

[19] 中华人民共和国国家知识产权局

[51] Int. Cl⁷



[12] 发明专利说明书

专利号 ZL 99816718.5

H01B 17/60

H01B 3/04

H01B 7/02

H02K 15/12

H02K 3/30

H01F 5/06

B32B 27/20

[45] 授权公告日 2005 年 8 月 17 日

[11] 授权公告号 CN 1215490C

[22] 申请日 1999.8.27 [21] 申请号 99816718.5

[86] 国际申请 PCT/JP1999/004640 1999.8.27

[87] 国际公布 WO2001/016965 日 2001.3.8

[85] 进入国家阶段日期 2001.8.24

[71] 专利权人 株式会社日立制作所

地址 日本东京

[72] 发明人 角田智也 小野田满 本田龙夫

天城滋夫

审查员 韩 伟

[74] 专利代理机构 中国国际贸易促进委员会专利
商标事务所

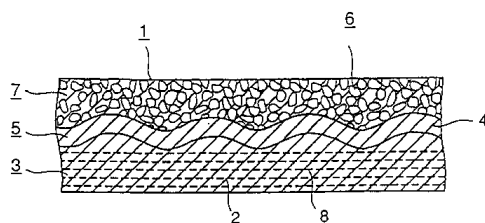
代理人 李德山

权利要求书 2 页 说明书 10 页 附图 3 页

[54] 发明名称 绝缘材料和电机绕组及其制造方法

[57] 摘要

为了提供具有优异电特性的绝缘层的电机绕组和优异电特性的电机绕组的绝缘层，通过使用具有云母层 3，加强材料层 5 和高导热性填充材料层 7 的高导热性绝缘带 1 围绕于绕组导体 10 的周围而形成高导热性绝缘层 11，其中云母层 3 中树脂的量占绝缘材料总重量的 10wt% 到 25wt%，而其中高导热性填充剂层 7 中树脂的量占绝缘材料总重量的 10wt% 到 25wt%。



I S S N 1 0 0 8 - 4 2 7 4

1. 一种带状或片状的绝缘材料，所述绝缘材料由下列各层叠压和粘结而制成：由片状的无机绝缘材料并用热固化树脂粘结而成的电介质层，包括热固化树脂的加强材料层，以及将高导热性无机填充剂扩散在热固化树脂中的导热层，其中，在电介质层中树脂的量是绝缘材料总重量的10~25wt%，而在导热层中树脂的量是绝缘材料总重量的10~25wt%，且其中电介质层中树脂的量和导热层中树脂的量之间的差不大于绝缘材料总重量的5wt%。

2. 如权利要求1所述的绝缘材料，其中，所述无机绝缘材料是片状的云母。

3. 如权利要求1或2所述的绝缘材料，其中，所述绝缘材料中树脂的总量占绝缘材料总重量的20wt%到50wt%。

4. 如权利要求1或2所述的绝缘材料，其中，所述导热层中的填充剂是一种无机材料，其热传导率为5W/m·K或更高。

5. 如权利要求1所述的绝缘材料，其中，按所述电介质层、加强材料层和导热层的顺序将它们叠压成层。

6. 如权利要求1所述的绝缘材料，其中，按所述加强材料层、导热层和电介质层的顺序将它们叠压成层。

7. 如权利要求1所述的绝缘材料，其中，所述填充剂中1wt%到80wt%是球形的。

8. 一种电机绕组，具有由带状绝缘材料缠绕在其一束绕组导体周围而形成的绝缘层，其中，该带状绝缘材料是由叠压和粘合下列各层而制成的：由用热固化树脂粘结和排列的片状无机绝缘材料制成的电介质层，包括热固化树脂的加强材料层，以及将高导热性无机填充剂扩散在热固化树脂中的导热层，其中电介质层中树脂的量为绝缘材料总重量的10~25wt%，导热层中树脂的量为绝缘材料总重量的10~25wt%，而电介质层中树脂的量和导热层中树脂的量间的差不大于绝缘材料总重量的5wt%。

9. 如权利要求 8 所述的电机绕组, 其中, 所述片状无机绝缘材料是片状云母。

10. 如权利要求 8 所述的电机绕组, 其中, 所述绝缘材料中树脂的总量占绝缘材料总重的 20wt%~50wt%。

11. 如权利要求 8 所述的电机绕组, 其中, 在导热层中的填充剂是无机材料, 其导热率为 5W/m·K 或更高。

12. 一种电机绕组的制造方法, 所述方法包括以下步骤:

通过叠层和粘结以下各层而形成带状或片状的绝缘材料: 由用热固化树脂粘结的片状无机绝缘材料制成的电介质层, 包括热固化树脂的加强材料层, 和将高导热性无机填充剂扩散在热固化树脂中的导热层, 其中, 将电介质层中的无机绝缘材料排列成与加强材料层的带或片的表面的方向平行, 且电介质层中树脂的量是绝缘材料总重量的 10~25wt%, 导热层中树脂的量为绝缘材料总重量的 10~25wt%, 以及电介质层中树脂的量和导热层中树脂的量之间的差不大于绝缘材料总重量的 5wt%;

将绝缘材料紧密地缠绕在导体束的周围;

将所述电机的绕组放在具有加热和加压装置的成形模中; 以及加热、加压并固化所述热固化树脂。

13. 如权利要求 12 所述的电机绕组的制造方法, 其中, 所述无机绝缘材料是片状的云母。

14. 如权利要求 12 所述的电机绕组的制造方法, 其中, 所述无机绝缘材料层中树脂的量和导热层中树脂的量之间的差不大于绝缘材料总重量的 5wt%。

15. 如权利要求 12 所述的电机绕组的制造方法, 其中, 所述绝缘材料中树脂的总量占绝缘材料的总重量的 20wt%到 50wt%。

16. 如权利要求 12 所述的电机绕组的制造方法, 其中, 所述导热层中的填充剂是一种无机材料, 其导热率为 5W/m·K 或更高。

绝缘材料和电机绕组 及其制造方法

技术领域

本发明涉及一种，用于形成电机绕组的主绝缘体的以及电机绕组绝缘材料及其制造方法。

背景技术

日本特开昭 63-110929 号专利申请描述了一种用于旋转电机的电机绕组绝缘层的制造方法，即环绕导体束缠绕一种绝缘材料，该绝缘材料有一云母层、一加强材料层、和一含有高导热性填充材料的填充材料层，其中的这些层含有热固化树脂。这种绝缘材料围绕缠在一束绕组导体的外周部分，而绝缘材料中的树脂则在对其加压的情况下被热和固化以形成电机绕组的绝缘层。在制造电机绕组时，导体边上用上述的云母和加强绝缘材料缠绕，而且绝缘材料层用含有细微粉状的无机填充物成份的热固化树脂制品浸渍然后再加压、加热、和固化。在这方面，描述了一种方法，用来在将云母箔缠到导体束周围之前将含有填充物的热固化树脂制品浸渍和施加到云母箔中或箔上。

在日本特开昭 55-53802 号专利申请中描述了一种绝缘材料，其中的组合云母片和合成纤维及高导热率的无机粉末相混合并用热固化树脂浸渍。在这方面，在这个专利公报中说明了一种绝缘片，它由将玻璃丝布用环氧树脂粘在组合云母箔上而制成。

对于工作在低电压的旋转电机来说，使用具有由上述绝缘材料形成的绝缘层的电机绕组是没有问题的。但是，如果电机绕组是用于在高电压下工作的这种旋转电机，例如工业用发电机或高压电机，那就会出现这种情况，即由于电气缺陷而在电特性上出现问题。本发明人研究了绝缘材料的电缺陷的原因并发现电缺陷的起因是包含在云母层、加强材料层和填充材

料层的树脂中的细水气泡部分，当绝缘材料环绕缠在电机绕组的导体束上并挤压成形时这些气泡没有从树脂部分中被驱赶出来而是留在了绝缘材料中，发明人发现，这是由于在挤压、成形、固化电机绕组的绝缘层的过程中所生产的浸渍树脂的不充分流动和不平衡流动所造成的，因为在每一层云母层和填充材料层中的树脂量没有保持在合适的数值上。

发明内容

本发明的目的是提供一种绝缘材料，它能够产生具有优异电特性的电机绕组的绝缘层，并提供一种具有优异电特性的绝缘层的电机绕组及其制造方法。

为了实现上述目的，本申请提供了一种带状或片状的绝缘材料，所述绝缘材料由下列各层叠压和粘结而制成：由片状的无机绝缘材料并用热固化树脂粘结而成的电介质层，包括热固化树脂的加强材料层，以及将高导热性无机填充剂扩散在热固化树脂中的导热层，其中，在电介质层中树脂的量是绝缘材料总重量的 10~25wt%，而在导热层中树脂的量是绝缘材料重量的 10~25wt%，且其中电介质层中树脂的量和导热层中树脂的量的差不大于绝缘材料总重量的 5wt%。

根据本发明的绝缘材料，所述无机绝缘材料为片状云母层。所述绝缘材料中树脂的总量是绝缘材料总重量的 20~50wt%；所述导热层中的填充剂可以是一种无机材料，其热传导率为 5W/m·K 或更高；所述绝缘材料可以按电介质层、加强材料层和导热层的顺序，或按加强材料层、导热层和电介质层的顺序叠压成层；以及所述填充剂中可以有 1wt%到 80wt%是球形的。

本发明提供一种电机绕组，具有由带状绝缘材料缠绕在其一束绕组导体周围而形成的绝缘层，其中，该带状绝缘材料是由叠压和粘合下列各层而制成的：由用热固化树脂粘结和排列的片状无机绝缘材料制成的电介质层，包括热固化树脂的加强材料层，以及将高导热性无机填充剂扩散在热固化树脂中的导热层，其中电介质层中树脂的量为绝缘材料重量的 10~25wt%，导热层中树脂的量为绝缘材料重量的 10~25wt%，而电介质层

中树脂的量和导热层中树脂的量间的差不大于绝缘材料总重量的 5wt%。

本发明提供了一种电机绕组的制造方法，所述方法包括以下步骤：通过叠层和粘结以下各层而形成带状或片状的绝缘材料：由用热固化树脂粘结的片状无机绝缘材料制成的电介质层，包括热固化树脂的加强材料层，和将高导热性无机填充剂扩散在热固化树脂中的导热层，其中，将电介质层中的无机绝缘材料排列成与加强材料层的带或片的表面的方向平行，且电介质层中树脂的量是绝缘材料总重量的 10~25wt%，导热层中树脂的量为绝缘材料总重量的 10~25wt%，以及电介质层中树脂的量和导热层中树脂的量之间的差不大于绝缘材料总重量的 5wt%；将绝缘材料紧密地缠绕在导体束的周围；将所述电机的绕组放在具有加热和加压装置的成形模中；以及加热、加压并固化所述热固化树脂。

附图说明

图 1A 和 1B 是按照本发明的优选实施例的一种高导热率绝缘带材料结构的截面图。

图 2 是按照本发明的优选实施例的电机绕组的一种结构的透视图。

图 3 是说明按照本发明的优选实施例的一种电机绕组制造过程的透视图。

图 4 是按照本发明的优选实施例的旋转电机结构的截面图。

图 5 是用来说明图 4 中定子结构的截面透视图。

具体实施方式

按照本发明的本优选实施例，提供一种绝缘材料，它具有由片状云母或其类似物制成的片状无机绝缘材料层，无机绝缘材料层的加强材料层，以及粘结到上述的加强材料层和上述的片状无机绝缘材料层或粘结到上述加强材料层上的填充材料层，并具有用来粘结上述无机绝缘材料层、加强材料层和填充材料层用的半固化的热固化树脂，其中上述无机绝缘材料层的树脂含量为绝缘材料总重量的 10 到 25%，而其中上述填充材料层

中树脂含量为绝缘材料总重的按重量的 10 到 25%，且其中无机绝缘材料层中树脂含量和填充材料层中树脂含量之间的差不大于按重量的 10%。在上述的绝缘材料中，片状的无机绝缘材料是指，例如云母和其云母利用热固性树脂安排成预定方向的云母层，是电介质层，用来保证绕组或绕圈的电绝缘。

与无机绝缘材料层相邻地叠在一起的加强材料层是一种纤维状的绝缘材料，例如玻璃丝布或聚酰亚胺膜这样的薄膜，特别是，它保证绝缘材料在两维方向上的机械强度。填充材料层优选地包括无机填充剂及/或短纤维，它具有 $5W/m \cdot K$ 或更高的导热率并且按重量 1 到 80%，更具体是 2 到 50% 的无机填充剂是球形填充剂，这样更有效。合适量的球状填充剂可以改进填充剂在树脂中的弥散性并且在绝缘带材绕在导线束的周围并挤压而成形时可给树脂制品提供合适的流动性，这可以从含有树脂的绝缘层中驱走在绕制的绝缘带材中的微小气泡。

优选的是微粒形的填充剂或箔片形的填充剂（例如矾土）中平均微粒直径为 $0.1 \mu m$ 到 $20 \mu m$ ，尤其是， $0.2 \mu m$ 到 $10 \mu m$ 。如果微粒尺寸太小，则当绝缘材料围绕缠在导体束上时热固化树脂的粘度增加而树脂的流动性变劣。如果微粒的尺寸太大，则当绝缘材料层被挤压而成形时片状的云母可能受损伤。一般说来，优选的是，球形填充剂的尺寸要大于非晶形填充剂的尺寸。这是因为非晶形填充剂会进入球形填充剂间的空隙以增加填充材料层的热传导率。

制造球形填充剂的方法的一个例子是将诸如石英、矾土、氧化钛、二氧化硅的填充剂微粒吹到一个火焰中以使微粒的部分表面熔融而使它们形成圆形。微粒没有必要形成真正的球状。圆形的微粒与未处理的微粒相比能平滑地在树脂中流动。利用任意形状的填充剂质点和圆形填充剂相结合将能合适地保持热固化树脂的流动。

作为无机绝缘材料的一种优选云母层是一层包括由小的云母片构成的组合云母箔，尤其是，用造纸法以片状云母（云母片）制成的片材并用热固化树脂浸渍过。云母片是层叠的并在两维方向上安排成近似平行状，并且用热固化树脂相互粘结。

加强材料层是由加强材料制成的，例如玻璃丝布。为了把这种加强材料粘结在云母层上，加强材料用热固化树脂浸渍并粘结到云母箔上然后将树脂半固化。作为玻璃丝布，可以使用纺织布和无纺布，但纺织布更为合适。玻璃丝布的厚度可任意选择，但优选的是约 0.04mm 到 0.1mm。

填充材料层是把填充剂扩散到热固化树脂中并把它们填充进去而制成的，填充剂具有的导热率至少是 $5\text{W/m}\cdot\text{K}$ 并由高导热率的无机微粒制成，它们是例如矾土、氮化硼、氧化镁、氮化铝、氟化镁、二氧化硅、氟化硅等。作为填充剂，可以使用箔形矾土。填充材料层是一个导热层，其中的无机微粒起着将旋转电机的绕组中产生的热量发送和扩散到外界去的作用。具有导热率为 $30\text{W/m}\cdot\text{K}$ 或更高的无机填充剂，例如矾土、氮化硼是特别优选的。无机填充剂不仅存在于填充材料层而且也可以存在于加强材料层的布的网眼中。优选的是无机填充剂按其重量的 1% 到 80% 是球形填充剂。使用合适的球形填充剂可以改进非球形填充剂在树脂中的扩散并产生树脂的合适的流动性，并且在绝缘材料层挤压成形并固化时将包含在带有树脂的绝缘材料层中的微小气泡驱赶到成形模子之外。

绝缘材料含有热固化树脂，例如环氧树脂、不饱和聚酯树脂、醇酸树脂、蜜胺树脂、聚酰亚胺树脂、树脂的总量构成了绝缘材料总重量的按重量的 20% 到 50%。在云母层中树脂的量和在填充层中树脂的量的每一个要分别调整以便使它成为绝缘材料总重量的按重量的 10% 到 25%。

这里，云母层和树脂量和填充层的树脂量的每一个要分别调节使它成为绝缘材料总重量的按重量的 10% 到 25%，其理由如下：绝缘材料是用作为半固化物的外形的。换句话说，浸渍到或加到云母层、加强材料层和填充材料层中的热固化树脂是半固化成处于 B 阶段的（即在用手拿时它并不沾手的状态）。当形成电机绕组的绝缘层时，在将绝缘带材或片材按产生所需的介电强度而要求的层数在导体束周围缠绕以及在挤压和形成叠层的绝缘材料这一过程中，包含在云母层、加强材料层和填充材料层中的微小气泡和多余的树脂一起被驱赶出来。为了驱赶树脂中的微小气泡，并保证为了保持绝缘性质和机械强度所需的树脂量，就有必要将云母层和填充层的每一个用其量不少于绝缘材料总重量的 10% 的树脂来浸渍。同时，在云母

层和填充层中每一个的树脂量要做到不多于绝缘材料总重量的按重量的25%。这是因为如果树脂重量超过了绝缘材料总重量的25%，则可操纵性就下降而且绝缘材料会起皱，因此在将绝缘材料围绕绕组导体缠绕时不能产生一个良好的绝缘层。同时，这也是因为填充剂的量相对不足因而绝缘材料的热传导率降低。尤其是，希望云母层的树脂量和填充层的树脂量分别被调节到绝缘材料总重量的按重量的12%到18%。在这种情况下，树脂的总量构成了绝缘材料总重量的按重量的24%到36%。在这方面，在上述的估算中，在加强材料层中树脂的量是包括在云母树脂的量中的。

同时，对于按照本发明的绝缘材料中的树脂的量，在云母层中树脂的量和在填充层中树脂的量之间的差别要做到不大于按重量的10%，更具体的是按重量不大于5%。更为可取的是，这两层在树脂的量方面几乎相互等同。这里，在云母层的树脂量和填充层的树脂量之间的差要做到按重量不大于10%。这是因为，如果在云母层中的树脂量和在填充层中的树脂量之间的差超过了按重量的10%，那么当电机绕组在形成时的挤压过程中含有要被驱赶出去的微小气泡的部分树脂将会从具有较多量树脂的层中进入并保留在具有较少量的树脂的层中。具体说，树脂量之间的差别不大于按重量的5%，那么树脂的额外流动到别的层去的情况是不会发生的。因此，最好的情况在两个层内树脂量彼此接近于相等。

在这方面，在加强层中的树脂量，例如在玻璃丝布中，不超过绝缘材料总重量的按重量的7%，一般说来是按重量的3到5%。

按照本发明电机绕组的绝缘层是利用具有电介质层、加强材料层、和导热层的绝缘材料层形成的，其中在电介质层和导热层中每一层的树脂量做成绝缘层总重量的按重量的10%到25%。电介质层是含有云母箔的云母层。加强材料层是含有例如玻璃丝布或聚酰亚胺薄膜的加强材料的层。导热层是含有填充剂的填充材料层，填充剂具有至少为 $5\text{W/m}\cdot\text{K}$ 的热传导率，例如矾土填充剂。每一层含有热固化树脂，例如环氧树脂。树脂的总量构成了绝缘材料总重量的按重量的20%到50%，云母层中树脂量构成了绝缘材料总重量的按重量的10%到25%，而填充材料层的树脂量构成了绝缘材料总重量的按重量的10%到25%。

量占高导热性绝缘带材 1 的总重量的 15.0% 的重量, 因此包括在玻璃丝布层中的树脂 8 的量占高导热性绝缘带材 1 的总重量的 3.5% 的重量。

这种高导热性的绝缘带材 1 是按下述方式制造的。首先要制备组合云母箔 2 (重量: $165\text{g}/\text{m}^2$) 和玻璃丝布 (重量: $35\text{g}/\text{m}^2$), 组合云母箔是利用造纸机由扩散在水中的组合云母微粒制成的, 把云母箔和玻璃丝布用树脂 8 浸渍, 树脂包括 100 份按重量的酚醛型环氧树脂和 3 份按重量的 BF3 单乙胺 (浸渍树脂量: $85\text{g}/\text{m}^2$), 然后两者相互粘合而成为组合云母片状 (云母层 3 和加强材料层 5 的叠层)。

然后, 矾土微粒 6 和树脂 8 包括 100 份按重量的酚醛型环氧树脂和 3 份按重量的 BF3 单乙胺按如下方式混合在一起, 即矾土微粒对树脂 8 的重量比为 2 比 1, 并且在其中加入按重量的 10% 的甲基乙基酮 (丁酮)。以这种方式制成的混合物利用滚筒涂敷器加到组合云母片的加强材料层 5 的边上, 其量为一层 $256\text{g}/\text{m}^2$ 。然后将甲基乙基酮在干燥炉中挥发并移走从而产生高导热性的绝缘片材。高导热性的绝缘片材再用切带机切成 30mm 宽以产生高导热性的绝缘带材 1。

其次, 在图 2 的基础上说明按照本发明优选实施例的电机绕组 9 的结构, 电机绕组 9 含有绕组导体 10, 它是由多个绝缘导体 10a 绕制而成的, 绕组还有高导热性绝缘层 11, 它形成于绕组导体 10 的外周边部分。这个电机绕组 9 用下列方式制成。首先, 如图 2 所示, 多个绝缘导体 10a 绕制若干圈以形成绕组导体 10, 示于图 1a 的高导热性绝缘带材 1 以如下方式环绕绕组导体 10 的外周边缠绕, 即要使得它相互部分地重叠。这里, 云母层 3 的高导热性填充材料层 7 的任何一层都可以安排在挨着绕组导体 10 的边上, 在本优选实施例中, 高导热性绝缘带材 1 围绕绕组导体 10 的外周边部分并使云母层 3 挨着绕组导体 10 的边上。在这方面, 在使用图 1b 所示的高导热性绝缘带材的情况下, 加强材料层 5 或高导热性填充材料层 7 都可以安排在邻近于绕组导体 10。在高导热性绝缘带 1 的外周边部分还绕着脱模带 12。这是因为为了防止成形模子粘在高导热性绝缘带 1 上, 所以要把脱模带 12 围在高导热性绝缘带 1 的外周边部分。

然后, 如图 3 所示, 具有加热和加压装置 (未示出) 的成形模 13 安

装在高导热性绝缘带 1 上并在高导热性绝缘带 1 的外表面上施加外力以便将包含在高导热性绝缘带 1 中的微小气泡和包含在高导热性绝缘带 1 中的一部分树脂一起驱赶出来，而高导热性绝缘带 1 被同时加热到预定的温度以固化在高导热性绝缘带 1 中的树脂 8，这样就形成了高导热性绝缘层 11。电机绕组 9 就以这种方式生产。因这种方式生产的电机绕组 9 放在例如发电机、电机或其类似物这样的旋转电机的铁芯的槽中。（比较实施例）

下面将要在表 1 的基础上说明本优选实施例的电机绕组和对照实施例的电机绕组的交流介电击穿电压试验的结果。使用了由按下列方式制成的高导热性绝缘带所形成的高导热性绝缘的电机绕组。高导热性绝缘带材是按下列方法制成的。首先，制备了组合云母箔 2（重量： $165\text{g}/\text{m}^2$ ）和玻璃丝布 4，云母箔是利用造纸机由扩散在水中的组合云母微粒所制成的，云母箔和玻璃丝布用树脂浸渍，树脂包括 100 份按重量的酚醛型环氧树脂和 3 份按重量的 BF3 单乙胺，（浸渍树脂的量： $40\text{g}/\text{m}^2$ ），将两者相互粘合以产生组合云母片材（云母层 3 和加强材料层 5 的叠层）。

然后，矾土微粒和树脂包括 100 份按重量的酚醛型环氧树脂和 3 份按重量的 BF3 单乙胺以如下方式混合，即矾土微粒对树脂 8 的重量比为 3.5 比 1，并在其中加入 10%按重量的甲基乙基酮。按这种方式制成的混合物利用滚筒涂敷器加到组合云母片材的加强材料层的一侧，一层的量为 $230\text{g}/\text{m}^2$ 。然后甲基乙基酮在干燥炉中被挥发并移走以产生高导热性绝缘片材。然后高导热性绝缘片材用切带机切成宽度为 30mm 以生产高导热性绝缘带材 1。在高导热性绝缘带中，树脂占高导热性绝缘带总重量的 19.3%。云母层中树脂的量占高导热性绝缘带的总重量的 7.1%，高导热性填充材料层中树脂的总量占高导热性绝缘带材的总重量的 10.4%，因此玻璃丝布层中树脂量占高导热性绝缘带材的总重量的 1.8%。

此后，用按上述方法制造的高导热性绝缘带材来制造电机绕组。（EP0762445A2）。制造高导热性绝缘带材的方法和在本优选实施例中所说明的方法是相同的，因此对它的说明将被省略。在进行交流电介质击穿试验之前，先将铝箔分别围绕在本优选实施例的电机绕组和对照实施

例的电机绕组的每一个外周边部分以形成一个铝电极。跨越铝电极和本优选实施例和对照实施例的每一个电机绕组的绕组导体加上交流电压，并测量交流电介质击穿电压。试验结果如表 1 所示。

表 1 电介质击穿电压测试结果

	优选实施例	对照实施例
测试值 (kv/mm)	26.5	19.0
测试值 (kv/mm)	29.0	17.5
测试值 (kv/mm)	27.5	21.5
平均值 (kv/mm)	27.7	19.3

如从表 1 很明显，本优选实施例的电机绕组的交流电介质击穿电压比比对照实施例的电机绕组的要高。这是因为本优选实施的电机绕组的高导热性的绝缘层是用高导热性绝缘带材形成的，其中云母层的树脂量和高导热性填充材料层的树脂数各自分别占材料总重量的百分之 10 到 15，当高导热性绝缘层在形成时，包含在高导热性绝缘带材中的微小气泡能在挤压过程中随着高导热性绝缘带材中的一部分树脂一起被驱赶出来。因此，由于本优选实施例电机绕组含有电气性能优异的致密的高导热性绝缘层，所以它能对工作在高电压下的旋转电机提供高可靠性。

(优选实施例 2)

其次将要说明另一个优选实施例，其中混合使用了任意形状的填充料 (A) 和球形填充料 (B)。

在本发明中，云母粉被扩散在水中并用造纸机组合以形成组合厚度为 0.08mm 的云母箔。玻璃丝布其厚度为 0.03mm 被用作为加强件，并用树脂合成物把它和组合云母箔粘合在一起，树脂包括 100 份按重量的酚醛型环氧树脂和 3 份按重量的 BF3 单乙胺，把它加在其上以形成片材。上述的环氧合成物用甲基乙基酮混以任意形状的填充剂 (A) 和球形填充剂 (B)，其成份如表 2 所示。这一组合物用滚筒涂敷器加在上述的云母片材的加强材料的一侧以生成绝缘片材。这种绝缘片材被切成 30mm 的宽度以生产云母带材。上述这种云母带材围绕一束导体缠绕 7 圈，这些导体的单独导线先经过绝缘处理，其尺寸为 40mm × 10mm × 1000mm

长，缠绕的方式是在它的宽度一半的范围内相互重叠，然后加热到 110℃ 延续 15 分钟，再加热到 170℃ 延续 60 分钟并加压 5Mpa 以形成绝缘材料层，从而制造成绝缘绕组。作为对照，制造了只使用任意形状的填充剂而不用球形填充剂的电机绕组，并测量了它的特性。测量结果示于表 2 中。

表 2 填充剂成份的例子

	填充剂成份	导热率 (W/m·k)	电介质击穿电压 (kv/m)
1 号	A (AlF ₃ ; 97wt%) /B (SiO ₂ ; 3wt%)	0.55	28
2 号	A (SiO ₂ ; 96wt%) /B (SiO ₂ ; 4wt%)	0.58	29
3 号	A (SiO ₂ ; 93wt%) /B (Al ₂ O ₃ ; 7wt%)	0.57	28
4 号	A (Al ₂ O ₃ ; 90wt%) /B (Al ₂ O ₃ ; 10wt%)	0.57	29
对照例	(Al ₂ O ₃ ; 100wt%)	0.57	18

如表 2 所示，按照本发明任意形状的填充剂和球形填充剂的混合可以产生具有高电介质击穿电压的高绝缘层而不会损害绝缘材料的导热性，在云母中树脂的量和在填充材料层中树脂量之间的差别做到按重量不大于 10%，当形成电机绕组的绝缘层时，在挤压过程中，要驱赶到外面去的含有微小气泡的一部分树脂可以防止从具有较多量树脂的层中进入具有较少树脂量的层中或仍留在那里，这样就可以生产出具有优异电特性的电机绕组的绝缘层。

按照本发明的电机绕组可以产生具有高可靠性的电机绕组，即使用于各种各样的旋转电机中它的电特性也不会变坏。

工业可应用性

按照本发明的绝缘材料，包含在绝缘材料中的微小气泡可以充分地和在绝缘材料中的一部分树脂一起驱赶出去，这能产生具有优异电特性的电机绕组的绝缘层。

图 1A

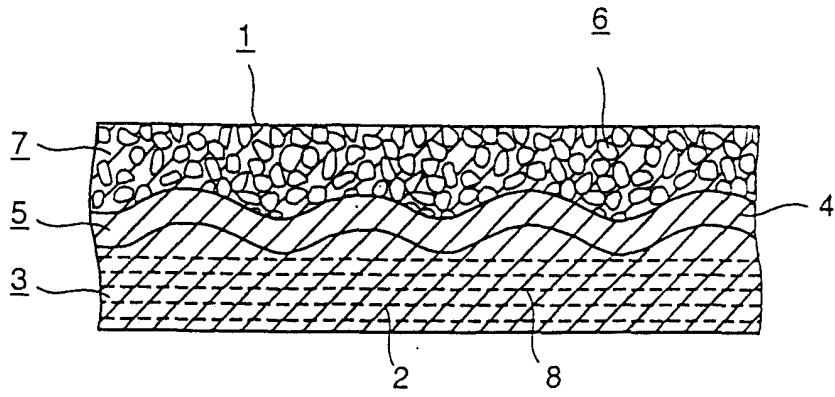


图 1B

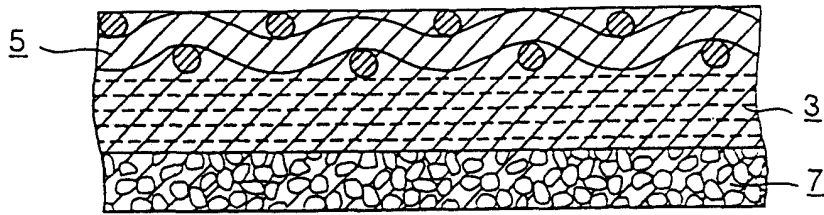


图 2

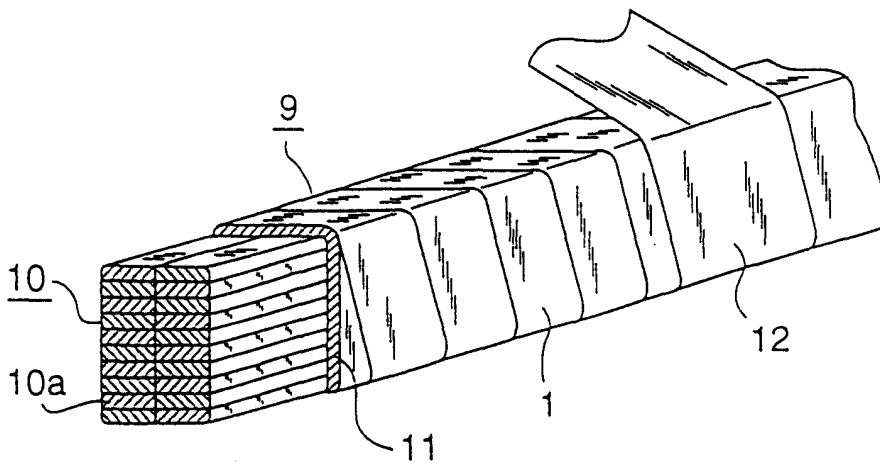


图 3

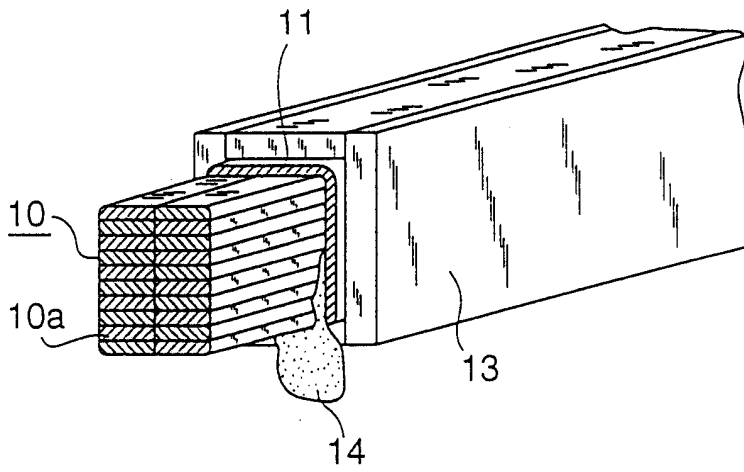


图 4

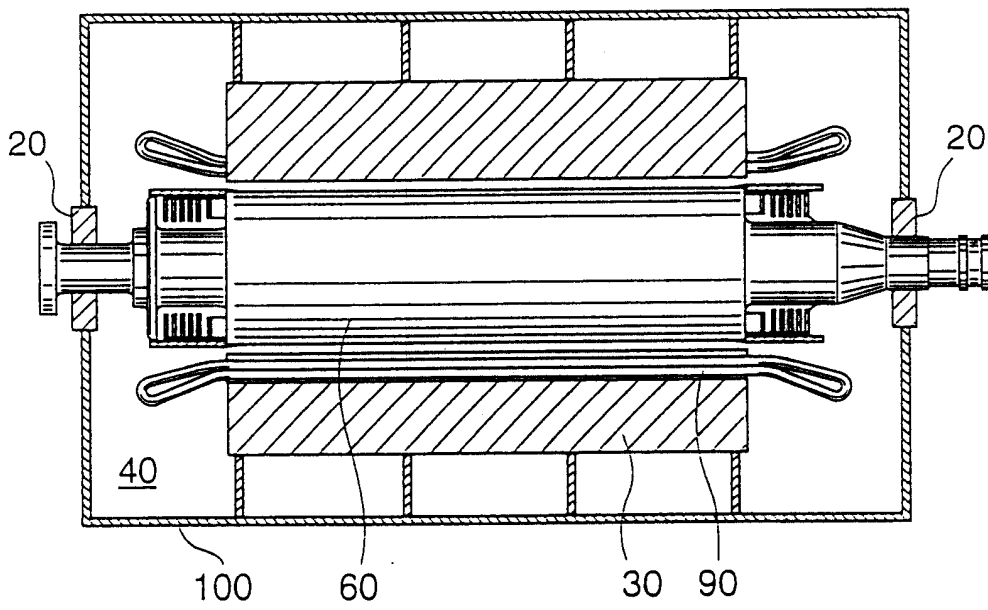


图 5

