



(12) 发明专利

(10) 授权公告号 CN 102460607 B

(45) 授权公告日 2014. 03. 26

(21) 申请号 201080026820. 8

H01F 38/12 (2006. 01)

(22) 申请日 2010. 06. 15

H01T 13/44 (2006. 01)

(30) 优先权数据

2009/04173 2009. 06. 15 ZA

(56) 对比文件

DE 1245487 B, 1967. 07. 27, 全文.

US 5128646 A, 1992. 07. 07, 全文.

(85) PCT国际申请进入国家阶段日

2011. 12. 15

CN 2508360 Y, 2002. 08. 28, 全文.

US 2005110604 A1, 2005. 05. 26, 全文.

(86) PCT国际申请的申请数据

PCT/IB2010/052679 2010. 06. 15

审查员 查洁立

(87) PCT国际申请的公布数据

W02010/146538 EN 2010. 12. 23

(73) 专利权人 西北大学

地址 南非波切夫斯特鲁姆

(72) 发明人 B·维瑟 P·P·克鲁格

(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 11038

代理人 刘志强

(51) Int. Cl.

H01F 3/14 (2006. 01)

H01F 27/32 (2006. 01)

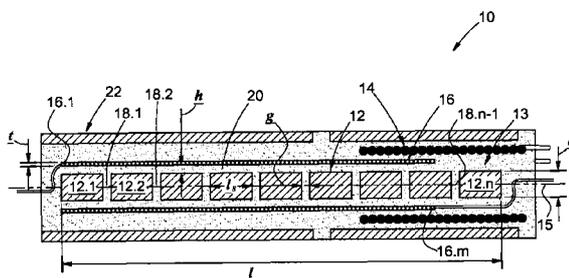
权利要求书1页 说明书4页 附图1页

(54) 发明名称

分段的磁芯变压器

(57) 摘要

一种变压器 (10), 该变压器包括磁芯 (12)、初级绕组 (14) 和次级绕组 (16)。所述磁芯包括具有主轴线 (15) 的细长缘部 (13), 并且包括多个磁性材料的节段 (12. 1 至 12. n) 和沿着主轴线 (15) 位于以交替关系排列的节段之间的间隙 (18. 1 至 18. n-1)。所述主轴线 (15) 平行于填充在所述缘部 (13) 中的磁体的方向。每个间隙具有与所述主轴线 (15) 平行的线性节段分离延伸部 (g)。n 的值大于 3 并且所述间隙被填充有绝缘介质 (20)。



1. 一种变压器,该变压器包括磁芯、初级绕组和次级绕组,所述磁芯包括:具有主轴线的细长缘部;磁性材料的 n 个节段, n 大于3;以及沿着所述主轴线以与所述节段交替的关系布置在节段之间的间隙,每个间隙具有与所述主轴线平行的线性节段分离延伸部,并且在所述节段之间的所述间隙和在所述磁芯和所述次级绕组之间的间隙被填充有介电强度在 -40°C 至 $+140^{\circ}\text{C}$ 的温度范围内大于 $9\text{kv}/\text{mm}$ 的绝缘介质。

2. 根据权利要求1所述的变压器,其中,所述次级绕组从所述磁芯的一端卷绕到所述磁芯的另一端。

3. 根据权利要求1或2所述的变压器,其中,所述绝缘介质具有在 -40°C 至 $+140^{\circ}\text{C}$ 的温度范围内大于 $20\text{kv}/\text{mm}$ 的介电强度。

4. 根据权利要求1或2所述的变压器,其中, n 大于4、5、6、7、8、9和10中的任意一个。

5. 根据权利要求1所述的变压器,其中,所述节段是实心的,所述主轴线是线性的,并且所述初级绕组和所述次级绕组围绕所述磁芯同心地卷绕。

6. 根据权利要求1所述的变压器,其中,所述节段中的至少一些是层压的,所述主轴线是线性的,并且所述初级绕组和所述次级绕组围绕所述磁芯同心地卷绕。

7. 根据权利要求5或6所述的变压器,其中,所述初级绕组和次级绕组均围绕着所述磁芯线性地卷绕,使得所述初级绕组和次级绕组均包括线性布置且抵靠的多个线匝。

8. 根据权利要求5或6所述的变压器,其中,所述次级绕组同心地定位成比所述初级绕组更靠近所述磁芯。

9. 根据权利要求1所述的变压器,该变压器包括磁性材料的外部护套,所述外部护套容纳所述磁芯、所述初级绕组和所述次级绕组,并且提供磁性返回通路。

10. 根据权利要求9所述的变压器,其中,所述外部护套包括单个细长的中空筒状主体。

11. 根据权利要求9所述的变压器,其中,所述外部护套包括多个护套节段。

12. 根据权利要求11所述的变压器,其中,每个护套节段均为中空筒状构造,并且所述护套节段被线性地布置。

13. 根据权利要求1或2所述的变压器,其中,所述绝缘介质包括液体和固体中的至少一种。

14. 根据权利要求9至12中任一项所述的变压器,其中,所述外部护套内的空间由包括液体和固体中的至少一种的所述绝缘介质填充。

15. 一种用于车辆的点火系统,该点火系统包括权利要求1至14中任一项所述的变压器,其中所述次级绕组的一端连接至至少一个火花塞,并且所述变压器由连接至所述初级绕组的振荡电路共振地驱动。

16. 根据权利要求15所述的点火系统,其中,所述振荡电路的振荡频率在 100kHz 至 3MHz 之间。

分段的磁芯变压器

发明领域

[0001] 本发明涉及一种变压器、用于变压器的磁芯和用于包括变压器的车辆的点火系统。

背景技术

[0002] 已知的车辆点火系统变压器包括磁性材料的单一实心的或层压的磁芯（诸如铅芯）。变压器的初级绕组或次级绕组围绕磁芯卷绕。变压器必须满足许多要求。实心磁芯必须在初级绕组和次级绕组之间提供良好的磁性耦合，使得在单个脉冲期间能量能够从初级绕组传递到次级绕组。初级电感和次级电感必须足够大，以使得能够在磁芯中存储足够能量，使得最大的初级电流不太高，并且使得火花持续的时间足够长以使火花稳定。大的次级电感需要大量的线匝。这导致次级绕组具有若干千欧的电阻。该电阻导致绕组发热，这必须被避免。因此，变压器必须提供从绕组向变压器的外部的足够热传递。磁性设计必须能够防止在高压发生期间磁芯饱和。此外，需要足够的磁性材料来在磁场中存储足够能量。在次级绕组和磁芯之间需要非常好的电绝缘。最大的次级电压通常大于 30kV，并且磁芯通常具有导电性。磁芯和绕组之间的绝缘必须能够承受最大电压。在绕组之间也需要足够的绝缘。因为满足这些要求的大多数磁性材料是导电的或者具有低的介电强度，因此在磁芯和次级绕组之间需要相当厚的绝缘层，这是不期望的。适于在汽车发动机中使用的变压器必须能够在大约 -40°C 至大约 +140°C 之间的温度下操作。由于磁芯和绝缘材料之间的热膨胀系数不同，因此机械应力增大。在大量热循环之后，磁性材料和绝缘材料之间可能形成间隙或裂缝，这可能是致命的。

[0003] 为了实现这些要求同时还减小变压器的体积变得非常困难。由于在小的容积内具有大量线匝，因此绕组的电容（包括内匝电容）变大，这导致需要更多的能量来产生一定的高压。

发明内容

[0004] 因此，本发明的目的是提供一种交流变压器、磁芯和点火系统，通过本发明申请人相信上述缺点可以至少被减轻或者本发明可以提供用于已知的变压器、磁芯和点火系统的可用替代品。

[0005] 根据本发明，提供了一种变压器，该变压器包括磁芯、初级绕组和次级绕组，所述磁芯包括：具有主轴线的细长缘部；磁性材料的多个（n）节段；以及沿着所述主轴线位于以交替关系排列的节段之间的间隙，每个间隙具有与所述主轴线平行的线性节段分离延伸部，n 大于 3，并且所述间隙被填充有绝缘介质。

[0006] 每个节段可包括具有主轴线的筒状主体，该筒状主体包括在相反的第一端壁和第二端壁之间延伸的侧壁。第一和第二相邻节段之间的间隙可在第一节段的第二端壁和第二节段的第一端壁之间延伸。所述节段的主轴线可以与所述缘部的主轴线对齐。节段的第一和第二端壁的至少相应中央区域可彼此平行地延伸。端壁和侧壁之间的边缘可以被倒圆。

所述主体的横截面可以是圆形的或者大体矩形的。在为矩形的后一情况下,侧壁的角部区域也可以被倒圆。

[0007] n 的值可以大于 4、5、6、7、8、9 和 10 中的任何一个。

[0008] 所述节段可以是实心的或者被层压的并且线性地排列。

[0009] 所述节段可以具有相同的长度,并且可以相等地间隔开,使得所述间隙的宽度相等。在其它实施方式中,至少一些节段可以具有不同的长度,并且至少一些间隙可以具有不同的宽度。

[0010] 所述初级绕组和所述次级绕组可以绕所述磁芯同心地卷绕。所述次级绕组可以同心地定位成比所述初级绕组更靠近所述磁芯。

[0011] 所述初级绕组和所述次级绕组绕所述磁芯从一端向另一端同心地卷绕。这两个绕组可以绕线性排列的节段的一部分同心地卷绕。所述绕组可以沿着节段的线性结构线性地卷绕,使得每个绕组包括多个线性排列并抵接的线匝。所述初级绕组可以互相重叠或者可以不重叠。

[0012] 所述变压器可以包括磁性材料的外部护套,所述外部护套容纳所述磁芯、所述初级绕组和所述次级绕组。

[0013] 所述外部护套包括单个细长中空筒状主体。

[0014] 另选地,所述外部护套包括多个护套节段。每个护套节段可以是中空筒状结构,并且所述护套节段可以线性地布置。

[0015] 所述绝缘介质可以包括液体和固体中的至少一种。

[0016] 所有空间(绕组之间、节段之间、绕组和节段之间以及绕组和外部护套之间)可以用所述绝缘介质填充。

[0017] 在本发明的范围内,本发明还包括一种磁芯,该磁芯包括:具有主轴线的细长缘部;磁性材料的多个(n)节段;以及沿所述主轴线位于以交替关系排列的节段之间的间隙,每个间隙具有与所述主轴线平行的线性节段分离延伸部,n 大于 3,并且所述间隙被填充有绝缘介质。

[0018] 在本发明的范围内还包括一种用于车辆的点火系统,该点火系统包括如本文限定和所描述的变压器,其中,所述次级绕组的一端连接到至少一个火花塞,并且所述变压器由连接至所述初级绕组的振荡电路共振地驱动。

[0019] 所述振荡电路的振荡频率可以在 100kHz 至 3MHz 之间。

附图说明

[0020] 现在将参照附图仅通过实施例进一步描述本发明,附图中:

[0021] 图 1 是通过根据本发明的变压器的纵剖视图;以及

[0022] 图 2 是包括该变压器的点火系统的相关部件的框图。

具体实施方式

[0023] 根据本发明的变压器在图中总体用附图标记 10 表示。

[0024] 变压器可具体应用于车辆的点火系统中。

[0025] 变压器 10 包括磁芯 12、初级绕组 14 和次级绕组 16。磁芯包括:具有主轴线 15 的

细长缘部 13 ;由磁性材料制成的多个 (n 个) 节段 12.1 至 12.n ;以及沿着主轴线 15 以交错关系布置在节段之间的间隙 18.1 至 18.n-1。主轴线 15 与缘部中的磁场方向平行。每个间隙均具有平行于主轴线的线节段分离延伸部 g。n 的值大于三 (3), 并且所述间隙填充有绝缘介质 20。

[0026] 绝缘介质需要具有大的介电强度, 该介电强度在 -40°C 至 $+140^{\circ}\text{C}$ 的温度范围内优选地高于 $9\text{kV}/\text{mm}$, 更优选地高于 $20\text{kV}/\text{mm}$ 。存在满足该要求的许多可用塑性材料。绝缘材料必须优选地也具有低的相对介电常数 ϵ_r , 该介电常数通常低于 4, 优选地低于 3。

[0027] 需要磁性材料在 -40°C 至 $+140^{\circ}\text{C}$ 的温度范围和 DC 至 1MHz 频率范围内具有高的介电常数、高的饱和通量密度和低损失。该材料的实施例是软磁铁氧体 TSC-50ALL, 该软磁铁氧体对于低于 3000 高斯的通量密度、对于频率达至 1MHz 和位于 -30°C 至 $+200^{\circ}\text{C}$ 之间的温度具有高于 3000 的相对透磁率。在 500kHz 的频率、100 高斯的通量密度和 70°C 的温度下该铁氧体的磁芯损失小于 $10\text{m}/\text{Wcm}^3$ 。

[0028] 在优选的实施方式中, 节段 12.1 至 12.n 线性地布置, 并且相邻的节段由间隙 18.1 至 18.n-1 分开。初级绕组 14 和次级绕组 16 绕磁芯同心地卷绕。每个绕组包括多个线匝。更具体地, 次级绕组 16 包括线匝 16.1 至 16.m。磁性材料的同心外部护套 22 提供磁性返回通路。该护套可包括单个中空筒状主体或者可以包括两个或更多个的中空筒状节段。节段可以线性排列。磁芯节段和护套的磁性材料可以是相同的材料或者可以是不同的材料。

[0029] 磁芯的长度为 l , 每个节段的长度为 l_s , 相邻的节段由相对于主轴线 15 横向地 (典型地为垂直地) 延伸的间隙分开。每个间隙具有平行于主轴线 15 的线性节段分离延伸部或尺寸 g。磁芯的直径为 d 。磁芯 12 和次级绕组 16 间隔开距离 h 。该空间还被绝缘材料 20 填充。

[0030] 假设介电材料 20 的介电强度为 $9\text{kV}/\text{mm}$, 其中第一线匝 16.1 和最后一匝 16.m 之间的相对透磁率 $\epsilon_r = 4.40$, 并且绕组的厚度 t 为 0.5mm 。包括长度 $l = 55\text{mm}$ 和直径 $d = 9\text{mm}$ 的传统实心磁芯的变压器在下文中与如图所示的根据本发明的对比变压器 10 对比。

[0031] 对于磁芯和次级绕组之间的距离为 h 的传统实心磁芯变压器 (未示出), 需要最小绝缘厚度 $h = 2.2\text{mm}$, 其中当次级绕组的第一匝和最后一匝之间存在 40kV 的差时磁芯处于 20kV 的电压下。绝缘环的体积为 4.3cm^3 。次级绕组和磁芯之间的电容对于整个长度 l 来说为 $0.56\text{pF}/\text{mm}$ 或 31pF 。第一个 5mm 的线匝与最后 5mm 的线匝之间的电容由第一个 5mm 的线匝和串联的磁芯的电容以及磁芯与最后 5mm 的线匝之间的电容确定, 其为 1.4pF 。当使用 TSC-50ALL 铁氧体时电感被测量为每平方匝线大约为 64nH 。每匝的线的长度大约为 40mm , 线的每平方的电感为 $36\text{pF}/\text{mm}$ 。

[0032] 对于根据本发明的具有十 (10) 个节段的 $l_s = 5\text{mm}$ 长的分段磁芯 10 来说, 当次级绕组的第一匝与最后一匝之间的电压为 40kV 时, 绕节段的第一匝和最后一匝之间的电压为 4kV 。这需要节段距绕组的距离 h 由至少为 0.44mm 的绝缘材料 20 填充。假定 $h = 0.5\text{mm}$, 则在该情况下绝缘环的容积因此为 0.8cm^3 。九 (9) 个间隙 18.1 至 18.9 必须耐受 40kV 的电压, 每个间隙为 4.4kV , 要求节段之间的间隙宽度 $g = 0.5\text{mm}$ 。这对应于相邻的节段之间的容积为 0.3cm^3 。节段之间的电容为 4.5pF , 绕组 16 和节段之间的电容为 $2\text{pF}/\text{mm}$ 。从线匝 16.1 的第一个 5mm 的线匝和线匝 16.m 的最后 5mm 的线匝之间的电容为 0.45pF 。电感被测量为每平方米的线匝大约为 27nH 。每线匝 16.1 至 16.m 的线的长度为 31mm , 对于一

定长度的线的平方米的电感为 28pH/mm。

[0033] 尽管对于给定数量的匝电感较小（与 27nH/mm 相比为 64nH/mm），但当前相信由于许多间隙而能够在磁性材料中存储更多的能量。为了相同的能量要求，因此分段磁芯 10 需要较短的绕组线长度，这具有比实心磁芯变压器的对应绕组更低的绕组电阻。

[0034] 而且，与用于实心磁芯的 4.3cm³ 的绝缘材料相比，分段磁芯需要 1.1cm³。当与 3.5cm³ 的磁芯容积相比时这是非常显著的。因此，相信磁芯 12 的节段会降低磁芯 12 的整个长度 $\underline{1}$ 上的整个绝缘要求。线匝 16.1 至 16.m 可以更靠近磁芯 12 卷绕。所形成的较小半径的匝降低绕组线的长度和电阻。较短的节段 12.1 至 12.n 可以导致较低的热机械应力，并且节段之间所分布的间隙可提供较高的饱和能量。第一个 5mm 的线匝与最后 5mm 的线匝之间的次级绕组的电容从 1.4pF 显著地降低至 0.45pF。

[0035] 变压器可以具体应用于车辆（未示出）的点火系统 30（图 2 中所示）。该变压器可以在大约 100kHz 至 3MHz 的振荡频率下由振荡电路 32 与 Tesla 磁芯类似地共振驱动，其中在若干周期的每个周期期间能量从初级绕组 14 传递到次级绕组 16。期望对于初级绕组 14 与次级绕组 16 之间的良好耦合的要求不会与包括传统的单一磁芯的传统变压器一样严格。

[0036] 线匝 16.1 通常连接至火花塞 34，并且线匝 16.m 可以被接地或被连接至能量（电压或电流）源。当为了快速的能量传递而通过次级绕组 16 直接传递时，磁芯 12 可以被设计成饱和。

