



(12)发明专利申请

(10)申请公布号 CN 109830364 A

(43)申请公布日 2019.05.31

(21)申请号 201910148176.4	H01F 27/30(2006.01)
(22)申请日 2016.05.04	H01F 27/28(2006.01)
(66)本国优先权数据	H01F 27/08(2006.01)
201610155527.0 2016.03.18 CN	H01F 27/32(2006.01)
	H01F 19/04(2006.01)

(62)分案原申请数据
201610285249.0 2016.05.04

(71)申请人 福建新大陆环保科技有限公司
地址 350015 福建省福州市马尾区儒江西
路1号新大陆科技园

(72)发明人 张良波 陈滢

(74)专利代理机构 福州元创专利商标代理有限
公司 35100
代理人 蔡学俊 林捷

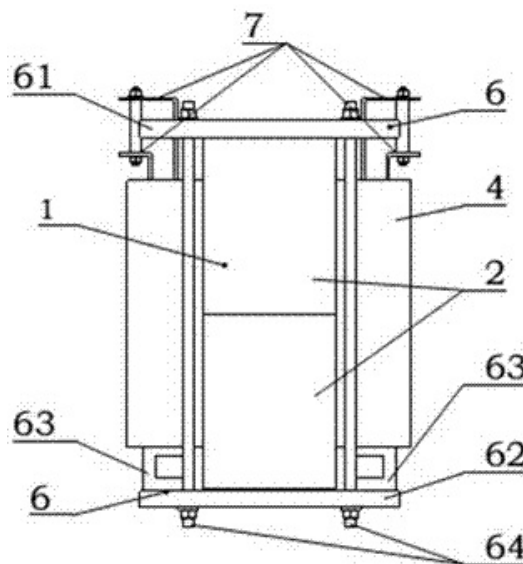
(51)Int.Cl.
H01F 27/24(2006.01)

权利要求书2页 说明书9页 附图8页

(54)发明名称
干式高频高压变压器结构

(57)摘要

本发明干式高频高压变压器结构(1),其特征在于:包含:EE型磁芯(2)、方形骨架(3)、方形线圈(4)和固定支撑装置(6),还包含线圈的引出铜排或铜线(7),所述EE型磁芯(2)为两个E型磁芯(21)呈开口相对并上下对齐安装而成,所述方形骨架(3)套装在EE型磁芯(2)的中柱上,所述方形线圈(4)为立式结构,由低压线圈(41)和高压线圈(42)组合绕制在方形骨架(3)上,所述高压线圈(42)和低压线圈在方形骨架(3)上为相互交错绕制;本发明解决了目前高频高压领域存在的传递容量小、升压电压低、效率低、无法长期运行和可靠性不高的性能缺陷,从而使高频高压电源的使用能更加广泛和可靠。



1. 一种干式高频高压变压器结构(1),其特征在于:包含:EE型磁芯(2)、方形骨架(3)、方形线圈(4)和固定支撑装置(6),还包含线圈的引出铜排或铜线(7),所述EE型磁芯(2)为两个E型磁芯(21)呈开口相对并上下对齐安装而成,所述方形骨架(3)套装在EE型磁芯(2)的中柱上,所述方形线圈(4)为立式结构,由低压线圈(41)和高压线圈(42)组合绕制在方形骨架(3)上,所述高压线圈(42)和低压线圈在方形骨架(3)上为相互交错绕制;相邻的高压线圈(42)和低压线圈(41)之间具有第一绝缘层(91);所述固定支撑装置(6)包含上环氧板(61)、下环氧板(62)、撑板(63)和拉杆(64),所述EE型磁芯(2)坐落在下环氧板(62)上,所述方形线圈(4)坐落在撑板(63)上,所述下环氧板(62)与撑板(63)之间固定连接,所述上环氧板(61)、下环氧板(62)之间由拉杆(64)连接固定。

2. 根据权利要求1所述的干式高频高压变压器结构,其特征在于:所述第一绝缘层(91)为复合交错绝缘层,至少包含亚胺薄膜和DMD纸两种不同的绝缘介质,所述绝缘介质为多层交错层叠使用,相邻的两层绝缘介质为不同材质。

3. 根据权利要求2所述的干式高频高压变压器结构,其特征在于:所述第一绝缘层(91)采用分级绝缘的方式,把相邻的高压线圈和低压线圈的层间绝缘分为N级,N为自然数,各级绝缘采用不同的绝缘材质,在第1层导线绕制到 $1/N$ 绕长的时候停止绕线、包绕第1级 $1/N$ 绝缘;再绕制第2段 $1/N$ 层线、包绕第2级 $1/N$ 绝缘;以此类推,最后绕制第N个 $1/N$ 层线、包绕第N级绝缘。

4. 根据权利要求1、2或3所述的干式高频高压变压器结构,其特征在于:所述方形线圈(4)不是绕在磁芯上,而是先绕制在方形骨架(3)上,并且在绕制之前,方形骨架表面包绕多层第五绝缘层(101),所述第五绝缘层为DMD绝缘层,方形骨架与磁芯之间还保有空气绝缘间隙作为空气隔离层(102)。

5. 根据权利要求4所述的干式高频高压变压器结构,其特征在于:所述高压线圈由大股利兹线(10)绕制而成,所述大股利兹线(10)外面整根连续包绕多层第二绝缘层(92),所述大股利兹线(10)由若干股小股利兹线(11)绞合而成,所述小股利兹线(11)由若干根高导电率的铜线(12)绞合而成,每根铜线(12)的外部包覆第三绝缘层(93);所述低压线圈(41)由高导电的铜箔连续绕制而成,相邻层的铜箔之间由第四绝缘层隔离;所述方形线圈(4)上、下端部的空隙设置采边(13)。

6. 根据权利要求5所述的干式高频高压变压器结构,其特征在于:所述采边(13)采用T1型绝缘电工纸板对方形线圈上、下端部的空隙进行绝缘填充,所述T1型绝缘电工纸板平铺在方形线圈端部,并采用绝缘胶水粘接在线圈端部,层层叠压,与方形线圈牢固形成一体,其外边部与骨架端部齐平、内边部与导线接触。

7. 根据权利要求5所述的干式高频高压变压器结构,其特征在于:所述变压器的方形线圈的轴向匝间由电工白带(43)捆绑,所述方形线圈的每层大股利兹线的下层铺设电工白带,所述电工白带铺设在方形线圈的四个转角处,每层大股利兹线每绕制到 $1/4$ 绕长时,即将所述电工白带的长出部分反拉到后续大股利兹线的下方压住拉紧,对方形线圈的大股利兹线进行轴向捆绑。

8. 根据权利要求5所述的干式高频高压变压器结构,其特征在于:所述大股利兹线(10)由5-19根小股利兹线(11)绞合而成;所述小股利兹线(11)由5-19根铜线(12)绞合成。

9. 根据权利要求3、5、6、7或8所述的干式高频高压变压器结构,其特征在于:所述方形

线圈(4)中设置轴向散热气道(5);散热气道(5)内部采用“工”字形气道撑条(8)作为气道支撑,所述的N取值为2-8。

10.根据权利要求1所述的干式高频高压变压器结构,其特征在于:所述方形线圈中的高压线圈和低压线圈采用交错绕制方式,把一层线圈的绕长分为若干部分,先绕制一部分低压线圈、再绕一部分高压线圈、再绕一部分低压线圈……直至一层线圈的绕长全部绕制完毕;把一层线圈的绕长分为M等分,M取值优选为介于2-8。

干式高频高压变压器结构

[0001] 原案发明名称:一种大容量干式高频高压变压器

原案申请号:201610285249.0

原案申请日:2016-05-04

技术领域:

本发明属于干式变压器领域,归类于高压电气设备,具体是涉及一种大容量干式高频高压变压器。

[0002] 背景技术:

现有常规变压器或多或少地存在以下技术缺点,造成现有高频高压变压器存在传递容量小(10kVA以下)、升压电压低(1000V以下)、效率低(90%以下)、无法长期运行和可靠性不高的技术不足。

[0003] 1.常规变压器的绕制方式较为统一,基本上都是先绕制低压线圈,然后高压线圈绕制在低压线圈外面。此种设计方法在中低频领域并无不妥。但在大容量高频变压器领域,这种方法会带来多层线圈损耗发热急剧增大的现象导致变压器烧坏,这种现象主要是由于高频磁场下导体的邻近效应产生。

[0004] 2.由于变压器在装配时,线圈处于立式状态,在强烈的运输过程中,线圈端部的空虚有可能造成导线位移,进一步造成线圈跨层的故障。

[0005] 3.由于线圈中多根导线并绕在同一层,立式结构的线圈在重力作用下,多根导线会发生下坠现象,严重时可能会损坏线圈。

[0006] 4.常规变压器的风道采用的是“□”字形撑条作为气道支撑,与发热器件形成面与面的接触,散热面积更小,散热效果差。

[0007] 5.常规高频变压器,一般是线圈直接绕制在磁芯中柱上,磁芯和线圈之间仅靠绝缘纸隔离,在高频大功率领域,这种方法无法保证足够的绝缘强度和结构强度,且会导致击穿造成线圈对磁芯放电造成故障。

[0008] 6.一般常规变压器中的线圈依靠与磁芯进行固定,线圈直接固定在磁芯上。由于磁芯为铁氧体材质,属于易碎元器件,若直接将线圈固定在磁芯上,可能会造成磁芯的破损和裂缝。

[0009] 7.而常规利兹线基本上达不到根与根之间的彻底绝缘,且绞合方式粗糙,绞合半径不一致导致电阻值偏差过大、没有进行特殊的外包亚胺薄膜,无法保证高频高压下匝间的绝缘性能,击穿现象时有发生。

[0010] 8.在常规变压器中,绝缘层采用单一聚酯薄膜或电缆作为绝缘层纸。但在高频高压变压器中,由于高频尖峰电压和强烈的寄生电容的存在,或造成层间产生极高的寄生电压差,此寄生电压峰值可能高于正常电压的10倍以上,能轻易造成变压器的击穿故障。为此层间绝缘的绝缘强度和抗介电性能必须大幅提高。

[0011] 9.常规变压器中的层绝缘整层整体包绕,这样在常规变压器中并无不妥;但在高频变压器中,这种设计会导致线圈幅向厚度增加,线圈之间的磁场较链程度降低,造成阻抗升高、输出性能降低无功功率增加也降低了变压器的输出效率。

[0012] 综上所述,由于常规变压器或多或少地存在以上技术缺点,造成现有的高频高压变压器存在传递容量小、升压电压低、效率低、无法长期运行和可靠性不高的技术不足。随着中高频领域的发展和对高频高压电源的需求,大容量高频高压变压器成为急需突破的技术,这种变压器的结构形式为干式,要能具备如下特点:能大容量输出(100kVA以上)、高电压输出(10000V以上)、输出效率高(98%以上)、工作频率高(2k~100kHz)能大容量长期不间断运行、体积小重量轻(体积重量降低50%以上)、低损耗发热(发热量为容量的1%以下)的特点,因此,需要有一种大容量干式高频高压变压器,其能够克服以上技术不足,使高频高压电源也能实现大容量高压输出、高效率输出、能长期不间断运行、体积小重量轻、低损耗发热的优异性能,来满足现代变压的需求,使高频高压电源的使用能更加广泛和可靠。

[0013] 发明内容:

本发明的目的是提供一种大容量干式高频高压变压器,用于解决目前高频高压领域存在的传递容量小、升压电压低、效率低、无法长期运行和可靠性不高的性能缺陷,从而使高频高压电源的使用能更加广泛和可靠;使高频高压电源也能实现大容量高压输出、高效率输出、能长期不间断运行、体积小重量轻、低损耗发热的优异性能。

[0014] 实现本发明目的的技术方案是:一种大容量干式高频高压变压器,包含:EE型磁芯、方形骨架、方形线圈和固定支撑装置,还包含线圈的引出铜排或铜线,其特征在于:所述EE型磁芯为两个E型磁芯呈开口相对并上下对齐安装而成,所述方形骨架套装在EE型磁芯的中柱上,所述方形线圈为立式结构,由低压线圈和高压线圈组合绕制在方形骨架上,所述方形线圈中设置轴向散热气道;所述高压线圈和低压线圈在方形骨架上为相互交错绕制;相邻的高压线圈和低压线圈之间具有第一绝缘层;

所述高压线圈由大股利兹线绕制而成,所述大股利兹线外面整根连续包绕多层第二绝缘层,所述大股利兹线由若干股小股利兹线绞合而成,所述小股利兹线由若干根高导电率的铜线绞合而成,每根铜线的外部包覆第三绝缘层;

所述低压线圈由高导电的铜箔连续绕制而成,相邻层的铜箔之间由第四绝缘层隔离;

所述固定支撑装置包含上环氧板、下环氧板、撑板和拉杆,所述EE型磁芯坐落在下环氧板上,所述方形线圈坐落在撑板上,所述下环氧板与撑板之间固定连接,所述上环氧板、下环氧板之间由拉杆连接固定;所述方形线圈上、下端部的空隙设置采边,即用绝缘材料填充。

[0015] 为了达到更好的技术效果,本发明的技术方案还可以具体为以下技术特点:

1.所述采边为采用T1型绝缘电工纸板对线圈的上、下端部的空隙进行绝缘填充,所述T1型绝缘电工纸板平铺在方形线圈端部,并采用绝缘胶水粘接在线圈端部,层层叠压,与方形线圈牢固形成一体,其外边部与骨架端部齐平、内边部与导线接触。

[0016] 2.所述方形骨架和EE型磁芯的中柱之间的缝隙进行填充固定,填充物为绝缘板。

[0017] 3.所述第一绝缘层为复合交错绝缘层,至少包含亚胺薄膜和DMD纸两种不同的绝缘介质,所述绝缘介质为多层交错层叠使用,相邻的两层绝缘介质为不同材质。

[0018] 4.所述第二绝缘介质为厚度介于0.025-0.05mm的亚胺薄膜。

[0019] 5.所述第三绝缘层为高强度缩醛绝缘漆涂敷层。

[0020] 6.所述第四绝缘层为绝缘纸或绝缘膜。

[0021] 7.所述绝缘材料平铺在方形线圈端部,并采用绝缘胶水粘接在线圈端部,层层叠

压,与方形线圈牢固形成一体,其外边部与骨架端部齐平、内边部与导线接触。

[0022] 8.所述变压器的方形线圈轴向匝间由电工白带捆绑,所述方形线圈的每层大股利兹线的下层铺设电工白带,所述电工白带铺设在方形线圈的四个转角处,每层大股利兹线每绕制到1/4绕长时,即将所述电工白带的长出部分反拉到后续大股利兹线的下方压住拉紧,方形线圈的大股利兹线进行轴向捆绑。

[0023] 9.所述方形线圈由环氧树脂玻璃丝浇注而成,绝缘等级为H级或更高,方形线圈的耐温应不小于180℃。

[0024] 10.所述方形线圈整体真空浸渍F级绝缘漆。

[0025] 11.所述方形线圈外表包绕F级覆膜复合纸。

[0026] 12.所述铜箔的厚度优选为0.2mm~1mm,最好不超过0.8mm。

[0027] 13.所述大股利兹线由5-19根小股利兹线绞合而成。

[0028] 14.进一步地,所述大股利兹线内的小股利兹线按一定节距绞合而成。

[0029] 15.进一步地,所述大股利兹线内的小股利兹线的绞合节距为20-45mm。

[0030] 16.所述小股利兹线由5-19根铜线绞合成。

[0031] 17.进一步地,所述小股利兹线内的铜线按一定节距绞合而成。

[0032] 18.进一步地,所述小股利兹线内的铜线的绞合节距为10-45mm。

[0033] 19.所述气道撑条的横截面为“工”字形。

[0034] 20.所述第一绝缘层采用分级绝缘的方式,把相邻的高压线圈和低压线圈的层间绝缘分为N级,N为自然数,各级绝缘采用不同的绝缘材质,在第1层导线绕制到1/N绕长的时候停止绕线、包绕第1级1/N绝缘;再绕制第2段1/N层线、包绕第2级1/N绝缘;以此类推,最后绕制第N个1/N层线、包绕第N级绝缘。

[0035] 21.进一步地,所述的N取值为2-8。

[0036] 22.所述方形线圈中的高压线圈和低压线圈采用交错绕制方式,把一层线圈的绕长分为若干部分,先绕制一部分低压线圈、再绕一部分高压线圈、再绕一部分低压线圈……直至一层线圈的绕长全部绕制完毕。

[0037] 23.进一步地,把一层线圈的绕长分为M等分,M取值优选为介于2-8。

[0038] 采用本发明技术方案的大容量干式高频高压变压器具有以下优点:

1.使高频高压电源也能实现大容量、高电压输出、高效率输出、能长期不间断运行、体积小重量轻、高频率、低损耗发热的优异性能。

[0039] 2.采用特殊设计的利兹线:能很好的消除高频磁场下造成电流的集肤效应和邻近效应带来的严重交流损耗,有效降低变压器温升。

[0040] 3.大股的利兹线外面连续包绕4层 $\delta 0.025$ 的亚胺薄膜,能有效防止匝间的感应击穿;不易滑层,特别适合干式变压器。

[0041] 4.利兹线中的所有铜线根与根之间都彻底绝缘,保证铜线电流载流量的高效利用。

[0042] 5.利兹线频谱范围广:适用于2k~100kHz。

[0043] 6.本发明的变压器中,相邻的高压线圈和低压线圈之间的第一绝缘层,第一绝缘层采用的是亚胺薄膜(C级绝缘、耐温220℃)和DMD纸交错使用,其耐压性能不仅高于两者的和值,并且具有优良的介电性能,能有效防止寄生电压造成的击穿故障;保证可靠的高频绝

缘水平。

[0044] 7. 本发明的变压器中, 方形线圈采用分级绝缘的方式, 绕制多层线圈时, 层数越多、减少的层绝缘张数越多、方形线圈的幅向就越薄, 不仅能保证绝缘强度, 减小方形线圈的幅向厚度, 减小线圈体积, 保证变压器优良的输出特性、降低阻抗、减小漏磁通和无功消耗, 并能减少层间绝缘张数。

[0045] 8. 采用绝缘电工纸板对方形线圈端部进行绝缘填充并使用酚醛树脂胶粘接在方形线圈端部, 层层叠压, 与方形线圈牢固形成一体, 且在后续浸漆工艺中, 能更好的附着在线圈内部, 对方形线圈整体起到支撑固定作用, 使导线不会坠落垮层, 并能防止端部爬电造成端部击穿。

[0046] 9. 所述变压器的方形线圈的轴向匝间由电工白带捆绑, 所述方形线圈的每层大股利兹线的下层铺设电工白带, 所述电工白带铺设在方形线圈的四个转角处, 每层大股利兹线每绕制到1/4绕长时, 即将所述电工白带的长出部分反拉到后续大股利兹线的下方压住拉紧, 对方形线圈的大股利兹线进行轴向捆绑; 且轴向电工白带可以反复交错穿插压紧, 对整层大股利兹线都能起到轴向捆绑的作用。此轴向捆绑的方形线圈、匝与匝之间能很好的紧固而减小缝隙、在高频电磁应力下位移空间被固定, 能有效降低运行时的噪音。

[0047] 10. 本发明中轴向散热气道的不同之处在于, 提供了一种“工”字形的气道撑条, 其“工”字面接触方形线圈导体表面, 形成点与面的接触, 这样与导体接触的面积会远小于常规的“□”字形撑条, 散热面积更大, 散热效果更好。

[0048] 11. 本发明中, 采用高压线圈和低压线圈交错绕制的方式, 在没有增加方形线圈幅向厚度的情况下, 能很好地提高方形线圈在高频下的磁场较链程度, 最大限度的减小了高频附加损耗, 同时减小了漏磁通, 提高了输出效率(效率可以达到98%以上)。

[0049] 12. 本发明中方形线圈与磁芯间的多层电气隔离: 方形线圈不是绕在磁芯上, 而是先绕制在方形骨架上, 并且在绕制之前, 方形骨架表面包绕多层DMD绝缘层, 以提高绝缘。除此之外, 方形骨架套进方形线圈后, 方形骨架与磁芯之间还保有6mm的空气绝缘间隙, 此三种措施的耐压能力完全能隔离掉方形线圈对磁芯的放电击穿现象, 并能保证足够的结构强度。

[0050] 13. 方形线圈的固定支撑: 本发明中, 在支撑方式上, 采用撑板, 使方形线圈与磁芯隔离, 将其重量分担在撑板上, 磁芯不承担方形线圈的重力, 撑板完全承担方形线圈的重力, 撑板本身也属于绝缘器件。这种设计方法不仅保证了方形线圈的固定, 且装配方式简单可靠。

[0051] 附图说明:

附图1是本发明的大容量干式高频高压变压器的整体示意图

附图2是本发明的大容量干式高频高压变压器的正视图

附图3是本发明的大容量干式高频高压变压器的左视图

附图4是本发明的大容量干式高频高压变压器的俯视图

附图5是本发明的大容量干式高频高压变压器的EE型磁芯的正视图

附图6是本发明的大容量干式高频高压变压器的方形骨架的正视图

附图7是本发明的大容量干式高频高压变压器的方形线圈的分级绝缘示意图

附图8是本发明的大容量干式高频高压变压器的方形线圈端部的采边示意图

附图9是本发明的大容量干式高频高压变压器的方形线圈的轴向匝间紧固示意图

附图10是本发明的大容量干式高频高压变压器的方形线圈的气道及其支撑示意图

附图11是本发明的大容量干式高频高压变压器的高压线圈的大股利兹线示意图

附图12是本发明的大容量干式高频高压变压器的方形线圈的纵剖面示意图

附图13是本发明的大容量干式高频高压变压器的方形线圈与磁芯间的多层电气隔离示意图。

[0052] 图中,1为大容量干式高频高压变压器,2为EE型磁芯、3为方形骨架、4为方形线圈、5为散热气道、6为固定支撑装置,7为线圈的引出铜排或铜线,8为气道撑条,10为大股利兹线,11为小股利兹线,12为铜线,13为采边,21为E型磁芯,22为底轭,23为中柱,24为旁柱,41为低压线圈,42为高压线圈,43为电工白带;61为上环氧板、62为下环氧板,63为撑板,64为拉杆,91为第一绝缘层;92为第二绝缘层,93为第三绝缘层,101为第五绝缘层,102为空气隔离层。

[0053] 具体实施方式:

为了更好的说明本发明的技术方案,以下结合附图1-13对本发明的大容量干式高频高压变压器的一个实施例进行详细描述。

[0054] 实施例一:

如附图1-13所示,本发明的大容量干式高频高压变压器1,包含:EE型磁芯2、方形骨架3、方形线圈4、固定支撑装置6,还包含线圈的引出铜排或铜线7。如图5所示,所述EE型磁芯2为两个E型磁芯21呈开口相对并上下对齐安装而成,每个E型磁芯21由底轭22、中柱23和两个旁柱24构成,所述EE型磁芯的上、下两个底轭22、中柱23和旁柱24之间形成闭合磁路。

[0055] 所述方形骨架3套装在EE型磁芯2的中柱24上,所述方形线圈4为立式结构,由低压线圈41和高压线圈42组合绕制在方形骨架3上,所述方形线圈4中设置轴向散热气道5,散热气道5中设置气道撑条8,所述气道撑条8的横截面为“工”字形;所述高压线圈42和低压线圈在方形骨架上为相互交错绕制;相邻的高压线圈和低压线圈41之间具有第一绝缘层91;所述高压线圈42采用大股利兹线10作为导线绕制而成。如图11所示,所述大股利兹线10外面整根连续包绕多层第二绝缘层92,所述大股利兹线10由若干股小股利兹线11绞合而成,所述小股利兹线11由若干根高导电率的铜线12绞合而成,每根铜线12的外部包覆第三绝缘层93;

所述低压线圈41采用高导电的铜箔作为导线连续绕制而成,相邻的铜箔之间由第四绝缘层隔离;

如图1-4所示,所述固定支撑装置6包含上环氧板61、下环氧板62、撑板63和拉杆64,所述EE型磁芯2坐落在下环氧板上,所述方形线圈坐落在撑板上,所述下环氧板与撑板之间固定连接,所述上环氧板61、下环氧板62之间由拉杆64连接固定。

[0056] 常规变压器的绕制方式较为统一,基本上都是先绕制低压线圈,然后高压线圈绕制在低压线圈外面。此种设计方法在中低频领域并无不妥。但在大容量高频变压器领域,这种方法会带来多层线圈损耗发热急剧增大的现象导致变压器烧坏,这种现象主要是由于高频磁场下导体的邻近效应产生。

[0057] 为了克服上述不足,如图8所示,本发明中,采用了一种特殊的高压线圈和低压线圈交错绕制方式。具体描述为:把一层线圈的绕长分为若干部分,先绕制一部分低压线圈

41、再绕一部分高压线圈42、再绕一部分低压线圈41……直至一层线圈的绕长全部绕制完毕。如分为M等分,M取值优选为介于2-8,本实施例中优选为4。先绕制1/4层的低压线圈41、再绕1/4的高压线圈42、再绕1/4层的低压线圈41……直至线圈全部绕制完毕。此种设计的好处在于:在没有增加线圈幅向厚度的情况下,交错绕制高低压线圈,能很好地提高线圈在高频下的磁场铰链程度,最大限度地减小了高频附加损耗,同时减小了漏磁通,提高了输出效率(效率可以达到98%以上)。

[0058] 为了更好的技术效果,本实施例中,分别对线圈的端部、方形骨架和EE型磁芯之间的缝隙以及变压器的线圈轴向匝间分别进行填充或捆绑加固。

[0059] 首先,由于变压器在装配时,方形线圈处于立式状态,在强烈的运输过程中,方形线圈端部的空虚有可能造成导线位移,进一步造成跨层的故障。为此,本发明采用了一种T1型绝缘电工纸板对线圈端部进行了绝缘填充,描述为采边。如图8所示,所述方形线圈4的上、下端部与EE型磁芯2之间的空隙设置采边13,所述采边13为采用T1型绝缘电工纸板对线圈的上、下端部的空隙进行绝缘填充,所述T1型绝缘电工纸板平铺在线圈端部,其外边部与骨架端部齐平、内边部与导线接触,在立起状态下,采边支撑住了导线,则导线不会坠落垮层。并采用酚醛树脂胶粘接在线圈端部,层层叠压,与线圈牢固形成一体,且在后续浸漆工艺中,能更好地附着在线圈内部,对线圈整体起到支撑固定作用。也可以采用其他绝缘胶水进行粘接。

[0060] 第二,所述方形骨架和EE型磁芯的中柱之间的缝隙也进行填充固定,即使用绝缘环氧板塞进方形骨架与磁芯之间的缝隙,两个面的缝隙均塞入绝缘环氧板填充,以防止方形骨架晃动,实现方形骨架与磁芯之间的固定。

[0061] 第三,由于立式结构的线圈中多根导线并绕在同一层,在重力作用下,多根导线会发生下坠现象,严重时可能会损坏线圈,因此,本发明中对线圈进行轴向匝间相互捆绑的紧固方式,防止导线的移位。如图9所示,所述变压器的线圈轴向匝间由电工白带43捆绑,所述线圈4的每层大股利兹线的下层铺设电工白带,所述电工白带铺设在线圈的四个转角处,每层大股利兹线每绕制到1/4绕长时,即将所述电工白带的长出部分反拉到后续大股利兹线的下方压住拉紧,对方形线圈的大股利兹线进行轴向捆绑且轴向电工白带可以反复交错穿插压紧,对整层大股利兹线都能起到轴向捆绑的作用。此轴向捆绑的线圈、匝与匝之间能很好的紧固而减小缝隙、在高频电磁应力下位移空间被固定,能有效降低运行时的噪音。

[0062] 为了更好的技术效果,本实施例中,处于相邻的高压线圈42和低压线圈41之间的第一绝缘层优选地采用交错和分级的绝缘方式,具体为以下技术特征:

1.所述第一绝缘层91为复合交错绝缘层,至少包含亚胺薄膜和DMD纸两种不同的绝缘介质,所述绝缘介质为多层交错层叠使用,相邻的两层绝缘介质为不同材质。

[0063] 2.所述第一绝缘层采用分级绝缘的方式,即把相邻的高压线圈和低压线圈的层间绝缘分为N级,N优选为2-8的自然数,各级绝缘采用不同的绝缘材质,在第1层导线绕制到1/N绕长的时候停止绕线、包绕第1级1/N绝缘;再绕制第2段1/N层线、包绕第2级1/N绝缘;以此类推,最后绕制第N个1/N层线、包绕第N级绝缘。

[0064] 3.本实施例中,N为4,如图7所示,具体描述为:第1层导线绕制到1/4绕长的时候停止绕线、包绕第1级1/4绝缘;再绕制第2段1/4层线、包绕第2级1/4绝缘;再绕制第3个1/4层线、包绕第3级绝缘;再绕制第4个1/4层线、最后包绕第4级绝缘。依此特点,若绕制多层线

圈,相对于不分级绝缘,分级绝缘能减少层间绝缘张数的对应关系如表1所示。(本实施例中,层间绝缘纸张数为8张):

层数	层间绝缘纸张数(张)		分级绝缘减少 绝缘张数百分 数(%)	备注
	不分级绝缘 (张)	分级绝缘 (张)		
1	/	/	/	单层导线没有层间绝缘
2	8	8	0	没有减少张数
3	16	12	25%	
4	24	16	33%	
5	32	20	38%	
6	40	24	40%	
7	48	28	42%	
8	56	32	43%	

由此可见:层数越多、较少的层绝缘张数越多、线圈的幅向就越薄,体积也越小;这种绕制方式的优点在于:不仅能保证绝缘强度,减小了线圈的幅向厚度,保证变压器优良的输出特性、降低阻抗、减小漏磁通和无功消耗。

[0065] 为了更好的技术效果,本实施例中所述高压线圈42由大股利兹线绕制10而成,所述利兹线10为特殊设计的利兹线。如图11所示,所述利兹线10具有如下技术特征:

1.所述大股利兹线10由5-19根小股利兹线11绞合而成,所述大股利兹线内的小股利兹线11为定距离绞合,绞合节距为20-45mm;本实施例中,优选为每10小股进行定距绞合,节距为35mm。

[0066] 2.所述大股利兹线10的外面整根连续包绕多层第二绝缘层92。

[0067] 3.所述第二绝缘介质为厚度介于0.025-0.05mm的亚胺薄膜。

[0068] 4.所述第二绝缘介质在大股利兹线外面整根连续包绕层数可以为2-8层。本实施例中的包绕层数优选为4层。

[0069] 5.所述小股利兹线由5-19根铜线绞合成,小股利兹线内的铜线为定距离绞合,绞合节距为10-45mm;本实施例中,优选为每7根铜线进行定距绞合,每隔25mm进行一次绞合。

[0070] 本发明中使用的利兹线,主要优点在于:

①每一小股都定距离绞合,每隔25mm进行一次绞合;这种绞合能完全杜绝导线内部自身的高频涡流损耗;且定距绞合直径一致、保证每根导线长度误差<1%。

[0071] ②10小股进行定距绞合,节距为35mm,这种绞合能完全杜绝导线根与根之间的邻近效应损耗;且定距绞合直径一致、保证每根导线长度误差<1%。

[0072] ③整根导线外面连续包绕4层 δ 0.025的亚胺薄膜(第二绝缘层),能有效防止匝间的感应击穿。

[0073] ④外层亚胺薄膜包绕牢固,不易滑层,特别适合此类干式变压器。

[0074] ⑤所有根与根之间都彻底绝缘,保证铜线电流载流量的高效利用。

[0075] 频谱范围广:适用于2k~100kHz。

[0076] 这种利兹线能很好的消除高频磁场下造成电流的集肤效应和邻近效应带来的严重交流损耗,有效降低变压器温升。以频率 $f=4000\text{Hz}$ 为例,此时集肤深度 Δ 为1.21mm,若选用单根导线为 $\phi 0.27$,远小于 2Δ ,单根导线本身具有良好的高频性能。

[0077] 为了更好的技术效果,本实施例中,低压线圈由导电率的铜箔绕制,优选地采用以下技术特征:

1.所述铜箔采用高导电率铜材,导电率 $\geq 99.9\%$ 、常用厚度为0.2mm~1mm,本实施例中铜箔的厚度优选为不超过0.8mm。

[0078] 2.铜箔宽度采取定制,宽度范围介于100mm~500mm之间。

[0079] 3.绕制低压线圈时,铜箔采取不间断连续绕制、层与层之间加以第四绝缘层隔离,所述第四绝缘层可采用绝缘纸、绝缘膜或其他绝缘介质。

[0080] 4.此发明中使用的铜箔,不仅导电率高,其主要特点是厚度很薄,只有常用变压器铜箔的一般左右,其厚度小于集肤深度的1/2,此种设计能避免集肤效应、降低附加损耗,且绕制简单,线圈外观平整美观。此铜箔具有极广的频谱实用范围,适用于1k~100kHz的电流传导。

[0081] 常规变压器的风道采用的是“□”字形撑条作为气道支撑,与发热器件形成面与面的接触,散热面积更小,散热效果差。

[0082] 为了更好的技术效果,如图10所示,本实施例中,立式结构的方形线圈中设置了轴向散热气道5,散热气道5内部采用“工”字形气道撑条8作为气道支撑。所述“工”字形气道撑条8的横截面为“工”字形,其“工”字面接触线圈导体表面,形成点与面的接触,这样与导体接触的面积会远小于“□”字形撑条,散热面积更大,散热效果更好。辅以散热风扇的轴向风,冷风可以进入变压器内部发热的导线和磁芯内部,将热量带走,降低变压器温升。

[0083] 为了更好的技术效果,本实施例中,方形线圈优选地采用以下技术特征,

1.所述方形线圈由环氧树脂玻璃丝浇注而成,绝缘等级为H级或更高,方形线圈的耐温应不小于180℃。

[0084] 2.所述方形线圈整体真空浸渍F级绝缘漆。

[0085] 3.所述方形线圈外表包绕F级覆膜复合纸。

[0086] 常规高频变压器,一般是线圈直接绕制在磁芯中柱上,磁芯和线圈之间仅靠绝缘纸隔离,在高频大功率领域,这种方法无法保证足够的绝缘强度和结构强度,且会导致击穿造成线圈对磁芯放电造成故障。

[0087] 为了更好的技术效果,本发明中采用了一种加强电气隔离的措施,如图13所示。具体描述为:方形线圈不是绕在磁芯上,而是先绕制在方形骨架上,并且在绕制之前,方形骨架表面包绕多层第五绝缘层,本实施例中,所述第五绝缘层为DMD绝缘层,以提高绝缘。方形骨架本身也提高了绝缘性能;除此之外,方形骨架套进线圈后,方形骨架与磁芯之间还保有6mm的空气绝缘间隙作为空气隔离层102,此三种措施的耐压能力完全能隔离掉方形线圈对磁芯的放电击穿现象,并能保证足够的结构强度。

[0088] 方形骨架为方形线圈的绕制提供模具固定。方形骨架本身是一种高强度绝缘材

料,由环氧树脂玻璃丝浇注烘干而成,绝缘等级H级,耐温180℃。可固定在绕线机上,随绕线机同轴转动进行线圈绕制。此发明中,骨架不仅用于线圈绕制、绝缘器件,也能很好承受运行时线圈上的应力、防止线圈变形、减小线圈在电磁力下的伸缩震动,降低噪音。

[0089] 一般常规变压器中的线圈依靠与磁芯进行固定,线圈直接固定在磁芯上。由于磁芯为铁氧体材质,属于易碎元器件,若直接将线圈固定在磁芯上,可能会造成磁芯的破损和裂缝。

[0090] 为此发明中采用了一种特殊的线圈固定支撑方式,具体描述为:如图1-4所示,所述固定支撑装置6包含上环氧板61、下环氧板62、撑板63和拉杆64,所述EE型磁芯2坐落在下环氧板上,所述方形线圈坐落在撑板上,所述下环氧板与撑板之间固定连接,所述上环氧板61、下环氧板62之间由拉杆64连接固定。所述拉杆外部套设绝缘管,或者拉杆本身采用绝缘材料制成。

[0091] 上述固定支撑方式中,利用设置的撑板63将方形线圈与磁芯隔离,将方形线圈的重量分担在专门设置的撑板63上,磁芯不承担方形线圈的重力,撑板63完全承担方形线圈的重力,撑板63本身也属于绝缘器件。这种设计方法不仅保证了方形线圈的固定,且装配方式简单可靠。

[0092] 以下简单介绍采用本发明技术方案的大容量干式高频高压变压器的装配顺序:

1. 先将下环氧板和撑板进行固定,用螺栓锁起来连接。

[0093] 2. 将下部磁芯放置在下环氧板上、注意放置位置要居中。

[0094] 3. 将方形线圈套进磁芯、注意要居中套进,且方形线圈底部应该靠撑板撑住、撑板与方形线圈底部要接触稳固。

[0095] 4. 将上半部磁芯套进方形线圈,并在方形骨架和磁芯之间的缝隙进行绝缘填充固定,防止线圈晃动。

[0096] 5. 用拉杆将上下环氧板锁紧,注意拉杆要用绝缘管套住,防止线圈对拉杆放电。

[0097] 本发明的特别之处描述为:在高频的情况下同时实现变压器的大容量、高电压、低损耗、高效率 and 长期运行的特性。为此,选用了经过特殊设计和技术要求的材料进行,改进很多工艺的同时、创新性的发明了高低压交错绕制、分级绝缘、多层复合交错绝缘、线圈轴向紧固、多层电气隔离的创新点。

[0098] 本发明不局限于以上全部特性的这一类别变压器,对于某些不同时要求具有此发明中所提到的性能特性,本发明亦包含。

[0099] 本发明所包含的创新点不局限于整体实物性能,其同样包含这一类别发明自身特有的设计方法、组合方式、工艺发明、制作技巧,材料规格等要素。

[0100] 本发明的大容量干式高频高压变压器,可应用于中高频电源升压、电力设备试验检修、医疗器械、静电除尘、高频感应加热、臭氧发生、科学研究等领域。

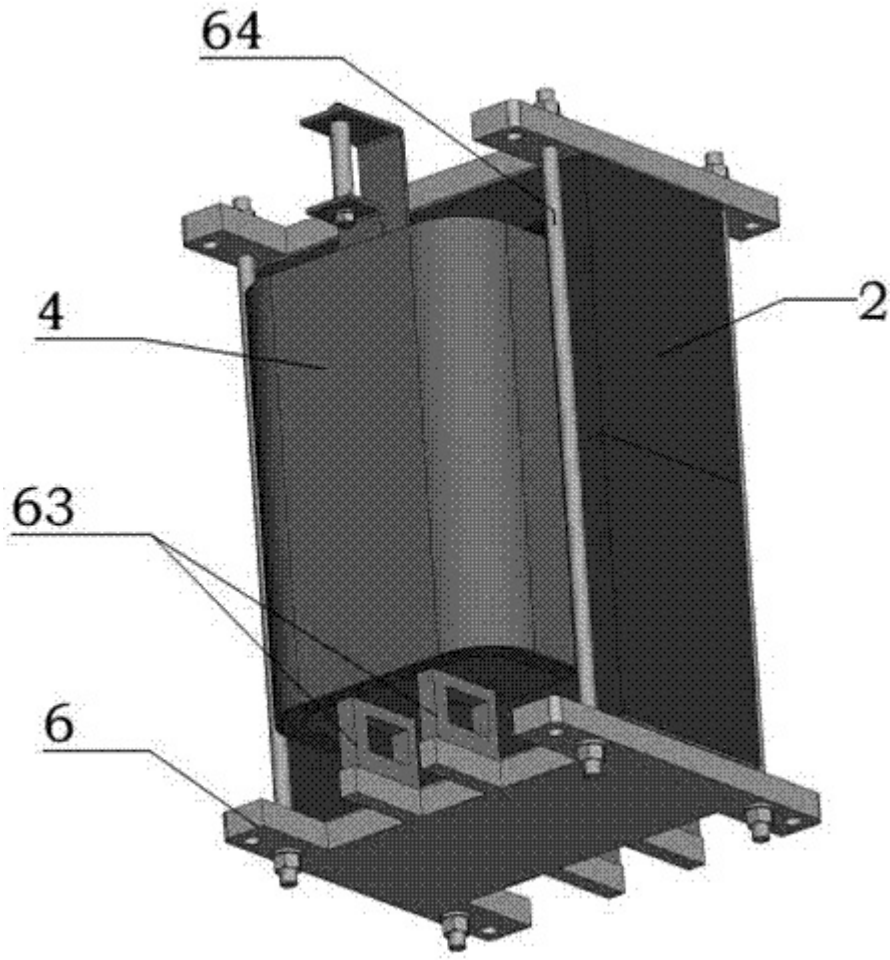


图 1

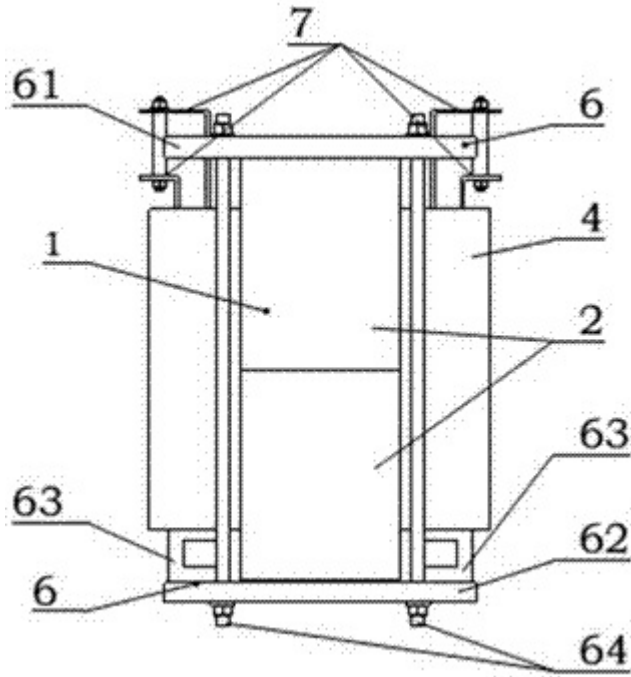


图 2

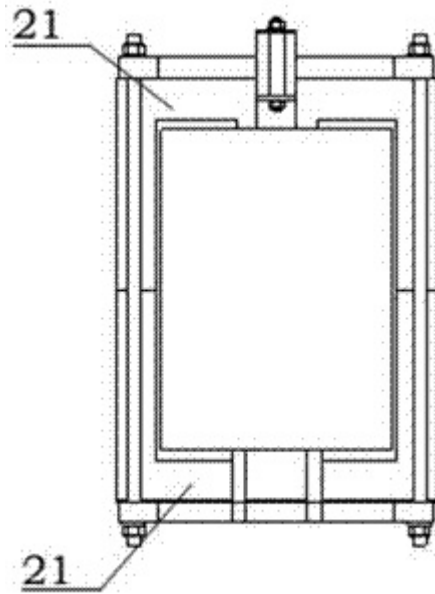


图 3

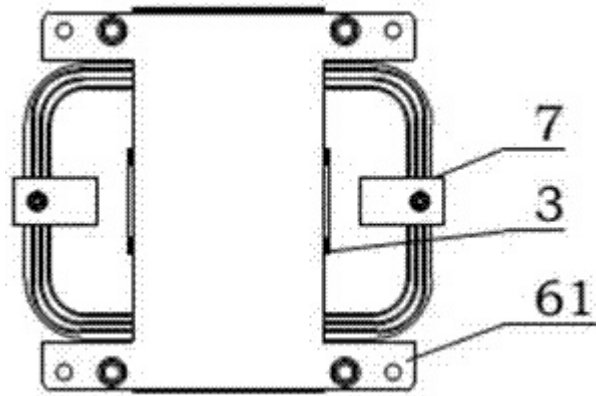


图 4

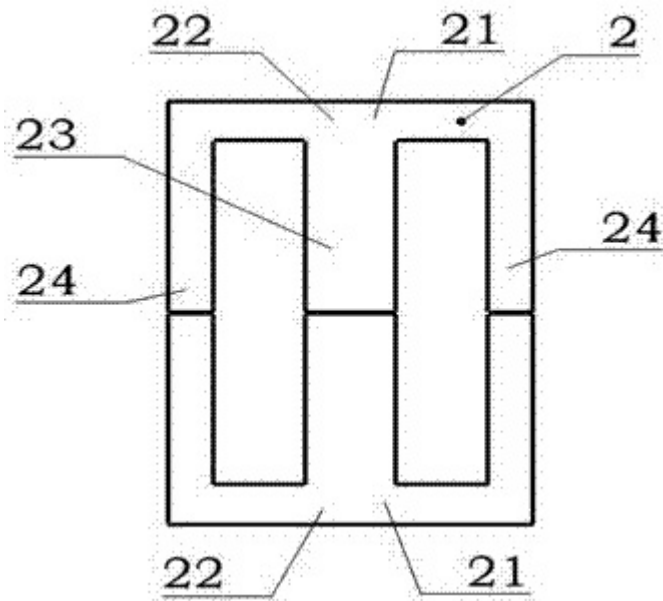


图 5

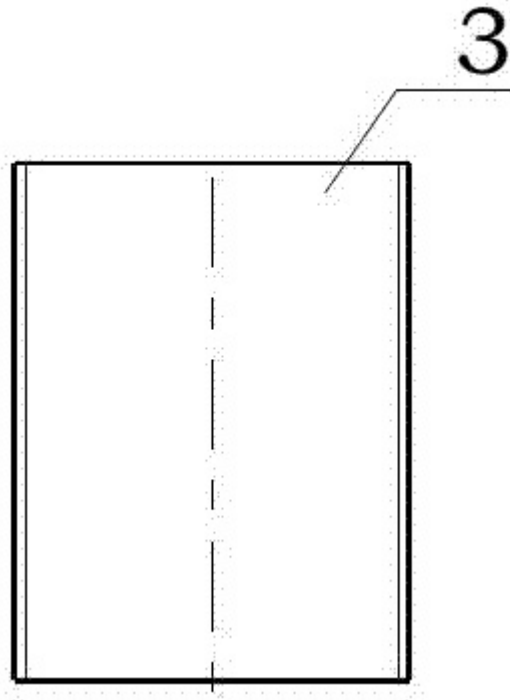


图 6

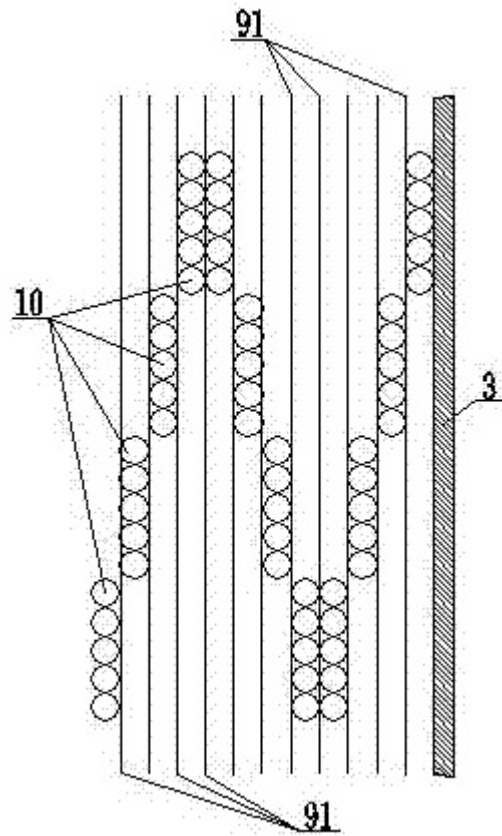


图 7

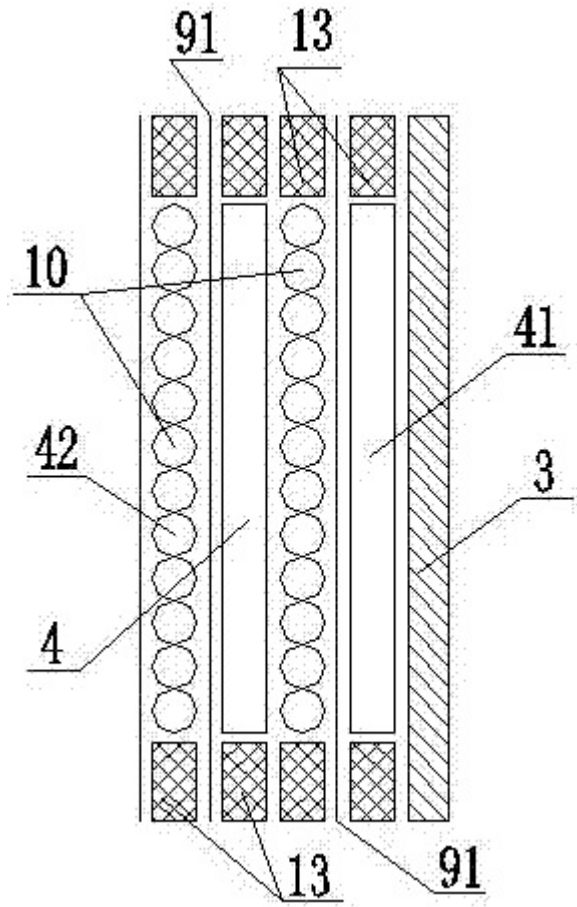


图 8

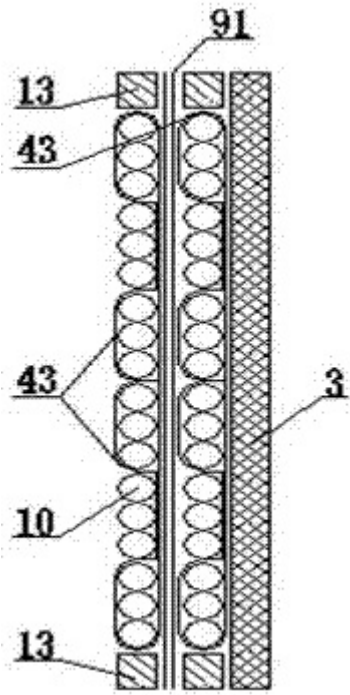


图 9

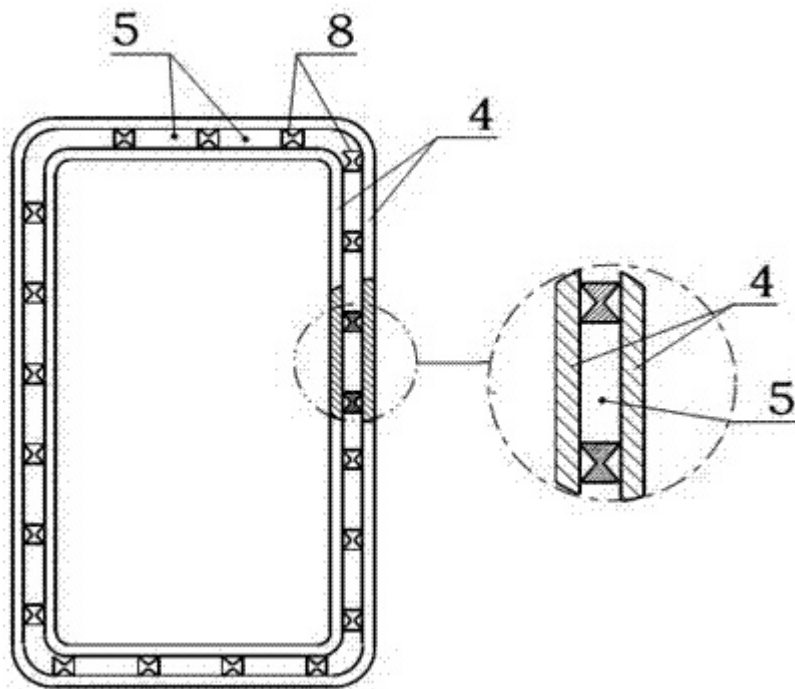


图 10

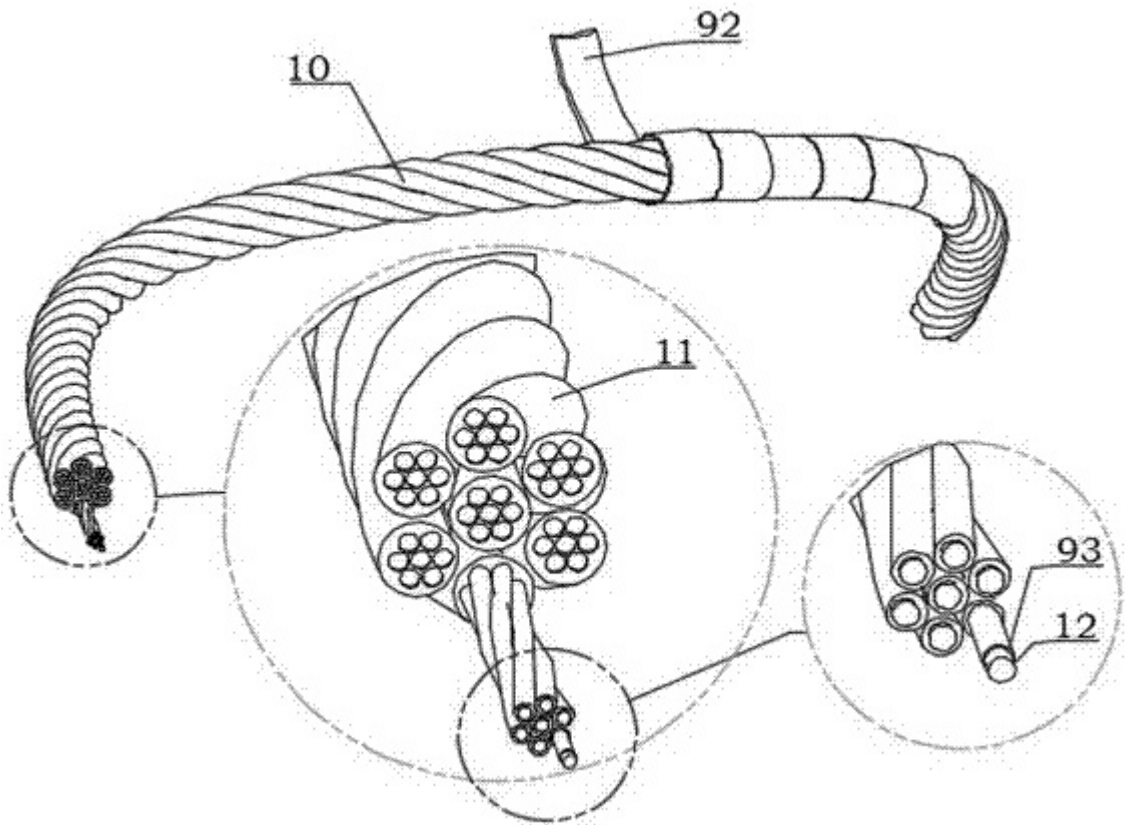


图 11

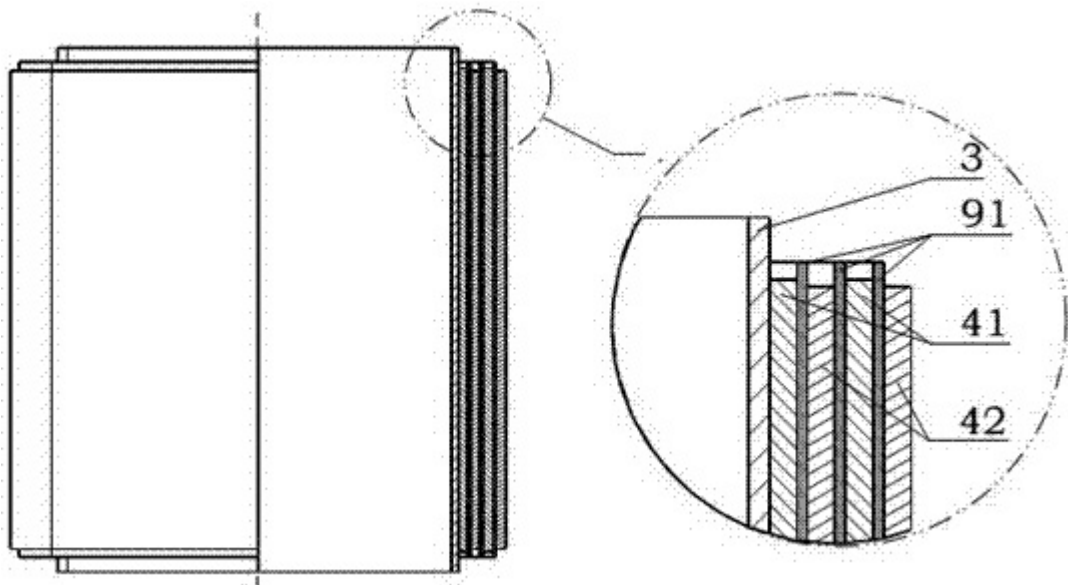


图 12

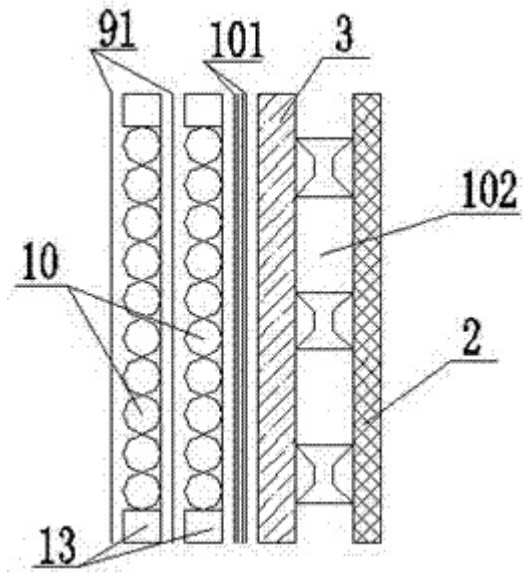


图 13