



(12) 发明专利

(10) 授权公告号 CN 101857724 B

(45) 授权公告日 2013. 05. 29

(21) 申请号 200910133088. 3

H01B 7/29 (2006. 01)

(22) 申请日 2009. 04. 07

H01F 27/32 (2006. 01)

(73) 专利权人 台达电子工业股份有限公司

地址 中国台湾桃园县

(56) 对比文件

CN 1128280 A, 1996. 08. 07, 实施例 1.

US 20090051475 A1, 2009. 02. 26, 说明书第 [0009]、[0010]、[0020]、[0022]、[0023] 段、图 2B 和图 3.

(72) 发明人 洪守玉 杨威 曾剑鸿 应建平

EP 1486997 A1, 2004. 12. 15, 全文.

(74) 专利代理机构 隆天国际知识产权代理有限公司

公司 72003

代理人 姜燕 陈晨

审查员 艾变开

(51) Int. Cl.

C08L 83/00 (2006. 01)

C08L 79/08 (2006. 01)

C08L 67/00 (2006. 01)

C08K 3/40 (2006. 01)

C08K 7/14 (2006. 01)

C08K 3/38 (2006. 01)

C08K 3/22 (2006. 01)

H01R 3/00 (2006. 01)

H01B 7/02 (2006. 01)

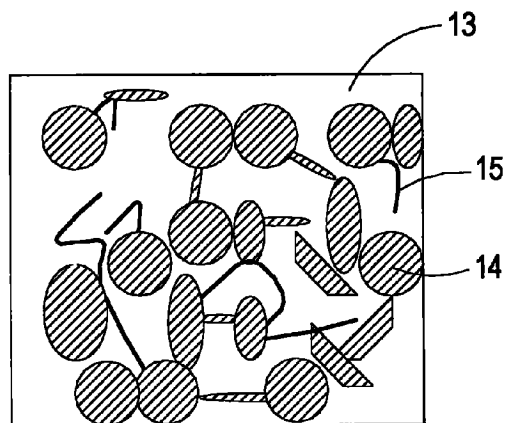
权利要求书2页 说明书7页 附图6页

(54) 发明名称

耐高温绝缘组合物、绝缘导线及磁性元件

(57) 摘要

本发明为一种耐高温绝缘组合物、绝缘导线及磁性元件,该耐高温绝缘组合物包含:有机材料;以及无机黏结材料,该无机黏结材料的重量百分比含量介于10%至90%之间。其中,耐高温绝缘组合物于经过摄氏400度以上的高温环境工艺后仍具强度与绝缘性能。本发明的耐高温绝缘组合物可应用于制作高性能、新型的集成磁性元件,涂覆有该耐高温绝缘涂覆层的绝缘线圈可直接埋置于需高温退火/烧结的磁性材料中,大幅提高了磁性元件的生产效率且适于大规模量产,提高了磁性元件的空间利用率,降低了磁性元件的制造成本,提高了相关电子产品的功率密度及其性能。



1. 一种耐高温绝缘组合物,包含:
有机材料;以及
无机黏结材料,该无机黏结材料的重量百分比含量介于 10% 至 90% 之间;
其中,该有机材料在经过摄氏 400 度以上的一高温环境工艺后完全气化或产生残留物,该残留物的体电阻率高于 1M 欧姆·米;
其中,该无机黏结材料为玻璃粉末、包覆玻璃的陶瓷颗粒 / 纤维、玻璃和陶瓷混合物、硼酐和氧化铝颗粒混合物及其组合所组成的群族其中之一所构成,且该耐高温绝缘组合物于经过摄氏 400 度以上的一高温环境工艺后仍具强度与绝缘性能,且该耐高温绝缘组合物的体电阻率高于 1M 欧姆·米。
2. 如权利要求 1 所述的耐高温绝缘组合物,其中该有机材料为有机硅树脂、聚酰亚胺、聚酯、聚酯亚胺、聚酰胺酰亚胺及其组合所组成的群族其中之一所构成。
3. 如权利要求 1 所述的耐高温绝缘组合物,其中该无机黏结材料为无机烧结材料。
4. 如权利要求 1 所述的耐高温绝缘组合物,其中该无机黏结材料的软化或烧结温度低于一预设温度。
5. 如权利要求 1 所述的耐高温绝缘组合物,其中该有机材料为有机硅树脂,该无机黏结材料为低熔点玻璃粉末。
6. 如权利要求 1 所述的耐高温绝缘组合物,其中该耐高温绝缘组合物于摄氏零下 60 度至摄氏 200 度的低温环境具有柔软性与韧性。
7. 如权利要求 1 所述的耐高温绝缘组合物,其中该耐高温绝缘组合物于摄氏 400 度至摄氏 1000 度的一高温环境工艺后仍具强度与绝缘性能。
8. 如权利要求 1 所述的耐高温绝缘组合物,其中该耐高温绝缘组合物涂覆于一导线的表面以形成一绝缘涂覆层。
9. 一种绝缘导线,至少包括:
一导线;以及
一绝缘涂覆层,形成于该导线的表面,且该绝缘涂覆层由一耐高温绝缘组合物构成;
其中,该耐高温绝缘组合物包含有机材料以及重量百分比含量介于 10% 至 90% 之间的无机黏结材料,该无机黏结材料为玻璃粉末、包覆玻璃的陶瓷颗粒 / 纤维、玻璃和陶瓷混合物、硼酐和氧化铝颗粒混合物及其组合所组成的群族其中之一所构成,且该耐高温绝缘组合物于经过摄氏 400 度以上的一高温环境工艺后仍具强度与绝缘性能。
10. 如权利要求 9 所述的绝缘导线,其中该绝缘涂覆层的厚度介于 5 μm 至 200 μm 。
11. 如权利要求 9 所述的绝缘导线,其中绝缘导线绕制成绝缘线圈,该绝缘线圈设置于一磁性材料内,该磁性材料经加压成型以及经过摄氏 400 度以上的该高温环境工艺后形成一磁性本体,且该绝缘线圈与该磁性本体形成一磁性元件。
12. 如权利要求 11 所述的绝缘导线,其中该高温环境工艺为该磁性材料的退火 / 烧结工艺。
13. 如权利要求 11 所述的绝缘导线,其中该磁性材料为铁铝硅粉芯、铁镍粉芯、铁镍锰粉芯、铁硅粉芯、铁硅铬粉芯、铁氧体及其组合所组成的群族其中之一所构成。
14. 如权利要求 11 所述的绝缘导线,其中该磁性元件为电感、变压器、共模电感或磁放大器。

15. 如权利要求 11 所述的绝缘导线,其中该绝缘涂覆层经过高温处理过程的热膨胀系数介于该绝缘线圈的该导线与该磁性材料之间。

16. 如权利要求 11 所述的绝缘导线,其中该绝缘覆盖层的该无机黏结材料的软化或烧结温度低于该磁性材料的退火或烧结温度。

17. 如权利要求 9 所述的绝缘导线,其中该导线的氧元素含量低于 200ppm。

18. 一种磁性元件,至少包含:

一磁性本体;以及

一绝缘导线,绕制成绝缘线圈,且至少部分地设置于该磁性本体内,该绝缘导线包括:

一导线;以及

一绝缘涂覆层,形成于该导线的表面,且该绝缘涂覆层由一耐高温绝缘组合物构成;

其中,该耐高温绝缘组合物包含有机材料以及重量百分比含量介于 10% 至 90% 之间的无机黏结材料,该无机黏结材料为玻璃粉末、包覆玻璃的陶瓷颗粒/纤维、玻璃和陶瓷混合物、硼酐和氧化铝颗粒混合物及其组合所组成的群族其中之一所构成,且该耐高温绝缘组合物于经过摄氏 400 度以上的一高温环境工艺后仍具强度与绝缘性能。

19. 如权利要求 18 所述的磁性元件,其中该磁性本体由一磁性材料构成,该磁性材料经加压成型以及经过摄氏 400 度以上的该高温环境工艺后形成该磁性本体。

20. 如权利要求 19 所述的磁性元件,其中该高温环境工艺为该磁性材料的退火/烧结工艺。

21. 如权利要求 19 所述的磁性元件,其中该磁性材料为铁铝硅粉芯、铁镍粉芯、铁镍锰粉芯、铁硅粉芯、铁硅铬粉芯、铁氧体及其组合所组成的群族其中之一所构成。

22. 如权利要求 18 所述的磁性元件,其中该无机黏结材料为玻璃粉末、包覆玻璃的陶瓷颗粒/纤维、玻璃和陶瓷混合物、硼酐和氧化铝颗粒混合物及其组合所组成的群族其中之一所构成。

23. 如权利要求 18 所述的磁性元件,其中该有机材料系为有机硅树脂、聚酰亚胺、聚酯、聚酯亚胺、聚酰胺酰亚胺及其组合所组成的群族其中之一所构成。

耐高温绝缘组合物、绝缘导线及磁性元件

技术领域

[0001] 本发明涉及一种绝缘组合物、绝缘导线及磁性元件,尤其涉及一种耐高温绝缘组合物、使用该耐高温绝缘组合物作为绝缘涂覆层的绝缘导线以及使用该绝缘导线的磁性元件。

背景技术

[0002] 变压器及电感等磁性元件为广泛应用于电源供应系统或电器设备中的重要元件。磁性元件主要包括线圈以及磁芯,其中磁芯可由例如软磁材料构成。目前常用于磁性元件的磁芯的软磁材料的一为铁粉芯,现有技术中使用铁粉芯制作磁性元件,例如电感的方法如下:首先,提供一导线,并将该导线涂覆普通绝缘漆并成型为线圈,其中常用的普通绝缘漆材料为耐温等级通常在摄氏 240 度以下的聚酰亚胺、聚酯、聚酯亚胺、聚酰胺酰等绝缘材料。接着,将涂覆普通绝缘漆的线圈埋置于铁粉芯中压合成型并固化,其工艺温度都在 240 度以下。最后,将外露的线圈切角成型(Trim-Form),以形成具有多个接脚的磁性元件。

[0003] 由于以铁粉芯制成磁性元件的生产过程中无需高温(例如 400 度以上)处理,可以直接使用普通绝缘漆涂覆的线圈来制成磁性元件,因此具有生产工艺简单,价格便宜等优点,但铁粉芯制成的磁性元件的磁损耗较大,磁电性能最差,因此目前仅应用于一些对效率要求不高的电子产品中。

[0004] 因为使用铁粉芯制成磁性元件的磁电性能较差,因此要获得高性能磁性元件需使用例如铁铝硅粉芯(FeAlSi)、铁镍粉芯(FeNi)、铁镍锰粉芯(FeNiMo)、铁硅粉芯(FeSi)、铁硅铬粉芯(FeSiCr)、铁氧体(例如:铁镍锌(FeNiZn)、铁锰锌(FeMnZn))等磁性材料,然而以这些高性能磁性材料制作磁性元件需要经过高温退火/烧结工艺,该高温工艺的温度通常需于约摄氏 400 度以上,而涂覆普通绝缘漆的线圈无法承受此高温环境。

[0005] 现有技术中以需要高温退火/烧结的磁性材料制作磁性元件的方式通常采用磁性材料和线圈分离的做法,其制作方法如下:首先,将例如铁铝硅(FeAlSi)的磁性材料压合成型。随后,将成型后的磁性材料坯料于例如摄氏 650 度的高温环境下进行退火/烧结。最后,将涂覆普通绝缘漆的线圈绕设于该退火/烧结后的磁性材料上,以形成磁性元件。此方法所制作的磁性元件虽具有较佳的磁电性能,但采用此方法仍有相对较高的组装难度与成本、较低生产效率、不适合大规模量产,所制成的磁性元件空间利用率较低,以及不适合用于高功率密度的电子产品等缺点。

发明内容

[0006] 为克服现有技术的缺陷,本发明的目的在于提供一种耐高温绝缘组合物,其为有机材料内添加无机黏结材料的组合物,可作为导线的绝缘涂覆层,并且在低温(例如,摄氏零下 60 度至摄氏 200 度左右,一般为室温)下柔软,具有韧性,且经过高温(例如,摄氏 400 度以上)后的残留物依然具有足够强度和绝缘性能。

[0007] 本发明的另一目的在于提供一种绝缘导线,该绝缘导线采用耐高温绝缘组合物作

为绝缘涂覆层。涂覆了耐高温绝缘组合物的导线可以绕制成绝缘线圈或者进行弯折。使用本发明的绝缘导线来绕制的绝缘线圈,可埋置于需高温退火/烧结的磁性材料内,经压合成型后,直接进行高温退火/烧结。该磁性元件的制作方法相对于现有技术中使用需高温退火/烧结的磁性材料制作的磁性元件的结构及制作方法大为简化,适合于磁性元件的大规模量产,提高了生产效率。

[0008] 为达上述目的,本发明的一较广义实施方式为提供一种耐高温绝缘组合物,包含:有机材料;以及无机黏结材料,该无机黏结材料的重量百分比含量介于 10%至 90%之间;其中,该耐高温绝缘组合物于经过摄氏 400 度以上的一高温环境工艺后仍具强度与绝缘性能。

[0009] 为达上述目的,本发明的另一较广义实施方式为提供一种绝缘导线,至少包括:导线;以及绝缘涂覆层,形成于该导线的表面,且该绝缘涂覆层由一耐高温绝缘组合物构成;其中,该耐高温绝缘组合物包含有机材料以及重量百分比含量介于 10%至 90%之间的无机黏结材料,该耐高温绝缘组合物于经过摄氏 400 度以上的一高温环境工艺后仍具强度与绝缘性能。

[0010] 为达上述目的,本发明的又一较广义实施方式为提供一种磁性元件,至少包含:磁性本体;以及绝缘导线,绕制成绝缘线圈,且至少部分地设置于磁性本体内;其中,该绝缘导线包括:导线;以及绝缘涂覆层,形成于导线的表面,且绝缘涂覆层由一耐高温绝缘组合物构成;其中,耐高温绝缘组合物包含有机材料以及重量百分比含量介于 10%至 90%之间的无机黏结材料,该耐高温绝缘组合物于经过摄氏 400 度以上的一高温环境工艺后仍具强度与绝缘性能。

[0011] 综上所述,本发明提出了在有机材料内添加无机黏结材料的组合物,可获得易于形成绝缘涂覆层的耐高温绝缘组合物,并且在低温下柔软,具有韧性,且经过高温后的残留物依然具有足够强度和绝缘性能。本发明的耐高温绝缘组合物可应用于制作高性能、新型的集成磁性元件(winding embedded magnetic element),涂覆有该耐高温绝缘涂覆层的绝缘线圈可直接埋置于需高温退火/烧结的磁性材料中,大幅提高了高性能磁性元件的生产效率且适于大规模量产,提高了磁性元件的空间利用率,降低了磁性元件的制造成本,提高了相关电子产品的功率密度及其性能。本发明的有机材料内添加无机黏结材料的耐高温绝缘组合物还可使用于其他需耐高温绝缘的应用。

附图说明

[0012] 图 1A:是显示本发明较佳实施例的耐高温绝缘组合物在未经高温处理前有机材料和无机黏结材料混合的内部结构。

[0013] 图 1B:是显示本发明较佳实施例的耐高温绝缘组合物在高温处理的过程中以及冷却后有机材料的残留物和无机黏结材料(例如,低熔点玻璃)混合的内部结构。

[0014] 图 2A:是显示使用本发明较佳实施例的耐高温绝缘组合物形成导线的绝缘涂覆层的结构示意图。

[0015] 图 2B:为图 2A 于 AA 截面的结构示意图。

[0016] 图 3:是显示本发明较佳实施例的绝缘导线的制作方法流程图。

[0017] 图 4A ~图 4C:是显示以本发明较佳实施例的绝缘导线应用于需经高温退火/烧

结的集成磁性元件的结构流程图。

[0018] 图 5 :是显示该磁性元件的制作方法流程图。

[0019] 上述附图中的附图标记说明如下 :

[0020] 1 :绝缘涂覆层

[0021] 2 :导线

[0022] 3 :绝缘导线 (或绝缘线圈)

[0023] 4 :磁性本体

[0024] 5 :磁性元件

[0025] 11 :有机材料

[0026] 12 :无机黏结材料

[0027] 13 :有机材料分解后的产物 (或残留物)

[0028] 14 :液态玻璃

[0029] 15 :渗透至残留物内的液态玻璃成分

[0030] 21、22 :接脚

[0031] S11 ~ S12 :绝缘导线的制作方法流程

[0032] S21 ~ S24 :磁性元件的制作方法流程

具体实施方式

[0033] 体现本发明特征与优点的一些典型实施例将在后段的说明中详细叙述。应理解的是本发明能够在不同的方式上具有各种的变化,其皆不脱离本发明的范围,且其中的说明及附图在本质上是当作说明之用,而非用以限制本发明。

[0034] 根据本发明的构想,本发明的耐高温绝缘组合物可应用于绝缘导线的绝缘涂覆层,且包含有机材料以及无机黏结材料,其中无机黏结材料的重量百分比含量介于 10% 至 90% 之间。本发明的耐高温绝缘组合物在低温时,例如摄氏零下 60 度至摄氏 200 度左右 (一般为室温), 具柔软性与韧性,且经过高温,例如摄氏 400 度以上,较佳为介于摄氏 400 度至摄氏 1000 度,后的残留物依然具有高强度和绝缘性能。其中,有机材料可以由有机硅树脂、聚酰亚胺、聚酯、聚酯亚胺、聚酰胺酰亚胺及其组合所组成的群族其中之一所构成,且不以此为限。无机黏结材料可为无机烧结材料。无机黏结材料可以由低熔点玻璃粉末、包覆低熔点玻璃的陶瓷颗粒 / 纤维、玻璃和陶瓷混合物、硼酐和氧化铝颗粒混合物及其组合所组成的群族其中之一所构成,且不以此为限。

[0035] 本发明的耐高温绝缘组合物,在未经高温工艺前,其中的无机黏结材料 (可为颗粒) 分布于有机材料内,无机黏结材料之间可能有接触或不接触,但并未形成很强的连接。此时,该高温绝缘组合物的柔软性质与强度主要取决于有机材料的性质。在经过一指定温度的高温工艺后,有机材料的性质虽然有一定程度上退化 (某些有机材料,例如聚乙烯醇,甚至会发生完全分解、气化、挥发), 但由于其中的无机黏结材料之间,以及无机黏结材料和有机材料的高温残留物之间会形成连接,且有机材料残留物的体电阻率高于 1M 欧姆 . 米,因此经过高温后,依然可以具有足够的强度和绝缘性能。此外,无机黏结材料 (例如,低熔点玻璃) 在高温退火过程中会转化成液态,此时,甚至可以自动修复有机材料经高温后残留物之间的细微裂纹,因此于降温后仍可保留足够的强度和绝缘性能。

[0036] 图 1A 显示本发明较佳实施例的耐高温绝缘组合物在未经高温处理前有机材料和无机黏结材料混合的内部结构,以及图 1B 显示本发明较佳实施例的耐高温绝缘组合物在高温处理的过程中以及冷却后有机材料的残留物和无机黏结材料(例如,低熔点玻璃)混合的内部结构。如图 1A 所示,本发明的耐高温绝缘组合物包含有机材料 11 及无机黏结材料 12,其中有机材料 11 可为但不限于有机硅,无机黏结材料 12 可为但不限于低熔点固态玻璃粉末,其软化/烧结温度为约摄氏 450 度。在低温下,例如摄氏零下 60 度至摄氏 200 度左右,耐高温绝缘组合物所含的有机材料 11 提供了低温下的柔性与强度。在高温阶段,例如摄氏 400 度以上的高温环境,耐高温绝缘组合物所含的有机材料 11 发生了分解、汽化(例如高温裂解),有机材料 11(例如,有机硅树脂)分解后的产物(或称残留物)13(主要为硅质化合物,例如二氧化硅(SiO_2)、含氧碳化硅(SiCO)等)。这些残留物 13 具有很高的耐热性和电绝缘性,但质地相对较疏松、强度相对较低。然而,在高温下,无机黏结材料 12,例如低熔点玻璃粉末,转化成液态玻璃 14,并向残留物 13 内渗透,其中标号 15 即代表渗透至残留物 13 内的液态玻璃成分。在降温后,例如室温,液态玻璃 14 重新转变成固态,但是此结构得以完整保留,因此通过无机黏结材料 12 之间,以及无机黏结材料 12 和有机材料分解后的产物 13 之间的相互连结,可形成复杂网络,使得最终的产物具有足够的强度和绝缘性能。

[0037] 图 2A 显示使用本发明较佳实施例的耐高温绝缘组合物形成导线的绝缘涂覆层的结构示意图,以及图 2B 为图 2A 于 AA 截面的结构示意图。如图 2A 及图 2B 所示,本发明的耐高温绝缘组合物可涂覆于导线 2 表面以形成绝缘涂覆层 1,借此可制造绝缘导线 3。本发明的绝缘导线 3 可以绕制成绝缘线圈(也以标号 3 代表)或者进行弯折。由于本发明的耐高温绝缘组合物在低温时,例如摄氏零下 60 度至摄氏 200 度左右,具柔软性与韧性,且经过高温,例如摄氏 400 度以上,较佳为介于摄氏 400 度至摄氏 1000 度,后的残留物依然具有足够强度和绝缘性能,因此使用本发明的绝缘导线 3 绕制而成的绝缘线圈,可埋置于需要高温退火/烧结的磁性材料内,在磁性材料压合成型后,直接进行高温退火/烧结工艺,如此可使需要高温退火/烧结的磁性元件的结构及制作方法大为简化,适合于磁性元件的大规模量产,提高了生产效率。

[0038] 图 3 是显示本发明较佳实施例的绝缘导线的制作方法流程图。如图 2A、图 2B 以及图 3 所示,首先,如步骤 S11 所示,制备耐高温绝缘组合物,其中该耐高温绝缘组合物的组成与特性如前所述,于此不再赘述。在一些实施例中,该耐高温绝缘组合物的制备方法如下:先将液态的有机材料按特定比例加入无机黏结材料,并混合均匀。其中,有机材料可以为有机硅树脂、聚酰亚胺、聚酯、聚酯亚胺、聚酰胺酰亚胺及其组合所组成的群族其中之一所构成,且不以此为限。无机黏结材料可以为低熔点玻璃粉末、包覆低熔点玻璃的陶瓷颗粒/纤维、玻璃和陶瓷混合物、硼酐和氧化铝颗粒混合物及其组合所组成的群族其中之一所构成,且不以此为限。无机黏结材料的重量百分比含量介于 10%至 90%之间。随后,如步骤 S12 所示,提供一导线,并将液态的耐高温绝缘组合物均匀地涂覆在该导线 2 的表面,并经固化(例如,热固化、光固化等),以得到所需厚度的绝缘涂覆层 1,以完成绝缘导线 3 的制作。其中,绝缘涂覆层 1 的厚度可为 $5\ \mu\text{m}$ 至 $200\ \mu\text{m}$,但不以此为限。在一些实施例中,为了调整液态耐高温绝缘组合物的黏度,使得在导体 2 上涂覆该耐高温绝缘组合物的工艺容易进行,可以添加溶剂,例如甲苯、二甲苯,等来实现。该耐高温绝缘组合物也可以是在制作半固化

有机材料,例如有机硅,坯料时,直接向其中混入无机黏结材料(低熔点较佳)。随后,再将耐高温绝缘组合物挤压、涂覆至导线 2 上,并作二次固化。

[0039] 图 4A ~图 4C 是显示以本发明较佳实施例的绝缘导线应用于需经高温退火/烧结的集成磁性元件的结构流程图,以及图 5 显示该磁性元件的制作方法流程图。如图 4A、图 4B、图 4C 以及图 5 所示,本发明的磁性元件 5 包括一绝缘导线 3 以及一磁性本体 4,其中绝缘导线 3 绕制成绝缘线圈,且设置于磁性本体 4 内部。绝缘导线 3 包括导线 2 以及绝缘涂覆层 1,其中该绝缘涂覆层 1 由耐高温绝缘组合物涂覆于导线 2 的表面所形成,且该耐高温绝缘组合物包含有机材料以及无机黏结材料。其中无机黏结材料的重量百分比含量介于 10% 至 90% 之间。该耐高温绝缘组合物在低温时,例如摄氏零下 60 度至摄氏 200 度左右,具柔软性与韧性,且经过高温,例如摄氏 400 度以上,较佳为介于摄氏 400 度至摄氏 1000 度,后的残留物依然具有高强度和绝缘性能。

[0040] 请再参阅图 4A、图 4B、图 4C 以及图 5,本发明的磁性元件 5 的制作方法如下:首先,如步骤 S21 所示,提供一绝缘导线 3,其中该绝缘导线 3 绕制成绝缘线圈且该绝缘导线 3 的导线 2 表面涂覆有耐高温绝缘涂覆层 1。在此步骤中,绝缘导线 3 的制作方式与图 3 所示实施例相似,于此不再赘述。接着,如步骤 S22 所示,提供一磁性材料,并将绝缘线圈 3 设置于磁性材料内加压成型。在一些实施例中,该磁性材料可为铁铝硅粉芯 (FeAlSi)、铁镍粉芯 (FeNi)、铁镍锰粉芯 (FeNiMo)、铁硅粉芯 (FeSi)、铁硅铬粉芯 (FeSiCr)、铁氧体(例如:铁镍锌 (FeNiZn)、铁锰锌 (FeMnZn)) 及其组合所组成的群族其中之一所构成。在一些实施例中,绝缘线圈 3 埋设于磁性材料内,且将磁性材料加压成型的压力可为例如 20ton/cm²。随后,如步骤 S23 所示,将设置绝缘线圈 3 的磁性材料进行高温退火/烧结工艺,以形成磁性本体 4。在一些实施例中,该高温退火/烧结工艺的操作温度为摄氏 400 度以上,较佳为介于摄氏 400 度至摄氏 1000 度。在一些实施例中,绝缘覆盖层 1 的无机黏结材料的软化或烧结温度低于一预设温度,例如磁性材料粉体的退火/烧结温度。最后,如步骤 S24 所示,将外露于磁性材料所形成的磁性本体 4 的导线 2 形成接脚 21、22,以完成磁性元件 5 的制作。在一些实施例中,该磁性元件 5 可为电感、变压器、共模电感、磁放大器,且不以此为限。

[0041] 实施例一

[0042] 本发明中有机材料可以为 DowCorning 的有机硅树脂 OE6630,无机黏结材料可以为软化温度约摄氏 450 度且颗粒大小约 10 μm 左右的玻璃粉末(以封接用玻璃粉末为较佳),其中玻璃粉末的重量百分比含量在 10% -90%。随后,将此组合物均匀涂覆在导线表面,并烘烤、固化。固化后的绝缘涂覆层,经过摄氏 650 度烧结一段时间后,烧结产物的强度、绝缘性能仍佳,本实施例中其体电阻率高于 1Mohm. m,且当玻璃粉末含量在 40% 以上时,强度高于普通铁铝硅 (FeAlSi)。

[0043] 实施例二

[0044] 本发明中有机材料可以为聚酰亚胺,无机黏结材料为软化温度约摄氏 450 度且颗粒大小约 10 μm 左右的玻璃粉末(以封接用玻璃粉末为较佳),其中玻璃粉末的重量百分比含量在 10% -90%。随后,将此组合物均匀涂覆在导线表面,并烘烤、固化。固化后的绝缘涂覆层,经过摄氏 600 度烧结一段时间后,烧结产物的强度、绝缘性能佳,本实施例中其体电阻率高于 1Mohm. m。

[0045] 实施例三

[0046] 本发明中有机材料可以为 DowCorning 的有机硅树脂 OE6630, 无机黏结材料可以为软化温度约摄氏 450 度且颗粒大小约 $10\ \mu\text{m}$ 左右的玻璃粉末 (以封接用玻璃粉末为较佳), 其中有机材料与无机黏结材料以 10 : 10、10 : 7、10 : 6、10 : 4 等比例配制耐高温绝缘组合物。随后, 将这些组合物分别均匀地涂覆在导线表面, 并烘烤、固化, 其中涂覆至导线 (例如铜线) 表面上的绝缘涂覆层厚度为约 $30\ \mu\text{m}$ 。然后, 将绝缘导线绕制成绝缘线圈, 并埋置于铁铝硅 (FeAlSi) 的磁性材料粉末内, 以例如 $20\text{ton}/\text{cm}^2$ 的压力压合成型。随后, 经过摄氏 650 度退火约一小时, 得到的磁性元件, 例如电感, 替代同样尺寸和感量的铁粉芯电感, 应用于直流电源转换器 (POL) 平台上, 可以获得更高的效率, 尤其是轻载效率, 经测试线圈每匝之间的耐压在 12V 以上。

[0047] 在一些实施例中, 由于磁性元件中的磁性材料, 绝缘线圈的导线 (例如铜线), 耐高温绝缘组合物所形成的绝缘涂覆层之间存在热膨胀系数 (CTE) 不一致的情况, 因此高温退火 / 烧结后的冷却过程中, 该绝缘涂覆层上的部分位置可能会出现轻微裂纹, 在此情况发生时可通过下述方法进行解决。方法一: 调整有机材料、无机黏结材料的种类和含量, 尽量将经过高温后的绝缘涂覆层的热膨胀系数 (CTE) 调整至介于绝缘线圈的导线 (例如铜线) 和磁性材料之间 ($5\text{ppm}-17\text{ppm}\times 10^{-6}$)。方法二: 降低无机黏结材料的软化或烧结温度, 例如选用具低熔点或软化温度的玻璃, 例如摄氏 300 度。但是, 如果磁性元件, 例如电感, 仅用于低压场合 (例如: 线圈相邻匝间电压 12V), 绝缘涂覆层的局部破裂是可以接受的, 因为仅靠空气绝缘也可以满足这样的绝缘要求。针对需要制作高压 (例如 600V) 的磁性元件, 例如电感, 一方面可以通过避免经过高温处理后绝缘涂覆层发生破裂来解决, 另一方面, 也可以通过调整绝缘线圈的绕法, 使得相邻每匝线圈间的实际电压值仍然维持在一个比较低的值上。

[0048] 在一些实施例中, 在制作磁性元件的过程中, 在将线圈和磁性粉体材料一起压合成型时可能会发生由于磁性材料和线圈材料回弹不一致, 而最终导致压合后的胚料发生破裂的现象, 针对此问题, 可以通过在磁性粉体材料内添加有机黏结材料, 例如有机硅树脂, 来缓解。

[0049] 在一些实施例中, 在制作磁性元件的过程中, 磁性材料会填充到绝缘线圈的匝和匝之间, 这样可能会降低电感的感量, 对此可通过将绕制好的绝缘线圈再浸一次本发明的耐高温绝缘组合物并固化, 使得匝和匝之间完全密封, 磁性材料不再渗透至匝与匝之间, 从而提高该磁性元件的性能。

[0050] 在一些实施例中, 本发明的磁性元件可在还原性气氛下进行退火 / 烧结工艺, 当利用的绝缘线圈 3 的导线 2 材料为铜线时, 如果铜线中的氧含量过高, 经过高温退火工艺后的铜线可能会脆化。还原性气体, 如氢气, 和溶解在铜内的氧化亚铜发生氧化还原反应, 生成铜和水蒸汽, 当水蒸汽的压力大于铜的强度时就会发生内部裂纹, 从而使的强度和导电性能降低, 因此在选择铜材时可控制线材中的氧元素含量, 以低于例如 200ppm 为较佳。使用其他种绝缘线圈的导线材料时也可以有同样考虑。

[0051] 综上所述, 本发明提出了在有机材料内添加无机黏结材料的组合物, 可获得易于形成绝缘涂覆层的耐高温绝缘组合物, 并且在低温下柔软, 具有韧性, 且经过高温后的残留物依然具有足够强度和绝缘性能。本发明的耐高温绝缘组合物可应用于制作高性能、新型的集成磁性元件 (winding embedded magnetic element), 涂覆有该耐高温绝缘涂覆层的绝

缘线圈可直接埋置于需高温退火 / 烧结的磁性材料中,大幅提高了高性能磁性元件的生产效率且适于大规模量产,提高了磁性元件的空间利用率,降低了磁性元件的制造成本,提高了相关电子产品的功率密度及其性能。本发明的有机材料内添加无机黏结材料的耐高温绝缘组合物还可使用于其他需耐高温绝缘的应用。

[0052] 本发明得由本领域普通技术人员任施匠思而为诸般修饰,然皆不脱如附权利要求所欲保护的范围。

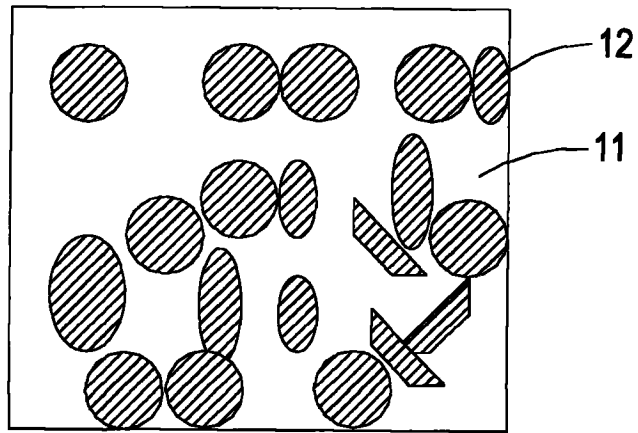


图 1A

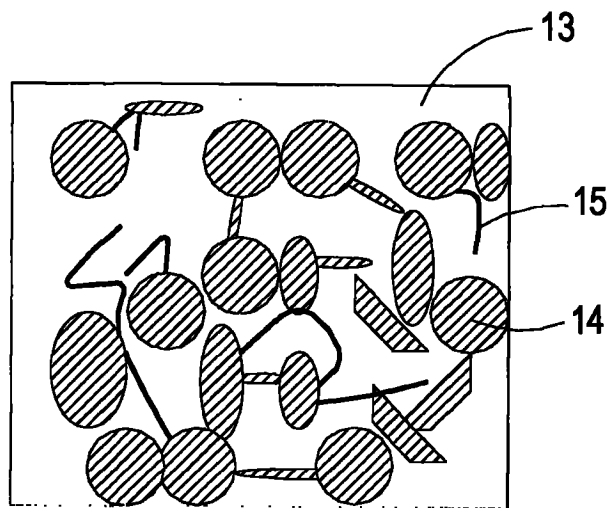


图 1B

3

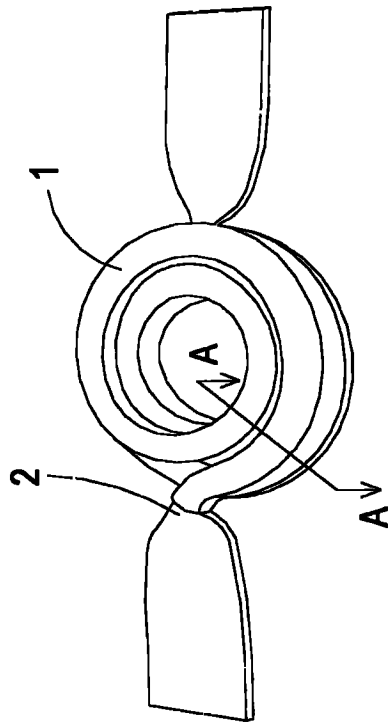


图2A

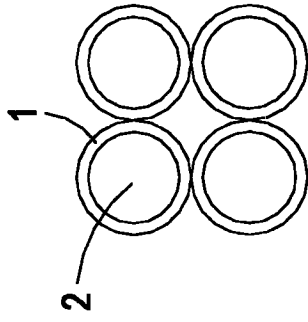


图2B

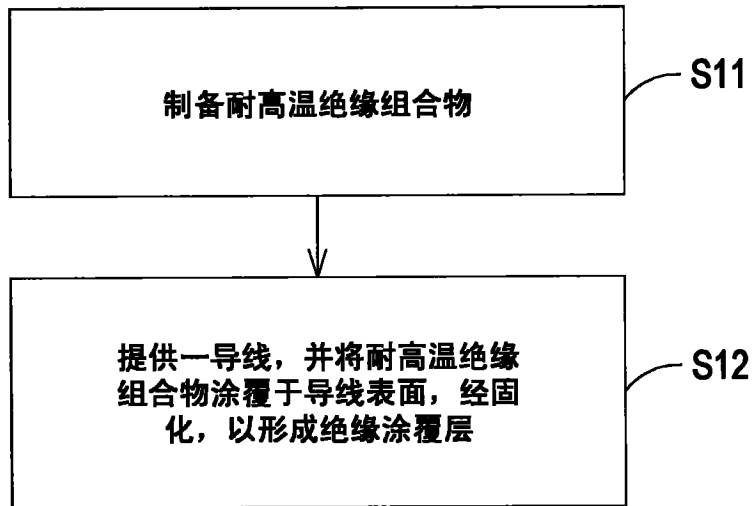


图 3

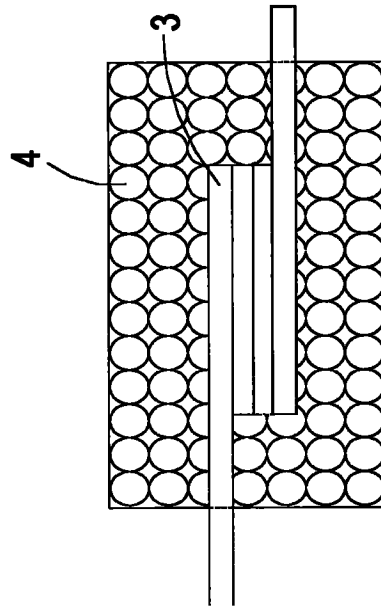


图4B

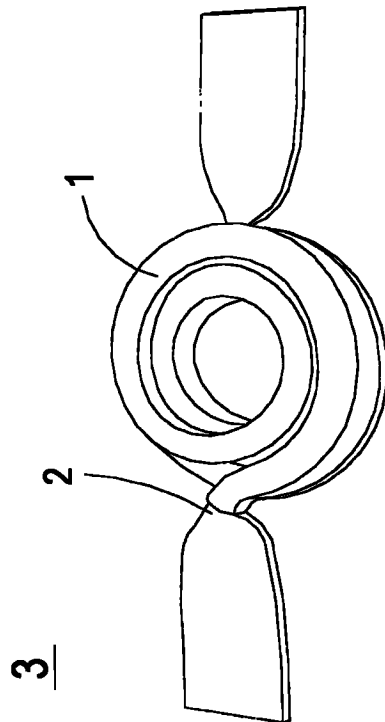


图4A

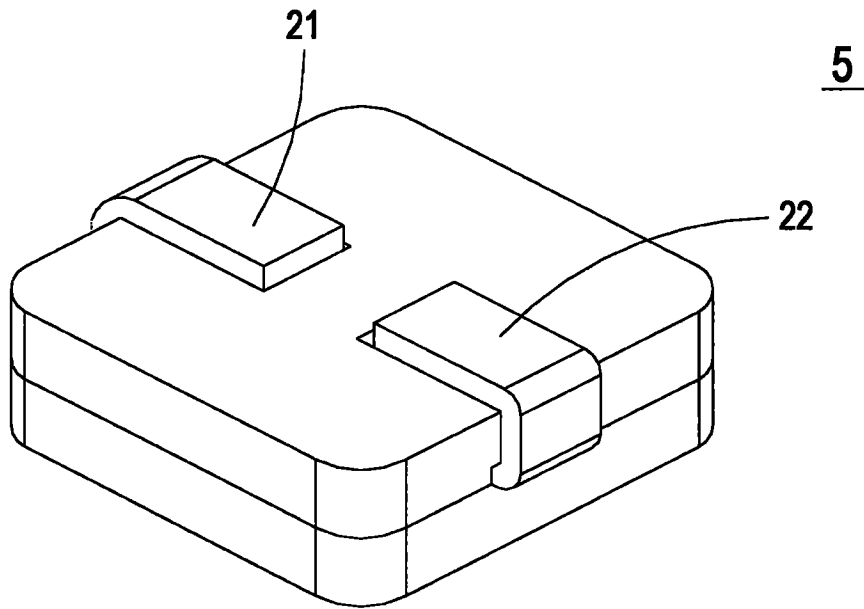


图4C

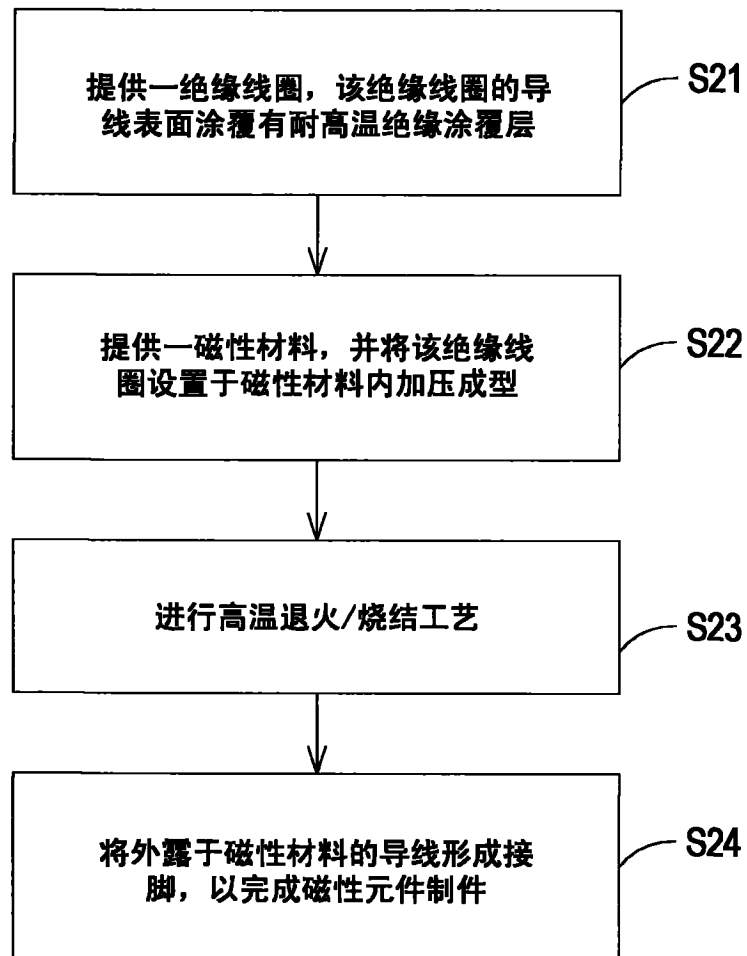


图 5