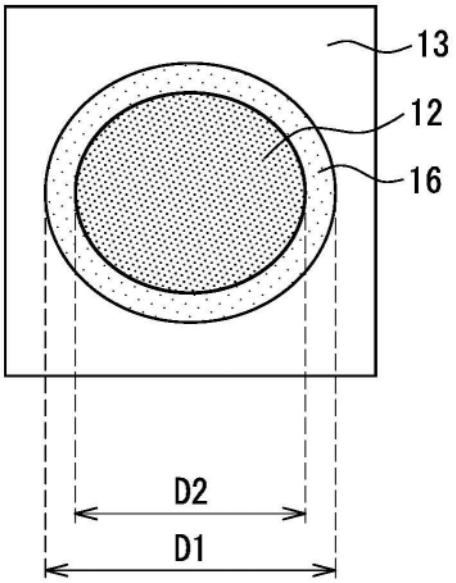


图2B