



(12) 发明专利

(10) 授权公告号 CN 114342019 B

(45) 授权公告日 2025. 02. 11

(21) 申请号 202080061751.8
 (22) 申请日 2020.09.03
 (65) 同一申请的已公布的文献号
 申请公布号 CN 114342019 A
 (43) 申请公布日 2022.04.12
 (30) 优先权数据
 2019-160544 2019.09.03 JP
 (85) PCT国际申请进入国家阶段日
 2022.03.03
 (86) PCT国际申请的申请数据
 PCT/JP2020/033491 2020.09.03
 (87) PCT国际申请的公布数据
 W02021/045169 JA 2021.03.11

(73) 专利权人 日本制铁株式会社
 地址 日本东京
 (72) 发明人 茂木尚 水村崇人 玉木辉幸
 藤村浩志 平山隆
 (74) 专利代理机构 永新专利商标代理有限公司
 72002
 专利代理师 夏斌
 (51) Int.Cl.
 H01F 27/24 (2006.01)
 H01F 27/08 (2006.01)
 (56) 对比文件
 CN 104335303 A, 2015.02.04
 CN 104575972 A, 2015.04.29
 审查员 雷善文

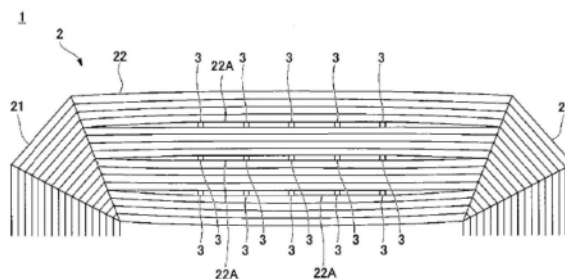
权利要求书1页 说明书11页 附图4页

(54) 发明名称

卷绕铁芯

(57) 摘要

本发明提供一种卷绕铁芯,具备多张电磁钢板在侧视中层叠为环状而成的层叠体,上述层叠体具有多个弯曲部以及位于相邻的上述弯曲部之间的多个边部,多个上述边部中的至少一个上述边部在层叠的上述电磁钢板之间的至少一部分具有面向上述电磁钢板的传热路径,上述传热路径仅处于上述边部。



1. 一种卷绕铁芯,其中,
具备多张电磁钢板以相互重合的方式在侧视中层叠为环状而成的层叠体,
上述层叠体具有4个弯曲部以及位于相邻的上述弯曲部之间的4个边部,从侧面观察时的形状为八边形,
上述层叠体中的4个上述边部中的至少一个上述边部,在层叠的上述电磁钢板之间的至少一部分具有面向上述电磁钢板的传热路径,
上述传热路径仅处于上述边部。
2. 根据权利要求1所述的卷绕铁芯,其中,
具有上述传热路径的上述边部中的上述电磁钢板的填充系数为86.0%以上且小于91.0%。
3. 根据权利要求1或2所述的卷绕铁芯,其中,
上述电磁钢板的层叠方向上的上述传热路径的长度为1mm以上2mm以下。
4. 根据权利要求1或2所述的卷绕铁芯,其中,
上述传热路径在4个上述边部中的至少一个上述边部中处于1处以上3处以下的上述电磁钢板之间。
5. 根据权利要求1或2所述的卷绕铁芯,其中,
在4个上述边部中的至少一个上述边部中的层叠的上述电磁钢板之间的至少一部分具备间隔件,
通过上述间隔件而在上述电磁钢板之间产生的间隙部分为上述传热路径。
6. 根据权利要求5所述的卷绕铁芯,其中,
上述间隔件为非磁性体。
7. 根据权利要求1或2所述的卷绕铁芯,其中,
上述传热路径由非磁性且绝缘性的传热体形成。
8. 根据权利要求7所述的卷绕铁芯,其中,
上述传热路径由酚醛树脂形成。
9. 根据权利要求1或2所述的卷绕铁芯,其中,
在所有的上述边部中都存在上述传热路径。
10. 根据权利要求1或2所述的卷绕铁芯,其中,
在上述边部中存在第1边部以及比该第1边部长的第2边部,
上述传热路径仅处于上述第2边部。
11. 根据权利要求5所述的卷绕铁芯,其中,
在上述电磁钢板之间存在多个上述间隔件,相互邻接的上述间隔件之间为上述间隙部分。
12. 根据权利要求5所述的卷绕铁芯,其中,
上述间隔件从上述电磁钢板的板宽方向的一端延伸至另一端。

卷绕铁芯

技术领域

[0001] 本发明涉及一种卷绕铁芯。

背景技术

[0002] 卷绕铁芯被用作为变压器、电抗器或者噪声滤波器等的磁芯。在变压器中,以往从高效率化的观点出发,低铁损化成为重要的课题之一,并从各种观点出发进行了低铁损化的研究。

[0003] 例如,在日本特开2017-84889号公报中公开了一种低噪声卷绕变压器,在由卷绕为线圈状的钢板构成的铁芯的外周,沿着钢板的卷绕方向卷绕周向带,在周向带的表面侧,在卷绕于铁芯的绕组与该铁芯之间配置有振动损失系数 $\eta > 0.01$ 的层叠方向带。

[0004] 此外,例如,在日本特开2018-148036号公报中公开了一种卷绕铁芯,具备在侧视时大致矩形状的卷绕铁芯主体。该卷绕铁芯的卷绕铁芯主体为,在长度方向上平面部与角部交替地连续、且在该各角部邻接的两个平面部所成的角度为 90° 的方向性电磁钢板,包括在板厚方向上层叠的部分,在侧视时具有大致矩形状的层叠构造。并且,在方向性电磁钢板的侧视中,各角部具有两个以上的具有曲线状的形状的弯曲部,且存在于一个角部的弯曲部各自的弯曲角度的合计为 90° 。此外,弯曲部在侧视中的内表面侧曲率半径 r 超过 1mm 且小于 3mm 。进而,在由方向性电磁钢板的内表面侧以及外表面侧的钢板面构成且具有与长度方向平行的 180° 磁畴壁的表面,具有在长度方向上以 0.5mm 以上 8mm 以下的间隔、在宽度方向上连续且直线地存在长度方向的尺寸为 $150\mu\text{m}$ 以下、板厚方向的尺寸为 $30\mu\text{m}$ 以上的回流磁畴的区域。并且,该回流磁畴所存在的区域占内表面侧或者外表面侧的钢板面表面积的25%以上。

发明内容

[0005] 发明要解决的课题

[0006] 然而,使用卷绕铁芯的变压器等被广泛应用于电气设备、电子设备,但由于铁损而产生的热,配置在卷绕铁芯与卷绕于卷绕铁芯的绕组之间的绝缘纸有可能被加热而劣化。绝缘纸有可能由于劣化而断裂,绝缘纸断裂的变压器有可能产生绝缘破坏。为了防止绝缘纸的劣化,需要将卷绕铁芯的温度尽量维持为低温。一般的变压器为了抑制卷绕铁芯的温度上升,将卷绕铁芯收纳在绝缘性的油(绝缘油)中,并通过使该绝缘油滞留而对卷绕铁芯产生的热进行散热。但是,有助于散热的绝缘油与卷绕铁芯仅在卷绕铁芯的表面接触。因此,仅从卷绕铁芯的表面进行基于绝缘油的散热,当卷绕铁芯的发热量较大时,有时散热效果不充分。

[0007] 本发明的目的在于提供一种卷绕铁芯,能够维持较低铁损且抑制温度上升。

[0008] 用于解决课题的手段

[0009] 本发明人在深刻研究对卷绕铁芯的温度上升进行抑制的过程中,得到如下见解:为了使卷绕铁芯产生的热的散热量增大,重要的是在卷绕铁芯中增大散热面积。并且,想到

了从层叠的电磁钢板之间进行散热。另一方面,当过度扩大层叠的电磁钢板的间隔时,存在铁损增大的倾向。本发明人对于能够维持较低铁损且抑制卷绕铁芯的温度上升的卷绕铁芯进一步进行了研究,结果完成了本发明。

[0010] 基于上述见解而完成的本发明的一个方式的主旨如下所述。

[0011] 本发明的一个方式的卷绕铁芯具备在侧视中多张电磁钢板层叠为环状而成的层叠体,上述层叠体具有多个弯曲部、以及位于相邻的上述弯曲部之间的多个边部,多个上述边部中的至少一个上述边部在层叠的上述电磁钢板之间的至少一部分具有面向上述电磁钢板的传热路径,上述传热路径仅存在于上述边部。

[0012] 发明的效果

[0013] 根据本发明,能够提供能够维持较低铁损且抑制温度上升的卷绕铁芯。

附图说明

[0014] 图1是表示本发明的第1实施方式的卷绕铁芯的一例的侧视图。

[0015] 图2是表示第1实施方式的卷绕铁芯的一例的图、且是图1的X部的放大图。

[0016] 图3是表示本发明的第2实施方式的卷绕铁芯的一例的图、且是与图1的X部对应的部分的放大图。

[0017] 图4是表示试验例中的边部中的电磁钢板的填充系数与卷绕铁芯温度之间的关系的关系的曲线图。

[0018] 图5是表示试验例中的边部中的电磁钢板的填充系数与卷绕铁芯温度之间的关系的关系的曲线图。

具体实施方式

[0019] 参照附图对本发明的实施方式进行详细说明。另外,在本说明书以及图面中,对实质上具有相同功能构成的构成要素标注相同的符号,由此省大致重复说明。此外,图中的各构成要素的比例、尺寸并不表示实际的各构成要素的比例、尺寸。

[0020] <第1实施方式>

[0021] 首先,参照图1以及图2对第1实施方式的卷绕铁芯进行说明。图1是表示本实施方式的卷绕铁芯的一例的侧视图。图2是表示卷绕铁芯的一例的图、且是图1的X部的放大图。另外,以下,将从侧面侧观察电磁钢板S的情况称作侧视。将电磁钢板S的层叠方向适当称作“层叠方向”。此外,将电磁钢板S的板宽方向适当称作“板宽方向”。进而,将电磁钢板S的卷绕方向适当称作“卷绕方向”。

[0022] 如图1所示,本实施方式的卷绕铁芯1具备层叠体2,该层叠体2是多张电磁钢板S在侧视(换言之,从侧面观察卷绕铁芯1)中层叠为环状而成的。换言之,形成为环状的多张电磁钢板S在板厚方向上层叠而形成层叠体2。该层叠体2具有多个弯曲部21以及位于相互相邻的弯曲部21之间的多个边部22。另外,此处所说的卷绕铁芯的侧面是指由层叠的电磁钢板S的侧面形成的面。

[0023] 如图1所示,层叠体2为,通过层叠电磁钢板S而在侧视中成型为八边形,具有多个弯曲部21以及多个边部22。具体而言,层叠体2以如下方式层叠:最内周的电磁钢板S以形成4个角部21A的方式折弯而形成长方形状,位于最内周的电磁钢板S的外周的电磁钢板S以在

最内周的电磁钢板S的角部21A处折弯而形成两个角部21B的方式层叠。此处,层叠体2的弯曲部21是将一个角部21A与在该角部21A处将电磁钢板S折弯而形成的两个角部21B用直线连结而成的大致三角形的区域的部分。另外,本发明并不限于该构成。例如,在邻接地存在两个角部21A的情况下,层叠体2的弯曲部21也可以为将两个角部21A与两个角部21B分别用直线连结而成的大致梯形的区域的部分。此外,层叠体2的边部22是位于相邻的弯曲部21之间的大致直线状的部分。如此,本实施方式的层叠体2具有4个弯曲部21以及4个边部22。并且,在从电磁钢板S的侧面侧观察时,层叠体2形成在外周具有8个角部21B的八边形。另一方面,层叠体2形成在内周具有4个角部21A的长方形。

[0024] 层叠体2例如能够使用现有的方向性电磁钢板或者现有的无方向性电磁钢板,但优选使用方向性电磁钢板。通过在层叠体2中使用方向性电磁钢板,能够降低铁损中的磁滞损耗,能够进一步降低卷绕铁芯1的铁损。

[0025] 电磁钢板S的厚度没有特别限制,例如可以为0.20mm以上,也可以为0.40mm以下。通过使用厚度较小(较薄)的电磁钢板S,在电磁钢板S的板厚面内难以产生涡流,能够进一步降低铁损中的涡流损耗。其结果,能够降低卷绕铁芯1的铁损。电磁钢板S的厚度优选为0.18mm以上。此外,电磁钢板S的厚度优选为0.35mm以下,更优选为0.27mm以下。

[0026] 层叠的电磁钢板S相互绝缘。优选对电磁钢板S的表面实施绝缘处理而使其相互绝缘。通过使电磁钢板S的层间绝缘,由此在电磁钢板S的板厚面内难以产生涡流,能够降低涡流损耗。其结果,能够进一步降低卷绕铁芯1的铁损。例如,对于电磁钢板S的表面,优选使用含有胶体二氧化硅以及磷酸盐的绝缘涂敷液来实施绝缘处理。

[0027] 如图2所示,层叠体2在多个边部22的至少一个边部22中的层叠的电磁钢板S之间的至少一部分具备间隔件3。在夹设有间隔件3的边部22中,在夹设了间隔件3的电磁钢板S之间形成有间隙部分22A。

[0028] 在图2所示的层叠体2中,在1个边部22中的3处的电磁钢板S之间,每隔一定层叠张数的电磁钢板S而夹设有间隔件3。由此,在夹设有间隔件3的电磁钢板S之间形成有间隙部分22A。在卷绕铁芯1浸渍在绝缘油中使用的情况下,绝缘油能够在间隙部分22A中流动。由此,间隙部分22A成为电磁钢板S产生的热的传热路径。并且,从间隙部分22A两侧的电磁钢板S向在间隙部分22A中流动的绝缘油传递热,电磁钢板S产生的热被散热。另外,间隙部分22A是指通过间隔件3夹设在电磁钢板S之间而产生的空隙部分,但关于间隙部分22A的大小是指包括该空隙部分以及间隔件3的区域。

[0029] 间隙部分22A的层叠方向长度优选为1mm以上2mm以下。如果间隙部分22A的层叠方向长度为1mm以上,则在间隙部分22A中流动足够对电磁钢板S的热进行散热的流量的绝缘油。由此,能够进一步抑制卷绕铁芯1的温度上升。间隙部分22A的层叠方向长度更优选为1.5mm以上。此外,如果间隙部分22A的层叠方向长度为2mm以下,则能够抑制从电磁钢板S向间隙部分22A漏出的磁通(漏磁通)增大,并抑制铁损增大。间隙部分22A的层叠方向长度更优选为1.9mm以下。另外,通过变更间隔件3的层叠方向长度,能够调整间隙部分22A的层叠方向长度。此外,此处所说的间隙部分22A的层叠方向长度是指间隙部分22A的沿着电磁钢板S的层叠方向的最大长度。并且,作为传热路径的间隙部分22A的层叠方向长度为一张电磁钢板S的厚度以上。换言之,将一张电磁钢板S的厚度以上的间隙作为传热路径。

[0030] 此外,间隙部分22A的层叠方向长度优选在板宽方向上大致一定。另外,此处所说

的大致一定包括间隙部分22A的层叠方向长度 $\pm 10\%$ 。通过使间隙部分22A的层叠方向长度大致一定,由此能够抑制绝缘油滞留于间隙部分22A。由此,绝缘油能够更高效地对电磁钢板S的热进行散热,能够进一步抑制卷绕铁芯1的温度上升。为了使间隙部分22A的层叠方向长度在板宽方向上大致一定,只要对间隔件3的板宽方向长度或者电磁钢板S的层叠面上的间隔件3的位置等进行变更即可。另外,间隔件3的板宽方向长度优选与电磁钢板S的板宽方向长度相等。换言之,间隔件3优选沿着板宽方向从电磁钢板S的板宽方向一端延伸至另一端。

[0031] 另外,间隙部分22A只要设置于至少一个边部22就能够抑制卷绕铁芯1的温度上升,但优选设置于多个边部22。通过将间隙部分22A设置于更多边部22,由此构成卷绕铁芯1的电磁钢板S与绝缘油的接触面积增大,能够更有效地对电磁钢板S的热进行散热。进而,通过将间隙部分22A设置于多个边部22,由此能够均匀地抑制卷绕铁芯1的温度上升。因而,间隙部分22A更优选设置于全部4个边部22。另外,在层叠体2的4个边部22存在长度差异的情况下,通过在较长的边部设置传热路径,能够使散热性高效地提高。具体而言,如图1所示,本实施方式的层叠体2具有对置的一对长边部以及对置的一对短边部,且至少在长边部夹设有间隔件。

[0032] 具有间隙部分22A的边部22中的电磁钢板S的填充系数优选为86.0%以上且小于91.0%。通过使具有间隙部分22A的边部22中的电磁钢板S的填充系数为86.0%以上,能够维持较低的铁损。具有间隙部分22A的边部22中的电磁钢板S的填充系数更优选为89.5%以上。此外,通过使具有间隙部分22A的边部22中的电磁钢板S的填充系数小于91.0%,能够进一步抑制卷绕铁芯1的温度上升。另外,层叠体2的边部22中的填充系数能够基于JIS C 2550-5:2011计算。另外,JIS C 2550-5:2011对应于IEC 60404-13:1995,“Magnetic materials-Part 13:Methods of measurement of density,resistivity and stacking factor of electrical steel sheet and strip”。

[0033] 此外,间隙部分22A优选设置成,在层叠方向上,边部22的内周面与间隙部分22A之间的距离、边部22的外周面与间隙部分22A之间的距离、以及相邻的间隙部分22A之间的距离相等。由此,卷绕铁芯1由绝缘油均匀地冷却,抑制卷绕铁芯1的温度上升。在间隙部分22A设置在边部22中的1处的电磁钢板S之间的情况下,间隙部分22A优选设置在边部22的内周面与间隙部分22A之间的距离以及边部22的外周面与间隙部分22A之间的距离大致相同的位置。

[0034] 间隔件3夹设在边部22中的电磁钢板S之间而形成间隙部分22A。间隔件3的原料优选为非磁性体。如果间隔件3为非磁性体,则能够防止间隔件3中产生涡流,其结果,能够抑制铁损增大。具体而言,间隔件3的原料优选为树脂、铜或者黄铜等。在这些材料中,间隔件3的原料优选为铜。铜是热传导率较高的材料,因此通过使间隔件3使用铜,不仅能够通过间隙部分22A而且能够通过间隔件3本身对电磁钢板S的热进行散热。

[0035] 此外,间隔件3优选仅夹设在层叠体2的边部22。换言之,间隙部分22A优选仅设置于层叠体2的边部22。这是因为,在弯曲部21设置间隙部分的情况下,与散热面积增大相比,更担心由于磁通从间隙部分漏出而引起的铁损增大,因此优选在与弯曲部21相比能够更大地确保散热面积的边部22设置间隙部分22A。

[0036] 关于间隔件3的大小,只要能够形成间隙部分22A就没有特别限制。但是,如上所

述,为了使间隙部分22A的层叠方向长度为1mm以上2mm以下,间隔件3的层叠方向长度优选为1mm以上2mm以下。此外,只要形成能够抑制卷绕铁芯1的温度上升的间隙部分22A,则夹设在1处的电磁钢板S之间的间隔件3的数量也没有特别限制。

[0037] 此外,在图2中,在1个边部22中,在3处的电磁钢板S之间夹设有间隔件3,但是夹设有间隔件3的电磁钢板S之间的数量并不限定于图2所示的方式,也可以根据卷绕铁芯1的大小来决定。但是,通过使间隔件3在多个边部22中的至少一个边部22中处于1处以上3处以下的电磁钢板S之间,能够抑制卷绕铁芯1的温度上升,并且进一步抑制铁损的增大。因此,间隔件3优选在多个边部22中的至少一个边部22中处于1处以上3处以下的电磁钢板S之间。

[0038] <第2实施方式>

[0039] 接着,参照图1以及图3对第2实施方式的卷绕铁芯进行说明。图3是表示本发明的第2实施方式的卷绕铁芯的一例的图、且是与图1的X部对应的部分的放大图。

[0040] 如图1所示,本实施方式的卷绕铁芯1具备层叠体2,该层叠体2由多张电磁钢板S在侧视中层叠为环状而成,具有多个弯曲部21以及位于相互相邻的弯曲部21之间的边部22。如图3所示,层叠体2在多个边部22中的至少一个边部22中的层叠的电磁钢板S之间的至少一部分具备传热体4。本实施方式的卷绕铁芯1与第1实施方式的卷绕铁芯1的不同点在于,在多个边部22中的至少一个边部22中的层叠的电磁钢板S之间的至少一部分具备传热体4。本实施方式的层叠体2的基本构成与第1实施方式的层叠体2相同,因此在此省略层叠体2的说明。在以下,对传热体4进行详细说明。

[0041] 如上所述,在多个边部22中的至少一个边部22中的层叠的电磁钢板S之间的至少一部分具备传热体4。在图3中,在1个边部22中,传热体4处于3处的电磁钢板S之间。通过在多个边部22中的至少一个边部22中的层叠的电磁钢板S之间的至少一部分具备传热体4,由此在电磁钢板S中产生的热在传热体4中流动,而向卷绕铁芯1外部散热。因此,传热体4是在电磁钢板S中产生的热的传热路径。

[0042] 传热体4的原料优选为高热传导率。通过使传热体4的原料为高热传导率的材料,能够更高效地对电磁钢板S中产生的热进行散热。由此,能够抑制卷绕铁芯1的温度上升。此外,传热体4的原料优选为非磁性体且为绝缘体的材料。如果传热体4的原料为非磁性体且为绝缘性的材料,则能够防止在传热体4中产生涡流。其结果,能够抑制铁损的增大。具体而言,传热体4的原料更优选为酚醛树脂(Bakelite)。酚醛树脂具有较高的热传导率并且是非磁性体且是绝缘体,因此能够通过更高效地对电磁钢板S中产生的热进行散热来抑制卷绕铁芯1的温度上升,且能够通过防止在传热体4中产生涡流来抑制铁损的增大。更详细来说,传热体4优选为纸基材酚醛树脂层叠板、布基材酚醛树脂层叠板、玻璃布基材酚醛树脂层叠板。

[0043] 另外,传热体4的形状没有特别限制,但优选较广地夹设在边部22的电磁钢板S之间。如果传热体4较广地夹设在边部22的电磁钢板S之间,则电磁钢板S与传热体4的接触面积增大,能够更有效地对电磁钢板S的热进行散热,能够抑制卷绕铁芯1的温度上升。

[0044] 另外,传热体4只要设置于至少一个边部22就能够抑制卷绕铁芯1的温度上升,但优选设置于多个边部22。通过将传热体4设置于更多的边部22,由此构成卷绕铁芯1的电磁钢板S与绝缘油的接触面积增大,电磁钢板S的热经由传热体4有效地向绝缘油流动。即,能够更有效地对电磁钢板S的热进行散热。进而,通过将传热体4设置于多个边部22,能够均匀

地抑制卷绕铁芯1的温度上升。因而,传热体4更优选设置于4个边部22。

[0045] 具有传热体4的边部22中的电磁钢板S的填充系数优选为86.0%以上且小于91.0%。通过使具有传热体4的边部22中的电磁钢板S的填充系数为86.0%以上,能够维持较低的铁损。具有传热体4的边部22中的电磁钢板S的填充系数更优选为89.5%以上。此外,通过使具有传热体4的边部22中的电磁钢板S的填充系数小于91.0%,能够进一步抑制卷绕铁芯1的温度上升。另外,填充系数能够基于JIS C 2550-5:2011计算,但在本实施方式中不考虑传热体4的质量来进行计算。

[0046] 此外,传热体4优选设置成,在层叠方向上,边部22的内周面与传热体4之间的距离、边部22的外周面与传热体4之间的距离以及相邻的传热体4之间的距离相等。由此,通过经由传热体4的绝缘油更均匀地冷却卷绕铁芯1,能够抑制卷绕铁芯1的温度上升。在传热体4设置在边部22中的1处的电磁钢板S之间的情况下,传热体4优选设置在边部22的内周面与传热体4之间的距离以及边部22的外周面与传热体4之间的距离大致相同的位置。

[0047] 此外,在图3中,在1个边部22中,在3处的电磁钢板S之间夹设有传热体4,但夹设有传热体4的电磁钢板S之间的数量并不限定于图3所示的方式,也可以根据卷绕铁芯1的大小来决定。但是,通过使传热体4在多个边部22中的至少一个边部22中处于1处以上3处以下的电磁钢板S之间,能够抑制卷绕铁芯1的温度上升,并且进一步抑制铁损的增大。因此,传热体4优选在多个边部22中的至少一个边部22中处于1处以上3处以下的电磁钢板S之间。

[0048] <变形例>

[0049] 以下,对本发明的上述实施方式的几个变形例进行说明。另外,以下说明的各变形例可以单独应用于本发明的上述实施方式,也可以组合而应用于本发明的上述实施方式。此外,各变形例可以代替在本发明的上述实施方式中说明了的构成而应用,也可以对在本发明的上述实施方式中说明了的构成追加地应用。

[0050] 此外,在上述各实施方式中,对层叠体的外周为八边形的情况进行了说明,但本发明并不限定于此。层叠体的外周可以为多边形、圆角方形、长圆形或者椭圆形等。例如,通过卷绕电磁钢板来制造长圆形的层叠体。另一方面,通过将折弯为环状的多张电磁钢板在板厚方向上层叠来制造八边形的层叠体。将折弯为环状的多张电磁钢板在板厚方向上层叠而制造出的层叠体,与通过卷绕电磁钢板而制造出的层叠体相比较,弯曲部的填充系数容易变小。因此,也可以提高层叠体2的多个弯曲部21中的至少一个弯曲部21的填充系数。具体而言,通过使用压缩机构从内周侧以及外周侧对弯曲部21进行压缩,由此能够减小弯曲部21中的电磁钢板S之间的间隙。由此,弯曲部21的填充系数变高,能够实现层叠体2的低噪声化。

[0051] 在上述实施方式中,对层叠体的内周为四边形的情况进行了说明,但本发明并不限定于此,层叠体的内周能够成为多边形、圆角方形、长圆形或者椭圆形等。例如,在层叠体的内周为八边形的情况下,将八边形的相邻的两个顶点连结的部分成为角部,在层叠体的内周为长圆形的情况下,弧状的部分成为角部。在层叠体的内周为多边形、圆角方形、长圆形或者椭圆形等的情况下,弯曲部是如下部分:位于相邻的一个边部与另一个边部之间,相对于一个边部中的电磁钢板S以及另一个边部中的电磁钢板S的延伸方向,其电磁钢板S被弯曲地层叠。

[0052] 此外,层叠体的内周也可以为与外周的形状相应的形状。例如,在层叠体的外周为

八边形的情况下,内周也可以为八边形,在层叠体的外周为圆角方形的情况下,内周也可以为圆角方形。

[0053] 图2以及图3所示的传热路径(间隙部分22A、传热体4)仅为一例,当然不限于上述方式。例如,也可以在相互重合的电磁钢板S中的构成一方的电磁钢板S的边部22的部分通过折弯加工来形成凹状部分,并将该凹状部分的内侧作为间隙部分。

[0054] 以上,说明了本发明的多个实施方式。这些实施方式的卷绕铁芯具备层叠体,该层叠体是通过多张电磁钢板在侧视中层叠为环状而成的,具有多个弯曲部以及位于相邻的弯曲部之间的边部,多个边部中的至少一个边部在层叠的电磁钢板之间的至少一部分具有面向电磁钢板的传热路径。通过该传热路径,在施加了交流磁场时在电磁钢板中产生的热被高效地散热,能够抑制卷绕铁芯的温度上升。此外,该传热路径设置于边部中的层叠的电磁钢板之间的至少一部分,因此从电磁钢板向传热路径的漏磁通较少,能够维持较低的铁损。

[0055] 本实施方式的卷绕铁芯能够应用于变压器(未图示)。本实施方式的变压器具备本实施方式的卷绕铁芯、1次绕组以及2次绕组。通过对1次绕组施加交流电压,由此在卷绕铁芯中产生磁通,通过所产生的磁通的变化,在2次绕组中产生电压。该卷绕铁芯为,多个边部中的至少一个边部在层叠的电磁钢板之间的至少一部分具有传热路径,因此在卷绕铁芯中产生的热通过该传热路径被散热。其结果,能够维持较低的铁损且抑制温度上升。

[0056] 接着,对本发明的试验例进行说明。本试验例中的条件是为了确认本发明的可实施性以及效果而采用的一个条件例,本发明并不限于该一个条件例。本发明只要不脱离本发明的主旨并实现本发明的目的,则能够采用各种条件。

[0057] (试验例1)

[0058] 对厚度为0.23mm的方向性电磁钢板进行层叠,制作出具有4个弯曲部以及4个边部的大致八边形的层叠体。按照以下条件制造出如下的卷绕铁芯:层叠方向上的层叠体的长度为20mm,4个边部分别具有表1所示的数量的间隙部分。对于层叠体的4个边部分别在电磁钢板之间夹设酚醛树脂(Bakelite)制的间隔件而设置间隙部分。间隙部分设置成,在层叠方向上,边部的内周面与间隙部分之间的距离、边部的外周面与间隙部分之间的距离以及相邻的间隙部分之间的距离相等。在变压器No.2中,将间隙部分设置在边部的内周面与间隙部分之间的距离和边部的外周面与间隙部分之间的距离大致相等的位置。关于间隙部分,层叠方向长度为1mm,板宽方向长度为300mm,卷绕方向长度为100mm。在该卷绕铁芯上卷绕绕组,将该卷绕铁芯设置到箱内并将该箱内充满绝缘油,而制作出容量为20kVA的变压器。

[0059] 关于卷绕铁芯,基于JIS C 2550-5:2011计算出边部中的电磁钢板的填充系数。此外,关于制造出的变压器,基于JEC-2200来测定铁损(无负载损耗)。对使所制造的变压器运转了12小时后的卷绕铁芯的温度进行测定。在表1中示出每1个边部的间隙部分的数量、填充系数、温度、铁损以及铁损增加率。此外,在图4中示出边部中的电磁钢板的填充系数与卷绕铁芯温度之间的关系。另外,表1中的填充系数是4个边部中的电磁钢板的填充系数的平均值。

[0060] 按照以下的基准对制造出的变压器进行了评价。在以未设置间隙部分的变压器No.1的温度为基准而变压器温度降低、且以变压器No.1的铁损为基准的铁损增加率小于10%的情况下,将评价结果设为“A(优)”,在以变压器No.1的温度为基准而变压器温度未降

低的情况下或者以变压器No.1的铁损为基准的铁损增加率为10%以上的情况下,将评价结果设为“B(良好)”。另外,作为评价结果,A比B良好。另外,表1中的发明例是指应用了本发明的实施例,比较例是指未应用本发明的例子。

[0061] [表1]

变压器	间隙部分 (处)	填充系数 (%)	温度 (°C)	铁损 (W)	铁损增加率 (%)	评价结果	发明例/ 比较例
No.1	0	96.7	123	69.01	—	—	比较例 (基准例)
No.2	1	94.5	121	71.08	3.0	A	发明例
No.3	2	92.6	117	73.15	6.0	A	发明例
No.4	3	90.8	109	75.22	9.0	A	发明例
No.5	4	89.1	108	77.29	12.0	B	发明例

[0062]

[0063] 通过使设置于边部的间隙部分的数量增加,由此卷绕铁芯与绝缘油的接触面积增大,卷绕铁芯的温度降低。此外,如图4所示,随着填充系数降低,卷绕铁芯温度降低。在变压器No.4中,温度上升被显著抑制。变压器No.5虽然温度上升被抑制,但铁损的增加率超过10%。

[0064] (试验例2)

[0065] 使用厚度为0.20mm的方向性电磁钢板,通过与试验例1相同的方法来制作卷绕铁芯,使用所制作的卷绕铁芯而制造出容量为1kVA的变压器。按照以下的条件制造出如下的卷绕铁芯:层叠方向上的层叠体的长度为20mm,4个边部分别具有表2所示的数量的间隙部分。关于间隙部分,层叠方向长度为1mm,板宽方向长度为200mm,卷绕方向长度为70mm。关于制造出的变压器,与试验例1同样地对边部中的电磁钢板的填充系数、卷绕铁芯的温度以及铁损(无负载损耗)进行了测定。在表2中示出每1个边部的间隙部分的数量、填充系数、温度、铁损以及铁损增加率。此外,在图5中示出边部中的电磁钢板的填充系数与卷绕铁芯温度之间的关系。另外,表2中的填充系数是4个边部中的电磁钢板的填充系数的平均值。以与试验例1相同的基准对变压器进行了评价。另外,表2中的发明例是指应用了本发明的实施例,比较例是指未应用本发明的例子。

[0066] 【表2】

变压器	间隙部分 (处)	填充系数 (%)	温度 (°C)	铁损 (W)	铁损增加率 (%)	评价结果	发明例/ 比较例
No.1	0	96.1	118	2.09	—	—	比较例 (基准例)
No.2	1	93.2	116	2.15	2.9	A	发明例
No.3	2	92.2	112	2.20	5.3	A	发明例
No.4	3	90.3	104	2.28	9.1	A	发明例
No.5	4	88.6	103	2.36	12.9	B	发明例

[0067]

[0068] 通过使设置于边部的间隙部分的数量增加,由此卷绕铁芯与绝缘油的接触面积增大,卷绕铁芯的温度降低。此外,如图4所示,随着填充系数降低,卷绕铁芯温度降低。在变压器No.4中,温度上升被显著抑制。变压器No.5虽然温度上升被抑制,但铁损的增加率超过10%。

[0069] (试验例3)

[0070] 对厚度为0.23mm的方向性电磁钢板进行层叠,制作出具有4个弯曲部以及4个边部的大致八边形的层叠体。按照以下的条件制造出如下的卷绕铁芯:层叠方向上的层叠体的长度为20mm,在4个边部中的1个边部具有表3所示的数量的传热体。关于层叠体中的1个边部,在电磁钢板之间夹设酚醛树脂制的间隔件而设置间隙部分。间隙部分设置成,在层叠方向上,边部的内周面与间隙部分之间的距离、边部的外周面与间隙部分之间的距离以及相邻的间隙部分之间的距离相等。在变压器No.2中,将间隙部分设置在边部的内周面与间隙部分之间的距离和边部的外周面与间隙部分之间的距离大致相等的位置。关于间隙部分,层叠方向长度为1mm,板宽方向长度为150mm,卷绕方向长度为100mm。在该卷绕铁芯上卷绕绕组,将该卷绕铁芯设置在箱内并用绝缘油充满该箱内,而制造出容量为10kVA的变压器。关于制造出的变压器,通过与试验例1相同的方法,对具有间隙部分的边部中的电磁钢板的填充系数、卷绕铁芯的温度以及铁损(无负载损耗)进行了测定。在表3中示出具有间隙部分的边部中的间隙部分的数量、填充系数、温度、铁损以及铁损增加率。另外,表3中的填充系数是具有间隙部分的边部中的电磁钢板的填充系数。以与试验例1相同的基准对变压器进行了评价。另外,表3中的发明例是指应用了本发明的实施例,比较例是指未应用本发明的例子。

[0071] 【表3】

变压器	间隙部分 (处)	填充系数 (%)	温度 (℃)	铁损 (W)	铁损增加率 (%)	评价结果	发明例/ 比较例
No.1	0	96.1	131	34.51	—	—	比较例 (基准例)
No.2	1	93.2	123	35.52	2.9	A	发明例
No.3	2	92.2	119	36.58	6.0	A	发明例
No.4	3	90.3	111	37.57	8.9	A	发明例
No.5	4	88.6	109	38.65	12.6	B	发明例

[0072] 以上,根据本发明,能够维持较低的铁损且抑制温度上升。

[0073] 以上,参照附图对本发明的优选实施方式以及实施例进行了详细说明,但本发明并不限定于这种例子。只要是具有本领域所属技术领域的通常知识的人员,就能够在请求范围所记载的技术思想的范围内想要各种变更例或者修正例,应当理解这些当然也属于本发明的技术范围。

[0074] 关于以上的实施方式,进一步公开了以下的附记。

[0075] (附记1)

[0076] 一种卷绕铁芯,其具备多张电磁钢板在侧视中层叠为环状而成的层叠体,

- [0078] 上述层叠体具有多个弯曲部以及位于相邻的上述弯曲部之间的多个边部，
- [0079] 多个上述边部中的至少一个上述边部在层叠的上述电磁钢板之间的至少一部分具有面向上述电磁钢板的传热路径，
- [0080] 上述传热路径仅处于上述边部。
- [0081] (附记2)
- [0082] 在附记1所记载的卷绕铁芯中，具有上述传热路径的上述边部中的上述电磁钢板的填充系数为86.0%以上且小于91.0%。
- [0083] (附记3)
- [0084] 在附记1或者附记2所记载的卷绕铁芯中，上述电磁钢板的层叠方向上的上述传热路径的长度为1mm以上2mm以下。
- [0085] (附记4)
- [0086] 在附记1～附记3任一项所记载的卷绕铁芯中，上述传热路径在多个上述边部中的至少一个上述边部中处于1处以上3处以下的上述电磁钢板之间。
- [0087] (附记5)
- [0088] 在附记1～附记4任一项所记载的卷绕铁芯中，在多个上述边部中的至少一个上述边部中的层叠的上述电磁钢板之间的至少一部分具备间隔件，
- [0089] 通过上述间隔件而在上述电磁钢板之间产生的间隙部分为上述传热路径。
- [0090] (附记6)
- [0091] 在附记5所记载的卷绕铁芯中，上述间隔件为非磁性体。
- [0092] (附记7)
- [0093] 在附记1～附记4任一项所记载的卷绕铁芯中，上述传热路径由非磁性且绝缘性的传热体形成。
- [0094] (附记8)
- [0095] 在附记7所记载的卷绕铁芯中，上述传热路径由酚醛树脂形成。
- [0096] (附记9)
- [0097] 在附记1～附记8任一项所记载的卷绕铁芯中，在所有上述边部都存在上述传热路径。
- [0098] (附记10)
- [0099] 在附记1～附记8任一项所记载的卷绕铁芯中，在上述边部存在第1边部以及比该第1边部长第2边部，
- [0100] 上述传热路径仅处于上述第2边部。
- [0101] (附记11)
- [0102] 在附记1～附记10任一项所记载的卷绕铁芯中，从侧面观察时的上述层叠体的形状为具有4个上述边部以及4个上述弯曲部的八边形。
- [0103] (附记12)
- [0104] 一种卷绕铁芯，其具备层叠体，该层叠体是通过多张电磁钢板在侧视中层叠为环状而成的，具有多个弯曲部以及位于相邻的上述弯曲部之间的边部，
- [0105] 多个上述边部中的至少一个上述边部在层叠的上述电磁钢板之间的至少一部分具有面向上述电磁钢板的传热流路。

[0106] (附记13)

[0107] 在附记12所记载的卷绕铁芯中,具有上述传热流路的上述边部中的上述电磁钢板的填充系数为86.0%以上且小于91.0%。

[0108] (附记14)

[0109] 在附记12或者附记13所记载的卷绕铁芯中,上述电磁钢板的层叠方向上的上述传热路径的长度为1mm以上2mm以下。

[0110] (附记15)

[0111] 在附记12~附记14任一项所记载的卷绕铁芯中,在多个上述边部中的至少一个上述边部中,在1处以上3处以下的上述电磁钢板之间具备上述传热路径。

[0112] (附记16)

[0113] 在附记12~附记15任一项所记载的卷绕铁芯中,在多个上述边部中的至少一个上述边部中的层叠的上述电磁钢板之间的至少一部分具备间隔件,

[0114] 通过上述间隔件而在上述电磁钢板之间产生的间隙部分为上述传热路径。

[0115] (附记17)

[0116] 在附记16所记载的卷绕铁芯中,上述间隔件为非磁性体。

[0117] (附记18)

[0118] 在附记12~附记15任一项所记载的卷绕铁芯中,上述传热流路由非磁性且绝缘性的传热体形成。

[0119] (附记19)

[0120] 在附记18所记载的卷绕铁芯中,上述传热路径由酚醛树脂形成。

[0121] (附记20)

[0122] 在附记12~附记19任一项所记载的卷绕铁芯中,从侧面观察时的上述层叠体的形状为八边形。

[0123] 另外,2019年9月3日提交的日本专利申请2019-160544号的发明的整体通过参照而取入到本说明书中。

[0124] 本说明书所记载的所有文献、专利申请及技术规格,以与具体且单独记载的情况相同程度地将各个文献、专利申请及技术规格通过参照而取入到本说明书中。

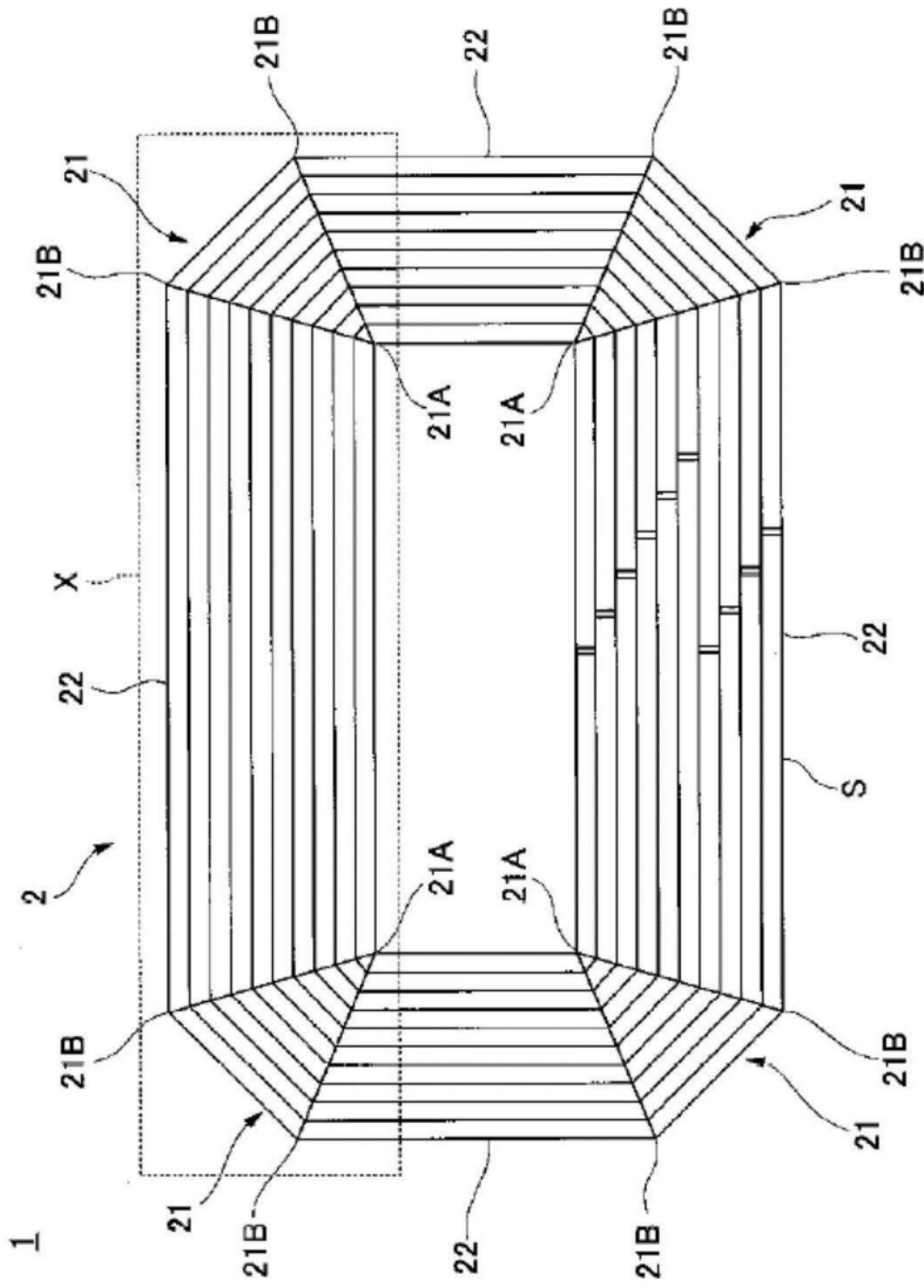


图1

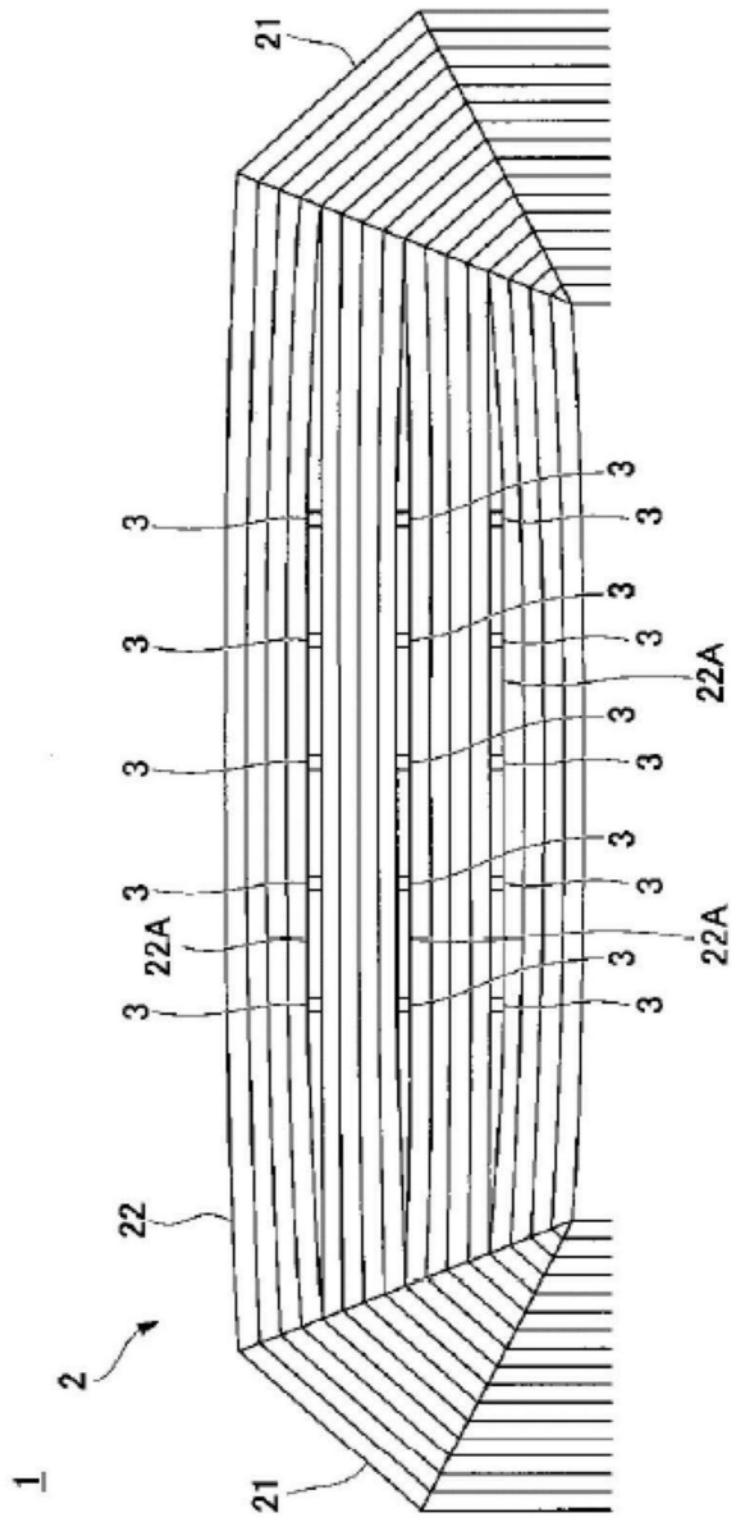


图2

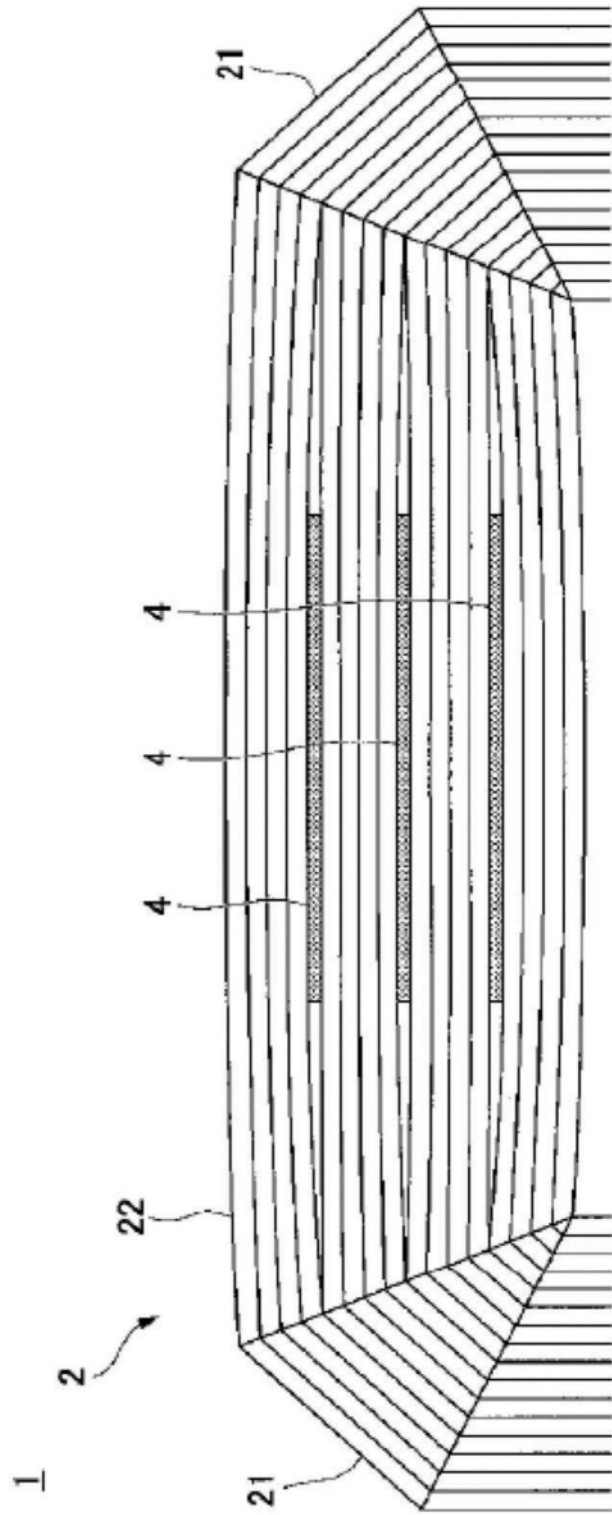


图3

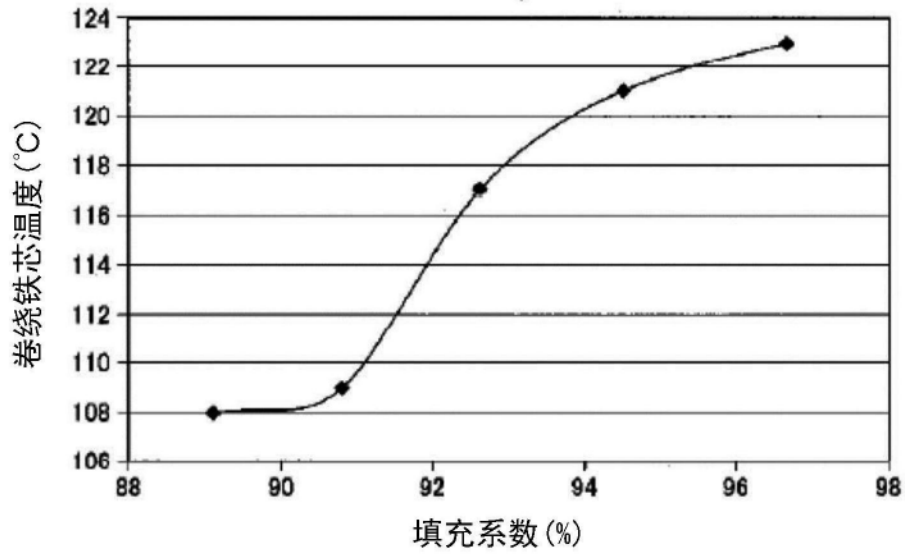


图4

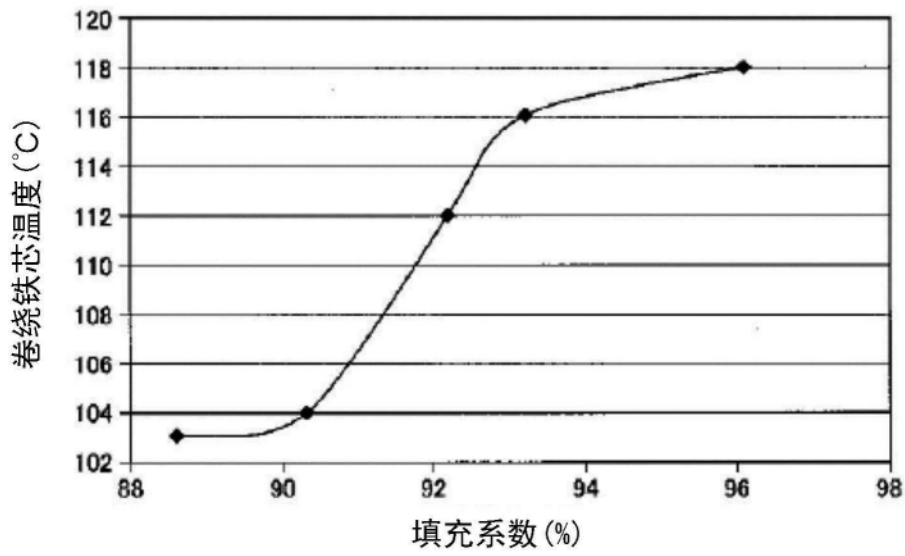


图5