



证书号第 1462680 号



发明专利证书

发明名称：聚合物粘合的磁性材料

发明人：郑家伟；黄元华；吴伟泰；丁凯；何耀麟；张子江；张自强

专利号：ZL 2008 1 0099551.2

专利申请日：2008年05月15日

专利权人：香港理工大学

授权公告日：2014年08月13日

本发明经过本局依照中华人民共和国专利法进行审查，决定授予专利权，颁发本证书并在专利登记簿上予以登记。专利权自授权公告之日起生效。

本专利的专利权期限为二十年，自申请日起算。专利权人应当依照专利法及其实施细则规定缴纳年费。本专利的年费应当在每年05月15日前缴纳。未按照规定缴纳年费的，专利权自应当缴纳年费期满之日起终止。

专利书记载专利权登记时的法律状况。专利权的转移、质押、无效、终止、恢复和专利权人的姓名或名称、国籍、地址变更等事项记载在专利登记簿上。



局长
申长雨

申长雨





(12) 发明专利

(10) 授权公告号 CN 101521070 B

(45) 授权公告日 2014.08.13

(21) 申请号 200810099551.2

JP 2001200117 A, 2001.07.24,

(22) 申请日 2008.05.15

US 2004045635 A1, 2004.03.11,

(30) 优先权数据

审查员 陈洁

12/039,592 2008.02.28 US

(73) 专利权人 香港理工大学

地址 中国香港九龙红磡

(72) 发明人 郑家伟 黄元华 吴伟泰 丁凯

何耀麟 张子江 张自强

(74) 专利代理机构 永新专利商标代理有限公司

72002

代理人 程大军

(51) Int. Cl.

H01F 1/09 (2006.01)

H01F 27/255 (2006.01)

H01F 41/02 (2006.01)

G22C 19/00 (2006.01)

C04B 35/26 (2006.01)

B22F 1/00 (2006.01)

(56) 对比文件

JP 2001135516 A, 2001.05.18,

权利要求书1页 说明书10页 附图4页

(54) 发明名称

聚合物粘合的磁性材料

(57) 摘要

本发明涉及用于功率转换的聚合物粘合的磁性材料,具体涉及磁性组合物,其包含热塑性聚合物和磁粉。所述组合物的拉伸强度为大于 20N/mm²。

1. 一种磁性组合物,其包含:

热塑性聚合物,其中所述热塑性聚合物选自以下组中:聚甲基丙烯酸甲酯树脂、聚乙烯树脂、及它们的混合物;和

磁粉,其中所述磁粉选自以下组中:镍、钴、镍锌铁氧体、锰锌铁氧体、及它们的混合物;

所述磁粉还包含偶联剂;

其中所述组合物的拉伸强度为大于 $20\text{N}/\text{mm}^2$ 并小于 $89.28\text{N}/\text{mm}^2$ 。

2. 权利要求 1 的组合物,其中所述热塑性聚合物占所述组合物的 10-40%(重量)。

3. 权利要求 1 的组合物,其中所述磁粉占所述组合物的 60-90%(重量)。

4. 权利要求 1 的组合物,其中所述偶联剂是异丙醇钛(IV)。

5. 权利要求 1 的组合物,其中所述磁粉包含 15%(重量)的所述偶联剂。

6. 权利要求 1 的组合物,其中所述组合物的抗压缩强度为大于 $40\text{N}/\text{mm}^2$ 。

7. 权利要求 1 的组合物,其中所述组合物的径向抗碎强度为大于 $30\text{N}/\text{mm}^2$ 。

8. 权利要求 1 的组合物,其中所述组合物的抗冲击强度为大于 0.25J。

9. 权利要求 1 的组合物,其中所述组合物的洛氏硬度为大于 60。

10. 一种装置,其包含由权利要求 1 的磁性组合物制得的磁环,其中所述磁装置选自以下组中:功率铁氧体、功率变压器、和功率电感器。

11. 一种制造用于功率变换的磁性组合物的方法,其包括:

在高速混合机中将 Fe_2O_3 、NiO 和 ZnO 混合物粉碎成磁粉;该混合物占整个组合物重量的 60-90%,干燥的磁粉在高速混合机中与异丙醇钛(IV) ($\text{C}_{12}\text{H}_{28}\text{O}_4\text{Ti}$) 剧烈混合;干燥的磁粉包含 15%(重量)的异丙醇钛(IV) ($\text{C}_{12}\text{H}_{28}\text{O}_4\text{Ti}$);

在高速混合机中将占组合物重量 10% ~ 40% 的干燥的 PMMA 颗粒与硬脂酸 ($\text{C}_{18}\text{H}_{36}\text{O}_2$) 混合形成聚合物粉末,其中 $\text{C}_{18}\text{H}_{36}\text{O}_2$ 与所述干燥的 PMMA 的质量比为 2%(重量);和

在高速混合机中混合所述磁粉和所述聚合物粉末。

12. 权利要求 11 的方法,其还包括在高温煅烧炉中烧结所述混合物,和在粉碎所述混合物前将其冷却至室温。

13. 权利要求 12 的方法,其中所述煅烧炉以 $8^\circ\text{C}/\text{分钟}$ 的速率被加热到 1300°C ,并保持在此温度下 950 分钟。

14. 权利要求 11 的方法,其还包括在与所述磁粉混合前,在 60°C 下烘箱中干燥所述 PMMA 颗粒 6 小时。

15. 权利要求 11 的方法,其还包括在粉碎所述混合物后,在 60°C 下烘箱中干燥所述磁粉 4 小时。

16. 权利要求 15 的方法,其还包括在高速混合机内将所述干燥的磁粉与异丙醇钛(IV) ($\text{C}_{12}\text{H}_{28}\text{O}_4\text{Ti}$) 混合。

17. 权利要求 16 的方法,其中 $\text{C}_{12}\text{H}_{28}\text{O}_4\text{Ti}$ 与所述干燥的磁粉的质量比为 15%(重量)。

18. 权利要求 11 的方法,其还包括施加外部场以促进材料偶极的排列,以提高磁导率。

19. 权利要求 18 的方法,其中所述外部场与磁芯中的磁力线方向以相同的方向施加。

聚合物粘合的磁性材料

[0001] 本申请要求 2008 年 2 月 28 日提交的题为“聚合物粘合的磁性材料”的 US 非临时申请系列第 12/039,592 号的优先权,其内容通过引用结合在此。

背景技术

[0002] 基于高频变压器的功率变换器的设计依赖于包括磁导率、损耗系数和变换器中磁性材料的尺寸与形状的因素。特别地,磁性材料的损耗通常导致 30-40% 的转换器总损耗。常规的磁性材料如铁氧体和钼坡莫合金粉 (MPP),因其低损耗特性和高频运转而被熟知。因此,这些磁性材料可以用在功率变换器如电感器和变压器中。然而,这些磁性材料具有许多缺点,其包括有限的尺寸、脆性、高损耗和高成本。

[0003] 例如,由于铁氧体或铁粉形成中的复杂性和费用的原因,难以提供可用于大功率转换的变压器或电感器,例如大于 20kW 的系统。此外,传统材料在此应用中必须被屏蔽。金属和塑料材料机壳经常被用于屏蔽电磁辐射,这增加了电子产品的成本和重量。

[0004] 功率变换中的损耗可以分为导体损耗和磁芯损耗。导体损耗或线圈损耗是由于电流流经磁性材料周围的线圈造成的电阻性损耗。根据高频电流在导体中的分布特性,该损耗会随频率的增大而显著增加。磁芯损耗通常是由磁性材料的磁滞、涡流损耗和 / 或剩余损耗引起的。磁滞损耗和涡流损耗可以通过使用用于高频应用的铁粉磁芯而降低。而向常规磁芯中引入聚合物也可以在一定程度上降低涡流损耗,这使得可以在高频区范围更宽地扩展其应用。

[0005] 技术和工程设计领域不断地对磁性材料设定苛刻的需要。近来,聚合物粘合的磁性材料在磁 - 电和磁 - 光领域中吸引了大量的关注。这些材料由聚合物和磁粉构成,并可以利用传统的聚合物加工方法生产。聚合物粘合的磁性材料提供比常规材料显著的优点。例如,聚合物粘合的磁性材料可以更容易地进行模制,从而降低制造成本和质量控制成本。不过,聚合物粘合的磁性材料通常还未被用于功率转换或电磁干扰屏蔽。在将该材料开发成为产品之前,还需要大量的材料优化和磁导率研究工作。

[0006] 期望能够制备出可以容易形成为适用于大功率转换 (超过 20kW) 的装置磁芯的磁性材料。理想地,这些磁性材料具有足够的可弯曲性。也期望能够以低成本制造所述磁性材料。还希望可以生产轻重量的磁性材料。并且还期望能够生产出可用于高频功率变换的磁性材料,例如超过 100kHz 工作。也希望所述磁性材料可应用于功率变压器和电感器。

发明内容

[0007] 根据一个方面,用于功率变换的磁性组合物包含热塑性聚合物和磁粉。所述组合物的拉伸强度为大于 $20\text{N}/\text{mm}^2$ 。

[0008] 根据另一个方面,制造用于功率变换的磁性组合物的方法包括:将 Fe_2O_3 、NiO 和 ZnO 在高速混合机中混合成混合物,在高速混合机中将所述混合物粉碎成磁粉,将干燥的 PMMA 颗粒与硬脂酸 ($\text{C}_{18}\text{H}_{36}\text{O}_2$) 在高速混合机中混合形成具有适当尺寸的聚合物粉末,以及在高速混合机中将所述磁粉和聚合物粉末混合。

附图说明

[0009] 图 1A 所示为基于 10% (重量) 的 PE-90% (重量) FeNiZn (50 : 20 : 30 摩尔) (1300°C、950 分钟) 的环形磁芯。

[0010] 图 1B 所示为图 1A 的测量结果, 采用初始值 : $f = 5\text{kHz}$ 、 $L = 56.00 \mu\text{H}$ 、 $\mu_r = 42.17$ 和峰值 : $f = 14.30\text{MHz}$ 、 $L = 125.89 \mu\text{H}$ 、 $\mu_r = 94.80$ 。

[0011] 图 2A 所示为基于 10% (重量) 的 PE-90% (重量) FeNiZn (50 : 30 : 20 摩尔) (1300°C、950 分钟) 的环形磁芯。

[0012] 图 2B 所示为图 2A 的测量结果, 采用初始值 : $f = 5\text{kHz}$ 、 $L = 50.49 \mu\text{H}$ 、 $\mu_r = 38.02$ 和峰值 : $f = 13.70\text{MHz}$ 、 $L = 108.62 \mu\text{H}$ 、 $\mu_r = 81.79$ 。

[0013] 图 3A 所示为基于 10% (重量) 的 PE-90% (重量) FeNiZn (50 : 40 : 10 摩尔) (1300°C、950 分钟) 的环形磁芯。

[0014] 图 3B 所示为图 3A 的测量结果, 采用初始值 : $f = 5\text{kHz}$ 、 $L = 38.30 \mu\text{H}$ 、 $\mu_r = 28.94$ 和峰值 : $f = 19.30\text{MHz}$ 、 $L = 135.91 \mu\text{H}$ 、 $\mu_r = 102.34$ 。

[0015] 图 4A 所示为基于 10% (重量) 的 PE-90% (重量) FeNiZn (50 : 20 : 30 摩尔) (1100°C、20 小时) 的环形磁芯。

[0016] 图 4B 所示为图 4A 的测量结果, 采用初始值 : $f = 5\text{kHz}$ 、 $L = 43.98 \mu\text{H}$ 、 $\mu_r = 33.12$ 和峰值 : $f = 20.2\text{MHz}$ 、 $L = 120.15 \mu\text{H}$ 、 $\mu_r = 90.47$ 。

[0017] 图 5 所示为在拉伸强度测量中负荷 (N) / 伸长 (mm) 的典型曲线。

[0018] 图 6 所示为抗压缩强度测量中负荷 (N) / 变形 (mm) 的典型曲线。

[0019] 图 7 所示为在径向抗碎强度测量中负荷 (N) / 变形 (mm) 的典型曲线。

[0020] 图 8 所示为通过利用热压机来施加外部场以促进磁偶极的排列。

[0021] 图 9 所示为聚合物粘合的磁芯的制造实施方案。

具体实施方式

[0022] 以下将详细地说明本发明的具体实施方案, 其实例也提供在以下的说明书中。对本发明的示范性实施方案进行了详细描述, 尽管为了清楚起见, 没有对某些针对本发明的理解不是特别重要的特征进行说明, 但其对本领域技术人员来说是显而易见的。

[0023] 此外, 应当理解本发明不局限于以下所述的具体的实施方案, 在不背离本发明精神或范围的情况下, 本领域技术人员可以对其进行各种改动和变更。例如, 在本公开范围和所附权利要求书的范围内, 不同的说明性实施方案的要素和 / 或特征可以相互组合和 / 或替代。此外, 在阅读过此公开内容、附图和所附权利要求书后, 对于本领域技术人员变得显而易见的改进和变更将被认为是在本发明的精神和范围内。

[0024] 磁性组合物可以包含热塑性聚合物和磁粉。所述组合物的拉伸强度为大于 $20\text{N}/\text{mm}^2$ 。形成的包含磁性组合物的磁芯可具有比常规磁芯更好的机械性能。例如, 包含所述磁性组合物的磁芯的拉伸强度可以是大于 $20\text{N}/\text{mm}^2$, 抗压缩强度可以是大于 $40\text{N}/\text{mm}^2$ 。包含该磁性组合物的磁芯可用于功率转换应用中如功率变压器、功率电感器、和铁氧体屏 (ferrites screen)。

[0025] 组合物

[0026] 用于功率转换的磁性组合物可以包含热塑性聚合物和磁粉。热塑性聚合物可选自以下组中：聚甲基丙烯酸甲酯 (PMMA) 和聚乙烯 (PE)。也可使用可以改变产品操作温度的其它聚合物，例如尼龙 6。磁粉可选自以下组中：镍、钴、镍锌铁氧体、和锰锌铁氧体。任选偶联剂异丙醇钛 (IV) ($C_{12}H_{28}O_4Ti$) 可以包含在组合物中。例如，所述组合物可包含约 10-40% (重量) 的热塑性聚合物、约 60-90% (重量) 的磁粉，且磁粉可包含约 15% (重量) 的偶联剂。

[0027] 方法

[0028] 为了制备聚合物粘合的磁性材料，将一定量的 Fe_2O_3 、NiO 和 ZnO 以不同摩尔比 (50 : 20 : 30、50 : 30 : 20、或 50 : 40 : 10) 在高速混合机中剧烈混合约 2 分钟。然后，可在高温煅烧炉中将混合物烧结。可以 $8^\circ C / 分钟$ 的速率加热所述煅烧炉到 $1300^\circ C$ ，并保持在此温度 950 分钟。可以将熔融的混合物立刻取出，然后置于约 $20^\circ C$ 中，并使之迅速冷却到室温。随后，可在高速混合机中将冷却的混合物粉碎以提供磁粉。

[0029] 为了除去混合物中的大部分水分，可将 PMMA 颗粒在烘箱中约 $60^\circ C$ 下干燥约 6 小时，并且所述磁粉也可以在烘箱中约 $60^\circ C$ 干燥约 4 小时。为了改变磁粉的表面性能，干燥的磁粉可在高速混合机中与异丙醇钛 (IV) ($C_{12}H_{28}O_4Ti$) 剧烈混合。干燥的磁粉可包含约 15% (重量) 的 $C_{12}H_{28}O_4Ti$ 。然后，可以在烘箱内约 $60^\circ C$ 下干燥混合物约 3 小时。上述改性可以改善磁粉和聚合物间的相容性，这反过来又可改善组合物的性能。

[0030] 干燥的 PMMA 颗粒可以与硬脂酸 ($C_{18}H_{36}O_2$) 在高速混合机中混合形成具有适当尺寸的聚合物粉末。干燥的 PMMA 可包含约 2% (重量) 的 $C_{18}H_{36}O_2$ 。然后，可在高速混合机中剧烈预混合改性磁粉和聚合物。可采用在适合转速下运行的单螺杆挤出机进一步掺混此混合物。温度设置可选择为：第 1 段 $210^\circ C$ 、第 2 段 $230^\circ C$ 、第 3 段 $265^\circ C$ 、和第 4 段 $260^\circ C$ 。在较低温度下挤出可能变得困难，而较高温度下又可能导致性能的不均匀。然后可将混合物放在预定的模具中，并在高于 $150^\circ C$ 下运行的热压机中在 6-10 吨压力下制成磁芯，该温度高于将被用于磁芯中的聚合物的熔点。

[0031] 为了提高磁芯的磁导率，可施加外磁场以促进磁性材料内磁偶极的排列。外磁场可用永磁铁或电线圈提供。施加的磁场可以与图 8 中所描述结构的磁芯主磁场方向是相同的方向。

[0032] 尽管不受理论上的限制，相信磁性组合物中均匀分布的空气间隙可以降低边缘场 (fringe field) 和 / 或降低涡流损耗，对于高频功率电子设备来说这是希望的。

[0033] 产品

[0034] 基于聚合物粘合的磁性材料的磁芯可以在 $180^\circ C$ 和约 6-10 吨下运行的热压机上、用希望形状的模具制造。采用所述磁性组合物制造的磁芯可以具有各种形状，例如环形、EE 形、EI 形、和 U 形，如图 9 中所示。EE 形指当磁芯的形状为两个字母 E 的几何形状时的形状。EI 形指当磁芯的形状为字母 E 和字母 I 的几何形状时的形状。U 形指当磁芯的形状为字母 U 的几何形状时的形状。环形指磁芯形状类似于圆环。也可以采用其它形状，例如不规则的几何形状。

[0035] 形成的包含磁性组合物的磁芯可具有比常规磁芯更好的机械性能。例如，所述磁芯的拉伸强度可大于 $20N/mm^2$ ，抗压缩强度大于 $40N/mm^2$ 。

[0036] 包含磁性组合物的磁芯可用作例如功率变压器、功率电感器、和铁氧体屏。

[0037] 实施例

[0038] 实施例 1:组合物的磁性

[0039] 磁性能测量在环形磁芯($\text{Ø}30 \times \text{Ø}15 \times \text{H}12 \text{ mm}$)上进行。电感(L)在 HI0KI3530LCR Hi 检测器上测量,随后计算相对磁导率 μ_r 。从上面所示的环形磁芯的等效电路,阻抗 Z 应该为 $Z = R_s + j\omega L_s$ 。或 $Z = j\omega L_0(\mu' - j\mu'')$ 。这里, μ' 和 μ'' 为磁导率相应的实部和虚部。 ω 为旋转频率。那么,

$$[0040] \quad R_s + j\omega L_s = j\omega L_0(\mu' - j\mu'')$$

$$[0041] \quad \text{质量系数 } Q = \frac{\omega L}{R},$$

$$[0042] \quad \text{因而 } \mu' = \frac{L_s}{L_0}, \mu'' = \frac{\mu'}{Q}$$

[0043] 同样,空气的电感值 L_0

$$[0044] \quad L_0 = \frac{4\pi N^2 A_e}{l_e} \times 10^{-9}, \frac{A_e}{l_e} = 2\pi h \ln\left(\frac{r_2}{r_1}\right)$$

[0045] 这里, N 为环数。 A_e 为磁力线的有效面积。 l_e 为磁路的有效长度。 r_1 为内径, r_2 为外径,和 h 为环形磁芯的高。

[0046] 最后,

$$[0047] \quad \mu' = \frac{L_s \times 10^9}{8\pi^2 N^2 h \ln\left(\frac{r_2}{r_1}\right)}, \mu = \frac{L_s \times 10^9}{8\pi^2 N^2 h \ln\left(\frac{r_2}{r_1}\right)} \cdot \sqrt{1 + 1/Q^2}$$

[0048] 典型的成像见图 1-4 中所示,其中环数 $N = 45$ 、 $\mu_r \approx 0.753 \times L_s$ (μH)。关于上述产物和那些其它对象的结果汇总在以下表 1 和表 2 中。

[0049] 表 1. 组合物的电感和相对磁导率

[0050]

样品的组成		5 kHz	50 kHz	100 kHz	500 kHz	1 MHz	2 MHz	10 MHz
10%(重量) PE 90%(重量) FeNiZn (50:20:30 摩尔) (1100°C、950 分钟)	L (μH)	43.98	42.55	42.40	42.03	41.98	42.29	55.54
	μ_r	33.12	32.04	31.93	31.65	31.61	31.84	41.82
10%(重量) PE, 10% PMMA; 80%(重量) FeNiZn (50:20:30 摩尔) (1100°C、950 分钟)	L (μH)	42.40	41.45	41.29	40.91	40.86	41.03	50.91
	μ_r	31.93	31.21	31.09	30.80	30.77	30.90	38.34
30%(重量) PE 70%(重量) FeNiZn (50:20:30 摩尔) (1100°C、950 分钟)	L (μH)	16.40	16.00	15.91	15.73	15.70	15.70	16.84
	μ_r	12.35	12.05	11.98	11.84	11.82	11.82	12.68
40%(重量) PMMA 60%(重量) FeNiZn (50:20:30 摩尔) (1100°C、950 分钟)	L (μH)	13.65	9.95	9.84	9.69	9.65	9.64	10.03
	μ_r	10.28	7.49	7.41	7.30	7.27	7.26	7.55
10%(重量) PE 90%(重量) FeNiZn (50:20:30 摩尔) (1300°C、950 分钟)	L (μH)	56.00	55.45	55.26	54.86	55.01	55.59	80.58
	μ_r	42.17	41.75	41.61	41.31	41.42	41.86	60.68
10%(重量) PE 90%(重量) FeNiZn (50:30:20 摩尔) (1300°C、950 分钟)	L (μH)	50.49	49.38	49.27	48.98	49.06	49.77	77.51
	μ_r	38.02	37.18	37.10	36.88	31.19	37.48	58.37
10%(重量) PE 90%(重量) FeNiZn (50:40:10 摩尔) (1300°C、950 分钟)	L (μH)	38.30	37.94	37.84	37.53	37.47	37.61	48.86
	μ_r	28.94	28.57	28.49	28.26	28.21	28.32	36.79
80%(重量) Co 20%(重量) PMMA	L (μH)	13.50	12.47	12.30	11.17	9.36	7.10	---
	μ_r	10.17	9.39	9.26	8.41	7.05	5.35	---
90%(重量) Co 10%(重量) PMMA	L (μH)	14.00	12.39	12.28	11.88	11.12	9.41	---
	μ_r	10.54	9.33	9.25	8.95	8.37	7.09	---

[0051] 表 2. 组合物的电感和相对磁导率

[0052]

样品的组成		5 kHz	10 kHz	25 kHz	50 kHz	75 kHz	100 kHz
60%(重量) Co - 40%(重量) PMMA	L (μH)	---	---	1.34	1.32	1.32	1.32
	μ_r	---	---	16.89	16.63	16.63	16.63
70%(重量) Co - 30%(重量) PMMA	L (μH)	1.26	1.23	1.20	1.20	1.20	1.19
	μ_r	15.88	15.50	15.12	15.12	15.12	14.99
60%(重量) Ni - 40%(重量) PMMA	L (μH)	---	---	1.34	1.32	1.32	1.32
	μ_r	---	---	16.88	16.63	16.63	16.63
70%(重量) Ni - 30%(重量) PMMA	L (μH)	1.12	1.07	1.03	1.02	1.01	1.01
	μ_r	14.11	13.48	12.98	12.85	12.73	12.73

[0053] 实施例 2:组合物的拉伸强度

[0054] 拉伸强度测量在 Lloyd Instruments 的 LR30KPLUS 系列万能材料试验机上进行。图 5 所示为负荷 (N)/ 伸长 (mm) 的典型曲线。测量结果列于以下表 3 中。

[0055] 表 3. 组合物的拉伸强度

[0056]

样品的组成	拉伸强度 (N/mm^2)	样品的组成	拉伸强度 (N/mm^2)
60% (重量) FeNiZn (50 : 20 : 30 摩尔)- 40% (重量) PMMA	20.15	60% (重量) FeNiZn (50 : 20 : 30 摩尔)- 40% (重量) PE	29.56
70% (重量) FeNiZn (50 : 20 : 30 摩尔)- 30% (重量) PMMA	22.35	70% (重量) FeNiZn (50 : 20 : 30 摩尔)- 30% (重量) PE	45.21
		80% (重量) FeNiZn (50 : 20 : 30 摩尔)- 20% (重量) PE	60.17
		90% (重量) FeNiZn (50 : 20 : 30 摩尔)- 10% (重量) PE	89.28

[0057] 实施例 3:组合物的抗压缩强度

[0058] 抗压缩强度测量用矩形样品在 Lloyd Instruments 的 LR30KPLUS 系列万能材料试验机上进行。图 6 所示为负荷 (N)/ 变形 (mm) 的典型曲线。测量结果总结在以下表 4 中。

[0059] 表 4. 组合物的抗压缩强度

[0060]

样品的组成	抗压缩强度 (N/mm ²)	样品的组成	抗压缩强度 (N/mm ²)
60% (重量) FeNiZn (50 : 20 : 30 摩尔)- 40% (重量) PMMA	57.91	60% (重量) FeNiZn (50 : 20 : 30 摩尔)-40% (重 量) PE	39.82
70% (重量) FeNiZn (50 : 20 : 30 摩尔)- 30% (重量) PMMA	58.24	70% (重量) FeNiZn (50 : 20 : 30 摩尔)-30% (重 量) PE	42.66
		80% (重量) FeNiZn (50 : 20 : 30 摩尔)-20% (重 量) PE	45.20
		90% (重量) FeNiZn (50 : 20 : 30 摩尔)-10% (重 量) PE	44.01

[0061] 实施例 4 : 组合物的径向抗碎强度

[0062] 径向抗碎强度测量在环形磁芯上进行, 并基于下列公式进行计算:

$$[0063] \quad \sigma_r = \frac{1.908 P_r (D - t)}{2 L t^2}$$

[0064] 这里, P_r 为最大负荷 (N), D 为外径, t 为厚度, L 为样品宽度。测量结果汇总在以下表 5 中。

[0065] 表 5. 组合物的径向抗碎强度

[0066]

样品的组成	径向抗碎强度 (N/mm ²)	样品的组成	径向抗碎强度 (N/mm ²)
60% (重量) FeNiZn (50 : 20 : 30 摩尔) 40% (重量) PMMA	207.57	60% NiZn-40% PE	51.11
70% (重量) FeNiZn (50 : 20 : 30 摩尔) 30% (重量) PMMA	342.36	70% NiZn-30% PE	75.02
		80% NiZn-20% PE	72.56

		90% NiZn-10% PE	29.29
		90% NiZn-10% UHMWPE 300 (UHMW = 超高分子量)	83.40
		90% NiZn-10% UHMWPE 500	102.13

[0067] 实施例 5 : 组合物的抗冲击强度

[0068] 样品的抗冲击强度在 ZWICK MS25B&C D-7900 抗冲击试验机上进行测量。测量在带有“V”形切口的立方样品 (50×14×9mm) 上进行。抗冲击强度 A_{KV} 等于得到的冲击值 A_K 。测量结果汇总在以下表 6 中。

[0069] 表 6. 组合物的抗冲击强度

[0070]

样品的组成	抗冲击强度, A_{KV} (J)
60% (重量) FeNiZn(50 : 20 : 30 摩尔)-40% (重量) PMMA	0.25J
70% (重量) FeNiZn(50 : 20 : 30 摩尔)-30% (重量) PE	0.94J
90% (重量) FeNiZn(50 : 20 : 30 摩尔)-10% (重量) PE	0.43J

[0071] 实施例 6 : 组合物的洛氏硬度

[0072] 洛氏硬度的测量采用 ESE WAY RB 硬度测试计。测量在立方样品 (50×14×9mm) 上进行。测量结果汇总在以下表 7 中。

[0073] 表 7. 组合物的洛氏硬度

[0074]

样品的组成	洛氏硬度值, HR					
	表面洛氏 30-T、30 kg、 1/16 英寸的球		洛氏标准 F 60 kg、 1/16 英寸的球		洛氏标准 B 100 kg、 1/16 英寸的球	
60%(重量) FeNiZn (50:20:30 摩尔) 40%(重量) PMMA	94	94	119	121	—	—
70%(重量) FeNiZn (50:20:30 摩尔) 30%(重量) PE	66	62	—	—	—	—
90%(重量) FeNiZn (50:20:30 摩尔) 10%(重量) PE	—	—	94	94	78	79

[0075] 尽管已描述了磁性组合物的实例,应当理解所述组合物并不限于此,并可以进行改动。组合物的保护范围由所附的权利要求书界定,所有权利要求含义范围内的装置,无论字面上的还是等效的,都被包含在其中。

[0076] 参考文献

[0077] K. W. E. Cheng 和 P. D. Evans, “Parallel-mode extended-period quasi-resonant convertor”, IEE Proceedings-B, 138 卷, 第 5 期, 1991 年 9 月, 243-251 页。

[0078] D. H. Park, J. H. Shim, B. H. Kim, K. Y. Bae, K. Kim 和 J. Joo, “Hybrid doublewall nanotube of conducting polymer and magnetic nickel”, Mol. Cryst. Liq. Cryst. 445 卷, 101-106 页, 2006。

[0079] D. C. Jiles, “Recent advances and future directions in magnetic materials”, Acta Mater., 51 卷, 5907-5939 页, 2003。

[0080] H. W. Ott, “Noise reduction techniques in electronic systems”, New York: Wiley, 1987。

[0081] X. Cao, Y. Luo 和 L. Feng, “Synthesis and properties of magnets/polyethylenecomposities”, Journal of Applied Polmer Science, 74(14) 卷, 1999 年 12 月, 3412-3416 页。

[0082] L. Wang, L. X. Feng, T. Xie, X. F. Qing, “New route for preparing magnetic polyolefins with well dispersed nanometer magnetic particles in polymer matrix using supported $Fe_3O_4/AlR_3/TiCl_4$ nanometer magnetic Ziegler-Natta catalyst”, Journal of Materials Science Letters, 18(18) 卷, 1999 年 9 月, 1489-1491 页。

[0083] K. W. E. Cheng, “Computation of the AC resistance of multistranded conductor inductors with multilayers for high frequency switching converters”, IEEE Transactions on Magnetics, 36 卷, 第 4 期, 2000 年 7 月, 831-834 页。

[0084] W. -T. Wu, Y. W. Wong 和 K. W. Eric Cheng, “Temperature dependence of magnetic

properties of a polymer bonded magnetic material”,2006年第2届 International Conference on Power Electronics Systems and Applications,2006年11月,73-76页。

[0085] K. Ding, K. W. Eric Cheng, W. -T. Wu 和 D. H. Wang, “Research on polymer-bonded magnetic materials for a buck converter”,2006年第2届电力电子系统应用国际会议,2006年11月,87-90页。

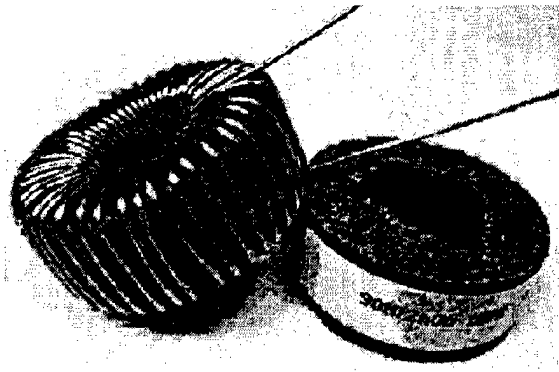


图 1A

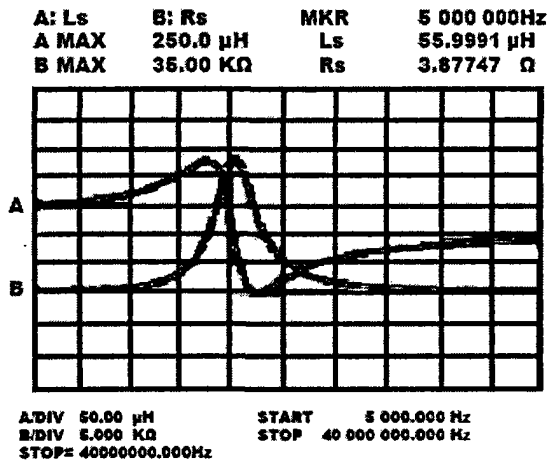


图 1B

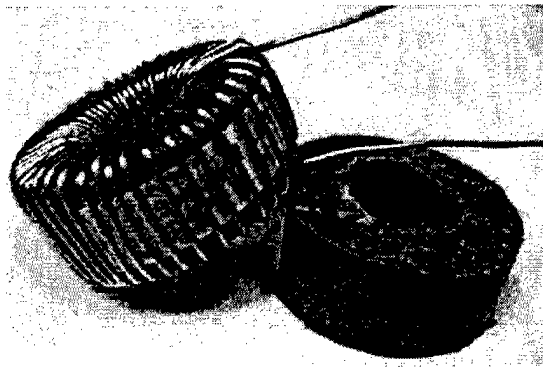


图 2A

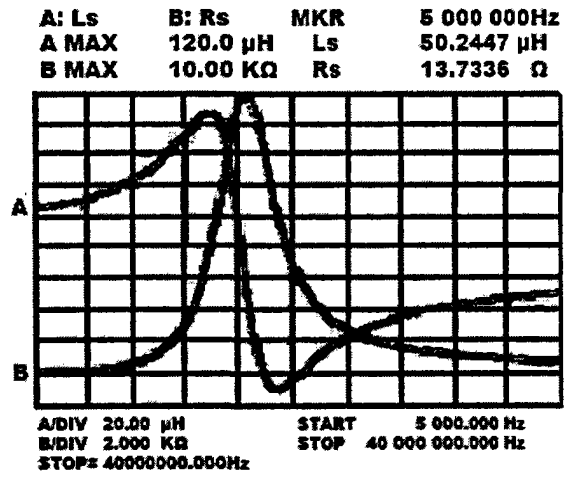


图 2B

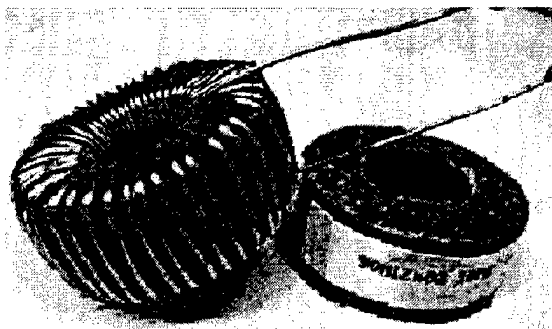


图 3A

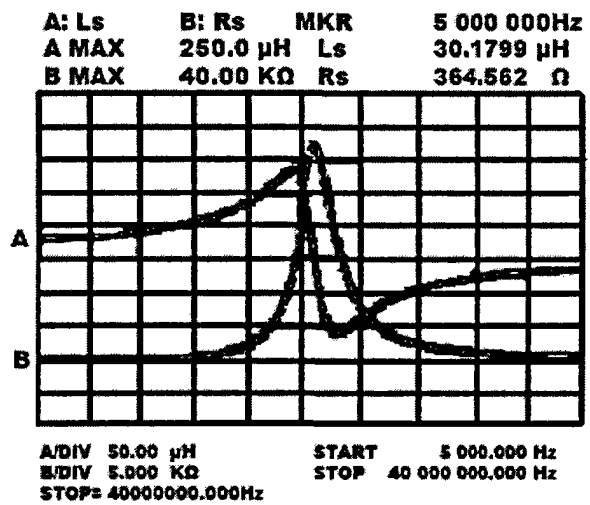


图 3B

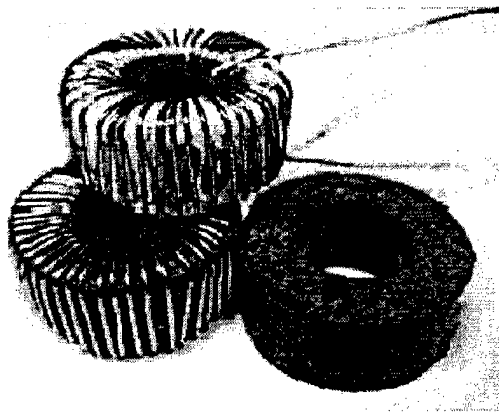


图 4A

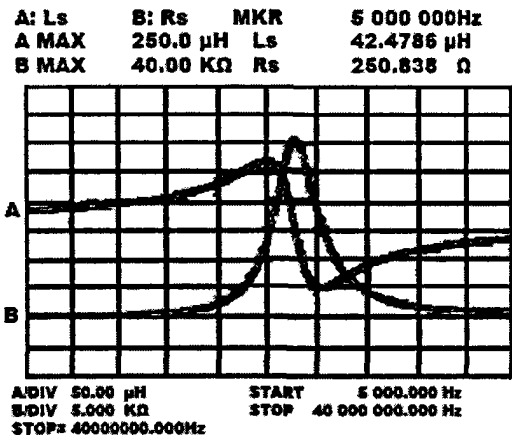


图 4B

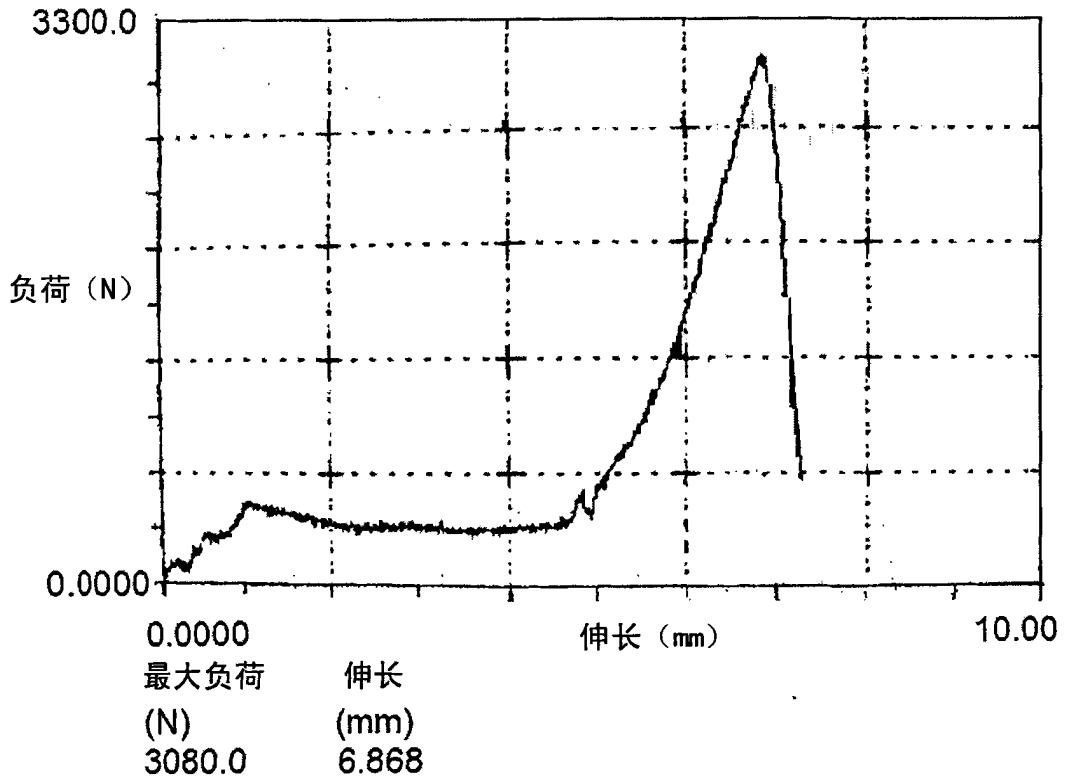


图 5

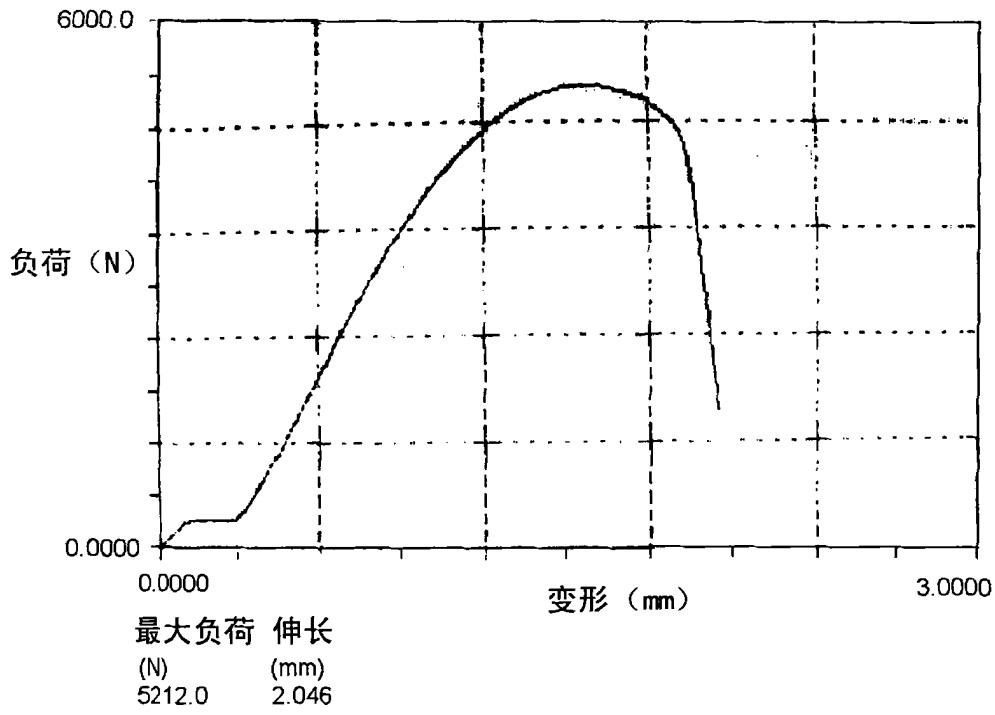


图 6

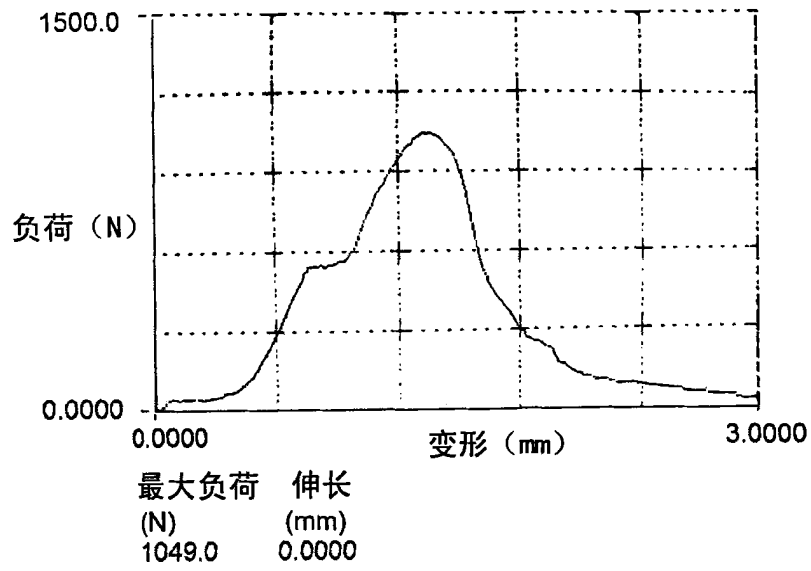


图 7

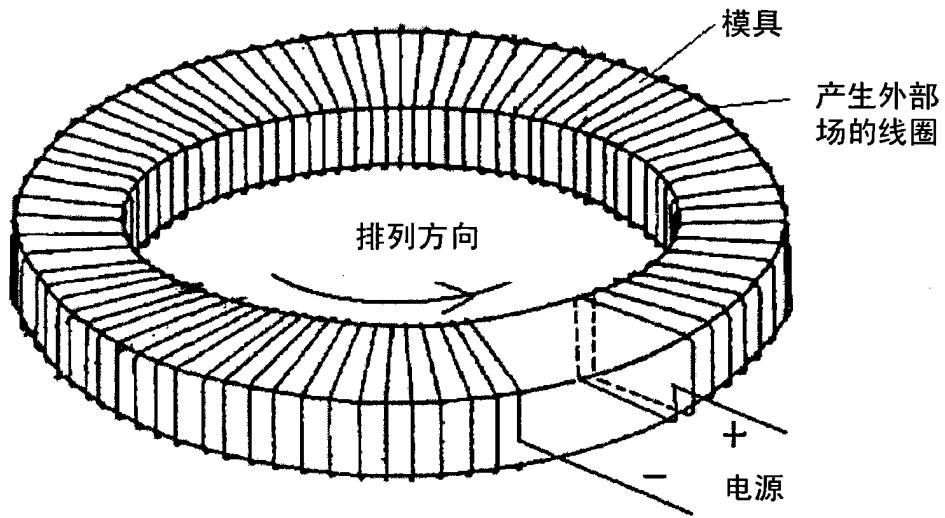


图 8

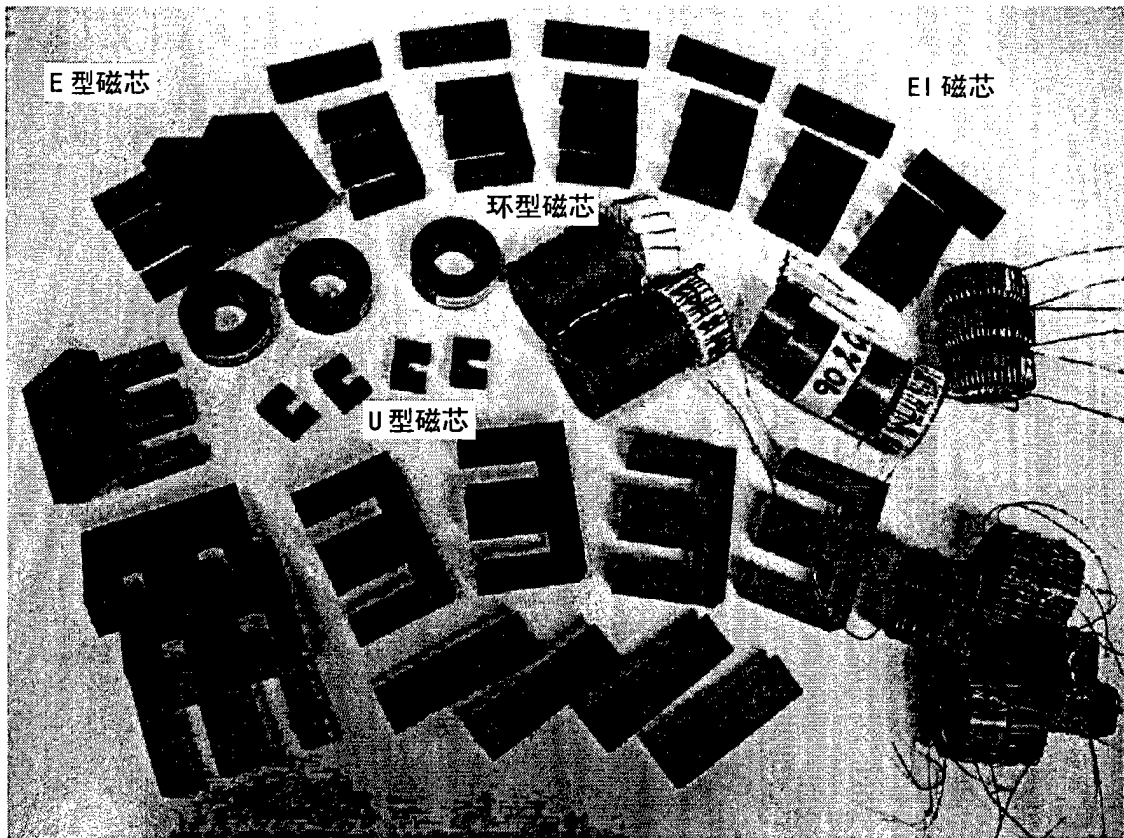


图 9