



(10) 授权公告号 CN 110461968 B

(45) 授权公告日 2022.09.09

(21) 申请号 201880021759.4

(22) 申请日 2018.04.06

(65) 同一申请的已公布的文献号  
申请公布号 CN 110461968 A

(43) 申请公布日 2019.11.15

(30) 优先权数据  
62/483,035 2017.04.07 US

(85) PCT国际申请进入国家阶段日  
2019.09.27

(86) PCT国际申请的申请数据  
PCT/US2018/026573 2018.04.06

(87) PCT国际申请的公布数据  
W02018/187755 EN 2018.10.11

(73) 专利权人 PPG工业俄亥俄公司  
地址 美国俄亥俄州

(72) 发明人 A·M·沙瑟尔 P·F·齐达姆  
M·A·穆勒恩卡姆普  
H·A·格恩德 S·L·奥尔泽奇  
B·E·伍德沃斯 B·A·施瓦茨  
K·L·福德

(74) 专利代理机构 中国贸促会专利商标事务所  
有限公司 11038  
专利代理师 冯奕

(51) Int.Cl.  
C09D 163/00 (2006.01)  
C08G 59/42 (2006.01)  
审查员 朱诗沁

权利要求书3页 说明书11页

(54) 发明名称

涂料组合物,由其形成的介电涂层和制备介电涂层的方法

(57) 摘要

本发明涉及一种用于制备介电涂层的粉末涂料组合物。该粉末涂料组合物包括:(a) 环氧官能的聚合物;(b) 多羧酸官能的聚酯聚合物,其与所述环氧官能的聚合物有反应性并且其具有小于100mg KOH/g的酸值;和(c) 多羧酸官能的(甲基)丙烯酸酯聚合物,其与所述环氧官能的聚合物有反应性。此外,如果存在着色剂,则该粉末涂料组合物包含35重量%或者更少的着色剂,基于该涂料组合物的总固体重量计。

1. 用于制备介电涂层的粉末涂料组合物,其包含:

a) 环氧官能的聚合物,所述环氧官能的聚合物占粉末涂料组合物的30-50重量%,基于该粉末涂料组合物的总固体重量计,并且其中所述环氧官能的聚合物是双酚A的二缩水甘油基醚;

b) 多羧酸官能的聚酯聚合物,其与所述环氧官能的聚合物有反应性并且其具有小于100mg KOH/g的酸值;和

c) 多羧酸官能的(甲基)丙烯酸酯聚合物,其与所述环氧官能的聚合物有反应性,

其中该粉末涂料组合物包含35重量%或者更少的着色剂,基于该粉末涂料组合物的总固体重量计,

其中多羧酸官能的聚酯聚合物与多羧酸官能的(甲基)丙烯酸酯聚合物的重量比为1:1或者更大,和

其中

(i) 所述粉末涂料组合物进一步包含(d) 异氰酸酯官能的交联剂,其是与获自所述环氧官能的聚合物、多羧酸官能的聚酯聚合物和多羧酸官能的(甲基)丙烯酸酯聚合物的羟基官能的反应产物有反应性的;或

(ii) 由所述粉末涂料组合物所形成的涂层在干膜厚度小于8密耳时的介电强度大于2.5kV;或

同时满足(i)与(ii)。

2. 根据权利要求1所述的用于制备介电涂层的粉末涂料组合物,其中所述异氰酸酯官能的交联剂是封闭的异氰酸酯官能的交联剂。

3. 根据权利要求1所述的用于制备介电涂层的粉末涂料组合物,其中所述异氰酸酯官能的交联剂是脲二酮异氰酸酯。

4. 根据权利要求1所述的用于制备介电涂层的粉末涂料组合物,其中所述多羧酸官能的聚酯聚合物由至少一种回收材料形成。

5. 根据权利要求4所述的用于制备介电涂层的粉末涂料组合物,其中所述至少一种回收材料是聚对苯二甲酸乙二醇酯。

6. 根据权利要求1所述的用于制备介电涂层的粉末涂料组合物,其中所述粉末涂料组合物包含小于1000份/百万份重量的着色剂,基于该粉末涂料组合物的总固体重量计。

7. 根据权利要求1所述的用于制备介电涂层的粉末涂料组合物,其中所述多羧酸官能的聚酯聚合物具有60mg KOH/g-80mg KOH/g的酸值。

8. 基底,其至少部分地涂覆有根据权利要求1所述的用于制备介电涂层的粉末涂料组合物所形成的涂层,其中所述涂层在干膜厚度小于8密耳时的介电强度大于2.5kV。

9. 根据权利要求8所述的基底,其中所述涂层在干膜厚度小于5密耳时的介电强度大于4.0kV。

10. 根据权利要求8所述的基底,其中所述基底包含金属。

11. 电池,其至少部分地涂覆有根据权利要求1所述的用于制备介电涂层的粉末涂料组合物所形成的涂层。

12. 电池部件,其至少部分地涂覆有根据权利要求1所述的用于制备介电涂层的粉末涂料组合物所形成的涂层。

13. 金属线,其至少部分地涂覆有根据权利要求1所述的用于制备介电涂层的粉末涂料组合物所形成的涂层。

14. 形成介电涂层的方法,包含:

a) 将粉末涂料组合物施涂到至少一部分的基底上,该粉末涂料组合物包含:

i) 环氧官能的聚合物,所述环氧官能的聚合物占粉末涂料组合物的30-50重量%,基于该粉末涂料组合物的总固体重量计,其中所述环氧官能的聚合物是双酚A的二缩水甘油基醚;

ii) 多羧酸官能的聚酯聚合物,其与所述环氧官能的聚合物有反应性并且其具有小于100mg KOH/g的酸值;

iii) 多羧酸官能的(甲基)丙烯酸酯聚合物,其与所述环氧官能的聚合物有反应性;

iv) 异氰酸酯官能的交联剂,其是与获自所述环氧官能的聚合物、多羧酸官能的聚酯聚合物和多羧酸官能的(甲基)丙烯酸酯聚合物的羟基官能的反应产物有反应性的;和

其中该粉末涂料组合物包含35重量%或者更少的着色剂,基于该涂料组合物的总固体重量计,

其中多羧酸官能的聚酯聚合物与多羧酸官能的(甲基)丙烯酸酯聚合物的重量比为1:1或者更大;和

b) 固化该粉末涂料组合物形成涂层,

其中所述涂层在干膜厚度小于8密耳时的介电强度大于2.5kV。

15. 根据权利要求14所述的形成介电涂层的方法,其中所述粉末涂料组合物通过施加红外辐射而至少部分地固化。

16. 根据权利要求14所述的形成介电涂层的方法,其中所述方法包含根据(a)施涂第一粉末涂料组合物到至少一部分的基底上,和随后根据(a)施涂第二粉末涂料组合物到至少一部分的所述第一粉末涂料组合物上。

17. 根据权利要求16所述的形成介电涂层的方法,其中所述第一粉末涂料组合物在施涂所述第二粉末涂料组合物之前被固化。

18. 根据权利要求16所述的形成介电涂层的方法,其中所述第一粉末涂料组合物和第二粉末涂料组合物在施涂了该第二粉末涂料组合物之后被同时一起固化。

19. 根据权利要求14所述的形成介电涂层的方法,其中所述交联剂包含封闭的异氰酸酯官能的交联剂。

20. 根据权利要求19所述的形成介电涂层的方法,其中所述异氰酸酯官能的交联剂是脲二酮异氰酸酯。

21. 根据权利要求14所述的形成介电涂层的方法,其中所述粉末涂料组合物包含小于1000份/百万份重量的着色剂,基于该粉末涂料组合物的总固体重量计。

22. 根据权利要求14所述的形成介电涂层的方法,其中所述基底是电池。

23. 根据权利要求14所述的形成介电涂层的方法,其中所述基底是电池部件。

24. 根据权利要求14所述的形成介电涂层的方法,其中所述基底是金属线。

25. 用于制备介电涂层的粉末涂料组合物,其包含:

a) 环氧官能的聚合物;

b) 多羧酸官能的聚酯聚合物,其与所述环氧官能的聚合物有反应性并且其具有小于

100mg KOH/g的酸值;和

c) 多羧酸官能的(甲基)丙烯酸酯聚合物,其与所述环氧官能的聚合物有反应性,

其中该粉末涂料组合物包含35重量%或者更少的着色剂,基于该粉末涂料组合物的总固体重量计;

其中所述粉末涂料组合物包含30-50重量%的所述环氧官能的聚合物和30-50重量%的多羧酸官能的聚酯聚合物,基于该粉末涂料组合物的总固体重量计,

其中多羧酸官能的聚酯聚合物与多羧酸官能的(甲基)丙烯酸酯聚合物的重量比为1:1或者更大,和

其中

(i) 所述粉末涂料组合物进一步包含(d) 异氰酸酯官能的交联剂,其是与获自所述环氧官能的聚合物、多羧酸官能的聚酯聚合物和多羧酸官能的(甲基)丙烯酸酯聚合物的羟基官能的反应产物有反应性的;或

(ii) 由所述粉末涂料组合物所形成的涂层在干膜厚度小于8密耳时的介电强度大于2.5kV;或

同时满足(i)与(ii)。

## 涂料组合物,由其形成的介电涂层和制备介电涂层的方法

[0001] 交叉参考的相关申请

[0002] 本申请要求2017年4月7日提交的美国临时申请No.62/483035的优先权,其在此以其全部引入作为参考。

### 发明领域

[0003] 本发明涉及涂料组合物,由该涂料组合物形成的介电涂层,和制备该介电涂层的方法。

[0004] 发明背景

[0005] 基底例如金属基底(包括金属电子部件),经常是用高介电强度材料来保护的,以提供绝缘性。例如,部件已经用介电涂层涂覆来提供绝缘性。虽然介电涂层可以提供绝缘性能,但是在低膜厚时难以获得良好的绝缘性。因此,令人期望的是开发改进的介电涂层,其在低膜厚时提供良好的电绝缘。

[0006] 发明概述

[0007] 本发明涉及一种用于制备介电涂层的粉末涂料组合物。该粉末涂料组合物包含:(a) 环氧官能的聚合物;(b) 多羧酸官能的聚酯聚合物,其与所述环氧官能的聚合物有反应性,并且其包含小于100mg KOH/g的酸值;和(c) 多羧酸官能的(甲基)丙烯酸酯聚合物,其与所述环氧官能的聚合物有反应性。此外,如果存在着色剂,则该粉末涂料组合物包含35重量%或者更少的着色剂,基于该涂料组合物的总固体重量计。

[0008] 本发明还涉及一种基底,其是用前述涂料组合物形成的涂层涂覆的。该涂层在干膜厚度小于8密耳时的介电强度大于2.5kV。

[0009] 另外,本发明涉及一种形成介电涂层的方法,其包含(a) 将前述粉末涂料组合物施涂到至少一部分的基底上,和(b) 固化该粉末涂料组合物以形成涂层。由其形成的涂层在干膜厚度小于8密耳时的介电强度大于2.5kV。

[0010] 发明详述

[0011] 在下面的具体实施方式中,应当理解本发明可以设想不同的可选择的变化和步骤次序,除了有明确的相反规定之处。此外,除了任何操作实施例或者另有指示之处外,全部的表示例如说明书和权利要求中所用成分的量的数字被理解为在全部的情况中是用术语“大约”修正的。因此,除非有相反的指示,否则下面的说明书和附加的权利要求中阐明的数字参数是近似的,其可以根据本发明所寻求获得的期望的性能而变化。最起码,和并非打算使用等同原则将本申请限制到权利要求的范围,每个数字参数应当至少按照所报告的有效数字的数据和通过使用通常的四舍五入技术来解释。

[0012] 虽然阐明本发明宽的范围的数字范围和参数是近似的,但是在具体实施例中所述的数值是尽可能精确来报告的。但是任何数值本质上包含了由它们各自的测试测量中存在的标准偏差所必然带来的某些误差。

[0013] 同样,应当理解这里所述的任何数字范围意在包括处于其中的全部的子范围。例如范围“1-10”目的是包括在所述的最小值1和所述的最大值10之间(并包括其)的全部子范

围,即,具有等于或者大于1的最小值和等于或者小于10的最大值。

[0014] 在本申请中,单数的使用包括复数和包含单数的复数,除非另有明确规定。另外,在本申请中,使用“或者”表示“和/或”,除非另有明确规定,即使“和/或”在某些情况中可以明确使用。此外,在本申请中,使用“一个”或者“一种”表示“至少一种”,除非另有明确规定。例如“一种”聚合物,“一种”粉末涂料组合物等指的是一种或多种的任何这些项目。

[0015] 如所示的,本发明涉及一种用于制备高介电强度涂层的粉末涂料组合物。如本文中使用的,“粉末涂料组合物”指的是这样的涂料组合物,其体现为固体粒子形式,而非液体形式。因此,本文所述的组分可以组合来形成可固化的固体粒子粉末涂料组合物。例如,本文所述的形成所述涂料组合物的组分可以组合成为自由流动的可固化固体粒子粉末涂料组合物。如本文中使用的,涉及可固化固体粒子粉末涂料组合物的术语“自由流动”指的是这样的固体粒子粉末组合物,其在各个粒子之间具有最小的结块或者附聚。

[0016] 此外,“介电涂层”指的是电绝缘的涂层。如本文将进一步详述的,本发明的介电涂层可以提供大于2.5kV的介电强度,其是通过Sefelec Dielectrimeter RMG 12AC-DC和根据ASTM D 149-09 Hipot测试来测量的。

[0017] 根据本发明,该用于制备介电涂层的粉末涂料组合物包含:(a) 环氧官能的聚合物;(b) 多羧酸官能的聚酯聚合物,其与所述环氧官能的聚合物有反应性,并且其包含小于100mg KOH/g的酸值;和(c) 多羧酸官能的(甲基)丙烯酸酯聚合物,其与所述环氧官能的聚合物有反应性。预期所述环氧官能的聚合物,多羧酸官能的聚酯聚合物,和多羧酸官能的(甲基)丙烯酸酯聚合物可以反应来形成羟基官能的反应产物。

[0018] 如本文中使用的,术语“聚合物”指的是低聚物,均聚物(例如由单一单体物质制备的),共聚物(例如由至少两种单体物质制备的)和接枝聚合物。术语“树脂”是与“聚合物”可互换使用的。此外,术语“交联剂”指的是包含两种或者更多种官能团的分子,其与其他官能团有反应性,并且其能够通过化学键将两个或者更多个单体或者聚合物分子连接在一起。

[0019] 如前所述,本发明的粉末涂料组合物包含至少两种不同的多羧酸官能的聚合物:(i) 多羧酸官能的聚酯聚合物;和(ii) 多羧酸官能的(甲基)丙烯酸酯聚合物。如本文中使用的,“多羧酸官能的聚合物”指的是具有两个或者更多个羧酸官能团的聚合物。

[0020] 用于本发明的粉末涂料组合物的多羧酸官能的聚酯聚合物的酸值可以小于100mg KOH/g或者小于80mg KOH/g。多羧酸官能的聚酯聚合物可以进一步具有至少60mg KOH/g的酸值。多羧酸官能的聚酯聚合物还可以例如具有60mg KOH/g-100mg KOH/g,或者60mg KOH/g-80mg KOH/g的酸值。多羧酸官能的聚酯聚合物可以由不同的材料诸如聚(对苯二甲酸乙二醇酯)形成。

[0021] 多羧酸官能的聚酯聚合物可以占所述粉末涂料组合物的至少20重量%,至少25重量%,至少30重量%,至少35重量%,或者至少40重量%,基于该粉末涂料组合物的总固体重量计。多羧酸官能的聚酯聚合物可以占所述粉末涂料组合物的最多60重量%或者最多50重量%,基于该粉末涂料组合物的总固体重量计。多羧酸官能的聚酯聚合物还可以占所述粉末涂料组合物的例如20-60重量%或者30-50重量%的量,基于该粉末涂料组合物的总固体重量计。

[0022] 如所述的,该粉末涂料组合物还包含多羧酸官能的(甲基)丙烯酸酯聚合物。如本文中使用的,“(甲基)丙烯酸酯”和类似术语指的是丙烯酸酯和相应的甲基丙烯酸酯二者。

多羧酸官能的(甲基)丙烯酸酯聚合物可以占所述粉末涂料组合物的至少0.05重量%,至少0.1重量%,至少0.5重量%,至少1重量%,或者至少2重量%,基于该粉末涂料组合物的总固体重量计。多羧酸官能的(甲基)丙烯酸酯聚合物可以占所述粉末涂料组合物的最多10重量%,最多5重量%,或者最多3重量%,基于该粉末涂料组合物的总固体重量计。多羧酸官能的(甲基)丙烯酸酯聚合物还可以占所述粉末涂料组合物的例如0.05-10重量%,或者0.1-5重量%,或者1-3重量%的量,基于该粉末涂料组合物的总固体重量计。

[0023] 多羧酸官能的聚酯聚合物和多羧酸官能的(甲基)丙烯酸酯聚合物可以在粉末涂料组合物中组合以提供期望的重量比。例如,多羧酸官能的聚酯聚合物和多羧酸官能的(甲基)丙烯酸酯聚合物可以在粉末涂料组合物中组合,提供多羧酸官能的聚酯聚合物与多羧酸官能的(甲基)丙烯酸酯聚合物的重量比1:1或者更大,或者5:1或者更大,或者10:1或者更大,或者15:1或者更大,或者20:1或者更大。

[0024] 所述粉末涂料组合物还可以包括另外的羧酸官能的聚合物,其包括但不限于羧酸官能的聚氨酯聚合物,聚酰胺聚合物,聚醚聚合物,聚硅氧烷聚合物,乙烯基树脂,其共聚物及其组合。此外,任何前述的羧酸官能的聚合物可以具有任何的多种另外的官能团,包括但不限于氨基,羟基,硫醇基团,氨基甲酸酯基团,酰胺基团,脲基及其组合。或者,本发明的粉末涂料组合物可以没有这样的另外的多羧酸官能的聚合物。

[0025] 羧酸官能的聚合物的总量可以占所述粉末涂料组合物的至少20重量%,至少30重量%,或者至少40重量%,基于该粉末涂料组合物的总固体重量计。羧酸官能的聚合物的总量可以占所述粉末涂料组合物的最多70重量%,最多60重量%,或者最多50重量%,基于该粉末涂料组合物的总固体重量计。羧酸官能的聚合物的总量还可以占所述粉末涂料组合物的例如20-70重量%,或者30-60重量%,或者40-50重量%的量,基于该粉末涂料组合物的总固体重量计。

[0026] 所述羧酸官能的聚合物还可以由回收材料形成。例如,本发明的粉末涂料组合物可以包含由至少一种回收材料制备的多羧酸官能的聚酯。可以用于形成该多羧酸官能的聚酯的回收材料的一个非限定性例子是回收的聚(对苯二甲酸乙二醇酯)。

[0027] 如前所述,本发明的粉末涂料组合物还包含环氧官能的聚合物,其是与至少所述的多羧酸官能的聚酯聚合物和多羧酸官能的(甲基)丙烯酸酯聚合物有反应性的。可以理解的是,环氧官能的聚合物包含两个或者更多个环氧官能团,并且当与所述羧酸官能的聚合物反应时充当交联剂。合适的环氧官能的聚合物的非限定性例子包括但不限于双酚A的二缩水甘油基醚,多羟基醇的聚缩水甘油基醚,多羧酸的聚缩水甘油基酯及其组合。合适的环氧树脂的非限定性例子也可以在商标名NPES-903下市售自NanYa Plastics,和在商标名EPON™ 2002和EPON 2004™下市售自Hexion。

[0028] 所述环氧官能的聚合物的当量重量可以是至少500或者至少700。所述环氧官能的聚合物还可以具有高到1000或者高到5100的当量重量。所述环氧官能的聚合物可以具有500-5100或者700-1000的当量重量。如本文中使用的,“当量重量”指的是树脂的重均分子量除以官能团数。因此,环氧官能的聚合物的当量重量是通过环氧树脂的重均分子量除以环氧化物基团和任何其他任选的官能团(其不是环氧化物)的总数来确定的。此外,重均分子量通过凝胶渗透色谱法,相对于800-900000道尔顿的线性聚苯乙烯标样来测定,其使用Waters 2695分离模块和Waters 410微分折光计(RI检测器)测量。使用四氢呋喃(THF)作为

流速 $1\text{ml min}^{-1}$ 的洗提剂,使用两个PLgel混合-C( $300\times 7.5\text{mm}$ )柱用于分离。

[0029] 将理解所述环氧官能的聚合物可以包含一种或者多种类型的环氧官能的聚合物。当使用多个环氧官能的聚合物时,所述多个环氧官能的聚合物可以具有相同或者不同的当量重量。例如第一环氧官能的聚合物的当量重量可以大于第二环氧官能的聚合物的当量重量。所述环氧官能的聚合物还可以包括除了环氧官能团之外另外的官能团,包括但不限于任何前述的官能团。或者,该环氧官能的聚合物可以没有任何的一种或者全部前述官能团,除了环氧官能团之外。

[0030] 所述环氧官能的聚合物可以占粉末涂料组合物的至少20重量%,至少30重量%,或者至少40重量%,基于该粉末涂料组合物的总固体重量计。所述环氧官能的聚合物可以占粉末涂料组合物的最多60重量%或者最多50重量%,基于该涂料组合物的总固体重量计。所述环氧官能的聚合物还可以占所述粉末涂料组合物的例如20-60重量%,或者30-50重量%,或者40-50重量%,基于该粉末涂料组合物的总固体重量计。

[0031] 所述多羧酸官能的聚酯聚合物和环氧官能的聚合物还可以在粉末涂料组合物中组合以提供期望的重量比。例如,多羧酸官能的聚酯聚合物和环氧官能的聚合物可以在粉末涂料组合物中组合来提供0.5:1-1:0.5,或者0.8:1-1:0.8,或者0.9:1-1:0.9,或者0.95:1-1:0.95的多羧酸官能的聚酯聚合物与环氧官能的聚合物的重量比,或者处于1:1的比率。

[0032] 所述粉末涂料组合物的羧酸官能的聚合物和环氧官能的聚合物反应,形成包含羟基官能团的反应产物。该反应产物可以包含一个或者多个羟基。例如,该反应产物可以包含多个侧羟基和任选的端羟基。

[0033] 本发明的粉末涂料组合物还可以包含异氰酸酯官能的交联剂,其是与前述的包含羟基官能团的反应产物有反应性的。该异氰酸酯交联剂可以提供另外的性能,包括例如更高的交联密度,用于增加耐化学品性和耐磨性。

[0034] 所述异氰酸酯官能的交联剂可以包括不同类型的多异氰酸酯。可以使用的多异氰酸酯包括脂肪族和芳族二异氰酸酯以及更高官能的多异氰酸酯。合适的多异氰酸酯的非限定性例子包括异佛尔酮二异氰酸酯(IPDI),二环己基甲烷4,4'-二异氰酸酯(H12MDI),环己基二异氰酸酯(CHDI),间四甲基亚二甲苯基二异氰酸酯(m-TMXDI),对四甲基亚二甲苯基二异氰酸酯(p-TMXDI),乙烯二异氰酸酯,1,2-二异氰酸根合丙烷,1,3-二异氰酸根合丙烷,1,6-二异氰酸根合己烷(六亚甲基二异氰酸酯或者HDI),1,4-丁烯二异氰酸酯,赖氨酸二异氰酸酯,1,4-亚甲基双-(环己基异氰酸酯),甲苯二异氰酸酯(TDI),间亚二甲苯基二异氰酸酯(MXDI)和对亚二甲苯基二异氰酸酯,4-氯-1,3-苯二异氰酸酯,1,5-四氢化萘二异氰酸酯,4,4'-二苄基二异氰酸酯,和1,2,4-苯三异氰酸酯,亚二甲苯基二异氰酸酯(XDI)及其混合物或者组合。

[0035] 该异氰酸酯交联剂可以包含封闭的异氰酸酯官能的交联剂。“封闭的异氰酸酯”指的是具有异氰酸酯官能团的化合物,其已经与封闭剂反应,并且其防止异氰酸酯官能度发生反应,直到所述封闭剂通过曝露于外部刺激例如热而被除去。封闭剂的非限定性例子包括酚,吡啶酚,噻吩,甲基乙基酮肟,酰胺,己内酰胺,咪唑和吡唑。所述异氰酸酯还可以包括脲二酮异氰酸酯例如脲二酮内部封闭的异氰酸酯加合物。

[0036] 所述异氰酸酯官能的交联剂可以占所述粉末涂料组合物的至少0.1重量%,至少1重量%,或者至少3重量%,基于该粉末涂料组合物的总固体重量计。所述异氰酸酯官能的

交联剂可以占粉末涂料组合物的最多10重量%，最多8重量%，或者最多5重量%，基于该粉末涂料组合物的总固体重量计。所述异氰酸酯官能的交联剂还可以占粉末涂料组合物的例如0.1-10重量%，或者1-8重量%，或者3-5重量%的量，基于该粉末涂料组合物的总固体重量计。

[0037] 所述涂料组合物可以任选地包括另外的成膜树脂，例如任何前述的没有羧酸基团并且包括不同的官能团例如任何其他前述的官能团的树脂。此外，所述涂料组合物还可以任选地包括另外的交联剂，其是与任何前述树脂有反应性的，包括任选的另外的成膜树脂。可以任选地用于此处所述的组合物的另外的交联剂的非限定性例子包括碳二酰亚胺，聚酰胺，氮丙啶，烷基化的氨基甲酸酯树脂，多胺，聚酰胺，氨基塑料，三聚氰胺，羟烷基脲，羟烷基酰胺及其任意组合。

[0038] 所述粉末涂料组合物还可以包括另外的材料。可以用于本发明的粉末涂料组合物的材料的非限定性例子包括增塑剂，抗氧化剂，流动和表面控制剂如蜡（例如酰胺蜡），触变剂，滑动助剂，催化剂例如金属催化剂（例如锡催化剂），抗放气剂例如苯偶姻，反应抑制剂，纹理化剂和其他常用辅助剂。

[0039] 本发明的涂料组合物也没有着色剂或者包含受控量的着色剂，已经发现其改进最终涂层的介电强度。如本文中使用的，“着色剂”表示任何这样的物质，其赋予组合物以颜色和/或其他不透明性和/或其他视觉效果。着色剂通常以多种方式使用，例如离散粒子，分散体，溶液和/或薄片。

[0040] 示例的着色剂包括颜料（有机或者无机），染料和调色剂，例如用于油漆工业和/或列于Dry Color Manufacturers Association (DCMA) 中的那些，以及特效组合物。着色剂可以包括例如细微分散的固体粉末，其是不溶的，但是在使用条件下可润湿。着色剂可以是有机或者无机的，并且可以是附聚的或者非附聚的。

[0041] 示例的颜料和/或颜料组合物包括但不限于喹啉二噁嗪粗颜料，偶氮，单偶氮，双偶氮，萘酚AS，盐类型（色淀），苯并咪唑酮，异吲哚啉酮，异吲哚啉和多环酞菁，喹吖酮，茈，紫环酮，二酮吡咯并吡咯，硫靛青，葱醌，阴丹酮，葱素噻啶，黄烷士林，皮葱酮，葱嵌葱醌，二噁嗪，三芳基碳鎓，喹啉酞酮颜料，二酮吡咯并吡咯红（“DPPBO红”），二氧化钛，炭黑及其混合物或者组合。术语“颜料”和“着色填料”可以替换使用。

[0042] 示例的染料包括但不限于是溶剂基和/或水基的那些，例如酞菁绿或者酞菁蓝，氧化铁，钒酸铋及其混合物或者组合。

[0043] 示例的调色剂包括但不限于分散在水基或者水混溶载体中的颜料，例如市售自Degussa, Inc.的AQUA-CHEM 896，市售自Eastman Chemical, Inc.的Accurate Dispersions分公司的CHARISMACOLORANTS和MAXITONER INDUSTRIAL COLORANTS。

[0044] 本发明的粉末涂料组合物可以包含35重量%或者更少，或者30重量%或者更少，或者25重量%或者更少，或者20重量%或者更少，或者15重量%或者更少，或者10重量%或者更少，或者5重量%或者更少，或者1重量%或者更少，或者0.1重量%或者更少的着色剂例如颜料，基于该粉末涂料组合物的总固体重量计。该粉末涂料组合物还可以包含小于0.05重量%或者小于0.01重量%的着色剂例如颜料，基于该粉末涂料组合物的总固体重量计。

[0045] 此外，所述涂料组合物可以基本上没有、实质上没有或者完全没有着色剂例如颜

料。术语“基本上没有着色剂”表示该涂料组合物包含小于1000份/百万份重量(ppm)的着色剂,基于所述组合物的总固体重量计,“实质上没有着色剂”表示该涂料组合物包含小于100ppm的着色剂,基于所述组合物的总固体重量计,和“完全没有着色剂”表示该涂料组合物包含小于20份/十亿份重量(ppb)的着色剂,基于所述组合物的总固体重量计。

[0046] 所述涂料组合物可以通过混合前述的多羧酸官能的聚酯聚合物,多羧酸官能的(甲基)丙烯酸酯聚合物,环氧官能的聚合物,任选的异氰酸酯官能的交联剂和任选的另外的组分来制备。混合所述组分形成均匀的混合物。所述组分可以使用公知的技术和装置例如用Prism高速混合器来混合。当形成固体涂料组合物时,接下来将所述均匀混合物熔融和进一步混合。所述混合物可以用双螺杆挤出机或者本领域已知的类似设备来熔融。在熔融方法过程中,选择温度以熔混所述固体均匀混合物,而不固化该混合物。所述均匀混合物可以在双螺杆挤出机中熔混,其具有设定到温度75°C-125°C,例如85°C-115°C或者100°C的区域。

[0047] 在熔混之后,所述混合物冷却和重新凝固。该重新凝固的混合物然后例如在研磨方法中被研磨来形成固体颗粒状可固化粉末涂料组合物。该重新凝固的混合物可以被研磨到任何期望的粒度。例如,在静电涂料施涂中,该重新凝固的混合物可以被研磨到平均粒度是至少10微米或者至少20微米和最多100微米,其是用Beckman-Coulter LS™13320激光衍射粒度分析仪,依照Beckman-Coulter LS™ 13 320手册中所述指令来测定。此外,用于测定平均粒度的样品中的粒子总量的粒度范围可以包括1微米-200微米,或者5微米-180微米,或者10微米-150微米的范围,其也是用Beckman-Coulter LS™ 13 320激光衍射粒度分析仪,依照Beckman-Coulter LS™ 13 320手册中所述指令来测定的。

[0048] 本发明的涂料组合物可以施涂到涂料工业中已知的宽范围的基底上。例如,本发明的涂料组合物可以施涂到汽车基底,工业基底,飞行器和飞行器部件,舰船基底和部件,包装基底,电子器件,建筑基底等。

[0049] 具体的非限定性基底包括轿车,卡车,轮船,船舶,在岸和离岸设施,存储槽,风车,电力工业基底例如核设备,电线,电池和电池部件,母线,金属丝,铜或者铝导体,木地板和家具,服装,外壳和电路板,玻璃和透明物,运动装备,包括高尔夫球,运动场,建筑物,桥梁等。

[0050] 所述基底可以例如是需要电绝缘性能的金属或者非金属基底。金属基底包括但不限于锡,钢(包括电镀钢,冷轧钢,热浸电镀钢等),铝,铝合金,锌-铝合金,锌-铝合金涂覆的钢,和镀铝钢。非金属基底包括聚合物,塑料,聚酯,聚烯烃,聚酰胺,纤维素,聚苯乙烯,聚丙烯酸系,聚(萘二甲酸乙二醇酯),聚丙烯,聚乙烯,尼龙,EVOH,聚乳酸,其他“生坯”聚合物基底,聚(对苯二甲酸乙二醇酯)(PET),聚碳酸酯,聚碳酸酯丙烯酰氧基丁二烯苯乙烯(PC/ABS),聚酰胺,木材,胶合板,复合木材,颗粒板,中密度纤维板,水泥,石头,玻璃,纸张,纸板,纺织品,合成和天然皮革等。

[0051] 当直接施涂到金属基底或者预处理的金属基底上来形成提供绝缘性的介电涂层时,本发明的涂料组合物会是特别有益的。

[0052] 本发明的涂料组合物可以通过本领域任何常规手段来施涂,例如喷涂,静电喷涂,流化床方法等。在所述涂料组合物施涂到基底后,所述组合物可以固化或者至少部分地固化,例如使用热,或者用其他手段例如光化学辐射来形成涂层。如本文中使用的,术语“可固

化”，“固化”等表示组合物中至少一部分的树脂材料是交联的或者可交联的。术语“光化学辐射”指的是电磁辐射，其会引发化学反应。光化学辐射包括但不限于可见光，紫外光(UV)和红外辐射(IR)。

[0053] 在一些例子中，本发明的粉末涂料组合物是用热例如对流加热在250°F到500°F范围内固化2-40分钟，或者在250°F到400°F范围内固化10-30分钟，或者在300°F到400°F范围内固化10-30分钟。本发明的涂料组合物也可以用红外辐射来固化，其中峰值金属温度可以在大约10秒达到400°F到500°F。采用红外辐射的升高的热加速允许快速的固化时间。在一些例子中，本发明的粉末涂料组合物是用红外辐射固化的，以将该组合物在300°F到550°F的范围内加热1-20分钟，或者在350°F到525°F的范围内加热2-10分钟，或者在370°F到515°F的范围内加热5-8分钟。

[0054] 将理解，本发明的粉末涂料组合物可以用多种类型的热源来固化，例如对流加热和红外辐射二者。例如，本发明的粉末涂料组合物可以用对流加热或者红外辐射来部分地固化，然后用选自对流加热和红外辐射不同的热源来完全固化。

[0055] 本发明的粉末涂料组合物也可以在多个施涂中施涂到基底上。例如，根据本发明的第一粉末涂料组合物可以施涂到至少一部分的基底上。根据本发明的第二粉末涂料组合物可以施涂到至少一部分的该第一涂料组合物上。该第一粉末涂料组合物可以任选地在施涂第二粉末涂料组合物之前固化或者至少部分地固化。或者，该第二粉末涂料组合物可以施涂到至少一部分的第一涂料组合物上。该第一和第二涂料组合物然后可以同时一起固化。所述粉末涂料组合物可以用前述任何方法来固化。

[0056] 由根据本发明的单个粉末涂料组合物形成的涂层可以被施涂到厚度小于12密耳，小于10密耳，小于8密耳，或者小于6密耳，或者更少5密耳，或者小于4密耳，或者小于3密耳，或者小于2密耳的干膜。将理解，当施涂多个粉末涂料组合物时，每个组合物可以被施涂来分别提供任何前述的干膜厚度。例如当施涂本发明的两个分别的粉末涂料组合物时，每个单个粉末涂料组合物可以以任何前述的干膜厚度来施涂。

[0057] 已经发现，本发明的介电涂层可以在基底上提供良好的介电强度。例如，本发明的介电涂层在膜厚度小于8密耳时可以提供大于2.5kV的介电强度，其是通过Sefelec Dielectrimeter RMG 12AC-DC和根据ASTM D 149-09 Hipot测试来测量的。本发明的介电涂层还可以在干膜厚度小于5密耳，或者小于4密耳，或者小于2密耳时提供大于4.0kV的介电强度，其是通过Sefelec Dielectrimeter RMG 12AC-DC和根据ASTM D 149-09 Hipot测试来测量的。本发明的介电涂层还可以在干膜厚度3密耳或者更少时提供至少6.0kV的介电强度，其是通过Sefelec Dielectrimeter RMG 12AC-DC和根据ASTM D 149-09 Hipot测试来测量的。本发明的介电涂层还可以在干膜厚度是12密耳或者更少，或者10密耳或者更少时提供至少8.0kV，或者至少10kV的介电强度，其是通过Sefelec Dielectrimeter RMG 12AC-DC和根据ASTM D 149-09 Hipot测试来测量的。

[0058] 本发明的介电涂层还提供了另外的性能，包括但不限于良好的粘结性能。例如，当施涂到基底上时本发明的介电涂层可以表现出5B的粘结强度，其是根据ASTM D 3359-17测定的。

[0059] 本发明还涉及一种制备介电涂层的方法。该方法包含将本发明的涂料组合物施涂到至少一部分的基底上，和固化该涂料组合物来形成涂层。该涂料组合物可以包括任何前

述的涂料组合物。施涂所述涂料组合物的方法还可以包括将根据本发明的涂料组合物多次施涂从而施涂到基底上。

[0060] 所述涂料组合物的固化也可以包括任何前述的固化步骤。例如该涂料组合物可以用红外辐射,对流加热或者其组合来固化,从而形成介电涂层。此外,当施涂根据本发明的多个涂料组合物时,每个涂料组合物可以在施涂接下来的涂料组合物之前独立地部分或者完全固化。或者,所述多个涂料组合物可以同时一起固化。

[0061] 提出下面的实施例来显示本发明的一般原理。本发明不应当被认为限于所提出的具体实施例。实施例中的全部份数和百分比是重量单位的,除非另有指示。

[0062] 实施例1-6

[0063] 制备粉末涂料组合物

[0064] 可固化粉末涂料组合物是由表1所列的组分来制备的。

[0065] 表1

组分	实施例 1	对比例 2	实施例 3	实施例 4	实施例 5	实施例 6
	(g)	(g)	(g)	(g)	(g)	(g)
聚酯树脂 <sup>1</sup>	229.7	143.6	0	481.9	470.7	459.4
聚酯树脂 <sup>2</sup>	0	0	239.4	0	0	0
环氧树脂 <sup>3</sup>	224.2	140.1	215	470.4	459.4	448.4
丙烯酸树脂 <sup>4</sup>	11.1	7.0	11.1	22.2	22.2	22.2
锡催化剂 <sup>5</sup>	0.6	0.6	0.6	1.1	1.1	1.1
流动添加剂 <sup>6</sup>	4.4	4.4	4.4	8.9	8.9	8.9
流动添加剂 <sup>7</sup>	5.0	3.1	5.0	10.0	10.0	10.0
脱气添加剂 <sup>8</sup>	2.2	2.2	2.2	4.5	4.5	4.5
封闭的异氰酸酯 <sup>9</sup>	22.2	22.2	22.2	0	22.2	44.5
TiO <sub>2</sub> <sup>10</sup>	0	187.5	0	0	0	0

[0067] <sup>1</sup>羧基官能的聚酯,酸值是69mg KOH/g.

[0068] <sup>2</sup>羧基官能的聚酯,酸值是70mg KOH/g,用回收的聚(对苯二甲酸乙二醇酯)制备。

[0069] <sup>3</sup>NPES-903,市售自Nan Ya Plastics Corp.

[0070] <sup>4</sup>Joncryl®819,羧基官能的固体级丙烯酸树脂,市售自BASF。

[0071] <sup>5</sup>Butaflow BT-71,市售自Estron Chemical。

[0072] <sup>6</sup>丙烯酸/二氧化硅流动和流平控制剂,市售自Estron Chemical Inc.

[0073] <sup>7</sup>Micromide 520L,细微米化EBS蜡,市售Micropowdiers, Inc.

[0074] <sup>8</sup>苯偶姻,市售自Mitsubishi Chemical Corporation。

[0075] <sup>9</sup>VESTAGON®BF 1540,内封闭的多异氰酸酯加合物,市售自Evonik。

[0076] <sup>10</sup>白色颜料。

[0077] 将表1所列的每个组分在容器中称重,并且在prism高速混合器中在3500RPM混合30秒来形成干燥均匀混合物。然后将该混合物在具有主动的螺杆构造和500RPM速度的Werner Pfleiderer 19mm双螺杆挤出机中熔混。将第一区域设定在50℃,而第二、第三和第四区域设定在110℃。供料速率是这样,即,在所述装置上观察到50-60%的扭矩。将所述混

合物滴到一组冷却辊上来冷却和将所述混合物重新凝固成固体碎片。在Mikro ACM®-1空气分类研磨机中研磨所述碎片,获得粒度5-150微米,并且大部分粒子是20-40微米。所形成的涂料组合物是固体粒子粉末涂料组合物,其是自由流动的。

[0078] 实施例7

[0079] 粉末涂料的施涂和评价

[0080] 将实施例1-6所制备的可固化粉末涂料组合物通过静电喷涂来施涂到铝基底上。在施涂过程中,施涂了4-7密耳的第一层,然后用常规烘箱在350°F凝胶化2分钟。然后施涂4-7密耳的第二层,然后用常规烘箱在350°F进行完全焙烤30分钟。

[0081] 评价了由所述组合物制备的每个涂层的介电强度,其是通过Sefelec Dielectrimeter RMG 12AC-DC和根据ASTM D 149-09 Hipot测试来测量的。测试参数如下:电压极限:12kV DC,  $I_{\text{最大}}$  极限:4.0mA, 3秒上升, 1秒驻留, 2秒下降。Hipot测试的结果显示在表2中。

[0082] 表2

性能	实施例 1	对比例 2	实施例 3	实施例 4	实施例 5	实施例 6
膜厚(密耳)	12.3	10.6	12.9	10	10	10
介电强度(kV)	10.2	6.2	10.1	11.4	10.2	11.0

[0084] 如表2所示,由实施例1和3-6的粉末涂料组合物所形成的涂层表现出相比于对比例2的涂层改进的介电强度。

[0085] 实施例8

[0086] 粉末涂料的施涂和评价

[0087] 将实施例1中所制备的可固化粉末涂料组合物通过静电喷涂来施涂到铝基底上。在施涂过程中,施涂了5密耳的第一层,然后用短波红外烘箱在315°F到345°F下凝胶化2分钟。然后施涂5密耳的第二层,然后用短波红外烘箱在415°F到515°F完全焙烤5分钟。

[0088] 评价了由所述组合物制备的涂层的介电强度,其是通过Sefelec Dielectrimeter RMG 12AC-DC和根据ASTM D 149-09 Hipot测试来测量的。测试参数如下:电压极限:12kV DC,  $I_{\text{最大}}$  极限:4.0mA, 3秒上升, 1秒驻留, 2秒下降。Hipot测试的结果显示在表3中。

[0089] 表3

性能	实施例1
膜厚(密耳)	10
介电强度(kV)	10.8

[0091] 如表3所示,由使用红外固化的实施例1的粉末涂料组合物所形成的涂层也表现出良好的介电强度。

[0092] 本发明还包括下面的条款。

[0093] 条款1:一种用于制备介电涂层的粉末涂料组合物,其包含:(a) 环氧官能的聚合物;(b) 多羧酸官能的聚酯聚合物,其与所述环氧官能的聚合物有反应性并且其具有小于100mg KOH/g的酸值;和(c) 多羧酸官能的(甲基)丙烯酸酯聚合物,其与所述环氧官能的聚合物有反应性,其中如果存在着色剂,则该粉末涂料组合物包含35重量%或者更少的着色

剂,基于该涂料组合物的总固体重量计。

[0094] 条款2:条款1的粉末涂料组合物,其进一步包含(d)异氰酸酯官能的交联剂,其是与获自所述环氧官能的聚合物、多羧酸官能的聚酯聚合物和多羧酸官能的(甲基)丙烯酸酯聚合物的羟基官能的反应产物有反应性的。

[0095] 条款3:条款2的粉末涂料组合物,其中所述异氰酸酯官能的交联剂是封闭的异氰酸酯官能的交联剂。

[0096] 条款4:条款2的粉末涂料组合物,其中所述异氰酸酯官能的交联剂是脲二酮异氰酸酯。

[0097] 条款5:条款1-5任一项的粉末涂料组合物,其中所述环氧官能的聚合物是双酚A的二缩水甘油基醚。

[0098] 条款6:条款1-5任一项的粉末涂料组合物,其中所述多羧酸官能的聚酯聚合物由至少一种回收材料形成。

[0099] 条款7:条款6的粉末涂料组合物,其中所述至少一种回收材料是聚(对苯二甲酸乙二醇酯)。

[0100] 条款8:条款1-7任一项的粉末涂料组合物,其中所述粉末涂料组合物基本上没有着色剂,基于该涂料组合物的总固体重量计。

[0101] 条款9:条款1-8任一项的粉末涂料组合物,其中所述多羧酸官能的聚酯聚合物具有60mg KOH/g-80mg KOH/g的酸值。

[0102] 条款10:基底,其至少部分地涂覆有条款1-9任一项的粉末涂料组合物所形成的涂层,其中所述涂层在干膜厚度小于8密耳时的介电强度大于2.5kV。

[0103] 条款11:条款10的涂覆基底,其中所述涂层在干膜厚度小于5密耳时的介电强度大于4.0kV。

[0104] 条款12:条款10或者11的涂覆基底,其中所述基底包含金属。

[0105] 条款13:电池或者电池部件,其至少部分地涂覆有条款1-9任一项的粉末涂料组合物所形成的涂层。

[0106] 条款14:金属线,其至少部分地涂覆有条款1-9任一项的粉末涂料组合物所形成的涂层。

[0107] 条款15:形成介电涂层的方法,其包含:(a)将粉末涂料组合物施涂到至少一部分的基底上,该粉末涂料组合物包含:(i)环氧官能的聚合物;(ii)多羧酸官能的聚酯聚合物,其与所述环氧官能的聚合物有反应性并且其具有小于100mg KOH/g的酸值;和(iii)多羧酸官能的(甲基)丙烯酸酯聚合物,其与所述环氧官能的聚合物有反应性,其中如果存在着色剂,则该粉末涂料组合物包含35重量%或者更少的着色剂,基于该涂料组合物的总固体重量计;和(b)固化该粉末涂料组合物形成涂层,其中所述涂层在干膜厚度小于8密耳时的介电强度大于2.5kV。

[0108] 条款16:条款15的方法,其中所述粉末涂料组合物通过施加红外辐射而至少部分地固化。

[0109] 条款17:条款15或者16的方法,其中所述方法包含根据(a)施涂第一粉末涂料组合物到至少一部分的基底上,和随后根据(a)施涂第二粉末涂料组合物到至少一部分的所述第一涂料组合物上。

[0110] 条款18:条款15-17任一项的方法,其中所述第一粉末涂料组合物在施涂所述第二涂料组合物之前被固化。

[0111] 条款19:条款15-17任一项的方法,其中所述第一粉末涂料组合物和第二粉末涂料组合物在施涂了该第二粉末涂料组合物之后同时一起固化。

[0112] 条款20:条款15-19任一项的方法,其中所述粉末涂料组合物进一步包含(iv)异氰酸酯官能的交联剂,其是与获自所述环氧官能的聚合物、多羧酸官能的聚酯聚合物和多羧酸官能的(甲基)丙烯酸酯聚合物的羟基官能的反应产物有反应性的。

[0113] 条款21:条款20的方法,其中所述交联剂包含封闭的异氰酸酯官能的交联剂。

[0114] 条款22:条款20的方法,其中所述异氰酸酯官能的交联剂是脲二酮异氰酸酯。

[0115] 条款23:条款15-22任一项的方法,其中所述粉末涂料组合物基本上没有着色剂,基于该涂料组合物的总固体重量计。

[0116] 条款24:条款15-23任一项的方法,其中所述基底是电池或者电池部件。

[0117] 条款25:条款15-23任一项的方法,其中所述基底是金属线。

[0118] 虽然上面出于说明目的已经描述了本发明的具体实施方案,但是对本领域技术人员来很显然可以对本发明的细节进行诸多改变,而不脱离附加的权利要求所定义的本发明。