

[19]中华人民共和国国家知识产权局

[51]Int. Cl⁶

B32B 25/10

H05K 9/00 H01B 17/60

[12] 发明专利申请公开说明书

[21] 申请号 96180059.3

[43]公开日 1999年2月24日

[11]公开号 CN 1209093A

[22]申请日 96.12.27 [21]申请号 96180059.3

[30]优先权

[32]95.12.28 [33]JP [31]343961/95

[86]国际申请 PCT/JP96/03847 96.12.27

[87]国际公布 WO97/24231 日 97.7.10

[85]进入国家阶段日期 98.8.19

[71]申请人 杜邦帝人先进纸有限公司

地址 日本东京都

[72]发明人 中石昭夫

[74]专利代理机构 中国专利代理(香港)有限公司

代理人 张元忠 杨丽琴

权利要求书 1 页 说明书 13 页 附图页数 0 页

[54]发明名称 复合片材及其制造方法

[57]摘要

一种复合片材,它由一种用纤维状有机化合物构成的模塑件、用无机填料增强的有橡胶弹性的基体树脂复合而成。该复合片材的内部空隙率不大于10%,比重在1~2之间,厚度方向的导热率不小于0.4W/mK。该复合片材,电绝缘性和导热性兼备,耐热性和挠性优越,可以适用于散热性能得到改善的电气设备。

权利要求书

1. 一种复合片材, 其特征在于, 该片材包含由纤维状有机化合物构成的模塑件、无机填料、用该模塑件和该无机填料增强的、有橡胶弹性基体树脂, 该片材的内部空隙率不大于 10%, 比重在 1 ~ 2 之间, 厚度方向的导热率不小于 0.4 W/mK。
5
2. 按照权利要求 1 的复合片材, 其特征在于, 其中, 该由纤维状有机化合物构成的模塑件是一种用芳族聚酰胺 (Aramid) 纤条体和芳族聚酰胺纤维制成的芳族聚酰胺纸, 该无机填料在 20 °C 下的导热率不小于 1 W/mK。
- 10 3. 按照权利要求 2 的复合片材, 其特征在于, 其中, 该芳族聚酰胺纸的坪重在 10 g/m² ~ 200 g/m² 之间, 含至少 5 重量% 的该芳族聚酰胺纸。
4. 按照权利要求 2 或 3 的复合片材, 其特征在于, 其中, 构成该芳族聚酰胺纸的芳族聚酰胺是聚间亚苯基间苯二甲酰胺。
- 15 5. 按照权利要求 1 ~ 4 任一项的复合片材, 其特征在于, 其中, 该无机填料在 20 °C 下的导热率不小于 5 W/mK。
6. 按照权利要求 1 ~ 5 任一项的复合片材, 其特征在于, 其中, 该无机填料可选自下列材料中的至少一种: 氧化铝、氮化硼、氮化硅、氧化镁以及氧化铍。
- 20 7. 按照权利要求 1 ~ 6 任一项的复合片材, 其特征在于, 其中, 该基体树脂是硅酮橡胶。
8. 按照权利要求 1 ~ 7 任一项的复合片材的制造方法, 其特征在于, 使无机填料只在片材的用芳族聚酰胺纤条体和芳族聚酰胺纤维构成的模塑件或者有橡胶弹性的基体树脂之一共存, 使该模塑件与该基体树脂接触, 进行复合。
25
9. 按照权利要求 1 ~ 7 任一项的复合片材的制造方法, 其特征在于, 用含有无机填料的有橡胶弹性的树脂浸渍或涂布由芳族聚酰胺纤条体及芳族聚酰胺纤维构成的模塑件, 进行复合。
10. 一种散热性能得到改善的电气设备, 其特征在于, 该电气设备配有按照权利要求 1 ~ 7 任一项所述的复合片材。
30

说明书

复合片材及其制造方法

发明领域

- 5 本发明涉及一种导热性、耐热性、电气性能、耐药品性以及机械性能等都非常优越的复合片材及其制造方法。更具体而言，本发明涉及适于用作旋转电机、变压器领域电绝缘材料的复合片材。进一步来说，本发明涉及配有这种复合片材的电气设备。

背景技术

- 10 迄今，要求耐热性的电绝缘领域正使用着以耐热高分子为原料的模塑件。特别是含芳族聚酰胺（以下叫做 Aramid）的模塑件是一种优越的工业材料，该材料具备由其分子结构而来的耐热性、耐药品性、阻燃性。其中，由聚间亚苯基间苯二甲酰胺的纤条体（fibrid）及纤维制成的薄纸（商品名：Nomex（注册商标））正被广泛地用作耐热性优良
- 15 的电绝缘纸。

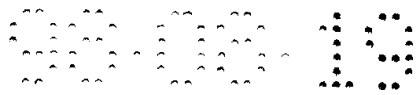
- 近几年来，旋转电机、变压器领域的机器日趋小型化，目的在于削减构件和节省空间。为实现这一目的，人们非常希望有导热性优良的电绝缘材料，能使旋转部分或线圈产生的热量迅速消散。迄今所用的 Aramid 薄纸因其内部含有空气而导热不良，因而目前还没有完全符合
- 20 上述要求的材料。

迄今，作为功率晶体管、闸流晶体管等发热电子部件的主要散热片材，正在研究的有良导热填料加到高耐热硅酮树脂中的聚有机硅氧烷（即硅酮树脂）组合物及模塑件。这种单用硅酮树脂不能实现的导热性，借助加入填料而得到改善。

- 25 （1）特开昭 52 - 14654 号公报中公开了一种聚有机硅氧烷组合物，该组合物包含聚有机硅氧烷、聚有机氢硅氧烷与硅土系填料、碳酸锌粉以及铂催化剂。

- （2）特开昭 53 - 155506 号公报中公开了一种导热性硅酮橡胶组合物，它是向聚有机硅氧烷中加入氮化硼、低分子量聚有机硅氧烷以及
- 30 硬化剂形成的。

- （3）特开昭 56 - 2349 号公报中公开了一种良导热的散热用橡胶



状模塑件，它是把填料、有机过氧化物催化剂及硅酮油配混到聚二有机硅氧烷中，然后硫化成型。

象这些具有电绝缘性和导热性的硅酮树脂组合物及模塑件是公知的。但（1）~（3）的硅酮树脂组合物及模塑件的不足之处是：硅酮树脂原有的易撕裂性不仅没克服，反而因填料量多，使其机械强度受损。

为了解决这一问题，提出象下面那样用其他材料来增强硅酮树脂。

（4）特开昭 58 - 21446 号公报中公开了一种导热性绝缘片材的制造方法，其特征在于，把提高导热性的填料配混到一种加成聚合型液态硅酮橡胶中，将制成的混合物涂布到增强的织物或非织造织物上进行片材成型，而后进行交联。这里所说的织物或非织造织物是指由玻璃纤维、石英纤维、氧化铝纤维、氮化硼纤维等无机纤维，或聚酯、氟树脂等有机纤维中的任一种制成的织物。

（5）特开昭 58 - 219034 号公报中公开了一种电绝缘性散热橡胶片材的制造方法，该方法包括把含有氧化铝粉末的流动性硅酮橡胶组合物涂布到网状绝缘物上，随后使之固化。此处所谓的网状绝缘物是指织物、编织物、非织造织物和它们的层合物，在具有与硅酮树脂耐热性匹敌的耐热性玻璃纤维中可以举出：石棉、碳化硅纤维等实例。

该（4）、（5）两项都采用流动性好、低粘度的硅酮树脂，以便促使与增强材料形成整体。在这种导热性优良的硅酮树脂片材制造时，用纤维制成的织物、非织造织物增强，以使撕裂强度改善的方法是众所周知的。

但是，这些制造方法只是希望用于促进功率晶体管、闸流晶体管等的发热性电气电子部件的散热，对于旋转电机、变压器之类电气设备所用的电绝缘材料来说，未必总能适用。在旋转电机、变压器的电绝缘材料的情况下，除电绝缘性以外，还有下列特性是特别重要的。

（A）长期可靠性

在大型旋转电机、变压器领域中，所要求的耐热温度往往达到 155℃ ~ 180℃。特别是在近几年来设备的小型化和高度集成化过程中，为了确保在更严酷环境下的长期可靠性，能够自然地使用的材料受到限制。为此，作为增强材料，具有耐热性等于或高于硅酮树脂的材料是优选的。



(B) 耐热骤变性

电机绝缘材料用于那些频繁地反复加热 - 冷却的部位。因此，为了防止热骤变带来的剥离和微小破坏，关键在于选择那些线膨胀系数与硅酮树脂相同 ($2 \sim 5 \times 10^{-5}/\text{度}$) 的具有相同耐热性的材料。

5 (C) 低介电常数

作为主绝缘材料使用的场合下，当外加交流电场时，绝缘材料因内部的电损失而发热。其发热程度与绝缘材料的介电常数和介电损失的乘积成正比。因此，这两个数值越小越好。

(D) 挠性

10 用作旋转电机、变压器中导体的绝缘胶带时，为了实现与导体充分配合，形成无皱褶的“膜卷”状态，对胶带进行适度的拉伸是必要的。

(E) 轻量性

作为设备小型化的重要因素，绝缘材料的轻量性是一个不可忽视的方面。

15 (F) 无空隙

空隙即有独立的气泡，与电晕发生原因有关，同时又是妨碍导热的主要原因，这不是人们所希望的。

从上述观点可以指出，采用过去所建议的制造方法制成的、用织物和非织造织物增强的导热性硅酮树脂片材存在着如下问题。

20 即，在长期可靠性方面，上述无机纤维及高耐热性有机纤维是可取的。但无机纤维存在的问题是：(a) 线膨胀系数小 (如 E 玻璃纤维 $5 \times 10^{-6}/\text{度}$)、(b) 介电常数大 (如 E 玻璃介电常数 $6.7 - (1 \text{ Mz})$)、(c) 由于拉伸度小 (通常小于 2 %)，因此用无机纤维织物、非织造织物增强的硅酮树脂片材的挠性差。而且一般由于无机纤维比重大于有机化合物，不利于轻量化。

25 另一方面，有机纤维中，耐热性等于或高于硅酮树脂的，限于芳族聚酰胺纤维、聚醚醚酮纤维、聚四氟乙烯纤维等。而当有机纤维织物用作增强材料时，实用上还存在着如下问题：(d) 其纵横向的各向异性大、(e) 由于是受约束的结构物，在片材使用过程中，相互粘合的纤维与硅酮树脂之间产生的“移动差”会使粘合性缓慢减弱、(f) 不易纵裂成带材、(g) 织物一般较贵。

30 况且，用上述耐热性非织造织物与加成聚合型液态硅酮橡胶进行片



材成型时，前者的保液性不足，可能影响产量。

另外，上述（4）和（5）两种制造方法中，还没有完全顾及到特别是变压器要注意的空隙的消除。

发明内容

5 象这样，目前的状况可以说确实没有一种兼有电绝缘性和导热性的、既耐热又柔软的片材，以充分满足变压器、旋转电机应用的要求。

因此，本发明的目的是提供一种电绝缘性和导热性兼备，耐热性和挠性优越的复合片材及其制造方法。

10 本发明的目的还提供一种配有这种复合片材、使散热性能得到改善的电气设备。

本发明人鉴于上述状况，为解决上述课题，进行大力研究的结果，以具有橡胶弹性的树脂为母体，用纤维状有机化合物构成的模塑件和无机填料予以增强，使其内部空隙率不大于10%，比重在1~2之间，使该复合片材具有优越的性能，从而找到上述问题的解决办法，达到了
15 本发明的目的。

这就是说，

1) 按照本发明的第1实施方案所提供的复合片材，其特征在于，它包含纤维状有机化合物构成的模塑件、无机填料，及用上述的模塑件和上述无机填料予以增强的、由有橡胶弹性的树脂构成的基体树脂，复合
20 片材内部空隙率在10%以下，比重在1~2之间，厚度方向的导热率在0.4 W/mK以上。

2) 上述1)中所述的复合片材中，由该纤维状有机化合物构成的模塑件可以是一种用Aramid纤条体和Aramid纤维制成的Aramid纸；上述无机填料的导热率不小于1 W/mK（20℃）。

25 3) 上述2)中所述的复合片材中，上述Aramid纸的坪重为10 g/m²~200 g/m²，可以至少含该Aramid纸5%（重量）。

4) 上述2)或3)中所述的复合片材中，构成上述Aramid纸的芳族聚酰胺优选是聚间亚苯基间苯二甲酰胺。

30 5) 上述1)~4)任一项中所述的复合片材中，该无机填料的导热率优选是在20℃不小于5 W/mK。

6) 上述1)~5)任一项中所述的复合片材中，该无机填料优先选自下列材料中的至少一种：氧化铝、氮化硼、氮化硅、氧化镁以及氧化铍。



7) 上述 1) - 6) 任一项中所述的复合片材中, 该基体树脂优选硅酮橡胶。

8) 按照本发明第二实施方案复合片材的制造方法, 其特征在于, 是制造上述 1) ~ 7) 任一项中所述的复合片材的制造方法, 使无机填料与用 Aramid 纤条体和 Aramid 纤维构成的模塑件或者有橡胶弹性的基体树脂之一共存, 使该模塑件与该基体树脂接触, 进行复合。

9) 按照本发明第 3 实施方案复合片材的制造方法, 其特征在于, 是上述 1) ~ 7) 任一项中所述的复合片材的制造方法, 用含有无机填料的有橡胶弹性树脂浸渍或涂布在用 Aramid 纤条体及 Aramid 纤维构成的模塑件上, 进行复合。

10) 按照本发明的第 4 实施方案的散热特性得到改善的电气设备, 其特征在于, 已配有上述 1) ~ 7) 任一项中所述的复合片材。

发明的优选实施方案

下面对本发明作详细说明。

15 本发明中, 纤维状有机化合物构成的模塑件优选的是 Aramid 纤条体和 Aramid 纤维制成的 Aramid 纸。这里所谓的芳族聚酰胺, 意指大于 60 % 的酰胺键直接键合在芳环上的线型高分子化合物。作为此种芳族聚酰胺, 可以例举出聚间亚苯基间苯二甲酰胺及其共聚物、聚对亚苯基对苯二甲酰胺及其共聚物、聚(对亚苯基) - 共聚(3,4 二苯基醚)对苯二甲酰胺等。其中可优先选用的是成型加工性和热熔粘合性都具备的是聚间亚苯基间苯二甲酰胺。聚间亚苯基间苯二甲酰胺的工业制法可将间苯二甲酰氯和间亚苯基二胺按迄今众所周知的界面聚合法和溶液聚合法等进行制造。

25 所谓 Aramid 纤条体是一种有造纸性的薄膜状芳族聚酰胺颗粒, 也叫做 Aramid 纸浆(参照特公昭 35 - 11851 号公报、特公昭 37 - 5752 号公报等)。Aramid 纤条体, 与通常的木纸浆那样经浸渍软化、打浆处理, 能够用作造纸原料。在此情况下, 为了有效地保持 Aramid 纸的特性, 优选的是控制 Aramid 纤条体的打浆度, 通常选用加拿大标准打浆度为 50 ml ~ 500 ml。

30 所谓 Aramid 纤维是以 Aramid 作原料的纤维。作为这种纤维, 可以举出但不限于下列实例: 帝人公司的“KONEX”(注册商标)、 “TECHNOLA”(注册商标)、Unitika 公司的“APIAIRE”(注册



商标)、DuPont公司的“NOMEX”(注册商标)、“KEVLAR”(注册商标)、Akzo公司的“TOWALON”(注册商标)等。

本发明中纤维的优先选用细度为0.5旦~20旦,长度为1mm~50mm。长度不足1mm时,复合材料的力学性能降低。

5 另一方面,长度超出50mm的纤维,用湿法制成非织造织物时,容易发生“缠结”和“集束”等缺陷,不合乎需要。同样,细度小于0.5旦的纤维,湿法制造时,易招致凝集,不合乎需要。而大于20旦的纤维,因其直径过大(如正圆形的直径大于45 μm),产生长宽比变小、力学性能的增强效力降低、非织造织物的均匀性不良等不利影响。

10 本发明中,所谓Aramid纸,意指用干法或湿法加工上述Aramid纤维条体和/或Aramid纤维制得的片状模塑件。

Aramid纸的Aramid纤维条体/Aramid纤维的组成比例,可选取5/95~100/0(重量%)范围内的任意值。

15 本发明中,在不影响纸的特性的限度内,不妨向Aramid纤维条体和/或Aramid纤维构成的Aramid纸中添加其他耐热性纤维。用作这种耐热性纤维,可以举出但不限于下列实例:聚苯硫醚纤维、聚醚醚酮纤维、聚酯纤维、芳化纤维、液晶聚酯纤维、聚萘二甲酸乙二醇酯(polyethylene naphthalate)纤维等有机纤维;玻璃纤维、石毛、石棉、硼纤维、氧化铝纤维等无机纤维。

20 Aramid纸的坪重(每1 m^2 的重量,单位 g/m^2)优选是10~200 g/m^2 范围。坪重小于10 g/m^2 的纸往往其厚度和坪重均匀性不能满足需要,难以得到性能稳定的复合片材。另一方面,坪重大于200 g/m^2 的纸与下述树脂复合后难以获得所希望的导热性。

25 迄今已知的射流喷网法、湿法造纸法等能够用来制造这种Aramid纸。另外,制成的片材经热压加工能够使纸的表面平滑性、机械特性等的纸特性得到改善。

30 本发明中,优选用Aramid纸作基材的理由有:(1)具有耐热、阻燃等优越的特性,(2)有效改善了过去玻璃布-硅酮橡胶复合材料挠性不足的缺点,(3)因含覆盖性强的Aramid纤维条体,复合片材的绝缘破坏性不致受损,(4)因保液性强,有利于借助浸渍、涂布等现有技术制造复合片材,(5)Aramid比重为1.4左右,很小,有助于轻量复合片材的制造,(6)Aramid材料的热膨胀系数与硅酮树脂相同,



可望减小由热骤变产生的缺陷。

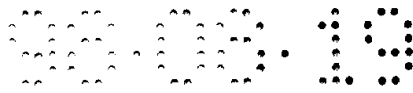
本发明中，所谓无机填料是指无机化合物的粒状、纤维状、板状或无定形颗粒。无机填料的导热率优选是大于 1 W/mK (20°C)。作为这种无机填料，可以举出，但不限于下列实例：硅酸钙、重质硅酸钙、
5 硅酸镁、氧化铝、碳化硅、氮化硅、钛酸钾、氧化镁、氮化硼、氧化钛、氧化硅、氮化铝、硼酸铝、氧化硼、氧化铍、碳酸钙、玻璃、云母、滑石等无机化合物。其中优先选择导热性较优良的氧化铝、氮化硼、氮化硅、氧化镁、氧化铍等无机化合物。另外，无机填料的导热率更优选是不小于 5 W/mK 。此外，这类无机化合物呈结晶态时，其导热率一般呈
10 现各向异性。因此，在本发明中用粉末烧结成型物的体积导热率来定义无机化合物的导热率。作为选择这类无机化合物的大致标准，可以举出例如粉末烧结所得成型物的绝缘破坏电压不小于 10 kv/mm ，体积固有电阻率不小于 $10^{13} \Omega \text{ cm}$ 。因而从本发明的目的看，金属单质这种导热体，即使导热率很大，也不得使用。

15 所用的无机填料的尺寸是多种多样的，很难作统一规定。通常使用的粒状填料的粒径为约 $0.1 \mu\text{m} \sim 1 \text{ mm}$ 范围，纤维状填料的长度为 $10 \mu\text{m} \sim 10 \text{ mm}$ 。

本发明中，所谓有橡胶弹性的基体树脂，是一种在构成树脂的每条
20 高分子链上至少有一个交联点的树脂。此处，所谓的交联点，是指一高分子链与其他高分子链化学地或者物理地连结着的部位。前者为化学键，后者是在结晶区或凝聚处所形成的交联点。呈现橡胶弹性的必要条件是交联点间的高分子链必须处在高于其玻转化点的温度环境下。因此，在室温下能呈现橡胶弹性的树脂，其交联点间的高分子链的玻璃转化点低于室温。

25 本发明中，所谓橡胶弹性是指大形变后除去应力，该形变几乎完全恢复，从流变学上说，是指在室温或低于室温的温度下，处于玻璃态与流动态之间的温度区域内出现粘弹性行为。

作为此种具有橡胶弹性的树脂，可以举出下列高分子化合物的实例：丁苯橡胶、高苯乙烯橡胶、丁二烯橡胶、异戊二烯橡胶、丁腈橡胶、
30 氯丁橡胶、丁基橡胶、硅酮橡胶、室温硫化型硅酮橡胶、氢化腈橡胶、聚醚型特种橡胶、氟橡胶、四氟乙丙橡胶、丙烯酸橡胶、氯磺化聚乙烯橡胶、环氧氯丙烷橡胶、氧化丙烯橡胶、乙烯丙烯酸橡胶、降冰片烯橡



5 胶、苯乙烯系热塑性弹性体、烯烃系热塑性弹性体、聚氨酯系热塑性弹性体、聚酯系热塑性弹性体、聚酰胺系热塑性弹性体、聚丁二烯系热塑性弹性体、聚氯乙烯系热塑性弹性体、氟系热塑性弹性体等。其中优选耐热性、耐药品性、阻燃性优越的硅酮橡胶系、氟橡胶系，特别是硅酮橡胶。

硅酮橡胶中可以采用经氧化物交联剂交联的聚二甲基硅氧烷类、经铂催化剂交联的加成聚合型液态硅酮等。

10 本发明中，为改善复合片材的导热性，并非只能用那种有橡胶弹性的树脂。但考虑到常规电绝缘用 Aramid 纸的易加工性、挠性和可操作性等不致大幅度受损，还是优先选用橡胶弹性树脂。

15 复合片材的内部空隙率优选是不大于 10%。这里所谓的内部空隙是指基体树脂浸渍不足所生的独立气泡 (void)。在外加高电压的情况下，内部空隙的存在，有发生电晕的危险，因空隙妨碍导热而不合乎需要。当复合片材中纤维状有机化合物构成的模塑件重量比小时，内部空隙率可按下式算出：

内部空隙率 (%) = (1 - (复合片材的比重) / (填料 + 基体树脂混合物的比重)) × 100

根据本发明人的研究，观察到导热率随着内部空隙率的加大按指数函数降低。

20 本发明复合片材的比重优选是在 1.~ 2 之间。比重小于 1 时，暗示内部有较多空隙，而比重大于 2 的片材有损于轻量性，并导致介电常数变大等不利影响。

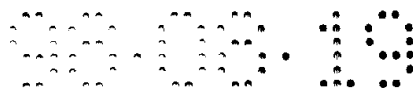
25 下面就本发明复合片材的结构进行说明。本发明的复合片材由上述 Aramid 纸、无机填料、与有橡胶弹性的基体树脂构成。使这三种材料复合的方法能够想到的有多种多样，可以例举的有：

(a) 用预先混有无机填料的树脂浸渍或者涂布 Aramid 纸的方法，

(b) 当制造 Aramid 纸时加进无机填料，然后再用树脂浸渍或者涂布的方法，

30 (c) 用无机填料的分散液展涂或者浸渍 Aramid 纸，然后再用树脂浸渍或者涂布的方法。

不管用哪种方法，纤维状有机化合物构成的模塑件、无机填料、有橡胶弹性的树脂 (基体树脂) 都能相互紧密接触形成空隙率低的结构物。



我们认为其中的 (a) 法最为实用, 下面就其实施方法进行详述。

无机填料与母体树脂的混合方法虽无特殊限制, 按照所用树脂的性能主要可分为两种。低粘性液态树脂的混合方法简便, 直接加入无机填料后, 在有搅拌桨叶的容器内搅拌混合即可。另一方面高粘性或固态树脂的混合方法可以推荐的是先借助加热或者用溶剂稀释来改善可塑性, 然后加入无机填料, 在混炼挤塑机、捏合机等设备内混合的方法。当然, 混合的方法不限于此。

该方法中, 树脂中添加的无机填料的用量优选的是对每 100 重量份树脂加 5 ~ 200 重量份, 更优选的是 10 ~ 150 重量份。这个用量范围的上限由填料混合物的粘度、流动性规定, 而其下限则受复合片材的导热特性制约。

与 Aramid 纸复合的有橡胶弹性的树脂的用量随 Aramid 纸的空隙率、树脂浸入纸的状态而改变。在充分浸渍的情况下须达到纸重的 0.25 倍以上。当浸渍不充分时, 则希望进入该内部空隙率和比重的范围以内。

作为用树脂浸渍 Aramid 纸的方法, 有借助加热或者溶剂稀释使可塑性得到改善的树脂喷涂在 Aramid 纸上的方法、用 Aramid 纸蘸浸树脂液或增塑树脂的方法等任何方法都可使用。不管哪种情况不妨用压辊或压机加压以促进浸渍。如果树脂是热固化性的, 则可把浸过树脂的 Aramid 纸在适当条件下加热和/或热压处理。

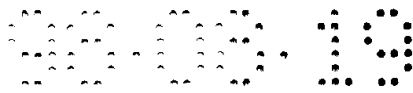
已知的涂布机械都可用于把树脂涂布在 Aramid 纸上。这类涂布机的例子有: 气刀涂布机、刮板式涂布机、棒式涂布机、刮刀涂布机、辊式挤涂机、逆辊涂布机、传料辊式涂布机、凹槽辊涂布机、辊式吻涂机、流延涂布机 (a cast coater)、喷涂机、帘流涂布机等。当然, 涂布机不限于此。

当 Aramid 纸与树脂复合时, 为使该纸与树脂粘合更牢固, 可对 Aramid 纸施加表面处理。这种处理法可以举出等离子体处理、电晕放电处理、底涂处理等实例, 但不限于此。

在复合过程中, 使片材的厚度控制在 0.01 mm ~ 10 mm 范围内。

这个厚度下限取决于 Aramid 纸的坪重, 而当复合片材的厚度超过 10 mm 时, 纸所占的相对份额过小, 影响片材的机械性能。

在本发明中, 能够把不同结构的 Aramid 纸层压后浸以树脂进行复



合。作为一个例子，为了改善片材的刚性，含有 p-Aramid 纤维的纸与其他 Aramid 纸层合所得的多层结构复合片材也包括在本发明的范围内。再者，为了改善树脂的弹性和力学特性，也可把多种树脂共混后再使用。另外也不妨进行多种树脂逐次浸渍加工。

- 5 本发明复合片材厚度方向的导热率优选的是不小于 0.4 W/mK (20 °C)。用作基材的 Aramid 纸的导热率只有 0.2 W/mK 左右，应该提高。更优选的是不小于 0.5 W/mK (20 °C)。

实施例

下面举出实施例来说明本发明。应予说明，这些实施例并不是用来对本发明的内容作任何限制的。再者，除非另有说明，“份”是指“重量份”。

测定方法

(1) 片材的坪重、厚度的测定

按照 JIS C2111 实施。

15 (2) 撕裂强度

遵照 JIS P8116 测定。

(3) 导热测定

测定装置为京都电子工业公司制的“迅速热传导率计 QTM-D2”。片材预先在 23 °C、55 % 湿度的室中放置 24 小时以供测定。

20 (4) 绝缘破坏电压

按照 JIS C2111 实施。

(5) 介电常数

用 JIS C2318 中描述的方法测定。

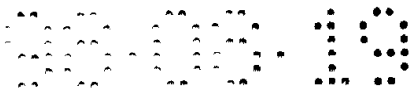
(6) 透气度

25 用 Garley 式透气度计，测定 100 cc 空气通过片材所需的时间（透气度）。一系列片材中，所需时间越短，就可以说该片材的多孔度越高。

参考例

(1) 原料制备

30 特公昭 52 - 151624 号公报中公开了一种采用定子与转子组合构成的湿式沉淀机制造聚间亚苯基间苯二甲酰胺纤条体。该纤条体用浸渍器、打浆机处理，调节到加拿大标准打浆度 (CSF) 105 ml。另一方面，帝人公司制的 m-Aramid 纤维 (帝人 KONEX (注册商标)) 切成



长度 6 mm 作为造纸原料。此纤维的细度为 2 旦。

(2) Aramid 纸的制造

把制得的 Aramid 纤条体和纤维分别分散于水制成料浆。把两种料浆按 Aramid 纤条体/Aramid 纤维 = 20/80 的比例混合后，向长网型造纸机喂进料液，脱水、挤水、干燥卷取而制得 Aramid 纸。此纸的主要特性示于表 1。

表 1

纤维 / 纤条体	wt %	20 / 80
坪重	g / m ²	75
厚度	mm	0.236
松密度	g / cm ³	0.32
透气度	秒 / 100cc	150

10 实施例 1

将加成聚合型液态硅酮树脂 (Dow Corning 公司 SILASCON (注册商标) RTV DKQ4-317 , 含高导热陶瓷, 导热率 0.80 W/mK , 比重 1.75) 100 份用 80 份甲苯稀释, 用所得稀释液在大气压下浸渍该参考例制造的 Aramid 纸。此外, 硅酮树脂 100 份, 用甲苯 50 份稀释, 用此稀释液再次浸渍。然后用未稀释树脂涂布此纸的单面, 在 120 °C 下热压 5 分钟。所得的片材易弯曲且富挠性。

实施例 2

与该实施例 (1) 中, 除了省略甲苯 50 份稀释树脂的浸渍外, 给与同样的处理制得片材。所得的片材易弯曲且富挠性。

20 实施例 1 ~ 2 中制得的复合片材的特性列于表 2。

表 2

	单位	实施例 1	实施例 2
Aramid 纸坪重	g / m^2	75	75
Aramid 纸厚度	mm	0.236	0.236
Aramid 纸密度	mm	0.32	0.32
Aramid 纸透气度	秒 / 100cc	150	150
填料体积固有电阻率	$\Omega \text{ cm}$	$> 10^{13}$	$> 10^{13}$
填料导热率	W / mK	> 21	> 21
复合片材坪重	g / m^2	788	823
复合片材厚度	mm	0.45	0.48
复合片材密度	g / cm^3	1.75	1.71
复合片材撕裂强度	kg	0.81	0.78
复合片材绝缘破坏电压	kv / mm	15	14
复合片材内部空隙率	%	0	2.3
复合片材导热率	W / mK	0.74	0.70

5 比较例 1、2 和 3

用与实施例 1 相同的 Aramid 纸，改变浸渍方法制得片材。浸渍的内容示于表 3 及表 4。浸渍片材的特性并列于表 4。

表 3

比较例	第 1 浸渍	第 2 浸渍	单面涂布	热压
1	实施	实施	未实施	未实施
2	实施	未实施	未实施	实施
3	实施	实施	未实施	实施

表 4

比较例	坪重	密度	空隙率	导热率
	g / m^2	g / m^3	%	W/mK
1	323	0.83	53	0.09
2	295	1.40	20	0.30
3	318	1.51	14	0.39

内部空隙率超过 10 % 时，导热率显然变得小于 0.40 W/mK。

5

产业上的可利用性

按照本发明，能够提供高导热性与电绝缘特性兼备、富有挠性的耐热 Aramid 复合片材。这种复合片材能广泛用作旋转电机、变压器等电气设备的绝缘材料。特别适于用作那些要求迅速散热的小型、高集成型设备的电绝缘材料。

10

作为电气设备的散热性得到改善、小型化得以实现的结果，有望达到削减所用构件及代之以廉价构件，从而节减费用、节省空间、轻量化、节约能源等效果。

15