



(12)发明专利

(10)授权公告号 CN 104756205 B

(45)授权公告日 2017.08.22

(21)申请号 201380054248.X

(22)申请日 2013.08.20

(65)同一申请的已公布的文献号
申请公布号 CN 104756205 A

(43)申请公布日 2015.07.01

(30)优先权数据
2012-234723 2012.10.24 JP

(85)PCT国际申请进入国家阶段日
2015.04.16

(86)PCT国际申请的申请数据
PCT/JP2013/072194 2013.08.20

(87)PCT国际申请的公布数据
W02014/064994 JA 2014.05.01

(73)专利权人 住友重机械工业株式会社
地址 日本东京都

(72)发明人 三上行雄

(74)专利代理机构 永新专利商标代理有限公司
72002

代理人 徐殿军

(51)Int.Cl.

H01F 6/02(2006.01)

H01F 6/00(2006.01)

H01F 6/06(2006.01)

(56)对比文件

WO 2006/115126 A1, 2006.11.02, 参见说明书第0021段至第0024段及图1-3.

CN 101221228 A, 2008.07.16, 说明书第3页倒数第3段至第4页倒数第3段及图2.

JP 特开2000-277322 A, 2000.10.06, 说明书第0095段至第0103段、第0118段至第0127段至第0138段及图1-2、6-7.

JP 特开平10-106829 A, 1998.04.24, 说明书第0054段、第0083段及图4、19.

CN 102610351 A, 2012.07.25, 全文.

US 2012/0014030 A1, 2012.01.19, 全文.

JP 特开2007-234689 A, 2007.09.13, 全文.

JP 特开平8-102414 A, 1996.04.16, 全文.

审查员 胡晓英

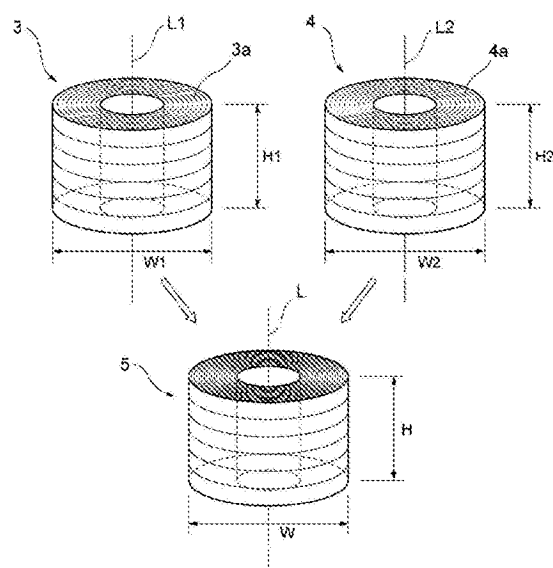
权利要求书1页 说明书5页 附图7页

(54)发明名称

超导线圈的失超检测装置

(57)摘要

本发明提供一种超导线圈的失超检测装置。本发明的一方面的超导线圈的失超检测装置具备串联连接的第1超导线圈和第2超导线圈。第1超导线圈和第2超导线圈呈相同的形状。第1超导线圈的第1轴线和第2超导线圈的第2轴线配置于相同的位置及相同的方向,并且在该方向上的第1超导线圈的位置和第2超导线圈的位置相同。第1超导线圈的绕组的长度和第2超导线圈的绕组的长度相同。



1. 一种超导线圈的失超检测装置,其中,
该装置具备串联连接的第1超导线圈和第2超导线圈,
所述第1超导线圈和所述第2超导线圈呈相同的形状,
所述第1超导线圈的第1轴线和所述第2超导线圈的第2轴线配置于相同的位置及相同的方向,并且在所述方向上的所述第1超导线圈的位置和所述第2超导线圈的位置相同,
所述第1超导线圈的绕组的长度和所述第2超导线圈的绕组的长度相同,
在所述第1超导线圈与所述第2超导线圈之间设有中间抽头,
并且,具有检测器,测量第1超导线圈的第1电压和第2超导线圈的第2电压,并基于第1电压和第2电压的偏差和存储的阈值来判断失超是否发生。
2. 根据权利要求1所述的超导线圈的失超检测装置,其中,
所述第1超导线圈的绕组和所述第2超导线圈的绕组相邻。
3. 根据权利要求2所述的超导线圈的失超检测装置,其中,
所述第1超导线圈的绕组和所述第2超导线圈的绕组被共同卷绕。
4. 根据权利要求3所述的超导线圈的失超检测装置,其中,
所述第1超导线圈的绕组和所述第2超导线圈的绕组呈扁平状,且相互重合。
5. 根据权利要求4所述的超导线圈的失超检测装置,其中,
所述第1超导线圈的绕组和所述第2超导线圈的绕组在径向上的位置在中途被调换。
6. 根据权利要求3所述的超导线圈的失超检测装置,其中,
所述第1超导线圈的绕组和所述第2超导线圈的绕组的截面呈圆形状,且相互绞合。
7. 根据权利要求2所述的超导线圈的失超检测装置,其中,
所述第1超导线圈的绕组和所述第2超导线圈的绕组通过多个扁平线圈在所述方向上交替层叠而成。

超导线圈的失超检测装置

技术领域

[0001] 本发明涉及一种超导线圈的失超检测装置。

背景技术

[0002] 以往,作为超导线圈的失超检测装置,例如已知有专利文献1所记载的装置。该装置的超导线圈由串联连接的第1超导线圈和第2超导线圈构成。第1超导线圈和第2超导线圈通过超导线圈的中点即线圈整体的中点连接。并且,通过测定第1超导线圈的端子之间的电压和第2超导线圈的端子之间的电压并求出这些测定值的偏差,来检测伴随失超而产生的微小电压。

[0003] 以往技术文献

[0004] 专利文献

[0005] 专利文献1:日本特开平9-84252号公报

发明内容

[0006] 发明要解决的技术课题

[0007] 然而,在上述现有的装置中,若在超导线圈的附近具有铁等磁性体,则该磁性体有可能成为干扰的主要原因。当超导线圈的端子之间的电压因磁性体的存在而受到影响时,即使在未发生失超的状态下,第1超导线圈的端子之间的电压和第2超导线圈的端子之间的电压也不会被消除(偏差不会成为零),导致电压残留。其结果,能够检测失超的电压的偏差的下限值变大,导致失超的检测灵敏度恶化。

[0008] 因失超的检测灵敏度的恶化,失超的检测被延迟,超导线圈的烧损风险增高。如此,以往难以以高灵敏度检测失超。

[0009] 本发明的目的在于提供一种能够以高灵敏度检测失超的超导线圈的失超检测装置。

[0010] 用于解决技术课题的手段

[0011] 本发明的一方面的超导线圈的失超检测装置具备串联连接的第1超导线圈和第2超导线圈,第1超导线圈和第2超导线圈呈相同的形状,第1超导线圈的第1轴线和第2超导线圈的第2轴线配置于相同的位置及相同的方向,并且在该方向上的第1超导线圈的位置和第2超导线圈的位置相同,第1超导线圈的绕组的长度和第2超导线圈的绕组的长度相同。

[0012] 在该超导线圈的失超检测装置中,第1超导线圈和第2超导线圈呈相同的形状。另外,第1超导线圈的第1轴线和第2超导线圈的第2轴线配置于相同的位置及相同的方向,并且在该方向上的第1超导线圈的位置和第2超导线圈的位置相同。如此,第1超导线圈和第2超导线圈的几何形状相同,且各自的轴线及位置一致。另外,第1超导线圈的绕组的长度和第2超导线圈的绕组的长度相同。由此,在第1超导线圈及第2超导线圈的附近存在磁性体时,磁性体对第1超导线圈及第2超导线圈带来的影响也会大致相同。由此,在第1超导线圈的端子之间的电压与第2超导线圈的端子之间的电压的偏差下,由磁性体引起的干扰的影

响大致被抵消。因此,能够检测失超的电压的偏差的下限值变小,能够以高灵敏度检测失超。

[0013] 并且,在第1超导线圈与第2超导线圈之间可以设有中间抽头。根据该结构,能够以简单的结构测定第1超导线圈的端子之间的电压与第2超导线圈的端子之间的电压的偏差。

[0014] 并且,第1超导线圈的绕组和第2超导线圈的绕组可以相邻。根据该结构,磁性体对第1超导线圈及第2超导线圈带来的影响保持更良好的一致性。由此,能够以高精度度抵消干扰的影响,从而能够进一步降低检测失超的电压的偏差的下限值。

[0015] 并且,第1超导线圈的绕组和第2超导线圈的绕组可以被共同卷绕。能够通过简单的制造方法,以高灵敏度检测失超。

[0016] 并且,第1超导线圈的绕组和第2超导线圈的绕组可以呈扁平状,且可以相互重合。

[0017] 并且,第1超导线圈的绕组和第2超导线圈的绕组在径向上的位置可以在中途被调换。

[0018] 并且,第1超导线圈的绕组和第2超导线圈的绕组的截面可以呈圆形状,且可以相互绞合。

[0019] 并且,第1超导线圈的绕组和第2超导线圈的绕组可以通过将多个扁平 (pancake) 线圈在超导线圈的轴线方向上交替层叠而成。

[0020] 发明效果

[0021] 根据本发明的一方面,能够以高灵敏度检测失超。

附图说明

[0022] 图1是表示本发明所涉及的失超检测装置的一实施方式的结构的电路图。

[0023] 图2是表示图1中的超导线圈中的绕组的配置关系的图。

[0024] 图3是第1超导线圈、第2超导线圈、超导线圈中的几何形状等的说明图。

[0025] 图4是表示高温超导和低温超导时的电压特性的图。

[0026] 图5 (a) 是表示第2实施方式的超导线圈中的绕组的配置关系的图,图5 (b) 是表示第3实施方式的超导线圈中的绕组的配置关系的图。

[0027] 图6是表示第4实施方式的超导线圈中的绕组的配置关系的图。

[0028] 图7 (a) 及图7 (b) 分别是表示现有的绕组的配置关系的图。

具体实施方式

[0029] 以下,参考附图对本发明的实施方式进行说明。另外,在附图说明中,对于相同要件标注相同符号,并省略重复说明。

[0030] 参考图1~图3对第1实施方式的失超检测装置1进行说明。首先,参考图1对失超检测装置1的电路结构进行说明。失超检测装置1具备输出直流电压的直流电源2、及与直流电源2连接的第1超导线圈3及第2超导线圈4。第1超导线圈3和第2超导线圈4串联连接。第1超导线圈3和第2超导线圈4例如为由包含钇的铜氧化物等高温超导导体构成的高温超导线圈。超导线圈5由第1超导线圈3及第2超导线圈4构成。超导线圈5搭载于超导磁铁装置,主要用作电磁铁。

[0031] 在第1超导线圈3的一侧的端子6上连接有电压抽头16。在第1超导线圈3与第2超导

线圈4的中间的端子7上连接有电压抽头(中间抽头)17。在第2超导线圈4的另一侧的端子上连接有电压抽头18。

[0032] 失超检测装置1具备用于检测超导线圈5中的失超的检测器10。检测器10具有与电压抽头16连接的输入端子11、与电压抽头17连接的输入端子12、及与电压抽头18连接的输入端子13。检测器10测定第1超导线圈3的端子6、7之间的第1电压 V_a 。检测器10测定第2超导线圈4的端子7、8之间的第2电压 V_b 。检测器10存储用于判定失超的发生的阈值 V_{TH} 。检测器10根据第1电压 V_a 与第2电压 V_b 的偏差来判定有无发生失超。

[0033] 更详细而言,在满足下述公式(1)时,检测器10判定为超导线圈5发生了失超。

[0034] $|V_a - V_b| > V_{TH} \cdots \cdots (1)$

[0035] 如图2所示,在第1超导线圈3及第2超导线圈4中使用的绕组3a、4a呈扁平状。换言之,绕组3a、4a由薄片状的超导导体构成。绕组3a和绕组4a以其厚度方向与轴线L正交的状态相互重合。即,绕组3a和绕组4a以在径向上相邻的状态被共同卷绕。

[0036] 如图3所示,在将共同卷绕的绕组3a和绕组4a在概念上分离来考虑时,由绕组3a形成的第1超导线圈3和由绕组4a形成的第2超导线圈4呈相同的形状。即,第1超导线圈3的直径 W_1 和第2超导线圈4的直径 W_2 相同,且直径 W_1 和直径 W_2 分别与由第1超导线圈3和第2超导线圈4形成的超导线圈5的直径 W 相同。第1超导线圈3的高度 H_1 和第2超导线圈4的高度 H_2 相同,且直径 H_1 和直径 H_2 分别与由第1超导线圈3和第2超导线圈4形成的超导线圈5的高度 H 相同。

[0037] 另外,第1超导线圈3的第1轴线 L_1 和第2超导线圈4的第2轴线 L_2 配置于相同的位置及相同的方向。即,第1轴线 L_1 和第2轴线 L_2 的位置及方向一致。第1轴线 L_1 和第2轴线 L_2 与由第1超导线圈3和第2超导线圈4形成的超导线圈5的轴线 L 一致。轴线 L 方向上的第1超导线圈3的位置和第2超导线圈4的位置相同。换言之,由第1超导线圈3形成的外形(或区域)和由第2超导线圈4形成的外形(或区域)相同,且这些超导线圈3、4在空间上一致。

[0038] 第1超导线圈3的绕组3a的长度和第2超导线圈4的绕组4a的长度相同。换言之,图1所示的端子6至端子7的绕组3a的长度和端子7至端子8的绕组4a的长度相同。第1超导线圈3和第2超导线圈4具有相同的电感。在超导线圈5中,绕组3a的占空系数和绕组4a的占空系数相同。

[0039] 根据超导线圈5的失超检测装置1,第1超导线圈3和第2超导线圈4的几何形状相同,且各自的轴线 L_1 、 L_2 及位置一致。另外,第1超导线圈3的绕组3a的长度和第2超导线圈4的绕组4a的长度相同。由此,即使在第1超导线圈3、及第2超导线圈4的附近存在磁性体时,磁性体对第1超导线圈3及第2超导线圈4带来的影响也会大致相同。由此,在第1超导线圈3的端子6、7之间的电压 V_a 与第2超导线圈4的端子7、8之间的电压 V_b 的偏差下,由磁性体引起的干扰的影响大致被抵消。因此,检测失超的电压的偏差的下限值 V_{TH} 变小,能够以高灵敏度检测失超。其结果,能够迅速检测失超,从而能够降低线圈的超导线圈的烧损风险。

[0040] 一般,在高温超导线圈中,与低温超导线圈相比,电压的变化难以呈现。如图4所示,在导体中使用铌钛等的低温超导线圈中,电压值随着电流的增加而急剧上升。另一方面,在高温超导线圈中,即使电流增加,电压的变化也较缓和,电压值只是逐渐增加的程度。在这种高温超导线圈中,若检测失超的电压的偏差的下限值较大,则在检测到失超时,失超部位的温度变得非常高,绕组有可能烧断。

[0041] 例如,如图7(a)所示,在具有外周侧线圈103和内周侧线圈104的现有的超导线圈100中,当在周围存在铁等强磁性体50时,即使线圈103、104具有相同的电感,外周侧线圈103因强磁性体50而受到的影响和内周侧线圈104因强磁性体50而受到的影响也会不同。这是因为外周侧线圈103和内周侧线圈104的几何形状及位置不同。并且,如图7(b)所示,在具有上级线圈203和下级线圈204的现有的超导线圈200中,当在周围存在铁等强磁性体50时,即使线圈203、204具有相同的电感,上级线圈203因强磁性体50而受到的影响和下级线圈204因强磁性体50而受到的影响也会不同。这是因为即使上级线圈203和下级线圈204的几何形状相同,相对于强磁性体50的相对位置关系也会不同。

[0042] 由此,在现有的超导线圈100或超导线圈200中,由强磁性体50引起的干扰的影响较大,“ $V_a - V_b$ ”的绝对值不会成为零,显示出恒定的值。由此,必须增大检测失超的电压的偏差的下限值,失超的检测灵敏度变差。

[0043] 根据失超检测装置1,即使为高温超导线圈时,也能够减小由强磁性体50引起的干扰的影响,从而可以提高失超的检测灵敏度。

[0044] 并且,由于在第1超导线圈3与第2超导线圈4之间设有中间抽头17,因此能够以简单的结构测定第1超导线圈3的端子6、7之间的电压 V_a 与第2超导线圈4的端子7、8之间的电压 V_b 的偏差。

[0045] 并且,由于第1超导线圈3的绕组3a和第2超导线圈4的绕组4a相邻,因此磁性体对第1超导线圈3及第2超导线圈4带来的影响保持更良好的一致性。由此,能够以高精度度抵消干扰的影响,从而能够进一步减小检测失超的电压的偏差的下限值 V_{TH} 。

[0046] 并且,由于第1超导线圈3的绕组3a和第2超导线圈4的绕组4a被共同卷绕,因此能够通过简单的制造方法,以高灵敏度检测失超。

[0047] 接着,参考图5及图6对超导线圈的另一实施方式进行说明。

[0048] 如图5(a)所示,第2实施方式的超导线圈5A与第1实施方式的超导线圈5的不同点在于,第1超导线圈3的绕组3a和第2超导线圈4的绕组4a在径向上的位置在中途被调换。即,第1超导线圈3的绕组3a和第2超导线圈4的绕组4a以相互重合的状态,在规定的点P处180度扭转。通过这种超导线圈5A,也可以发挥与超导线圈5相同的作用和效果。并且,在共同卷绕的绕组3a和绕组4a中,能够避免内周侧的绕组的长度变得短于外周侧的绕组的长度,因此容易使绕组3a和绕组4a的长度一致。规定的点P可以设置于1处,也可以设置于多处。

[0049] 如图5(b)所示,第3实施方式的超导线圈5B与第1实施方式的超导线圈5的不同点在于,使用截面呈圆形状的第1超导线圈3的绕组13a及第2超导线圈4的绕组14a来代替扁平状的绕组3a、4a,并将这些绕组13a、14a相互绞合。通过这种超导线圈5B,也可以发挥与超导线圈5相同的作用和效果。

[0050] 如图6所示,第4实施方式的超导线圈5C与第1实施方式的超导线圈5的不同点在于,使用由多个扁平线圈23a、24a构成的第1超导线圈23及第2超导线圈24来代替共同卷绕的扁平状的绕组3a、4a,并在轴线L方向上交替层叠这些扁平线圈23a、24a。在第1超导线圈23和第2超导线圈24中,扁平线圈23a的绕组和扁平线圈24a的绕组也在轴线L方向上相邻。通过这种超导线圈5C,也可以发挥与超导线圈5相同的作用和效果。

[0051] 以上,对本发明的实施方式进行了说明,但本发明并不限于上述实施方式。例如,在上述实施方式中,对第1超导线圈3及第2超导线圈4为高温超导线圈的情况进行了说明,

但也可以是低温超导线圈。构成第1超导线圈3及第2超导线圈4的绕组的形状也可以与上述各实施方式不同。并不限于第1超导线圈3的绕组3a和第2超导线圈4的绕组4a被共同卷绕的情况,只要在同一区域内成为相同的占空系数,则也可以不进行共同卷绕。

[0052] 产业上的可利用性

[0053] 根据本发明的一方面,能够以高灵敏度检测失超。

[0054] 符号说明

[0055] 1-失超检测装置,3-第1超导线圈,3a-绕组,4-第2超导线圈,4a-绕组,5-超导线圈,L1-第1轴线,L2-第2轴线。

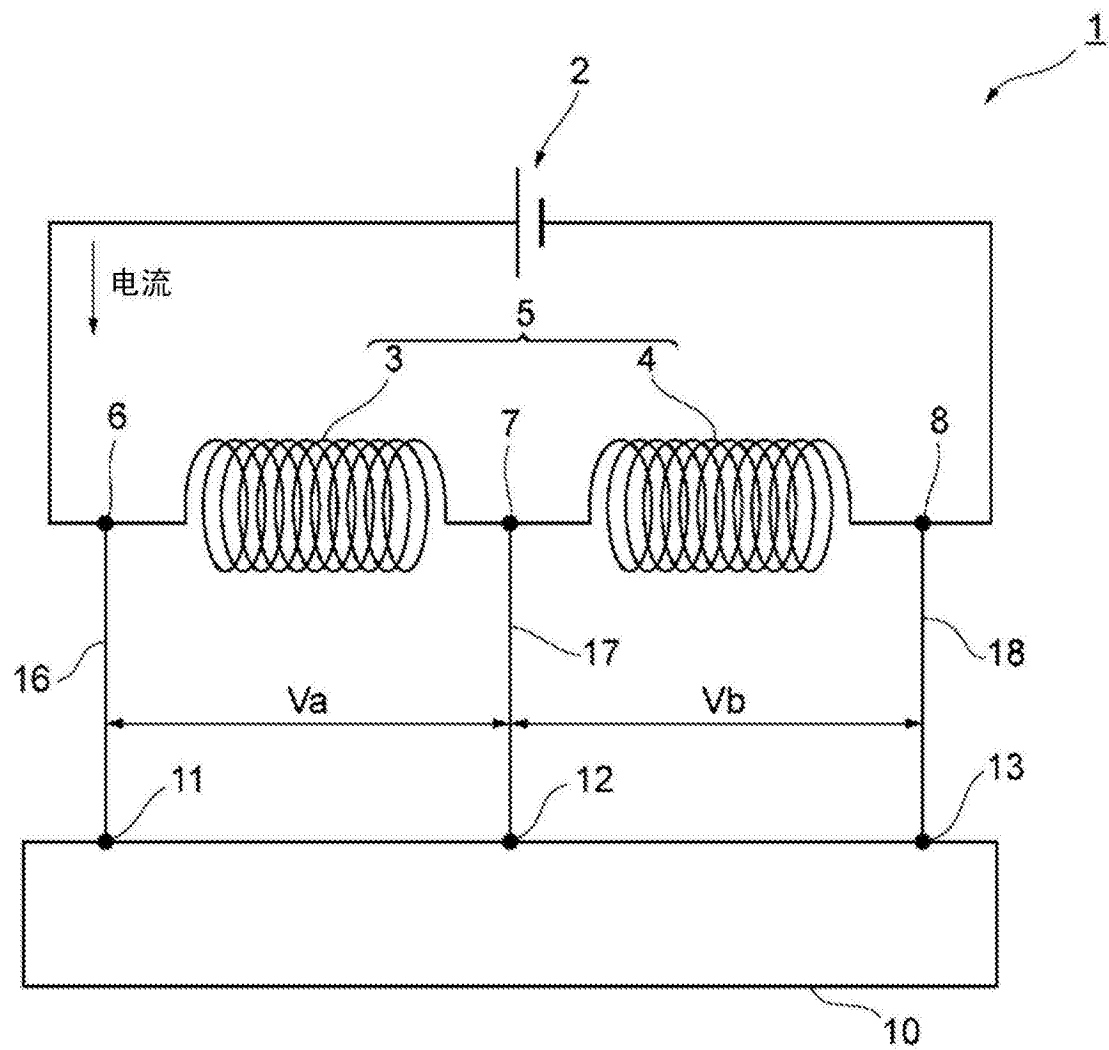


图1

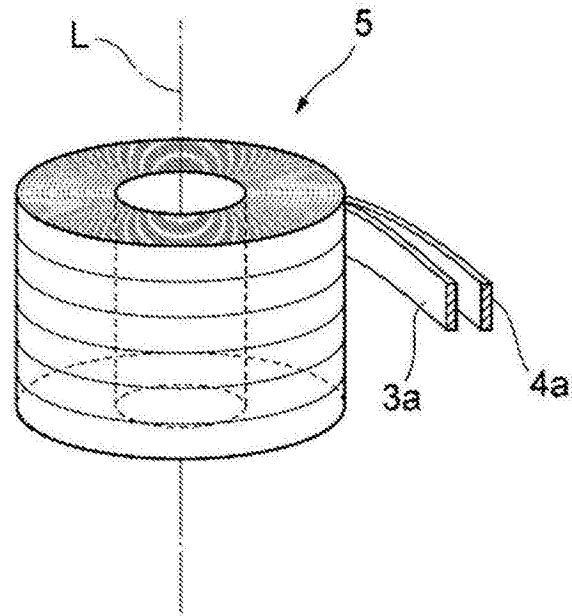


图2

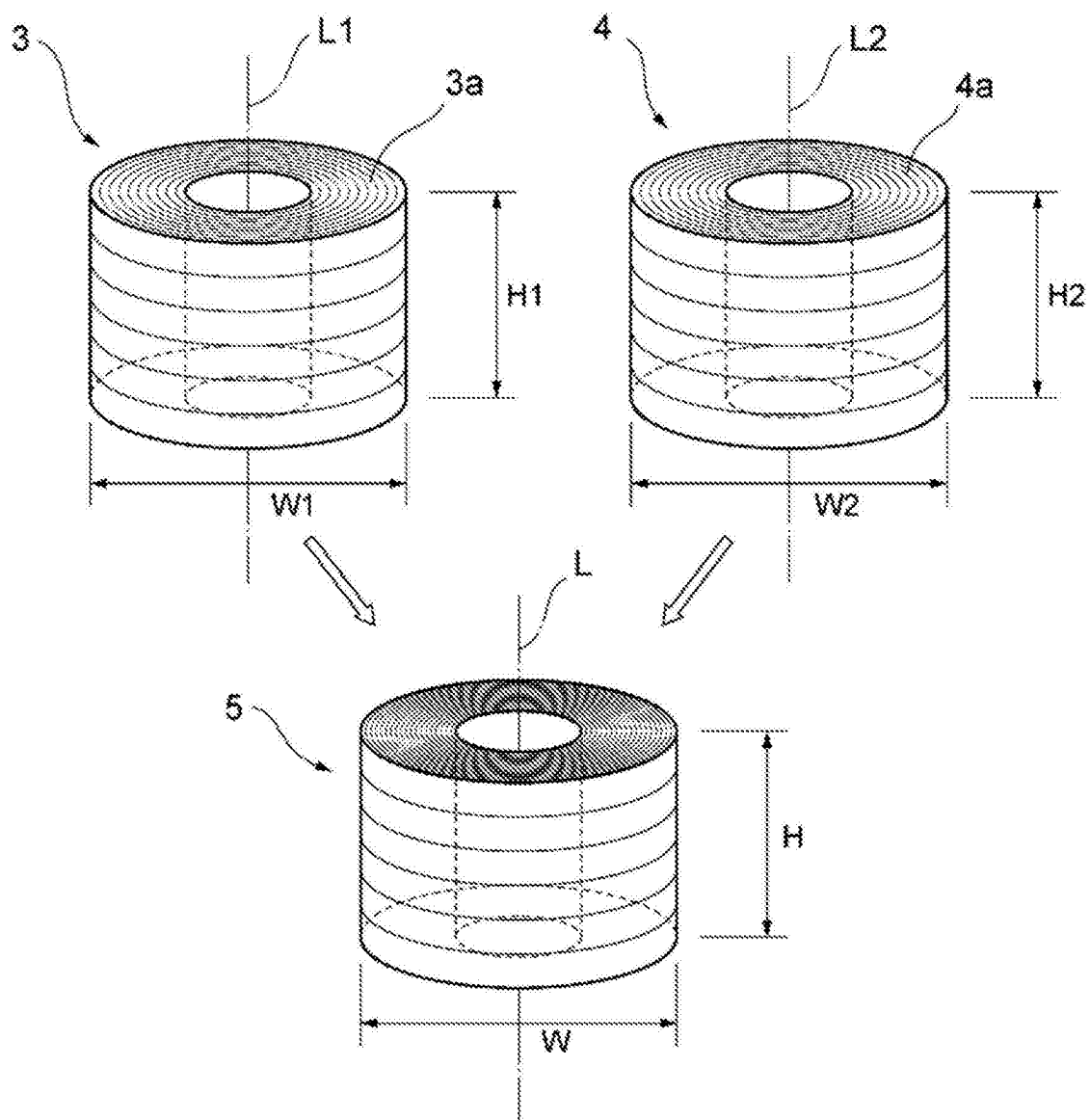


图3

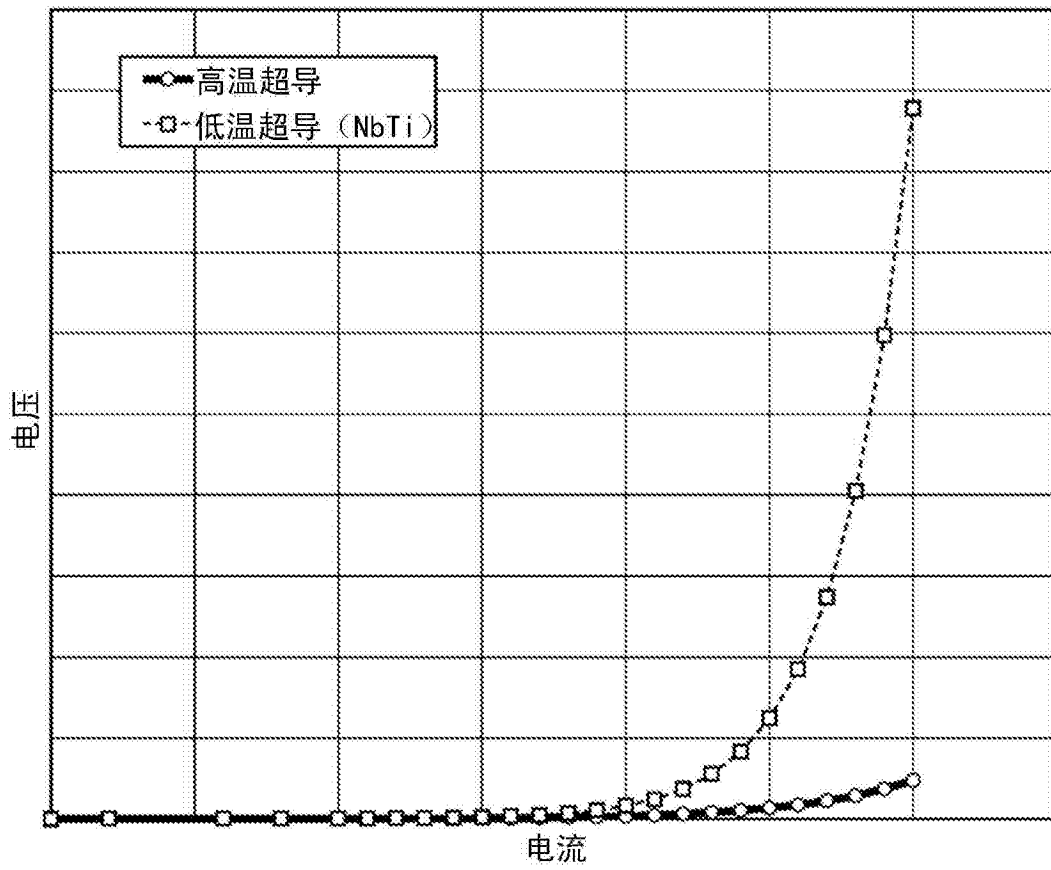


图4

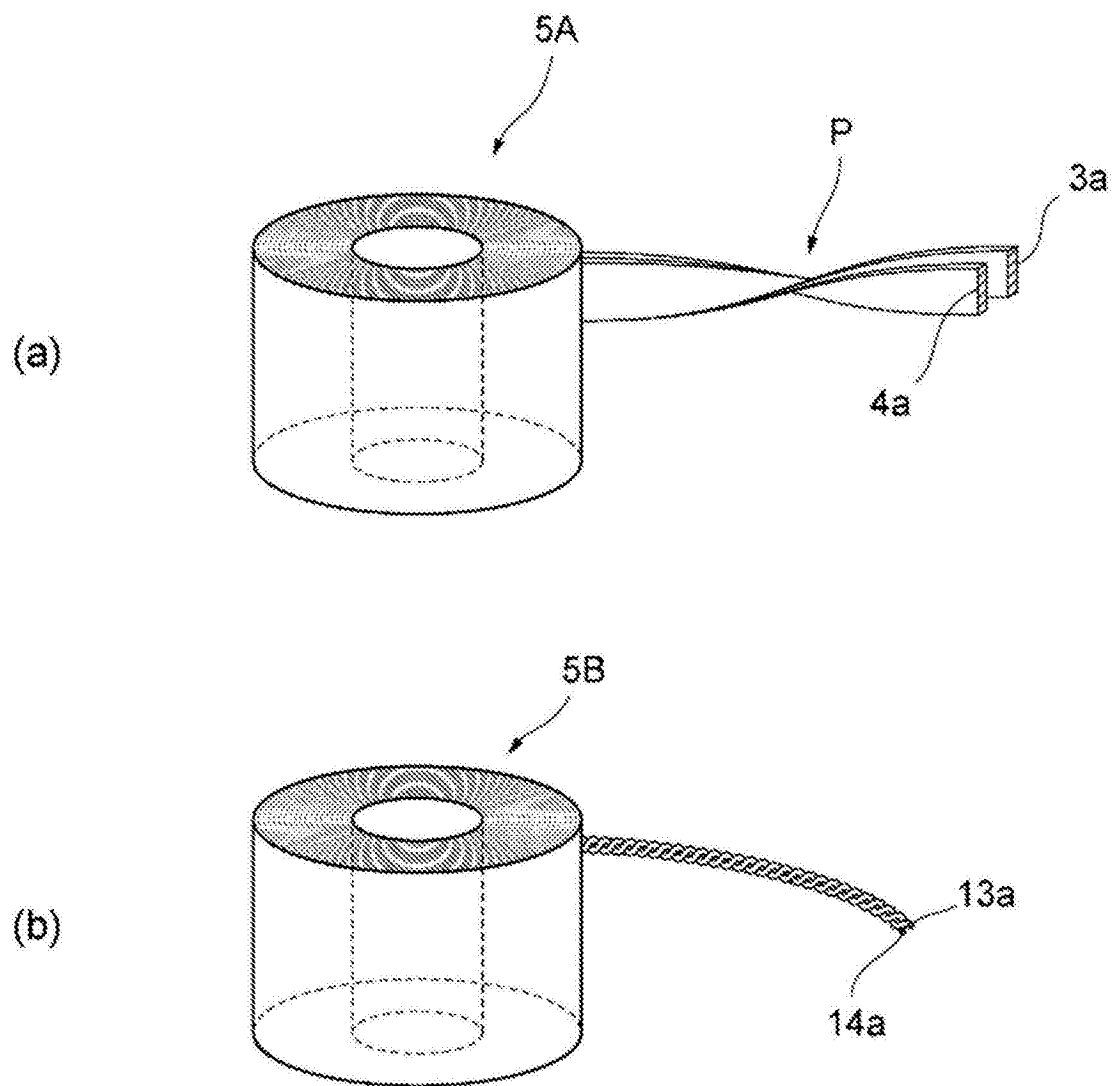


图5

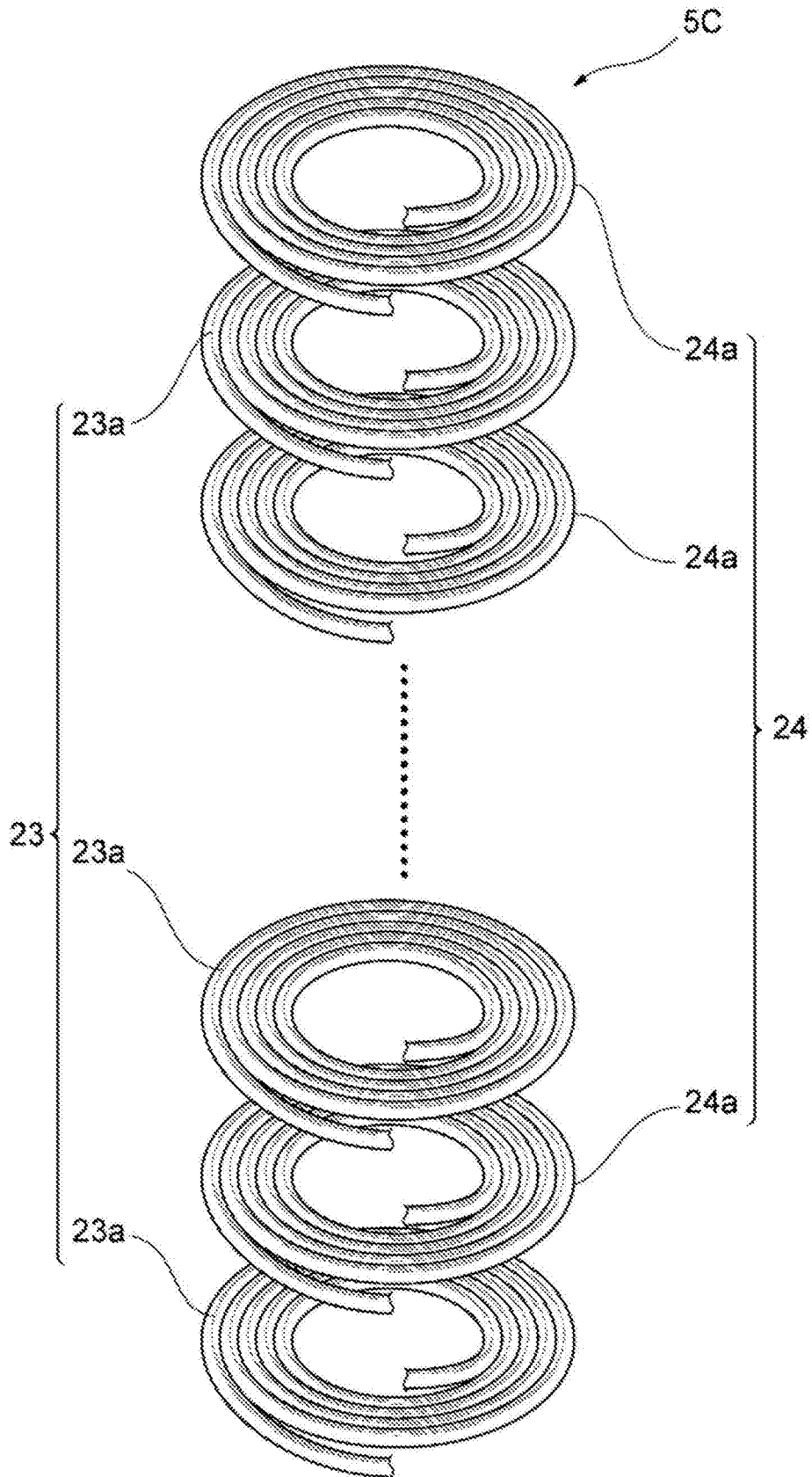


图6

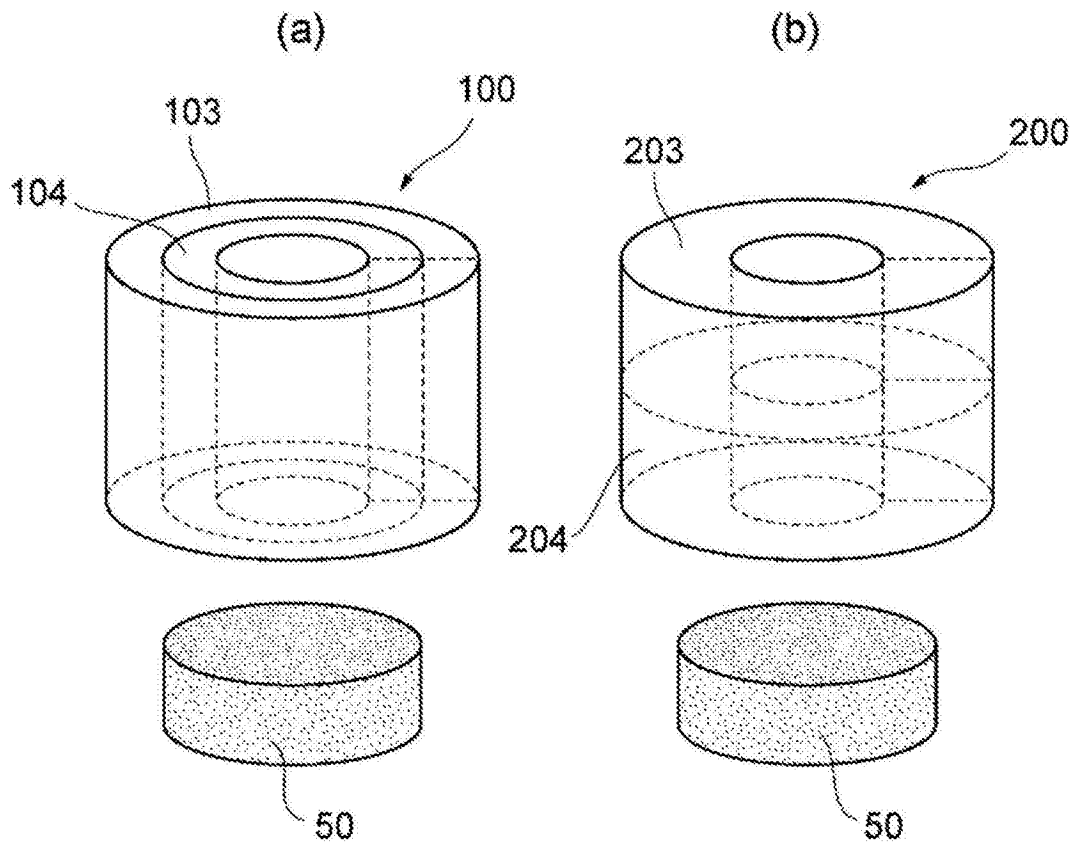


图7