



(12) 发明专利

(10) 授权公告号 CN 102461347 B

(45) 授权公告日 2016.03.16

(21) 申请号 201080028068.0

B32B 3/00(2006.01)

(22) 申请日 2010.04.30

(56) 对比文件

(30) 优先权数据

61/174,667 2009.05.01 US

61/295,411 2010.01.15 US

CN 1374666 A, 2002.10.16,

JP 2002009416 A, 2002.01.11,

JP 2006107770 A, 2006.04.20,

JP 2008050383 A, 2008.03.06,

(85) PCT国际申请进入国家阶段日

2011.12.23

审查员 王毅冰

(86) PCT国际申请的申请数据

PCT/US2010/033167 2010.04.30

(87) PCT国际申请的公布数据

W02010/127245 EN 2010.11.04

(73) 专利权人 3M 创新有限公司

地址 美国明尼苏达州

(72) 发明人 杨瑞 毛国平 迪帕克·高希

李志骅 闵胜培 贾斯廷·A·穆尼

(74) 专利代理机构 中原信达知识产权代理有限

责任公司 11219

代理人 张爽 樊卫民

(51) Int. Cl.

H05K 1/16(2006.01)

H01G 4/06(2006.01)

权利要求书2页 说明书14页

(54) 发明名称

无源电制品

(57) 摘要

本发明公开了一种无源电制品,其包括介电层,所述介电层具有非织造材料。

1. 一种制品,其包括:

无源电制品,其具有介电层,所述介电层包含树脂、非织造材料和介电粒子,所述介电层具有第一主表面和相对的第二主表面,其中所述树脂材料填充所述非织造材料中的空隙并形成从所述第一主表面到所述第二主表面的连续路径。

2. 根据权利要求 1 所述的制品,其中所述非织造材料选自液晶聚合物、尼龙、聚酯、聚苯乙烯、聚丙烯腈、聚丙烯、聚偏二氟乙烯 (PVDF) 和混合材料。

3. 根据权利要求 2 所述的制品,其中所述混合材料选自聚醚砜-聚偏二氟乙烯 (PES-PVDF)、聚醚酰亚胺-聚偏二氟乙烯 (PEI-PVDF)、聚丙烯腈-聚偏二氟乙烯 (PAN-PVDF)、乙烯-三氟氯乙烯 (ECTFE) 以及它们的组合。

4. 根据权利要求 1 所述的制品,其中所述非织造材料包括液晶聚合物。

5. 根据权利要求 1 所述的制品,其中所述非织造材料为 20 微米至 0.5 微米厚。

6. 根据权利要求 1 所述的制品,其中所述非织造材料包含直径为 20 至 500 纳米的纤维。

7. 根据权利要求 1 所述的制品,其中所述非织造材料选自熔喷非织造材料、纺粘非织造材料和静电纺丝非织造材料。

8. 根据权利要求 1 所述的制品,其中所述非织造材料为交联的。

9. 根据权利要求 1 所述的制品,其还包括在所述介电层任一侧的导电基底。

10. 一种制备电制品的方法,该方法包括:

提供两个导电基底,

将树脂涂布到每一导电基底的表面上,

在所述导电基底的涂布有树脂的表面之间设置非织造材料,该非织造材料被加入介电粒子以增大介电常数;

将涂布有树脂的导电基底与所述非织造材料层合在一起,使得所述树脂材料填充所述非织造材料中的空隙并形成从一个导电基底到另一个导电基底的连续路径。

11. 根据权利要求 10 所述的方法,其中所述非织造材料选自液晶聚合物、尼龙、聚酯、聚苯乙烯、聚丙烯腈、聚丙烯、聚偏二氟乙烯 (PVDF) 和混合材料。

12. 根据权利要求 11 所述的方法,其中所述混合材料选自聚醚砜-聚偏二氟乙烯 (PES-PVDF)、聚醚酰亚胺-聚偏二氟乙烯 (PEI-PVDF)、聚丙烯腈-聚偏二氟乙烯 (PAN-PVDF)、乙烯-三氟氯乙烯 (ECTFE) 以及它们的组合。

13. 根据权利要求 10 所述的方法,其中所述非织造材料为 20 微米至 0.5 微米厚。

14. 根据权利要求 10 所述的方法,其中所述非织造材料包含直径为 20 至 500 纳米的纤维。

15. 根据权利要求 10 所述的方法,其中所述非织造材料为交联的。

16. 一种制备电制品的方法,该方法包括:

将树脂层涂布到第一导电基底的表面上,

在第二导电基底的表面上形成非织造材料,该非织造材料被加入介电粒子以增大介电常数;

使所述树脂层和非织造材料彼此面对,将所述导电基底层合在一起,使得所述树脂材料填充所述非织造材料中的空隙并形成从所述第一导电基底到所述第二导电基底的连续

路径。

17. 根据权利要求 16 所述的方法,其中所述非织造材料为 20 微米至 0.5 微米厚。

18. 根据权利要求 16 所述的方法,其中所述非织造材料包含直径为 20 至 500 纳米的纤维。

19. 一种制备电制品的方法,该方法包括:

在第一和第二导电基底之一或这二者的第一表面上形成非织造材料,该非织造材料被加入介电粒子以增大介电常数;

将树脂层涂布到两个导电基底的所述第一表面上,和

使涂布有树脂的第一表面彼此面对,将所述导电基底层合在一起,使得所述树脂填充所述非织造材料中的空隙并形成从所述第一导电基底到所述第二导电基底的连续路径。

20. 根据权利要求 19 所述的方法,其中所述非织造材料为 20 微米至 0.5 微米厚。

21. 根据权利要求 19 所述的方法,其中所述非织造材料包含直径为 20 至 500 纳米的纤维。

无源电制品

技术领域

[0001] 本发明涉及无源电制品。具体地讲,本发明涉及诸如电容器和电阻器之类的无源电制品中的介电层。

背景技术

[0002] U. S. 6, 274, 224 和 U. S. 6, 577, 492 中所描述的诸如电容器和电阻器之类的电制品通常在第一和第二自支撑基底之间包括聚合物绝缘或导电层。

[0003] 绝缘层的介电材料通常为金属氧化物(例如氧化钽)或高介电常数陶瓷(例如钛酸钡)。介电材料通常分散于某种热稳定和机械稳定的聚合物(例如环氧树脂)基质中。所述电制品可用作印刷布线板和多芯片模块中的层。

发明内容

[0004] 本发明一个实施例的特征在于一种具有介电层的无源电制品,所述介电层包含树脂和非织造材料。

[0005] 本发明另一个实施例的特征在于一种制备电制品的方法,包括:提供两个导电基底,将树脂涂布到每一导电基底的表面上,在所述导电基底的涂布有树脂的表面之间设置非织造材料,将涂布有树脂的导电基底与所述非织造材料层合在一起。

[0006] 本发明另一个实施例的特征在于一种制备电制品的方法,包括:将树脂层涂布到第一导电基底的表面上,在第二导电基底的表面上形成非织造材料,使树脂层和非织造材料彼此面对,将所述导电基底层合在一起。

[0007] 本发明另一个实施例的特征在于一种制备电制品的方法,包括:在第一和第二导电基底之一或这二者的第一表面上形成非织造材料;将树脂层涂布到两个导电基底的所述第一表面上,和使涂布有树脂的第一表面彼此面对,将所述导电基底层合在一起。

[0008] 本发明的至少一个实施例的优点在于,其提供适用于覆铜层合电容器结构的牢固、柔性的介电层,所述层合电容器结构经受双面铜图案化蚀刻处理。能够同时蚀刻两个铜层而非一次一层,使得工艺成本得以降低。

[0009] 在本专利申请中,术语“自支撑”是指膜、纤维网、材料、层或基底具有足够的结构完整性,使其能够被操作和/或经受至少某些处理而无需单独的支撑层。

[0010] 从以下附图、具体实施方式和权利要求中,本发明的其他特征和优点将显而易见。

具体实施方式

[0011] 在一个方面,本发明为一种介电层,其可用在诸如电容器、电阻器或电感器之类的无源电制品中。无源电制品优选地适合于嵌入印刷电路板中。所述电制品通常包括具有两个相互背对的主表面的第一自支撑导电基底和具有两个相互背对的主表面的第二自支撑导电基底。第一和第二基底之间的介电层提供电绝缘功能,并将两个基底粘附在一起。

[0012] 本发明的电制品的基底可包括单层,或者可包括成配置成层合结构的多层。第一

和第二基底可由如下材料制成：石墨；复合材料，例如在聚合物基质中包含银粒子；金属，例如铜、铝、镍、铬、锌、锡、金、银、钯；以及合金或上述材料的层合物。基底可通过将一层金属（例如铜或铝）涂布到可移除的载体层上来制成。例如，可将铜层涂布到可移除的聚酯载体上。第一和第二基底可相同或不同。本发明的电制品可包括多个绝缘和导电层。

[0013] 根据本发明的电制品的基底优选地为自支撑基底。以柔性的基底为优选；然而，也可使用刚性基底。

[0014] 通常，与介电层接触的第一基底主表面和与介电层接触的第二基底主表面为导电的。可使用表面处理来提高附着力，所述表面处理通过例如氧化或与偶联剂的反应来将物质附加到主表面上。或者，可执行单独的涂布步骤以施加促粘附底料，例如 5-氨基苯并三唑。用 5-氨基苯并三唑处理基底表面，可能特别适合于未作铬酸盐抗变色表面处理的铜箔。基底的主表面上得到的材料本身并非必须导电，但是如果基底本身导电则能够形成合适的电制品。

[0015] 通常，基底的厚度在 0.5 至 3 密耳（大约 10 至 80 μm ）范围内，更通常为 0.5 至 1.5 密耳（大约 10 至 38 μm ）范围内。

[0016] 当基底为金属时，所述金属的退火温度通常等于或低于使介电层固化的温度，或者所述金属在涂布介电层之前退火。铜是一种优选基底。可为任何合适类型的铜，例如（但不限于）轧制退火铜、电沉积铜和反向电沉积铜。示例性的铜材包括可得自 Carl Schlenk, AG (Nurnberg, Germany) 和 Oak Mitsui (Camden, SC) 的铜箔。

[0017] 可由一层或多层制成的电制品的介电层包括聚合物。可使用能够抵御典型的回流焊操作中所遇温度（例如，约 180 至约 290 $^{\circ}\text{C}$ ）的任何聚合物。用于介电层的合适的聚合物材料包括丙烯酸酯、烯丙基化聚苯醚 (APPE)、苯并环丁烯 (BCB)、双马来酰亚胺三嗪 (BT)、氰酸盐酯、环氧树脂、聚酰胺、聚酯、聚酰亚胺、聚苯醚 (PPO)、聚四氟乙烯 (PTFE) 以及它们的组合。

[0018] 合适的环氧树脂组合物可由可热固化的环氧树脂制成。环氧树脂组合物这个术语将一般用来指未固化的组合物。示例性环氧树脂组合物包括一种或多种芳族聚环氧化合物以及一种或多种 9,9-双(氨基苯基)茱固化剂。合适的芳族聚环氧化合物包括多元酚的聚缩水甘油醚和环氧树脂，其可以商品名 EPON 1001F 和 EPON 1050 得自 Shell Chemical Company (Houston, Tex.)。其他合适的树脂包括双酚 A 的二缩水甘油醚和酚醛环氧树脂的共混物，例如基于树脂的总重量计，75 至 90 重量%的 EPON 1001F 和 25 至 10 重量%的 EPON 1050F。用于环氧树脂组合物的合适的固化剂包括（但不限于）二(4-氨基苯基)砒和 9,9-双(氨基苯基)茱，如美国专利 No. 4,684,678 中所述。

[0019] 本发明的介电层的聚合物通常填充有具有高介电常数的粒子，以增加介电层的介电常数。合适的粒子包括钛酸钡、钛酸锶钡、氧化钛、钛酸锶钡 (BST)、钛酸铜钙、钛锆酸铅、钛酸锆酸镧铅、钛酸镁铅、铌镁酸铅 - 钛酸铅 ($\text{Pb}(\text{Mg}_{1/3}\text{Nb}_{2/3})\text{O}_3 - \text{PbTiO}_3$)、钽酸铁钛 (FeTiTaO_6)、铁酸铋 (BiAlO_3)、铁酸铋 (BiFeO_3)、共掺杂有 Li 和 Ti 的 NiO 、 $\text{La}_{1.5}\text{Sr}_{0.5}\text{NiO}_4$ 、 $\text{Nd}_{1.5}\text{Sr}_{0.5}\text{NiO}_4$ 以及它们的混合物。

[0020] 粒子可以为任何形状，并且可以是规则的或不规则的形状。示例性形状包括球形、小板形、立方体形、针状、扁圆形、扁球体形、棱锥形、棱柱形、片状、杆状、板状、纤维状、薄片形、须状以及这些形状的混合。合适的粒子尺寸（例如，直径）可具有约 100nm 至约 5nm 的

下限以及约 2 微米 (μm) 至约 11 μm 的上限。通常,粒子的尺寸允许至少两至三个粒子在电绝缘层厚度内垂直堆叠。已经发现,具有小直径(例如,约 100nm)的球形介电粒子的介电层的强度和柔性优于平均直径为约 0.5 μm 至约 1 μm 并且分布范围为约 0.1 至约 2 μm 的球形粒子的介电层。

[0021] 用于形成介电层的合适的可涂布树脂组合物通常由环氧树脂、分散剂、固化剂、介电粒子和其他任选成分的混合物制成。通常,所得基本上均匀的混合物随后被涂布到合适的基底上,然后在足以去除挥发性组分的温度下加热一段时间。

[0022] 本发明的至少一些实施例的介电材料的介电常数大于约 4,优选大于约 11,更优选大于约 15。为了实现具有高介电常数的介电材料,介电粒子的装填量可能非常高,这会使介电材料变得非常脆。如果介电材料脆弱,则无法经受被加工成自立层的过程。例如,如果两个基底都要蚀刻图案,介电层的脆性就要求先蚀刻一个基底,再给经蚀刻的基底加支撑层,然后蚀刻另一基底。如此,介电层总是至少有一侧被支撑。

[0023] 本发明提供更柔性且强固的介电层,其允许两个基底同时被蚀刻。这使得更快和更有效的制造工艺成为可能。本发明提供这些有益效果,同时还提供与现有介电材料(如用来形成电容器的那些介电材料)同等的介电常数和电容。通过在介电层中使用非织造材料来实现本发明的介电材料的改良性能。尽管非织造材料可能本身的介电常数低,但是由于其具有孔洞允许介电层的聚合物材料形成从一个基底到另一基底的连续路径,其没有固体膜的缺点,而固体膜会阻止聚合物材料形成从一个基底到另一基底的连续路径。

[0024] 合适的非织造材料可由能形成为非织造材料的任何材料制成。这类材料包括(但不限于)液晶聚合物(LCP)、尼龙、聚酯、聚苯乙烯、聚丙烯腈、聚丙烯、聚偏二氟乙烯(PVDF)和混合材料,例如聚醚砜-聚偏二氟乙烯(PES-PVDF)、聚醚酰亚胺-聚偏二氟乙烯(PEI-PVDF)、聚丙烯腈-聚偏二氟乙烯(PAN-PVDF)、乙烯-三氟氯乙烯(ECTFE)以及它们的组合。非织造材料可为任何合适的形式,例如(但不限于)熔喷非织造材料、纺粘非织造材料和静电纺丝非织造材料。可在非织造材料的前体材料中添加各种添加剂,以影响非织造材料的某些性质,例如介电性质、机械性质、化学性质和热性质。

[0025] 在一些实施例中,用于制备非织造材料的前体材料可包含交联剂,以使得非织造材料中的纤维可在非织造材料形成后被交联。合适的交联剂可为热交联剂、电子束交联剂和紫外交联剂,并且包括(但不限于)氰尿酸三烯丙酯和异氰尿酸三烯丙酯。交联剂可按任何合适的量添加,通常为约 2 至约 3 重量%。使非织造材料交联可改善诸如热稳定性、耐溶剂性和耐久性之类的性质。

[0026] 非织造材料中的纤维可被加入介电粒子,即将介电粒子嵌入非织造材料的纤维中,以增大介电层的介电常数。合适的介电粒子包括此前所述的那些粒子,例如钛酸钡、钛酸锶钡、氧化钛、钛酸锶钡(BST)、钛酸铜钙、钛酸铅、钛酸镧钡、钛酸镧钡、以及它们的混合物。介电层将被加入适量的介电粒子,以使介电层具有所需性质。在至少一个实施例中,以用来形成非织造材料的前体材料的约 10 至约 15 重量%的量加入粒子。

[0027] 可在用于形成非织造材料的前体材料中添加其他材料,以改变其他性质。例如,可添加二氧化硅来改变非织造材料的机械性质。

[0028] 对于本发明的各种实施例,非织造材料中的纤维可无规排列或均匀排列。如果制备的无源电制品将针对其最终应用分割成小片(例如,在小型麦克风或其他微型装置中),

则更均匀的纤维图案将使得片与片之间的性质（例如电容）更一致。

[0029] 在电容器中，介电层越薄，电容越高。因此，以非常薄的非织造材料为优选，例如，在一些实施例中低于 20 微米，在一些实施例中低于 10 微米，在一些实施例中等于或低于约 0.5 微米。制成时，大多数非织造材料为自支撑，具有约 1 微米或更大的厚度。

[0030] 为了提供更薄的非织造材料，非织造材料可被蚀刻。例如，可利用强碱性蚀刻液按照与 LCP 膜类似的方式对 LCP 非织造材料进行蚀刻，如美国专利 No. 7, 348, 045 中所述。强碱性蚀刻液包括碱金属盐和（任选地）增溶剂。单独的碱金属盐溶液可用作聚酰亚胺的蚀刻液，但是当蚀刻诸如 LCP 的材料时蚀刻速率低。然而，当增溶剂与碱金属盐蚀刻剂结合时，其可用于有效地蚀刻在聚合物主链中具有羧酸酯单元的聚酰亚胺共聚合物和 LCP。

[0031] 适用于蚀刻液中的水溶性盐包括（例如）氢氧化钾（KOH）、氢氧化钠（NaOH）、取代的氢氧化铵（诸如四甲基氢氧化铵和氢氧化铵、或它们的混合物。可用的碱性蚀刻液包含碱金属盐的水溶液，所述碱金属盐包括碱金属氢氧化物，尤其是氢氧化钾，以及它们与胺的混合物，如美国专利 No. 6, 611, 046B1 和 No. 6, 403, 211B1 中所述。蚀刻液的可用浓度根据待蚀刻膜的厚度而变。适用于蚀刻 LCP 的盐的典型可用浓度范围具有约 30 重量%至 40 重量%的下限和约 50 重量%至约 55 重量%的上限。合适的增溶剂的典型可用浓度具有约 10 重量%至约 15 重量%的下限以及约 30 重量%至约 35 重量%的上限。优选将 KOH 与增溶剂一起使用来制备强碱性溶液，因为含 KOH 的蚀刻液具有更高的蚀刻速率。蚀刻期间，蚀刻液的温度通常为约 50°C (122° F) 至约 120°C (248° F)，优选地为约 70°C (160° F) 至约 95°C (200° F)。

[0032] 通常，蚀刻液中的增溶剂为胺化合物，优选地为链烷醇胺。用于根据本发明的蚀刻液的增溶剂可选自：胺，包括乙二胺、丙二胺、乙胺、甲基乙胺；以及链烷醇胺，例如乙醇胺、二乙醇胺、苯基丙醇胺、等等。蚀刻液（包含胺增溶剂）在以上提及的百分比范围内可最有效地工作。这使人想到在蚀刻液晶聚合物时可能存在双重机制，即，胺在水溶液中碱金属盐的有限浓度范围内最有效地起到液晶聚合物的增溶剂的作用。

[0033] 或者，非织造材料可形成在支撑背衬层，例如聚酯层上。当非织造纤维直接在支撑背衬层上形成纤维网或层时，它们可制得比自支撑非织造材料所需更薄。在一个实施例中，通过使用纳米纤维形成非织造材料来使非织造材料变薄，即非织造材料中的纤维具有纳米范围的直径，即小于一微米，通常为约 20 至约 500 纳米。纳米纤维非织造材料可使用与形成其他非织造材料所用材料相同的材料制成。在至少一个实施例中，由于其如此小，与具有较大直径纤维的相同厚度的非织造材料相比，使用纳米纤维考虑到具有多层纤维的薄的非织造材料。在一些实施例中，纳米纤维可提供更均匀和 / 或更密的纤维基质。纳米纤维和纳米纤维非织造材料可通过任何合适的方法制成，通常为静电纺丝法。纳米纤维、纳米纤维网（即，材料）和静电纺丝法在 Timothy Grafe 等人在 INTC 2002：国际无纺布技术会议（INTC 2002：International Nonwovens Technical Conference (Joint INDA-TAPPI Conference) Atlanta, Georgia, 2002 年 9 月 24-26 日）上发表的“Polymeric Nanofibers and Nanofiber Webs :A New Class of Nonwovens”中有更详细的描述。

[0034] 制造本发明的电制品的方法包括提供第一和第二基底，每一基底具有两个相互相对的主表面。然后，可将聚合物混料（例如，环氧树脂组合物）涂布到每一基底的第一主表面上。然后，可通过使其涂布有聚合物的一侧彼此面对，并将非织造层置于两个第一主表面

之间,来将两个基底层合在一起。当所述层被层合在一起时,聚合物填充非织造材料中的空隙,使得聚合物和非织造材料基本上形成一个单层。第一主表面上的聚合物的涂布量和非织造材料的厚度可被控制成使得非织造材料接触(或不接触)所述基底之一或这二者的第一主表面。然后,可对所得层合物按足以使聚合物混料(例如环氧树脂)固化的时间和温度进行加热。基底的主表面优选地为基本上不含碎屑或被化学吸附的或吸附的物质,以最大化与电绝缘层的附着力。可使用本领域已知的合适的基底清洁方法。

[0035] 可利用任何合适的方法(例如,凹版涂布机)用聚合物混料涂布清洁的基底。然后,使聚合物混料干燥以去除残余溶剂。涂布的聚合物混料的干燥厚度取决于混料中的固体百分比、凹版辊和涂布基底的相对速度、以及所使用的凹版的网孔体积(cell volume)。通常,为了实现约3至约10 μm 的干燥厚度,聚合物树脂混料中的固体百分比为约20至75重量%。对于如环氧树脂组合物这样的聚合物混料,通常在涂布机的烘箱中(通常在低于约100 $^{\circ}\text{C}$ 的温度下)将涂层干燥至基本上无粘性状态。更通常地,按照以约30 $^{\circ}\text{C}$ 的温度开始,以约100 $^{\circ}\text{C}$ 的温度结束的阶段来干燥涂层,然后将其绕成卷。可使用更高的最终干燥温度,例如最高至约200 $^{\circ}\text{C}$,但并不要求这样。

[0036] 层合优选地使用两个上述的被涂布基底进行。被涂布基底之一或这二者在到达层合机之前可穿过烘箱或越过加热辊,例如用不到30秒的时间在约125至约175 $^{\circ}\text{C}$ 的温度下、更通常地在约125至约160 $^{\circ}\text{C}$ 的温度下通过。具体地讲,可通过在层合之前进行热处理来提高基底的附着力。热处理的时间通常较短,例如少于约10分钟,在较高温度下尤为如此。

[0037] 在本发明的至少一个实施例中,将聚合物混料直接施加到非织造材料上,该非织造材料随后被层合在两个基底之间。

[0038] 为了制成本发明的电制品,可使用分批工艺或卷对卷工艺。在合适的卷对卷工艺中,利用具有加热至约120至约200 $^{\circ}\text{C}$ (通常为约135 $^{\circ}\text{C}$)的温度的两个轧辊的层合机,使得聚合物层朝着聚合物层,使非织造材料送至两个被涂布基底之间,将被涂布基底层合。向层合机辊提供合适的气压,通常为约5至约40psi(34至280kPa),更通常为约15psi(100kPa)的压力。辊速可被设定为任何合适的值,通常在约12至约36英寸/分钟(0.5至1.5cm/秒),更通常约15英寸/分钟(0.64cm/秒)范围内。如果非织造层为自支撑的,则其可从辊开始在被涂布基底之间进给。如果它不是自支撑的,则将其随着支撑背衬层从非织造材料剥离在被涂布基底之间进给。层合工序期间使用的时间、温度和压力可被调节,以确保在工序期间聚合物材料填充非织造材料中的空隙。在一些实施例中,可能合适的是通过真空压力浸渍(VPI)法(例如,美国No. 7,524,388中所述)用聚合物介电材料来浸渍非织造材料。所得层合材料可被切割成所需长度的片材或卷到合适的筒芯上。

[0039] 在可供选择的卷对卷工艺中,非织造材料可在片或膜上形成或者由片或膜支撑,然后用诸如环氧树脂之类的聚合物材料涂布。然后,可将涂布有聚合物的非织造材料在基底层之间进给(通常按如上所述的方式)。在这种情况下,这两个基底层可被独立地涂布聚合物,或者可以不被独立地涂布聚合物。

[0040] 在另一可供选择的卷对卷工艺中,非织造材料可直接形成在片或膜上,所述片或膜将成为电制品中的基底之一。例如,非织造材料可形成在铜片上,该铜片将成为电容或电阻制品的基底之一。所述基底起到支撑层的作用,从而允许非织造材料被制得非常薄,并且由于铜片决不会从非织造材料移除,所以与处理易碎非织造材料相关的问题可减少。为了

制备电制品,承载非织造材料的基底可直接层合到涂布有聚合物层的另一基底。当两个基底以与上述类似的方式层合在一起时,聚合物将填充非织造材料中的空隙,从而形成具有聚合物/非织造材料介电层的电制品。在完成的电制品中,非织造材料将与一个基底物理接触,并可以与另一基底物理接触或者不与另一基底物理接触,这取决于聚合物层的厚度。

[0041] 在另一可供选择的卷对卷工艺中,非织造材料可直接形成在将成为电制品中的基底的片或膜中的一者或二者上,然后用聚合物混料涂布。例如,非织造材料可形成在将成为电容或电阻制品的基底的片材的一者或二者上。为了制备电制品,承载非织造材料的基底可用聚合物溶液(例如,环氧树脂溶液)进行溶剂涂布。据信,溶剂溶液会容易地渗透非织造材料,并可让聚合物填充非织造材料中的大部分或全部空隙。一旦聚合物溶液干燥,就可将基底直接层合到另一相同基底(即,具有非织造材料和溶剂涂布的聚合物)上或仅涂布有聚合物层的基底上。当两个基底以与上述类似的方式层合在一起时,聚合物将被进一步压入非织造材料中的任何开放空隙中,从而形成具有聚合物/非织造材料介电层的电制品。如果两个基底在其表面上均有非织造材料,则在完成的电制品中,非织造材料将与每一基底物理接触,且可能与另一基底上的非织造材料物理接触或不发生物理接触,这取决于聚合物层的厚度。如果仅一个基底具有非织造材料,则最可能的是非织造材料将仅与形成有该非织造材料的基底物理接触,因为(取决于聚合物层的厚度)其大多数或所有的空隙均很可能在与涂布有第二聚合物的基底层合之前被聚合物填充。

[0042] 然后,层合材料通常在足以使聚合物混料(通常为环氧树脂)固化的温度和时间条件下被加热。示例性固化温度包括约 150 至约 225℃、通常为约 160 至约 200℃范围内的温度,示例性固化时间长度包括约 90 至约 180 分钟、通常为约 90 至约 120 分钟范围内的时间长度。

[0043] 如果金属在涂布时足够软或者在层合和/或固化期间变软,则可提高介电层对金属基底的附着力;也就是说,金属箔在涂布之前被退火或者在后续加工期间成为退火状态。退火可通过在涂布步骤之前加热基底来实现,或者如果金属退火温度等于或低于聚合物树脂组合物的固化温度,则可由于固化或干燥步骤的结果而实现退火。以使用其退火温度低于发生固化的温度的金属基底为优选。退火条件会因所用金属基底而不同。一般就铜而言,在所述工艺的任一阶段中,金属基底可获得小于约 75kg/mm²的维氏硬度(使用 10g 负载)。铜的达到此硬度的典型温度范围在约 100 至约 180℃之间,更典型地在约 120 至约 160℃之间。

[0044] 尽管本发明的电制品可按照其加工成的样子工作,但是电制品也可被图案化(例如)以形成分立的岛状物,或者移除一些区域的材料以限制侧向导电率。可采用本领域已知的任何合适的图案化技术。图案化的电制品可用作电路制品本身,或者用作电路制品的元件。

[0045] 电制品的第一或第二基底的可触及表面可(例如)通过电迹线接触来形成电接触,以使得第一或第二基底起到电极的作用。此外,理想的是实现跟与介电层接触的第一或第二基底的主表面的电接触,或者说实现通孔接点。当不希望与电子装置相互影响时可使用通孔接点。

[0046] 本发明的电制品还可包括一个或多个附加层,例如为用于印刷电路板(PCB)或柔性电路而准备。所述附加层可为刚性或柔性的。示例性刚性层包括玻璃纤维/环氧树脂复

合材料（可以商品名 PCL-FR-226 从 Polyclad, Franklin, N. H. 购买到）、陶瓷、金属或其组合。示例性柔性层包括聚合物膜（例如，聚酰亚胺或聚酯）、金属箔或其组合。聚酰亚胺可以商品名 KAPTON 从 DuPont 购买到，聚酯可以商品名 SCOTCHPAR 从 3M Company (St. Paul, Minn.) 购买到。这些附加层也可包含位于层顶部或嵌入层内的导电迹线。术语“导电迹线”是指被设计成用来载流的导电材料的条带或图案。用于导电迹线的合适的材料包括铜、铝、锡、焊料、银糊剂、金以及它们的组合。

[0047] 电路制品可这样制成：提供本发明的电制品，将电制品的至少一个侧面图案化，将附加层附接到电制品的图案化侧面，对电制品的至少一个基底提供至少一个电触点。通常，电制品的第二个侧面也被图案化，并且提供第二附加层并将其附接到电制品的该第二个侧面。在一个优选实施例中，电路制品这样制成：提供本发明的电制品，同时将电制品的两个侧面图案化，随后将附加层附接到电制品的一侧或两侧。

[0048] 所述电制品可嵌入或集成到 PCB 或柔性电路中。使用本发明的电制品制造柔性电路或 PCB 的方法在 W000/45624 中有所描述，其内容以引用方式并入本文。

[0049] 本发明还涵盖包括用在 PCB 或柔性电路等电路中的本发明电制品的电子装置。所述电子装置可包括通常采用具有电容元件的 PCB 或柔性电路的任何电子装置。示例性电子装置包括蜂窝电话、电话、传真机、计算机、打印机、传呼机以及本领域技术人员所认知的其他装置。本发明的电制品尤其可用于非常需要空间或以大于 1GHz 的频率工作的电子装置。

[0050] 实例

[0051] 下面实例说明了本发明，但这些实例中列举的特定物质和用量以及其它条件和细节不应当解释为是对本发明的不当限制。

[0052] 材料

[0053] • 钛酸钡 (BaTiO_3): FERRO ABT-S-20 (0.7 微米直径), Ferro (Cleveland, OH)

[0054] • 氯苯胺苄酮 (CAF) 胺固化剂: R-55365 中间体, CAS#107934-68-9, 3M Company (St. Paul, Minnesota)

[0055] • 分散剂: SOLSPERSE 76500, 活性聚合物分散剂于乙酸正丁酯中的 50% 溶液, Lubrizol, Ltd. (United Kingdom)

[0056] • 溶剂: 甲基乙基酮 (MEK)、甲基异丁基酮 (MIBK)

[0057] • 环氧树脂: EPON 1001F; EPON 1050, Shell Chemical Company (Houston, Texas)

[0058] • LCP (液晶聚合物) 非织造材料: HM060 Type B, (基重: $6.2\text{g}/\text{m}^2$ (gsm)), 厚度: $15\ \mu\text{m}$, 拉伸强度: $8.2\text{N}/1.5\text{cm}$, 透气率: $302\text{cc}/\text{cm}^2/\text{sec}$, Crane & Co. (Dalton, MA)

[0059] • 铜箔: $18\ \mu\text{m}$ 厚 (1/2oz) 铜箔, Oak Mitsui (Camden, SC)

[0060] 设备

[0061] • 研磨: MiniCer 实验研磨机, 得自 Netzsch Fine Particle Technology (Exton, PA)

[0062] • 混合: Dispermat 实验室溶解器, 得自 BYK-Gardner (Columbia, MD)

[0063] • 剥离测试仪: Instron model 5567, 得自 Instron Corporation (Canton, MA)

[0064] • 等离子体蚀刻: Plasmatherm PE 2480 系统, 得自 Plasmatherm, Inc. (St. Petersburg, FL)

[0065] 测试方法

[0066] 剥离强度测试:IPC TM-650-2.4.8:金属包覆层合物的剥离强度

[0067] 实例 1

[0068] 步骤 1:在 MiniCer 中以 4320rpm 将 1250 克 (g) BaTiO₃ 与 15g SOLSPERSE 76500 分散剂、110g MEK 和 164g MIBK 研磨约 10 分钟,以产生研磨分散体。

[0069] 步骤 2:往 40g MEK 溶剂中添加 32g EPON 1001 F 和 8g EPON1050,在 Dispermat 溶解器中旋转直至完全溶解。

[0070] 步骤 3:往得自步骤 2 的环氧树脂溶液中添加 10g CAF。

[0071] 步骤 4:往得自步骤 3 的环氧树脂溶液中添加 240g 的 BaTiO₃ 溶液 (在步骤 1 中制备) 和 120g MEK,在 Dispermat 溶解器中旋转直至获得均匀分散体。

[0072] 步骤 5:将 7 μm 厚的最终溶液涂布到两片铜箔上。

[0073] 步骤 6:用标准轧辊层合机在 163°C 的温度和 0.9 米 / 分钟的速度下,以 LCP 非织造材料 (6.2g/m²(gsm)) 夹于其间,将两个被涂布铜片层合在一起。

[0074] 步骤 7:在空气中 190°C 下最终高温固化 4 小时,以形成电容层合物。

[0075] 用标准欧姆计测量电容层合物的电容,并在去除 Cu 之后测量介电层的厚度。通过用测量的电容 (C) 除以样品的面积 (A) 算出电容密度。

[0076] 剥离强度 = 0.57kg/cm

[0077] $C/A = 0.59\text{nF}/\text{cm}^2$

[0078] 介质厚度 = 20 μm

[0079] 实例 2

[0080] 步骤 1:在 MiniCer 中以 4320rpm 将 1375 克 (g) BaTiO₃(BT) 与 16.5g SOLSPERSE 76500 分散剂、110g MEK 和 164g MIBK 研磨约 10 分钟,以产生研磨分散体。

[0081] 步骤 2:往 40g MEK 溶剂中添加 32g EPON 1001 F 和 8g EPON1050,在 Dispermat 溶解器中旋转直至完全溶解。

[0082] 步骤 3:往得自步骤 2 的环氧树脂溶液中添加 10g CAF。

[0083] 步骤 4:往得自步骤 3 的环氧树脂溶液中添加 240g 的 BT 溶液 (在步骤 1 中制备) 和 120g MEK,在 Dispermat 溶解器中旋转直至获得均匀分散体。

[0084] 步骤 5:将 10 μm 厚的最终溶液涂布到一片铜箔上,将 2.5 μm 厚的最终溶液涂布到另一片铜箔上。

[0085] 步骤 6:用标准轧辊层合机在 166°C 的温度和 0.3 米 / 分钟的速度下,以非织造材料 (6.2gsm) 夹于其间将两个被涂布铜片层合在一起。

[0086] 步骤 7:在空气中 190°C 下最终高温固化 4 小时,以形成电容层合物。

[0087] 用标准欧姆计测量电容层合物的电容,并测量介电层的厚度。用测量的电容 (C) 除以样品的面积 (A) 算出电容密度。

[0088] $C/A = 0.77\text{nF}/\text{cm}^2$

[0089] 实例 3

[0090] 步骤 1:在 MiniCer 中以 4320rpm 将 1500 克 (g) BaTiO₃ 与 18g SOLSPERSE 76500 分散剂、110g MEK 和 164g MIBK 研磨约 10 分钟,以产生研磨分散体。

[0091] 步骤 2:往 40g MEK 溶剂中添加 32g EPON 1001 F 和 8g EPON1050,在 Dispermat 溶解器中旋转直至完全溶解。

[0092] 步骤 3:往得自步骤 2 的环氧树脂溶液中添加 10g CAF。

[0093] 步骤 4:往得自步骤 3 的环氧树脂溶液中添加 240g 的 BT 溶液和 120g MEK, 在 Dispermat 溶解器中旋转直至获得均匀分散体。

[0094] 步骤 5:将 5 μm 厚的最终溶液涂布到一片铜箔上, 将 7 μm 厚的最终溶液涂布到另一片铜上。

[0095] 步骤 6:用标准轧辊层合机在 166℃ 的温度和 0.3 米 / 分钟的速度下, 以 LCP 非织造材料 (6.2gsm) 夹于其间将两个被涂布的铜片层合在一起。

[0096] 步骤 7:在空气中 190℃ 下最终高温固化 4 小时, 以形成电容层合物。

[0097] 用标准欧姆计测量电容层合物的电容, 并测量介电层的厚度。用测量的电容 (C) 除以样品的面积 (A) 算出电容密度。

[0098] $C/A = 0.86\text{nF}/\text{cm}^2$

[0099] 实例 4

[0100] 步骤 1:在 MiniCer 中以 4320rpm 将 1250 克 (g) BaTiO₃ 与 15g SOLSPERSE 76500 分散剂、110g MEK 和 164g MIBK 研磨约 10 分钟, 以产生研磨分散体。

[0101] 步骤 2:往 40g MEK 溶剂中添加 32g EPON 1001 F 和 8g EPON1050, 在 Dispermat 溶解器中旋转直至完全溶解。

[0102] 步骤 3:往得自步骤 2 的环氧树脂溶液中添加 10g CAF。

[0103] 步骤 4:往得自步骤 3 的环氧树脂溶液中添加 240g 的 BT 溶液和 120g MEK, 在 Dispermat 溶解器中旋转直至获得均匀分散体。

[0104] 步骤 5:将 7 μm 厚的最终溶液涂布到两片铜箔上。

[0105] 步骤 6:用包括 45 重量% KOH 溶液作为蚀刻剂, 在 79℃ 的高温下持续 4 分钟的化学蚀刻工艺来使 LCP 非织造材料变薄 (减少 49.2 重量%), 然后用去离子水洗涤并在 120℃ 下干燥约 15 分钟。

[0106] 步骤 7:用标准轧辊层合机在 166℃ 的温度和 0.3 米 / 分钟的速度下, 以 LCP 非织造材料夹于其间将两个被涂布的铜片层合在一起。

[0107] 步骤 8:在空气中 190℃ 下最终高温固化 4 小时, 以形成电容层合物。

[0108] 用标准欧姆计测量电容层合物的电容。通过用测量的电容 (C) 除以样品的面积 (A) 算出电容密度。

[0109] $C/A = 0.73\text{nF}/\text{cm}^2$

[0110] 实例 5

[0111] 步骤 1:在 MiniCer 中以 4320rpm 将 1375 克 (g) BaTiO₃ 与 16.5g SOLSPERSE 76500 分散剂、110g MEK 和 164g MIBK 研磨约 10 分钟, 以产生研磨分散体。

[0112] 步骤 2:往 40g MEK 溶剂中添加 32g EPON 1001 F 和 8g EPON1050, 在 Dispermat 溶解器中旋转直至完全溶解。

[0113] 步骤 3:往得自步骤 2 的环氧树脂溶液中添加 10g CAF。

[0114] 步骤 4:往得自步骤 3 的环氧树脂溶液中添加 240g 的 BT 溶液和 120g MEK, 在 Dispermat 溶解器中旋转直至获得均匀分散体。

[0115] 步骤 5:将 10 μm 厚的最终溶液涂布到一片铜箔上, 将 2.5 μm 厚的最终溶液涂布到另一片铜箔上。

[0116] 步骤6:用包括45重量% KOH溶液作为蚀刻剂,在67℃的高温下持续9分钟的化学蚀刻工艺来使LCP非织造材料变薄(减少48.1重量%),然后用去离子水洗涤并在120℃下干燥约15分钟。

[0117] 步骤7:用标准轧辊层合机在166℃的温度和0.3米/分钟的速度下,以LCP非织造材料夹于其间将两个被涂布铜片层合在一起。

[0118] 步骤8:在空气中190℃下最终高温固化4小时,以形成电容层合物。

[0119] 用标准欧姆计测量电容层合物的电容。通过用测量的电容(C)除以样品的面积(A)算出电容密度。

$$[0120] \quad C/A = 1.08\text{nF}/\text{cm}^2$$

[0121] 实例6

[0122] 步骤1:在MiniCer中以4320rpm将1375克(g)BaTiO₃与16.5gSOLSPERSE 76500分散剂、110g MEK和164g MIBK研磨约10分钟,以产生研磨分散体。

[0123] 步骤2:往40g MEK溶剂中添加32g EPON 1001 F和8g EPON1050,在Dispermat溶解器中旋转直至完全溶解。

[0124] 步骤3:往得自步骤2的环氧树脂溶液中添加10g CAF。

[0125] 步骤4:往得自步骤3的环氧树脂溶液中添加240g的BT溶液和120g MEK,在Dispermat溶解器中旋转直至获得均匀分散体。

[0126] 步骤5:将10 μm厚的最终溶液涂布到一片铜箔上,将2.5 μm厚的最终溶液涂布到另一片铜箔上。

[0127] 步骤6:利用包括45重量% KOH溶液作为蚀刻剂,在79℃的高温下持续4分钟的化学蚀刻工艺来使LCP非织造材料变薄(减少49.2重量%),然后用去离子水洗涤并在120℃下干燥约15分钟。

[0128] 步骤7:用标准轧辊层合机在166℃的温度和0.3米/分钟的速度下,以LCP非织造材料夹于其间将两个被涂布铜片层合在一起。

[0129] 步骤8:在空气中190℃下最终高温固化4小时,以形成电容层合物。

[0130] 用标准欧姆计测量电容层合物的电容。通过用测量的电容(C)除以样品的面积(A)算出电容密度。

$$[0131] \quad C/A = 1.11\text{nF}/\text{cm}^2$$

[0132] 实例7

[0133] 步骤1:在MiniCer中以4320rpm将1375克(g)BaTiO₃与1.2重量% SOLSPERSE 76500分散剂、110g MEK和164g MIBK研磨约10分钟,以产生研磨分散体。

[0134] 步骤2:往40g MEK溶剂中添加32g EPON 1001 F和8g EPON1050,在Dispermat溶解器中旋转直至完全溶解。

[0135] 步骤3:往得自步骤2的环氧树脂溶液中添加10g CAF。

[0136] 步骤4:往得自步骤3的环氧树脂溶液中添加240g的BT溶液和120g MEK,在Dispermat溶解器中旋转直至获得均匀分散体。

[0137] 步骤5:将10 μm厚的最终溶液涂布到一片铜箔上,将2.5 μm厚的最终溶液涂布到另一片铜箔上。

[0138] 步骤6:用等离子体蚀刻工艺来使LCP非织造材料变薄(减少51.1重量%),其包

括氧气和 C_3F_8 等离子体, 氧气流速为 500 标准 cc^3/min (SCCM), C_3F_8 气体流速为 100SCCM, 压力为 300mTorr, 射频功率为 2000 瓦特, 持续 4 分钟。

[0139] 步骤 7: 利用标准轧辊层合机在 166°C 的温度和 0.3 米 / 分钟的速度下, 以 LCP 非织造材料夹于其间将两个被涂布铜片层合在一起。

[0140] 步骤 8: 在空气中 190°C 下最终高温固化 4 小时, 以形成电容层合物。

[0141] 用标准欧姆计测量电容层合物的电容。通过用测量的电容 (C) 除以样品的面积 (A) 算出电容密度。

[0142] $C/A = 1.14nF/cm^2$

[0143] 实例 8

[0144] 步骤 1: 在 MiniCer (或 LMZ-2) 中以 4320rpm 将 1375 克 (g) $BaTiO_3$ 与 16.5g SOLSPERSE 76500 分散剂、110g MEK 和 164g MIBK 研磨约 10 分钟, 以产生研磨分散体。

[0145] 步骤 2: 往 40g MEK 溶剂中添加 32g EPON 1001 F 和 8g EPON1050, 在 Dispermat 溶解器中旋转直至完全溶解。

[0146] 步骤 3: 往得自步骤 2 的环氧树脂溶液中添加 10g CAF。

[0147] 步骤 4: 往得自步骤 3 的环氧树脂溶液中添加 240g 的 BT 溶液和 120g MEK, 在 Dispermat 溶解器中旋转直至获得均匀分散体。

[0148] 步骤 5: 将 10 μm 厚的最终溶液涂布到一片铜箔上, 将 2.5 μm 厚的最终溶液涂布到另一片铜箔上。

[0149] 步骤 6: 利用等离子体蚀刻工艺来使 LCP 非织造材料变薄 (减少 38.4 重量%), 其包括氧气和 C_3F_8 等离子体, 氧气流速为 500 标准 cc^3/min (SCCM), C_3F_8 气体流速为 100SCCM, 压力为 300mTorr, 射频功率为 2000 瓦特, 持续 3.2 分钟。

[0150] 步骤 7: 用标准轧辊层合机在 166°C 的温度和 0.3 米 / 分钟的速度下, 以 LCP 非织造材料夹于其间将两个被涂布铜片层合在一起。

[0151] 步骤 8: 在空气中 190°C 下最终高温固化 4 小时, 以形成电容层合物。

[0152] 用标准欧姆计测量电容层合物的电容。通过用测量的电容 (C) 除以样品的面积 (A) 算出电容密度。

[0153] $C/A = 1.03nF/cm^2$

[0154] 实例 9

[0155] 步骤 1: 在 MiniCer 中以 4320rpm 将 1375 克 (g) $BaTiO_3$ 与 16.5g SOLSPERSE 76500 分散剂、110g MEK 和 164g MIBK 研磨约 10 分钟, 以产生研磨分散体。

[0156] 步骤 2: 往 40g MEK 溶剂中添加 32g EPON 1001 F 和 8g EPON1050, 在 Dispermat 溶解器中旋转直至完全溶解。

[0157] 步骤 3: 往得自步骤 2 的环氧树脂溶液中添加 10g CAF。

[0158] 步骤 4: 往得自步骤 3 的环氧树脂溶液中添加 240g 的 BT 溶液和 120g MEK, 在 Dispermat 溶解器中旋转直至获得均匀分散体。

[0159] 步骤 5: 将 10 μm 厚的最终溶液涂布到一片铜箔上, 将 2.5 μm 厚的最终溶液涂布到另一片铜箔上。

[0160] 步骤 6: 利用等离子体蚀刻工艺来使 LCP 非织造材料变薄 (减少 29.9 重量%), 其包括氧气和 C_3F_8 等离子体, 氧气流速为 500 标准 cc^3/min (SCCM), C_3F_8 气体流速为 100SCCM,

压力为 300mTorr, 射频功率为 2000 瓦特, 持续 2.4 分钟。

[0161] 步骤 7: 用标准轧辊层合机在 166°C 的温度和 0.3 米 / 分钟的速度下, 以 LCP 非织造材料夹于其间将两个被涂布铜片层合在一起。

[0162] 步骤 8: 在空气中 190°C 下最终高温固化 4 小时, 以形成电容层合物。

[0163] 用标准欧姆计测量电容层合物的电容。通过用测量的电容 (C) 除以样品的面积 (A) 算出电容密度。

$$[0164] \quad C/A = 0.96\text{nF/cm}^2$$

[0165] 实例 10

[0166] 步骤 1: 在 MiniCer 中以 4320rpm 将 1375 克 (g) BaTiO₃ 与 16.5g SOLSPERSE 76500 分散剂、110g MEK 和 164g MIBK 研磨约 10 分钟, 以产生研磨分散体。

[0167] 步骤 2: 往 40g MEK 溶剂中添加 32g EPON 1001 F 和 8g EPON1050, 在 Dispermat 溶解器中旋转直至完全溶解。

[0168] 步骤 3: 往得自步骤 2 的环氧树脂溶液中添加 10g CAF。

[0169] 步骤 4: 往得自步骤 3 的环氧树脂溶液中添加 240g 的 BT 溶液和 120g MEK, 在 Dispermat 溶解器中旋转直至获得均匀分散体。

[0170] 步骤 5: 将 10 μm 厚的最终溶液涂布到一片铜箔上, 将 2.5 μm 厚的最终溶液涂布到另一片铜箔上。

[0171] 步骤 6: 利用等离子体蚀刻工艺来使 LCP 非织造材料变薄 (减少 20 重量%), 其包括氧气和 C₃F₈ 等离子体, 氧气流速为 500 标准 cc³/min (SCCM), C₃F₈ 气体流速为 100SCCM, 压力为 300mTorr, 射频功率为 2000 瓦特, 持续 1.6 分钟。

[0172] 步骤 7: 用标准轧辊层合机在 166°C 的温度和 0.3 米 / 分钟的速度下, 以 LCP 非织造材料夹于其间将两个被涂布铜片层合在一起。

[0173] 步骤 8: 在空气中 190°C 下最终高温固化 4 小时, 以形成电容层合物。

[0174] 用标准欧姆计测量电容层合物的电容。通过用测量的电容 (C) 除以样品的面积 (A) 算出电容密度。

$$[0175] \quad C/A = 0.91\text{nF/cm}^2$$

[0176] 实例 11

[0177] 步骤 1: 在 MiniCer (或 LMZ-2) 中以 4320rpm 将 1500 克 (g) BaTiO₃ 与 16.5g SOLSPERSE 76500 分散剂、110g MEK 和 164g MIBK 研磨约 10 分钟, 以产生研磨分散体。

[0178] 步骤 2: 往 40g MEK 溶剂中添加 32g EPON 1001 F 和 8g EPON1050, 在 Dispermat 溶解器中旋转直至完全溶解。

[0179] 步骤 3: 往得自步骤 2 的环氧树脂溶液中添加 10g CAF。

[0180] 步骤 4: 往得自步骤 3 的环氧树脂溶液中添加 240g 的 BT 溶液和 120g MEK, 在 Dispermat 溶解器中旋转直至获得均匀分散体。

[0181] 步骤 5: 将 5 μm 厚的最终溶液涂布到一片铜箔上, 将 7 μm 厚的最终溶液涂布到另一片铜箔上。

[0182] 步骤 6: 利用等离子体蚀刻工艺来使 LCP 非织造材料变薄 (减少 30 重量%), 其包括氧气和 C₃F₈ 等离子体, 氧气流速为 500 标准 cc³/min (SCCM), C₃F₈ 气体流速为 100SCCM, 压力为 300mTorr, 射频功率为 2000 瓦特, 持续 2.4 分钟。

[0183] 步骤 7:用标准轧辊层合机在 166℃的温度和 0.3 米 / 分钟的速度下,将两个被涂布的铜片层合在一起,使得 LCP 非织造材料位于它们之间。

[0184] 步骤 8:在空气中 190℃下最终高温固化 4 小时,以形成电容层合物。

[0185] 用标准欧姆计测量电容层合物的电容。通过用测量的电容 (C) 除以样品的面积 (A) 算出电容密度。

$$[0186] \quad C/A = 1.03\text{nF}/\text{cm}^2$$

[0187] 实例 12

[0188] 步骤 1:在 MiniCer 中以 4320rpm 将 1500 克 (g)BaTiO₃与 18gSOLSPERSE 76500 分散剂、110g MEK 和 164g MIBK 研磨约 10 分钟,以产生研磨分散体。

[0189] 步骤 2:往 40g MEK 溶剂中添加 32g EPON 1001 F 和 8g EPON1050,在 Dispermat 溶解器中旋转直至完全溶解。

[0190] 步骤 3:往得自步骤 2 的环氧树脂溶液中添加 10g CAF。

[0191] 步骤 4:往得自步骤 3 的环氧树脂溶液中添加 240g 的 BT 溶液和 120g MEK,在 Dispermat 溶解器中旋转直至获得均匀分散体。

[0192] 步骤 5:将 5 μm 厚的最终溶液涂布到一片铜箔上,将 7 μm 厚的最终溶液涂布到另一片铜箔上。

[0193] 步骤 6:利用等离子体蚀刻工艺来使 LCP 非织造材料变薄 (减少 20 重量%),其包括氧气和 C₃F₈等离子体,氧气流速为 500 标准 cc³/min (SCCM),C₃F₈气体流速为 100SCCM,压力为 300mTorr,射频功率为 2000 瓦特,持续 1.6 分钟。

[0194] 步骤 7:用标准轧辊层合机在 166℃的温度和 0.3 米 / 分钟的速度下,以 LCP 非织造材料夹于其间将两个被涂布铜片层合在一起。

[0195] 步骤 8:在空气中 190℃下最终高温固化 4 小时,以形成电容层合物。

[0196] 用标准欧姆计测量电容层合物的电容。通过用测量的电容 (C) 除以样品的面积 (A) 算出电容密度。

$$[0197] \quad C/A = 0.97\text{nF}/\text{cm}^2$$

[0198] 实例 13

[0199] 步骤 1:在 MiniCer 中以 4320rpm 将 1500 克 (g)BaTiO₃与 18gSOLSPERSE 76500 分散剂、110g MEK 和 164g MIBK 研磨约 10 分钟,以产生研磨分散体。

[0200] 步骤 2:往 40g MEK 溶剂中添加 32g EPON 1001 F 和 8g EPON1050,在 Dispermat 溶解器中旋转直至完全溶解。

[0201] 步骤 3:往得自步骤 2 的环氧树脂溶液中添加 10g CAF。

[0202] 步骤 4:往得自步骤 3 的环氧树脂溶液中添加 240g 的 BT 溶液和 120g MEK,在 Dispermat 溶解器中旋转直至获得均匀分散体。

[0203] 步骤 5:将 7 μm 厚的最终溶液涂布到两片铜箔上。

[0204] 步骤 6:利用等离子体蚀刻工艺来使 LCP 非织造材料变薄 30 重量%,其包括氧气和 C₃F₈等离子体,氧气流速为 500 标准 cc³/min (SCCM),C₃F₈气体流速为 100SCCM,压力为 300mTorr,射频功率为 2000 瓦特,持续 2.4 分钟。

[0205] 步骤 7:用标准轧辊层合机在 166℃的温度和 0.3 米 / 分钟的速度下,以 LCP 非织造材料夹于其间将两个被涂布铜片层合在一起。

[0206] 步骤 8 :在空气中 190℃下最终高温固化 4 小时,以形成电容层合物。

[0207] 用标准欧姆计测量电容层合物的电容。通过用测量的电容 (C) 除以样品的面积 (A) 算出电容密度。

[0208] $C/A = 0.99\text{nF}/\text{cm}^2$

[0209] 在不偏离本发明范围和精神的前提下,本发明的各种修改和更改对于本领域内的技术人员将会变得显而易见,并且应当理解的是,本发明不应被严格限制于本文所描述的示例性实施例。