



(12) 发明专利申请

(10) 申请公布号 CN 105590733 A

(43) 申请公布日 2016. 05. 18

(21) 申请号 201510684651. 1

(22) 申请日 2015. 10. 20

(30) 优先权数据

2014-227795 2014. 11. 10 JP

(71) 申请人 株式会社村田制作所

地址 日本京都府

(72) 发明人 乾真规

(74) 专利代理机构 北京集佳知识产权代理有限公司

公司 11227

代理人 舒艳君 李洋

(51) Int. Cl.

H01F 27/28(2006. 01)

H01F 27/29(2006. 01)

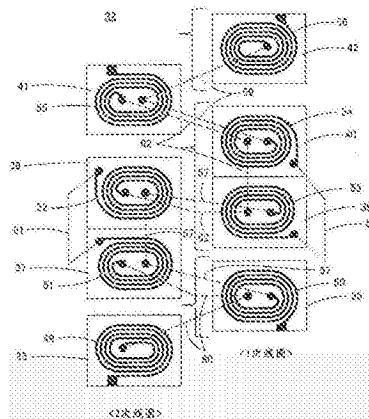
权利要求书1页 说明书13页 附图7页

(54) 发明名称

共模扼流圈

(57) 摘要

本发明提供一种耐压可靠性高、具备层叠型线圈的共模扼流圈。用于2次线圈的线圈导体(51、52)以及线圈导体(55)被层叠成分别夹在用于1次线圈的线圈导体中的通过内周侧通孔导体(57)相互连接的2个线圈导体(50、53)以及通过内周侧通孔导体(59)相互连接的2个线圈导体(54、56)之间。另外,在1次线圈中,外周侧通孔导体(58)被设置成仅贯通一个绝缘层(40),由此,外周侧通孔导体的轴线方向上的长度变短。其结果是,能够减小烧成时的外周侧通孔导体带来的导体材料的扩散量,并且能够抑制冲压时的外周侧通孔导体导致的绝缘层的厚度减少。



1. 一种共模扼流圈,其中,

所述共模扼流圈具备:

层叠体,其具有配备被层叠的多个绝缘层而成的层叠构造;

第一以及第二线圈,被设置于所述层叠体的内部;以及

第一~第四外部端子电极,被设置于所述层叠体的外表面上,

所述第一以及第二外部端子电极分别与所述第一线圈的一端以及另一端电连接,

所述第三以及第四外部端子电极分别与所述第二线圈的一端以及另一端电连接,

所述第一以及第二线圈都包括:分别沿所述绝缘层间的多个界面延伸且具有位于所述绝缘层的比较中央附近的内周侧端部和位于比较外周附近的外周侧端部的螺旋状的多个线圈导体;以及将在层叠方向上相邻的所述线圈导体的各所述内周侧端部间相互连接的内周侧通孔导体,

所述第一线圈还包括将在层叠方向上相邻的所述线圈导体的各所述外周侧端部间相互连接的外周侧通孔导体,在该第一线圈中,多个所述线圈导体交替地经由所述内周侧通孔导体和所述外周侧通孔导体来串联连接,

用于所述第二线圈的所述线圈导体包括被层叠成夹在用于所述第一线圈的所述线圈导体中的由所述内周侧通孔导体相互连接的2个线圈导体之间的线圈导体,

在所述第一线圈中,所述外周侧通孔导体被设置成仅贯通一个所述绝缘层。

2. 根据权利要求1所述的共模扼流圈,其中,

所述第二线圈还包括将在层叠方向上相邻的所述线圈导体的各所述外周侧端部间相互连接的外周侧通孔导体,在该第二线圈中,多个所述线圈导体交替地经由所述内周侧通孔导体和所述外周侧通孔导体来串联连接,

用于所述第一线圈的所述线圈导体包括被层叠成夹在用于所述第二线圈的所述线圈导体中的由所述内周侧通孔导体相互连接的2个线圈导体之间的线圈导体,

在所述第二线圈中,所述外周侧通孔导体被设置成仅贯通一个所述绝缘层。

3. 根据权利要求1或2所述的共模扼流圈,其中,

所述第一线圈的形态与所述第二线圈的形态关于层叠方向对称。

## 共模扼流圈

### 技术领域

[0001] 本发明涉及共模扼流圈,尤其是涉及具备层叠型的线圈的共模扼流圈。

### 背景技术

[0002] 具备层叠型的线圈的共模扼流圈具备层叠体,该层叠体具有配备被层叠的多个绝缘层而成的层叠构造,在层叠体的内部设置有线圈。线圈具备螺旋状的多个线圈导体。多个线圈导体分别具有位于绝缘层的比较中央附近的内周侧端部和位于比较外周附近的外周侧端部,在内周侧端部连接有内周侧通孔导体,在外周侧端部连接有外周侧通孔导体。而且,为了作出在线圈中为彼此相反的卷绕方向的部分,因而以内周侧端部彼此通过内周侧通孔导体连接,接着外周侧端部彼此通过外周侧通孔导体连接的方式,多个线圈导体交替地经由内周侧通孔导体和外周侧通孔导体进行串联连接。

[0003] 对本发明来说感兴趣的共模扼流圈记载在例如日本特开 2003 - 68528 号公报(专利文献 1)以及日本特开 2001 - 44033 号公报(专利文献 2)中。

[0004] 专利文献 1 以及 2 中记载有:在绝缘层上形成螺旋状的线圈导体,将该绝缘层层叠多个,经由通孔导体将多个线圈导体串联连接而形成 1 次线圈,另一方面,在绝缘层上形成螺旋状的线圈导体,将该绝缘层层叠多个,经由通孔导体将多个线圈导体串联连接而形成 2 次线圈。

[0005] 特别是专利文献 1 所记载的共模扼流圈具有将仅层叠了 1 次线圈用的多个绝缘层的部分和仅层叠了 2 次线圈用的多个绝缘层的部分相互分离地配置的构造。

[0006] 另一方面,专利文献 2 所记载的共模扼流圈具有将 1 次线圈用的绝缘层和 2 次线圈用的绝缘层交替地层叠的构造,即,将 1 次线圈用的线圈导体和 2 次线圈用的线圈导体交替地层叠的构造。

[0007] 专利文献 1:日本特开 2003 - 68528 号公报

[0008] 专利文献 2:日本特开 2001 - 44033 号公报

[0009] 在专利文献 1 所记载的共模扼流圈中,1 次线圈与 2 次线圈相互分离地设置,所以 1 次线圈与 2 次线圈之间的耦合弱,由此,存在难以得到所希望的特性这样的问题。

[0010] 与此相对,根据专利文献 2 所记载的共模扼流圈,具有将 1 次线圈用的线圈导体与 2 次线圈用的线圈导体交替地层叠的构造,所以能够在 1 次线圈与 2 次线圈之间得到比较强的耦合。但是,在采用这种交替层叠构造的情况下,对一方的线圈用的线圈导体间进行连接的通孔导体必须贯通给予另一方的线圈用的线圈导体延伸的界面的 2 个绝缘层,这有时会引入以下那样的问题。

[0011] 图 7 中,采用了交替层叠构造的共模扼流圈的一部分,即第一线圈用的相邻的 2 个线圈导体 1 以及 2 和将这些相互连接的通孔导体 3 所处的部分与几个绝缘层 4 ~ 8 以及第二线圈用的线圈导体 9 一起被以剖视图表示。此外,在图 7 中虽未图示,但第二线圈用的线圈导体至少沿绝缘层 5 以及 6 间的界面延伸。

[0012] 如图 7 所示,在绝缘层 5 ~ 7 间的界面位置,通孔焊盘 3a 被形成为在通孔导体 3

的周围扩散。通孔焊盘 3a 与用于通孔导体 3 的导电性膏的给予同时地形成,即使产生绝缘层 4~7 的层叠偏差,也有助于提高通孔导体 3 与线圈导体 1 以及 2 的连接的可靠性,并且有助于提高通孔导体 3 的绝缘层 5~7 间的界面上的连接的可靠性。因此,通孔焊盘 3a 与线圈导体 1 以及 2 的各厚度相比,通常存在变较厚的趋势。

[0013] 在采用了交替层叠构造的情况下,将线圈导体 1 以及 2 相互连接的通孔导体 3 如上所述那样被设置成贯通 2 个绝缘层 5 以及 6。其结果是,3 个通孔焊盘 3a 在层叠方向上重叠。因此,与通孔导体仅贯通一个绝缘层的情况相比,通孔导体 3 的轴线方向上的长度变得较长,因此,在通孔导体 3 附近,被通孔导体 3 以及通孔焊盘 3a 给予的导体材料存在较多。

[0014] 在绝缘层 4~8 例如由玻璃陶瓷构成的情况下,在共模扼流圈的制造过程中实施烧成工序。在烧成工序中,通孔导体 3 以及通孔焊盘 3a 的导体材料通常扩散到由绝缘层 4~8 给予的绝缘材料。如上所述,与通孔导体仅贯通一个绝缘层的情况相比,图 7 所示的构造中存在较多导体材料,所以对导体材料的扩散量来说,图 7 所示的构造中增多。

[0015] 另外,在共模扼流圈的制造的过程中,在烧成前的阶段,为了使层叠状态变得更密,所以实施对绝缘层 4~8 在层叠方向上进行冲压的工序。在冲压工序中,与绝缘层 4~8 给予的绝缘材料相比,通孔导体 3 以及通孔焊盘 3a 给予的导体材料具有难以产生因冲压导致的压缩变形的性质。由此,例如绝缘层 7 在通孔导体 3 以及通孔焊盘 3a 所处的部分被大幅压碎,绝缘层 7 的该部分处的厚度 T 与绝缘层 7 本来的厚度相比会变得相当薄。在绝缘层 4 中,也会产生同样的厚度减少。

[0016] 上述那样的导体材料的扩散、绝缘层 4 以及 7 的厚度减少成为导致共模扼流圈的耐压可靠性的降低的原因。在与通孔导体 3 以及通孔焊盘 3a 之间能够产生电位差的导体、例如第二线圈用的线圈导体 9 形成为在绝缘层 7 的图 7 的上面侧且位于通孔导体 3 的轴线的延长线上的情况下,担心该线圈导体 9 与通孔焊盘 3a 之间的耐压可靠性。另外,专门从导体材料的扩散的观点出发,在与通孔导体 3 以及通孔焊盘 3a 之间能够产生电位差的外部端子电极(未图示。)位于通孔导体 3 或者通孔焊盘 3a 的附近的情况下,也会遇到耐压可靠性的问题。

[0017] 图 7 所示的通孔导体 3 有可能是将线圈导体 1 以及 2 的内周侧端部间相互连接的内周侧通孔导体的情况,以及是将线圈导体 1 以及 2 的外周侧端部间相互连接的外周侧通孔导体的情况。更难以避免上述的耐压可靠性的问题的是在通孔导体 3 尤其为外周侧通孔导体的情况下。以下,对于其理由进行说明。

[0018] 在构成共模扼流圈的层叠体时,假设图 8 所示的绝缘层 11~15 从下开始依次被层叠。

[0019] 在绝缘层 11 上形成有用于 1 次线圈的螺旋状的线圈导体 16,在绝缘层 12 上形成有用于 2 次线圈的螺旋状的线圈导体 17,在绝缘层 13 上形成有用于 1 次线圈的螺旋状的线圈导体 18,在绝缘层 14 上形成有用于 2 次线圈的螺旋状的线圈导体 19,在绝缘层 15 上形成有用于 1 次线圈的螺旋状的线圈导体 20。

[0020] 在图 8 中,绝缘层 11 上的线圈导体 16 的内周侧端部与绝缘层 13 上的线圈导体 18 的内周侧端部如虚线所示那样通过内周侧通孔导体 21 相互连接。另外,绝缘层 13 上的线圈导体 18 的外周侧端部与绝缘层 15 上的线圈导体 20 的外周侧端部通过外周侧通孔导体 22 相互连接。另一方面,绝缘层 12 上的线圈导体 17 的外周侧端部与绝缘层 14 上的线圈

导体 19 的外周侧端部通过外周侧通孔导体 23 相互连接。上述的内周侧通孔导体 21 贯通 2 个绝缘层 12 以及 13, 外周侧通孔导体 22 贯通 2 个绝缘层 14 以及 15, 外周侧通孔导体 23 贯通 2 个绝缘层 13 以及 14。

[0021] 上述那样的连接在未图示的线圈导体中也被实现。例如, 绝缘层 12 上的线圈导体 17 的内周侧端部与层叠在绝缘层 11 之下的绝缘层上的线圈导体的内周侧端部通过内周侧通孔导体 24 连接, 绝缘层 14 上的线圈导体 19 的内周侧端部与层叠在绝缘层 15 上的绝缘层上的线圈导体的内周侧端部通过内周侧通孔导体 25 连接。

[0022] 作为代表, 关注于内周侧通孔导体 21 以及外周侧通孔导体 23。内周侧通孔导体 21 与线圈导体 19 的位置关系和图 7 所示的通孔导体 3 与线圈导体 9 的位置关系相同。另外, 对于外周侧通孔导体 23 与线圈导体 20 或者线圈导体 16 的位置关系, 也和图 7 所示的通孔导体 3 与线圈导体 9 的位置关系相同。由此, 在哪种情况下, 都会遇到上述的耐压可靠性的问题。

[0023] 然而, 对于前者的内周侧通孔导体 21 与线圈导体 19 的位置关系, 使线圈导体 19 不位于内周侧通孔导体 21 的轴线的延长线上比较容易。图 9 示出图 8 所示的绝缘层 13 以及 14。在绝缘层 13 中, 通过将内周侧通孔导体 21 向例如以虚线表示的位置挪动, 从而能够使形成在其上的绝缘层 14 的线圈导体 19 不位于内周侧通孔导体 21 的轴线的延长线上。在绝缘层的中央部有比较大的空闲空间, 所以如上述那样变更内周侧通孔导体的位置比较容易。

[0024] 另一方面, 对于后者的外周侧通孔导体 23 与线圈导体 20 或者线圈导体 16 的位置关系, 使线圈导体 20 或者线圈导体 16 不位于外周侧通孔导体 23 的轴线的延长线上并不容易。图 10 示出图 8 所示的绝缘层 14 以及 15。为了使形成在绝缘层 15 的线圈导体 20 不位于外周侧通孔导体 23 的轴线的延长线上, 在绝缘层 14 中, 必须使外周侧通孔导体 23 向虚线所示的几个位置挪动。但是, 若挪动外周侧通孔导体 23 的位置, 则导致与线圈导体 19 的中间部发生干扰、从绝缘层 14 露出之类的不良情况。即, 在绝缘层 14 的被限定的面积的范围内, 不减少线圈的匝数, 就使线圈导体 20 (或者线圈导体 16) 不位于外周侧通孔导体 23 的轴线的延长线上并不容易。

[0025] 以上, 详述的针对外周侧通孔导体的由导体材料的扩散、绝缘层的厚度减少而带来的耐压可靠性的降低的问题成为使共模扼流圈的线圈形状的设计自由度降低的原因。另外, 若为了耐压可靠性的提高而增加绝缘层的厚度, 则导致阻碍共模扼流圈的小型化的结果。

## 发明内容

[0026] 鉴于此, 本发明的目的在于提供一种能够解决上述那样的问题的共模扼流圈的构造。

[0027] 本发明所涉及的共模扼流圈具备: 具有配备被层叠的多个绝缘层而成的层叠构造的层叠体; 设置于层叠体的内部的第一以及第二线圈; 以及设置于层叠体的外表面上的第一~第四外部端子电极。第一以及第二外部端子电极分别与第一线圈的一端以及另一端电连接, 第三以及第四外部端子电极分别与第二线圈的一端以及另一端电连接。

[0028] 第一以及第二线圈都包括: 分别沿绝缘层间的多个界面延伸且具有位于绝缘层的

比较中央附近的内周侧端部和位于比较外周附近的外周侧端部的螺旋状的多个线圈导体；以及将在层叠方向上相邻的线圈导体的各内周侧端部相互连接的内周侧通孔导体。

[0029] 第一线圈还包括将在层叠方向上相邻的线圈导体的各外周侧端部间相互连接的外周侧通孔导体，在该第一线圈中，多个线圈导体交替地经由内周侧通孔导体和外周侧通孔导体来串联连接。

[0030] 而且，为了解决上述的技术的课题，在本发明中，首先，第一特征在于：用于第二线圈的线圈导体包括被层叠成夹在用于第一线圈的线圈导体中的由内周侧通孔导体相互连接的2个线圈导体之间的线圈导体。换言之，第一特征在于：用于第一线圈的线圈导体中的由内周侧通孔导体相互连接的几组的线圈导体以与用于第二线圈的线圈导体仅夹着一个绝缘层的方式设置。这有助于增强第一线圈与第二线圈的耦合。

[0031] 而且，在本发明，第二特征在于：在第一线圈中，外周侧通孔导体被设置成仅贯通一个绝缘层。换言之，在该第二特征中，通过外周侧通孔导体相互连接的线圈导体以仅夹着一个绝缘层的方式设置，因此，能够缩短外周侧通孔导体的轴线方向上的长度。由此，在烧成工序中，能够减少外周侧通孔导体带来的导体材料的扩散量，并且在冲压工序中，能够抑制外周侧通孔导体导致的绝缘层的厚度减少。

[0032] 在本发明中，优选对第一线圈给予的上述的特征构成也对第二线圈给予。即，对于第二线圈，也还包括将在层叠方向上相邻的线圈导体的各外周侧端部间相互连接的外周侧通孔导体，在该第二线圈中，多个线圈导体交替地经由内周侧通孔导体和外周侧通孔导体来串联连接。用于第一线圈的线圈导体包括被层叠成夹在用于第二线圈的线圈导体中的由内周侧通孔导体相互连接的2个线圈导体之间的线圈导体。而且，在第二线圈中，外周侧通孔导体也被设置成仅贯通一个绝缘层。

[0033] 根据上述的优选构成，在第一以及第二线圈双方中，能够减少烧成时的外周侧通孔导体带来的导体材料的扩散量，并且能够抑制冲压时的外周侧通孔导体导致的绝缘层的厚度减少，并且能够使第一线圈与第二线圈的耦合更增强。

[0034] 另外，在本发明中，优选第一线圈的形态与第二线圈的形态关于层叠方向对称。由此，在共模扼流圈的安装时能够去除方向性。

[0035] 根据本发明，在第一线圈与第二线圈之间确保比较强的耦合，并且能够抑制起因于外周侧通孔导体的导体材料的扩散、绝缘层的厚度减少，所以即使在外周侧通孔导体的轴线的延长线上或者其附近配置与该外周侧通孔导体之间能够产生电位差的导体，也能够减少针对耐压可靠性降低的担心。因此，能够提高共模扼流圈中的线圈形状的设计自由度。另外，对于外部端子电极与外周侧通孔导体的位置关系，也能够提高设计的自由度。而且，为了耐压可靠性的提高，无需增加绝缘层的厚度，所以不会阻碍共模扼流圈的小型化。

[0036] 另外，根据本发明，如参照图4而后述的那样，通过改变用于第一线圈的线圈导体和用于第二线圈的线圈导体的层叠顺序，能够容易地调整共模扼流圈的特性阻抗。

## 附图说明

[0037] 图1是表示本发明的第一实施方式的共模扼流圈30的外观的立体图。

[0038] 图2是将构成图1所示的共模扼流圈30所具备的层叠体31中的低导磁率部32的多个绝缘层35~42根据层叠顺序配置来表示的俯视图。

[0039] 图 3 是将图 1 所示的共模扼流圈 30 所具备的层叠体 31 中的外周侧通孔导体 58 及其附近放大表示的剖视图。

[0040] 图 4 是用于说明在具备层叠型线圈的共模扼流圈中,对用于 1 次线圈的线圈导体和用于 2 次线圈的线圈导体的层叠顺序进行各种改变所带来的特性阻抗的调整的图。

[0041] 图 5 是表示本发明的第二实施方式的与图 2 对应的图。

[0042] 图 6 是表示本发明的第三实施方式的与图 2 对应的图。

[0043] 图 7 是用于说明本发明所要解决的课题的图,是将采用了交替层叠构造的共模扼流圈所具备的层叠体的一部分放大表示的、与图 3 对应的图。

[0044] 图 8 是将构成采用了交替层叠构造的共模扼流圈所具备的层叠体的多个绝缘层 11 ~ 15 根据层叠顺序配置来表示的俯视图。

[0045] 图 9 是用于说明本发明所要解决的课题的图,是将图 8 所示的绝缘层 13 以及 14 取出表示的俯视图。

[0046] 图 10 是用于说明本发明所要解决的课题的图,是将图 8 所示的绝缘层 14 以及 15 取出表示的俯视图。

### 具体实施方式

[0047] 参照图 1,共模扼流圈 30 具备作为部件主体的层叠体 31。层叠体 31 具有用 2 个磁性体部 33 以及 34 夹着低导磁率部 32 的构造。磁性体部 33 以及 34 例如由 Ni - Cu - Zn 系铁氧体、Mn - Zn 系铁氧体,六角晶系铁氧体等构成。另一方面,作为低导磁率部 32 的材质,例如能够使用导磁率几乎为 1 的玻璃陶瓷之类的非磁性体、导磁率为 1 ~ 10 左右的 Ni - Cu - Zn 系铁氧体、非磁性铁氧体等。另外,作为低导磁率部 32 的材质,也能够使用聚酰亚胺等树脂。

[0048] 在层叠体 31 的外表面上设置有第一~第四外部端子电极 43 ~ 46。更详细地说,外部端子电极 43 以及 46 位于层叠体 31 的侧面 47,外部端子电极 44 以及 45 位于与侧面 47 对置的侧面 48。作为外部端子电极 43 ~ 46 所包含的导体材料,例如能够使用 Cu、Pd、Al、Ag 等导电性金属或者包含这些的合金。

[0049] 低导磁率部 32 具有配备包括图 2 所示的 8 个绝缘层 35 ~ 42 的被层叠的多个绝缘层而成的层叠构造。绝缘层 35 ~ 42 按该顺序从下开始被层叠。此外,在图 2 以及后述的图 5 以及图 6 中,显示在右列与左列之间的括弧标记表示层叠中的插入位置。

[0050] 在绝缘层 35 ~ 42 上分别形成螺旋状的线圈导体 49 ~ 56。线圈导体 49 ~ 56 分别具有位于绝缘层 35 ~ 42 的比较中央附近的内周侧端部和位于比较外周附近的外周侧端部。此外,线圈导体 49 ~ 56 实际上被形成为沿绝缘层 35 ~ 42 的相邻的层之间的界面分别延伸,但在以下,作为位于绝缘层 35 ~ 42 的每一个上来进行说明。

[0051] 在层叠体 31 的内部,更特定地在低导磁率部 32 的内部设置有第一以及第二线圈。共模扼流圈 30 中的 1 次线圈以及 2 次线圈相对地决定,在以下,将第一以及第二线圈分别作为 1 次线圈以及 2 次线圈进行说明。

[0052] 在图 2 中,在右侧示出 1 次线圈,在左侧示出 2 次线圈。图 1 所示的第一以及第二外部端子电极 43 以及 44 分别与 1 次线圈的一端以及另一端电连接,同样地图 1 所示的第三以及第四外部端子电极 45 以及 46 分别与 2 次线圈的一端以及另一端电连接。1 次线圈

具有线圈导体 50、53、54 以及 56 而构成,2 次线圈具有线圈导体 49、51、52 以及 55 而构成。

[0053] 首先,对构成 1 次线圈的线圈导体 50、53、54 以及 56 的连接方式进行说明。

[0054] 若以从下开始的层叠顺序进行说明,则形成在绝缘层 36 上的线圈导体 50 的外周侧端部被引出到绝缘层 36 的外周边缘,与图 1 所示的第一外部端子电极 43 连接。另一方面,线圈导体 50 的内周侧端部与被设置成贯通绝缘层 37、38 以及 39 的内周侧通孔导体 57 连接。

[0055] 此外,在通孔导体 57,与参照图 7 而上述的通孔导体 3 关联地形成的通孔焊盘 3a 同样地形成通孔焊盘。虽没有特别采取说明,但对于以下出现的其他通孔导体也同样。

[0056] 接着,上述的内周侧通孔导体 57 与形成在绝缘层 39 上的线圈导体 53 的内周侧端部连接。这样一来,线圈导体 50 的内周侧端部与线圈导体 53 的内周侧端部通过内周侧通孔导体 57 相互连接。线圈导体 53 的外周侧端部与被设置成贯通绝缘层 40 的外周侧通孔导体 58 连接。

[0057] 接着,上述的外周侧通孔导体 58 与形成在绝缘层 40 上的线圈导体 54 的外周侧端部连接。这样一来,线圈导体 53 的外周侧端部与线圈导体 54 的外周侧端部通过外周侧通孔导体 58 相互连接。线圈导体 54 的内周侧端部与被设置成贯通绝缘层 41 以及 42 的内周侧通孔导体 59 连接。

[0058] 接着,上述的内周侧通孔导体 59 与形成在绝缘层 42 上的线圈导体 56 的内周侧端部连接。这样一来,线圈导体 54 的内周侧端部与线圈导体 56 的内周侧端部通过内周侧通孔导体 59 相互连接。线圈导体 56 的外周侧端部被引出到绝缘层 42 的外周边缘,与图 1 所示的第二外部端子电极 44 连接。

[0059] 如上所述,线圈导体 50、53、54 以及 56 依次经由内周侧通孔导体 57、外周侧通孔导体 58 以及内周侧通孔导体 59、即交替地经由内周侧通孔导体和外周侧通孔导体来进行连接,由此构成 1 次线圈。

[0060] 接下来,对构成 2 次线圈的线圈导体 49、51、52 以及 55 的连接方式进行说明。

[0061] 若以从下开始的层叠顺序进行说明,则形成在绝缘层 35 上的线圈导体 49 的外周侧端部被引出到绝缘层 35 的外周边缘,与图 1 所示的第四外部端子电极 46 连接。另一方面,线圈导体 49 的内周侧端部与被设置成贯通绝缘层 36 以及 37 的内周侧通孔导体 60 连接。

[0062] 接着,上述的内周侧通孔导体 60 与形成在绝缘层 37 上的线圈导体 51 的内周侧端部连接。这样一来,线圈导体 49 的内周侧端部与线圈导体 51 的内周侧端部通过内周侧通孔导体 60 相互连接。线圈导体 51 的外周侧端部与被设置成贯通绝缘层 38 的外周侧通孔导体 61 连接。

[0063] 接着,上述的外周侧通孔导体 61 与形成在绝缘层 38 上的线圈导体 52 的外周侧端部连接。这样一来,线圈导体 51 的外周侧端部与线圈导体 52 的外周侧端部通过外周侧通孔导体 61 相互连接。线圈导体 52 的内周侧端部与被设置成贯通绝缘层 39、40 以及 41 的内周侧通孔导体 62 连接。

[0064] 接着,上述的内周侧通孔导体 62 与形成在绝缘层 41 上的线圈导体 55 的内周侧端部连接。这样一来,线圈导体 52 的内周侧端部与线圈导体 55 的内周侧端部通过内周侧通孔导体 62 相互连接。线圈导体 55 的外周侧端部被引出到绝缘层 41 的外周边缘,与图 1 所



示的第三外部端子电极 45 连接。

[0065] 如上所述,线圈导体 49、51、52 以及 55 依次经由内周侧通孔导体 60、外周侧通孔导体 61 以及内周侧通孔导体 62、即交替地经由内周侧通孔导体和外周侧通孔导体来进行连接,由此构成 2 次线圈。

[0066] 作为上述的线圈导体 49 ~ 56 以及通孔导体 57 ~ 62 所包含的导体材料,例如使用 Cu、Pd、Al、Ag 等导电性金属或者包含这些的合金。

[0067] 在以上说明的共模扼流圈 30 中,外周侧通孔导体 58 以及 61 都被设置成仅贯通一个绝缘层 40 或者 38。由此,如以下参照图 3 说明的那样,能够难以产生起因于外周侧通孔导体 58 以及 61 的不良情况。

[0068] 图 3 中,以外周侧通孔导体 58 以及 61 为代表,图示出外周侧通孔导体 58 及其附近。在图 3 中,对与图 2 所示的要素相当的要素标注相同的附图标记。在绝缘层 39 ~ 41 间的界面位置,通孔焊盘 58a 被形成为在外周侧通孔导体 58 的周围扩散。

[0069] 在制造共模扼流圈 30 时,在烧成前的冲压工序中,层叠体 31 被冲压时,与绝缘层 35 ~ 42 所给予的绝缘材料相比,通孔导体 57 ~ 62 所给予的导体材料具有难以产生因冲压导致的压缩变形的性质,所以例如绝缘层 41 在通孔导体 58 以及通孔焊盘 58a 所处的部分被压碎,存在厚度 T 减少的趋势。但是,通孔导体 58 仅贯通一个绝缘层 40,所以与图 7 所示的通孔导体 3 的情况相比,轴线方向的长度短,由此,不太产生绝缘层 41 的厚度 T 的减少。

[0070] 另外,外周侧通孔导体 58 以及 61 与图 7 所示的通孔导体 3 的情况相比,导体材料的量少,所以能够减少烧成工序中的导体材料向绝缘层 35 ~ 42 的扩散量。

[0071] 由此,即使在外周侧通孔导体 58 以及 61 的轴线的延长线上或者其附近配置与该外周侧通孔导体 58 以及 61 之间能够产生电位差的导体,也能够减少针对耐压可靠性降低的担心。

[0072] 因此,能够提高共模扼流圈 30 中的线圈形状的设计自由度。在图 2 所示的线圈形状中,例如,虽不存在用于 2 次线圈的线圈导体 52 以及 55 位于用于 1 次线圈的外周侧通孔导体 58 的轴线的延长线上,或者相反地,用于 1 次线圈的线圈导体 50 以及 53 位于用于 2 次线圈的外周侧通孔导体 61 的轴线的延长线上的情况,但能够无问题地进行为了增加线圈的匝数而将线圈导体进一步向外周方向延长、或者将线圈导体延伸的形态从图 2 所示那样的椭圆状变更为后述的图 5 以及图 6 所示那样的矩形形状之类的设计变更。

[0073] 另外,在图 2 所示的线圈形状中,外周侧通孔导体 58 和与其之间能够产生电位差的外部端子电极 45 以及 46 比较分开,但也允许使外周侧通孔导体 58 与外部端子电极 45 以及 46 更接近的设计变更。对于外周侧通孔导体 61 与外部端子电极 43 以及 44 之间的关系也同样。

[0074] 另外,在共模扼流圈 30 中,用于 2 次线圈的线圈导体包括被层叠成夹在用于 1 次线圈的线圈导体中的通过内周侧通孔导体相互连接的 2 个线圈导体之间的线圈导体。更具体地说,用于 2 次线圈的线圈导体 51 以及 52 被层叠成夹在通过内周侧通孔导体 57 相互连接的用于 1 次线圈的线圈导体 50 以及 53 之间,另外,用于 2 次线圈的线圈导体 55 被层叠成夹在通过内周侧通孔导体 59 相互连接的用于 1 次线圈的线圈导体 54 以及 56 之间。

[0075] 另外,相反地,对于用于 1 次线圈的线圈导体而言,也包括被层叠成夹在用于 2 次线圈的线圈导体中的通过内周侧通孔导体相互连接的 2 个线圈导体之间的线圈导体。更具

体地说,用于 1 次线圈的线圈导体 50 被层叠成夹在通过内周侧通孔导体 60 相互连接的用于 2 次线圈的线圈导体 49 以及 51 之间,另外,用于 1 次线圈的线圈导体 53 以及 54 被层叠成夹在通过内周侧通孔导体 62 相互连接的用于 2 次线圈的线圈导体 52 以及 55 之间。

[0076] 上述那样的构成的结果为,如线圈导体 49 与线圈导体 50、线圈导体 50 与线圈导体 51、线圈导体 52 与线圈导体 53、线圈导体 54 与线圈导体 55、线圈导体 55 与线圈导体 56 之类那样,在 5 对线圈导体中,能够使用于 1 次线圈的线圈导体和用于 2 次线圈的线圈导体以仅夹着一个绝缘层的方式设置。因此,能够在 1 次线圈与 2 次线圈之间得到强耦合。

[0077] 另外,从图 2 可知,对共模扼流圈 30 来说,1 次线圈的形态和 2 次线圈的形态关于层叠方向对称。这意味着在共模扼流圈 30 的安装时没有方向性。由此,在安装共模扼流圈 30 时,也能够使第一以及第二外部端子电极 43 以及 44 的位置与第三以及第四外部端子电极 45 以及 46 的位置相互颠倒。

[0078] 已知在传输线路无损耗的情况下,共模扼流圈的特性阻抗  $Z_0$  以

$$[0079] \quad Z_0 = (L/C)^{1/2}$$

[0080] 表示。在此,L 为串联电感,C 为并联静电电容。并联静电电容 C 由作为位于线圈导体间的绝缘层所具有的电介质的性质带来,构成低导磁率部 32 的绝缘层 35 ~ 42 通常具有 2 ~ 6 左右的相对介电常数。

[0081] 根据上述式子可知,通过改变并联静电电容 C,能够调整特性阻抗  $Z_0$ 。根据该实施方式的共模扼流圈 30 所具备的特征构成,如以下说明那样,能够容易地改变并联静电电容 C,其结果是,能够容易地调整特性阻抗  $Z_0$ 。

[0082] 图 4 中示意地示出在具备层叠型的线圈的共模扼流圈中,改变了用于 1 次线圈的线圈导体与用于 2 次线圈的线圈导体的层叠顺序的 5 个例子。

[0083] 若对图 4 的表现方法进行说明,则以虚线表示的横线表示用于 1 次线圈的线圈导体,以实线表示的横线表示用于 2 次线圈的线圈导体。另外,在左端所记载的“1”~“8”的数字表示从下开始的层叠位置。在改变了层叠顺序的 5 个例子的每个下方所记载的“(1347)”那样的显示,表示以实线表示的用于 2 次线圈的线圈导体所处的层叠位置,例如,最左列的“(1347)”与左端所记载的“1”~“8”的数字相对应,表示用于 2 次线圈的线圈导体位于“1”、“3”、“4”、“7”的各层叠位置。

[0084] 另外,有助于上述的并联静电电容 C 的静电电容在用于 1 次线圈的线圈导体与用于 2 次线圈的线圈导体对置的位置产生。在图 4 中,在这种静电电容产生的位置标注表示电容器的符号。

[0085] 参照图 2 进行了说明的共模扼流圈 30 具有最左列的“(1347)”的层叠顺序。在该情况下,静电电容产生的位置有 5 处。

[0086] 根据上述例子可知,通过改变用于 1 次线圈的线圈导体与用于 2 次线圈的线圈导体的层叠顺序,能够改变静电电容产生的位置的数量。

[0087] “(1345)”的层叠顺序的共模扼流圈的静电电容产生的位置有 3 处。因此,“(1345)”的层叠顺序的共模扼流圈的并联静电电容 C 与“(1347)”的层叠顺序的共模扼流圈相比变得更小,相应地,特性阻抗  $Z_0$  变得更大。

[0088] “(1346)”的层叠顺序的共模扼流圈与“(1347)”的层叠顺序的共模扼流圈同样地,静电电容产生的位置有 5 处。由此,可以认为这些并联静电电容 C 是彼此相同的。此外,实

实际上由于线圈导体的图案的微妙的差异,通常并联静电电容  $C$  是不可能完全一样的。

[0089] “(1357)”的层叠顺序的共模扼流圈具有专利文献 2 所记载的交替层叠构造,所以静电电容产生的位置有 7 处。由此,“(1357)”的层叠顺序的共模扼流圈与“(1347)”的层叠顺序的共模扼流圈、“(1346)”的层叠顺序的共模扼流圈相比,并联静电电容  $C$  变得更大,相应地,特性阻抗  $Z_0$  变得更小。

[0090] “(1234)”的层叠顺序的共模扼流圈具有专利文献 1 所记载的 1 次线圈与 2 次线圈相互分离的层叠构造,静电电容产生的位置仅有一个。由此,“(1234)”的层叠顺序的共模扼流圈与上述的任意一种的层叠顺序的共模扼流圈相比,并联静电电容  $C$  变得更小,其结果是,特性阻抗  $Z_0$  变得更大。

[0091] 在图 4 中,“(1347)”、“(1345)”以及“(1346)”的层叠顺序的共模扼流圈处于本发明的范围内。

[0092] 对于处于本发明的范围内的例子中的“(1347)”,在 1 次线圈与 2 次线圈双方中,用于相同线圈的线圈导体有在层叠方向上排列 2 个的部位,这样排列 2 个的线圈导体彼此由外周侧通孔导体相互连接。

[0093] 接下来,对于“(1345)”,用于 1 次线圈的线圈导体位于层叠位置“2”、“6”~“8”,用于 2 次线圈的线圈导体位于层叠位置“1”、“3”~“5”。在 1 次线圈中,层叠位置“2”、“6”~“8”的线圈导体交替地经由内周侧通孔导体和外周侧通孔导体来进行串联连接,所以层叠位置“6”的线圈导体与层叠位置“7”的线圈导体由仅贯通一个绝缘层的外周侧通孔导体相互连接。另一方面,在 2 次线圈中,层叠位置“1”、“3”~“5”的线圈导体交替地经由内周侧通孔导体和外周侧通孔导体来进行串联连接,所以层叠位置“3”的线圈导体与层叠位置“4”的线圈导体由仅贯通一个绝缘层的外周侧通孔导体相互连接。

[0094] 接下来,对于“(1346)”,用于 1 次线圈的线圈导体位于层叠位置“2”、“5”、“7”以及“8”,用于 2 次线圈的线圈导体位于层叠位置“1”、“3”、“4”以及“6”。在 1 次线圈中,层叠位置“2”、“5”、“7”以及“8”的线圈导体交替地经由内周侧通孔导体和外周侧通孔导体来进行串联连接,所以层叠位置“5”的线圈导体与层叠位置“7”的线圈导体由外周侧通孔导体相互连接。但是,将层叠位置“5”的线圈导体与层叠位置“7”的线圈导体相互连接的外周侧通孔导体贯通夹着用于 2 次线圈的线圈导体的 2 个绝缘层。另一方面,在 2 次线圈中,层叠位置“1”、“3”、“4”以及“6”的线圈导体交替地经由内周侧通孔导体和外周侧通孔导体来进行串联连接,所以层叠位置“3”的线圈导体与层叠位置“4”的线圈导体由仅贯通一个绝缘层的外周侧通孔导体相互连接。由此,在“(1346)”的例子中,仅对于 2 次线圈,满足外周侧通孔导体被设置成仅贯通一个绝缘层这样的条件。

[0095] 根据上述 3 个例子可知,通过层叠顺序的变更,能够调整特性阻抗  $Z_0$ 。而且,这种特性阻抗  $Z_0$  的调整在无需能够带来共模阻抗的获取效率的恶化的线圈导体间的对置距离的放大、能够带来绝缘电阻恶化的线圈导体间的对置距离的缩短的方面有利。

[0096] 在图 2 所示的第一实施方式中,具备分布为 8 层的线圈导体 49 ~ 56,但在本发明的范围内,能够对线圈导体的层叠数进行各种变更。以下,对变更了线圈导体的层叠数的实施方式的代表例进行说明。

[0097] 在图 5 所示的本发明的第二实施方式中,线圈导体的层叠数为 6。此外,在图 2 中,线圈导体延伸的形态为椭圆形状,相对于此,在图 5 以及后述的图 6 中,线圈导体延伸的形

态为矩形形状,但这并不是本质上的不同点。

[0098] 参照图 5 说明的共模扼流圈具有与图 1 所示的共模扼流圈 30 同样的外观。如图 5 所示,该共模扼流圈的层叠体所具备的低导磁率部 64 具有配备包括 6 个绝缘层 65 ~ 70 的多个绝缘层而成的层叠构造。绝缘层 65 ~ 70 以该顺序从下开始层叠。在绝缘层 65 ~ 70 上分别形成螺旋状的线圈导体 71 ~ 76。

[0099] 在图 5 中,在右侧示出 1 次线圈,在左侧示出 2 次线圈。1 次线圈具备线圈导体 71、73、74 以及 76 而构成,2 次线圈具备线圈导体 72 以及 75 而构成。

[0100] 首先,对构成 1 次线圈的线圈导体 71、73、74 以及 76 的连接方式进行说明。此外,1 次线圈中的连接方式实质上与图 2 所示的 1 次线圈中的连接方式相同。

[0101] 若以从下开始的层叠顺序进行说明,则形成在绝缘层 65 上的线圈导体 71 的外周侧端部被引出到绝缘层 65 的外周边缘,与相当于图 1 所示的第一外部端子电极 43 的外部端子电极连接。另一方面,线圈导体 71 的内周侧端部与被设置成贯通绝缘层 66 以及 67 的内周侧通孔导体 77 连接。

[0102] 接着,上述的内周侧通孔导体 77 与形成在绝缘层 67 上的线圈导体 73 的内周侧端部连接。这样一来,线圈导体 71 的内周侧端部与线圈导体 73 的内周侧端部通过内周侧通孔导体 77 相互连接。线圈导体 73 的外周侧端部与被设置成贯通绝缘层 68 的外周侧通孔导体 78 连接。

[0103] 接着,上述的外周侧通孔导体 78 与形成在绝缘层 68 上的线圈导体 74 的外周侧端部连接。这样一来,线圈导体 73 的外周侧端部与线圈导体 74 的外周侧端部通过外周侧通孔导体 78 相互连接。线圈导体 74 的内周侧端部与被设置成贯通绝缘层 69 以及 70 的内周侧通孔导体 79 连接。

[0104] 接着,上述的内周侧通孔导体 79 与形成在绝缘层 70 上的线圈导体 76 的内周侧端部连接。这样一来,线圈导体 74 的内周侧端部与线圈导体 76 的内周侧端部通过内周侧通孔导体 79 相互连接。线圈导体 76 的外周侧端部被引出到绝缘层 70 的外周边缘,与相当于图 1 所示的第二外部端子电极 44 的外部端子电极连接。

[0105] 如上所述,线圈导体 71、73、74 以及 76 依次经由内周侧通孔导体 77、外周侧通孔导体 78 以及内周侧通孔导体 79、即交替地经由内周侧通孔导体和外周侧通孔导体来进行连接,由此构成 1 次线圈。

[0106] 接下来,对构成 2 次线圈的线圈导体 72 以及 75 的连接方式进行说明。

[0107] 若以从下开始的层叠顺序进行说明,则形成在绝缘层 66 上的线圈导体 72 的外周侧端部被引出到绝缘层 66 的外周边缘,与相当于图 1 所示的第四外部端子电极 46 的外部端子电极连接。另一方面,线圈导体 72 的内周侧端部与被设置成贯通绝缘层 67、68 以及 69 的内周侧通孔导体 80 连接。

[0108] 接着,上述的内周侧通孔导体 80 与形成在绝缘层 69 上的线圈导体 75 的内周侧端部连接。这样一来,线圈导体 72 的内周侧端部与线圈导体 75 的内周侧端部通过内周侧通孔导体 80 相互连接。线圈导体 75 的外周侧端部被引出到绝缘层 69 的外周边缘,与相当于图 1 所示的第三外部端子电极 45 的外部端子电极连接。

[0109] 如上所述,线圈导体 72 以及 75 经由内周侧通孔导体 80 连接,由此构成 2 次线圈。

[0110] 在以上说明的实施方式中,外周侧通孔导体 78 也被设置成仅贯通一个绝缘层 68。

由此,与上述的实施方式的情况相同,能够难以产生起因于外周侧通孔导体 78 的不良情况。

[0111] 尤其是在图 5 所示的实施方式中,用于 2 次线圈的线圈导体 72 以及 75 位于用于 1 次线圈的外周侧通孔导体 78 的轴线的延长线上,但仍能够确保可产生上述电位差的外周侧通孔导体 78 与线圈导体 72 以及 75 之间的耐压可靠性。

[0112] 另外,在图 5 所示的实施方式中,如线圈导体 71 与线圈导体 72、线圈导体 72 与线圈导体 73、线圈导体 74 与线圈导体 75、线圈导体 75 与线圈导体 76 之类那样,在 4 对线圈导体中,能够使用于 1 次线圈的线圈导体和用于 2 次线圈的线圈导体以仅夹着一个绝缘层的方式设置。因此,能够在 1 次线圈与 2 次线圈之间得到强耦合。

[0113] 另外,从图 5 可知,根据该实施方式,也能够实现 1 次线圈的形态和 2 次线圈的形态关于层叠方向对称的共模扼流圈。

[0114] 此外,关于第二实施方式,对于没有特别说明的点,应理解为与第一实施方式的情况实质上相同。

[0115] 接下来,在图 6 所示的本发明的第三实施方式中,线圈导体的层叠数为 12。

[0116] 对于参照图 6 说明的共模扼流圈,也具有与图 1 所示的共模扼流圈 30 相同的外观。如图 6 所示,该共模扼流圈的层叠体所具备的低导磁率部 82 具有配备包括 12 个绝缘层 83 ~ 94 的多个绝缘层而成的层叠构造。绝缘层 83 ~ 94 以该顺序从下开始层叠。在绝缘层 83 ~ 94 上分别形成螺旋状的线圈导体 95 ~ 106。

[0117] 在图 6 中,在右侧示出 1 次线圈,在左侧示出 2 次线圈。1 次线圈具备线圈导体 98、101、102、104、105 以及 106 而构成,2 次线圈具备线圈导体 95、96、97、99、100 以及 103 而构成。

[0118] 首先,对构成 1 次线圈的线圈导体 98、101、102、104、105 以及 106 的连接方式进行说明。此外,1 次线圈中的线圈导体 98、101、102 以及 104 的连接方式实质上与图 2 所示的 1 次线圈中的连接方式相同。

[0119] 若以从下开始的层叠顺序进行说明,则形成在绝缘层 86 上的线圈导体 98 的外周侧端部被引出到绝缘层 86 的外周边缘,与相当于图 1 所示的第一外部端子电极 43 的外部端子电极连接。另一方面,线圈导体 98 的内周侧端部与被设置成贯通绝缘层 87、88 以及 89 的内周侧通孔导体 107 连接。

[0120] 接着,上述的内周侧通孔导体 107 与形成在绝缘层 89 上的线圈导体 101 的内周侧端部连接。这样一来,线圈导体 98 的内周侧端部与线圈导体 101 的内周侧端部通过内周侧通孔导体 107 相互连接。线圈导体 101 的外周侧端部与被设置成贯通绝缘层 90 的外周侧通孔导体 108 连接。

[0121] 接着,上述的外周侧通孔导体 108 与形成在绝缘层 90 上的线圈导体 102 的外周侧端部连接。这样一来,线圈导体 101 的外周侧端部与线圈导体 102 的外周侧端部通过外周侧通孔导体 108 相互连接。线圈导体 102 的内周侧端部与被设置成贯通绝缘层 91 以及 92 的内周侧通孔导体 109 连接。

[0122] 接着,上述的内周侧通孔导体 109 与形成在绝缘层 92 上的线圈导体 104 的内周侧端部连接。这样一来,线圈导体 102 的内周侧端部与线圈导体 104 的内周侧端部通过内周侧通孔导体 109 相互连接。线圈导体 104 的外周侧端部与设置于绝缘层 93 的外周侧通孔

导体 110 连接。

[0123] 接着,上述的外周侧通孔导体 110 与形成在绝缘层 93 上的线圈导体 105 的外周侧端部连接。这样一来,线圈导体 104 的外周侧端部与线圈导体 105 的外周侧端部通过外周侧通孔导体 110 相互连接。线圈导体 105 的内周侧端部与被设置成贯通绝缘层 94 的内周侧通孔导体 111 连接。

[0124] 接着,上述的内周侧通孔导体 111 与形成在绝缘层 94 上的线圈导体 106 的内周侧端部连接。这样一来,线圈导体 105 的内周侧端部与线圈导体 106 的内周侧端部通过内周侧通孔导体 111 相互连接。线圈导体 106 的外周侧端部被引出到绝缘层 94 的外周边缘,与相当于图 1 所示的第二外部端子电极 44 的外部端子电极连接。

[0125] 如上所述,线圈导体 98、101、102、104、105 以及 106 依次经由内周侧通孔导体 107、外周侧通孔导体 108、内周侧通孔导体 109、外周侧通孔导体 110 以及内周侧通孔导体 111、即交替地经由内周侧通孔导体和外周侧通孔导体来进行连接,由此构成 1 次线圈。

[0126] 接下来,对构成 2 次线圈的线圈导体 95、96、97、99、100 以及 103 的连接方式进行说明。此外,2 次线圈中的线圈导体 97、99、100 以及 103 的连接方式实质上与图 2 所示的 2 次线圈中的连接方式相同。

[0127] 若以从下开始的层叠顺序进行说明,则形成在绝缘层 83 上的线圈导体 95 的外周侧端部被引出到绝缘层 83 的外周边缘,与相当于图 1 所示的第四外部端子电极 46 的外部端子电极连接。另一方面,线圈导体 95 的内周侧端部与被设置成贯通绝缘层 84 的内周侧通孔导体 112 连接。

[0128] 接着,上述的内周侧通孔导体 112 与形成在绝缘层 84 上的线圈导体 96 的内周侧端部连接。这样一来,线圈导体 95 的内周侧端部与线圈导体 96 的内周侧端部通过内周侧通孔导体 112 相互连接。线圈导体 96 的外周侧端部与被设置成贯通绝缘层 85 的外周侧通孔导体 113 连接。

[0129] 接着,上述的外周侧通孔导体 113 与形成在绝缘层 85 上的线圈导体 97 的外周侧端部连接。这样一来,线圈导体 96 的外周侧端部与线圈导体 97 的外周侧端部通过外周侧通孔导体 113 相互连接。线圈导体 97 的内周侧端部与被设置成贯通绝缘层 86 以及 87 的内周侧通孔导体 114 连接。

[0130] 接着,上述的内周侧通孔导体 114 与形成在绝缘层 87 上的线圈导体 99 的内周侧端部连接。这样一来,线圈导体 97 的内周侧端部与线圈导体 99 的内周侧端部通过内周侧通孔导体 114 相互连接。线圈导体 99 的外周侧端部与设置于绝缘层 88 的外周侧通孔导体 115 连接。

[0131] 接着,上述的外周侧通孔导体 115 与形成在绝缘层 88 上的线圈导体 100 的外周侧端部连接。这样一来,线圈导体 99 的外周侧端部与线圈导体 100 的外周侧端部通过外周侧通孔导体 115 相互连接。线圈导体 100 的内周侧端部与被设置成贯通绝缘层 89、90 以及 91 的内周侧通孔导体 116 连接。

[0132] 接着,上述的内周侧通孔导体 116 与形成在绝缘层 91 上的线圈导体 103 的内周侧端部连接。这样一来,线圈导体 100 的内周侧端部与线圈导体 103 的内周侧端部通过内周侧通孔导体 116 相互连接。线圈导体 103 的外周侧端部被引出到绝缘层 91 的外周边缘,与相当于图 1 所示的第三外部端子电极 45 的外部端子电极连接。

[0133] 如上所述,线圈导体 95、96、97、99、100 以及 103 依次经由内周侧通孔导体 112、外周侧通孔导体 113、内周侧通孔导体 114、外周侧通孔导体 115 以及内周侧通孔导体 116、即交替地经由内周侧通孔导体和外周侧通孔导体来进行连接,由此构成 2 次线圈。

[0134] 在以上说明的第三实施方式中,外周侧通孔导体 108、110、113 以及 115 也被设置成分别仅贯通一个绝缘层 90、93、85 或者 88。由此,与上述的实施方式的情况同样地,能够难以产生起因于外周侧通孔导体 108、110、113 以及 115 的不良情况。

[0135] 尤其是在图 6 所示的实施方式中,也与图 5 所示的实施方式的情况同样地,用于 2 次线圈的线圈导体 100 以及 103 位于用于 1 次线圈的外周侧通孔导体 108 以及 110 的各自的轴线的延长线上,另外,用于 1 次线圈的线圈导体 98 以及 101 位于用于 2 次线圈的外周侧通孔导体 113 以及 115 的各自的轴线的延长线上,但仍能够确保可产生上述电位差的外周侧通孔导体 108 以及 110 与线圈导体 100 以及 103 之间以及外周侧通孔导体 113 以及 115 与线圈导体 98 以及 101 之间的耐压可靠性。

[0136] 另外,在图 6 所示的实施方式中,如线圈导体 97 与线圈导体 98、线圈导体 98 与线圈导体 99、线圈导体 100 与线圈导体 101、线圈导体 102 与线圈导体 103、线圈导体 103 与线圈导体 104 之类那样,在 5 对线圈导体中,能够使用于 1 次线圈的线圈导体与用于 2 次线圈的线圈导体以仅夹着一个绝缘层的方式设置。因此,能够在 1 次线圈与 2 次线圈之间得到强耦合。

[0137] 另外,从图 6 可知,根据该实施方式,也能够实现 1 次线圈的形态与 2 次线圈的形态关于层叠方向对称的共模扼流圈。

[0138] 此外,关于第三实施方式,对于没有特别说明的点,也应理解为与第一实施方式的情况实质上相同。

[0139] 以上,将本发明与图示的几个实施方式关联地进行了说明,但在本发明的范围内,能够进行其它各种变形。

[0140] 例如,线圈导体的层叠数能够根据设计来增减。

[0141] 另外,对于一个绝缘层中的内周侧通孔导体与外周侧通孔导体的位置关系、内周侧通孔导体以及外周侧通孔导体与外部端子电极的位置关系,也可以采用图示的例子以外的位置关系。

[0142] 附图标记说明:30...共模扼流圈;31...层叠体;32、64、82...低导磁率部;35~42、65~70、83~94...绝缘层;43~46...外部端子电极;49~56、71~76、95~106...线圈导体;57、59、60、62、77、79、80、107、109、111、112、114、116...内周侧通孔导体;58、61、78、108、110、113、115...外周侧通孔导体。

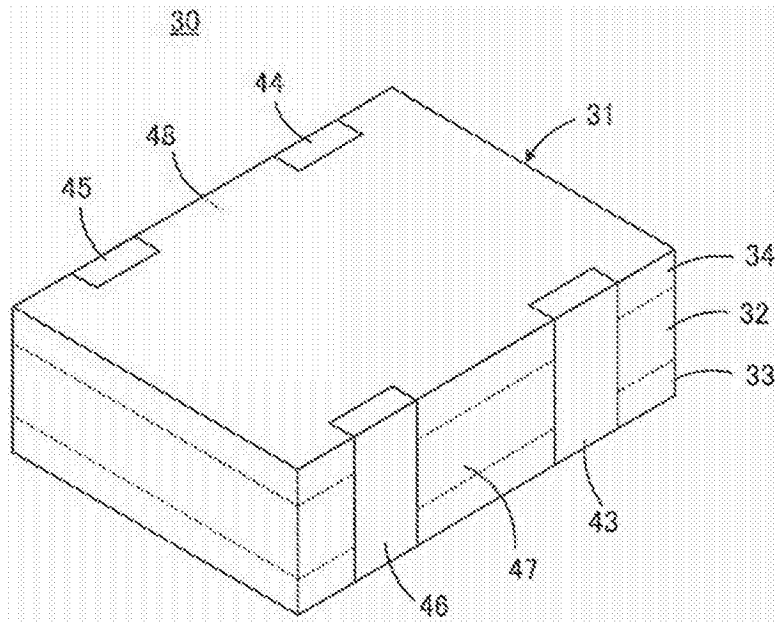


图 1



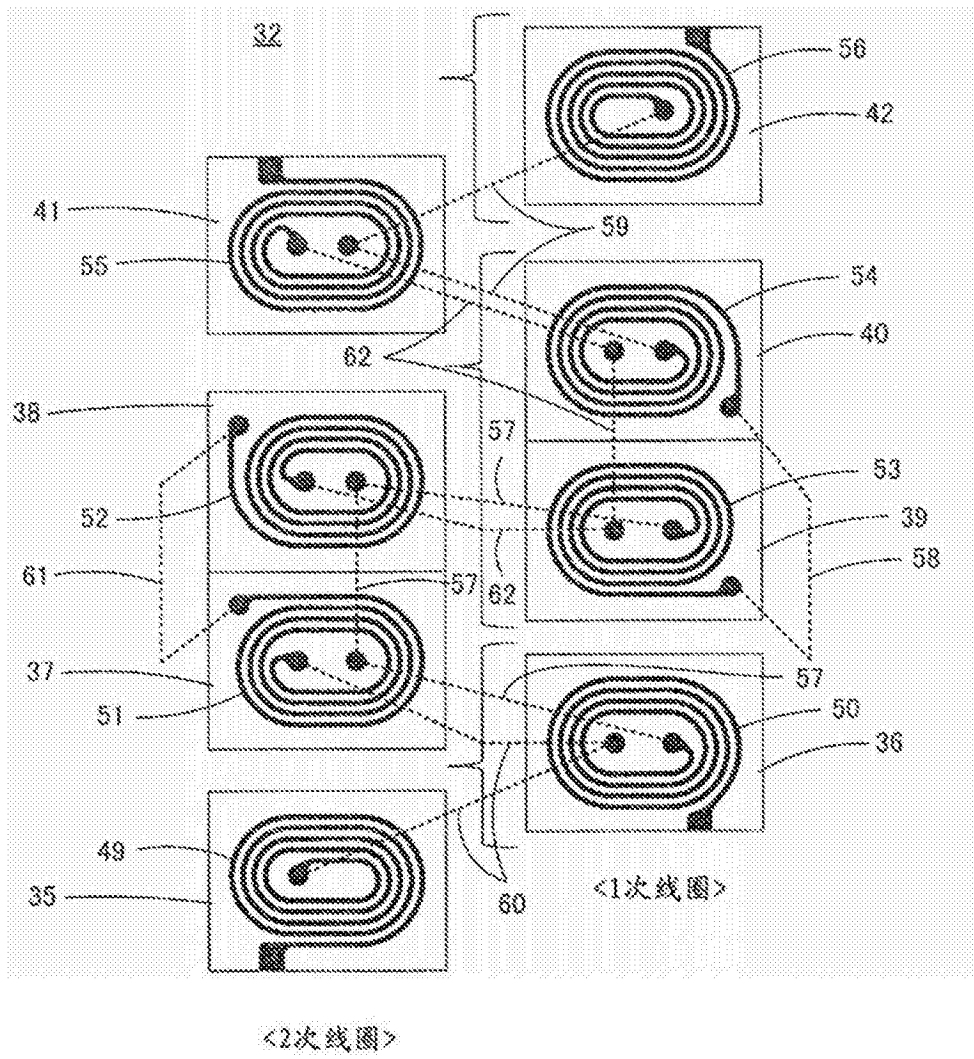


图 2

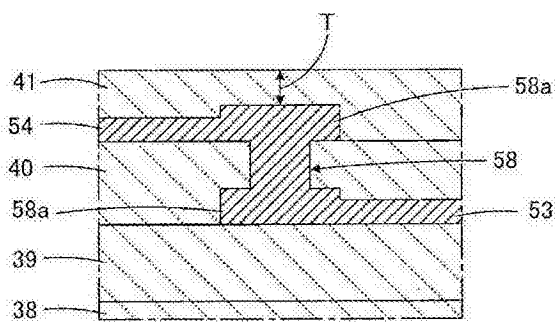


图 3

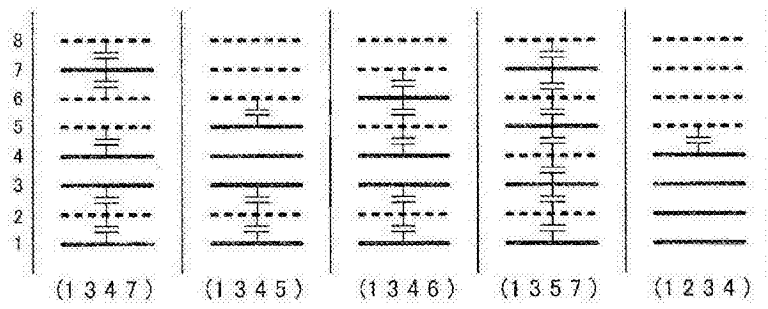


图 4

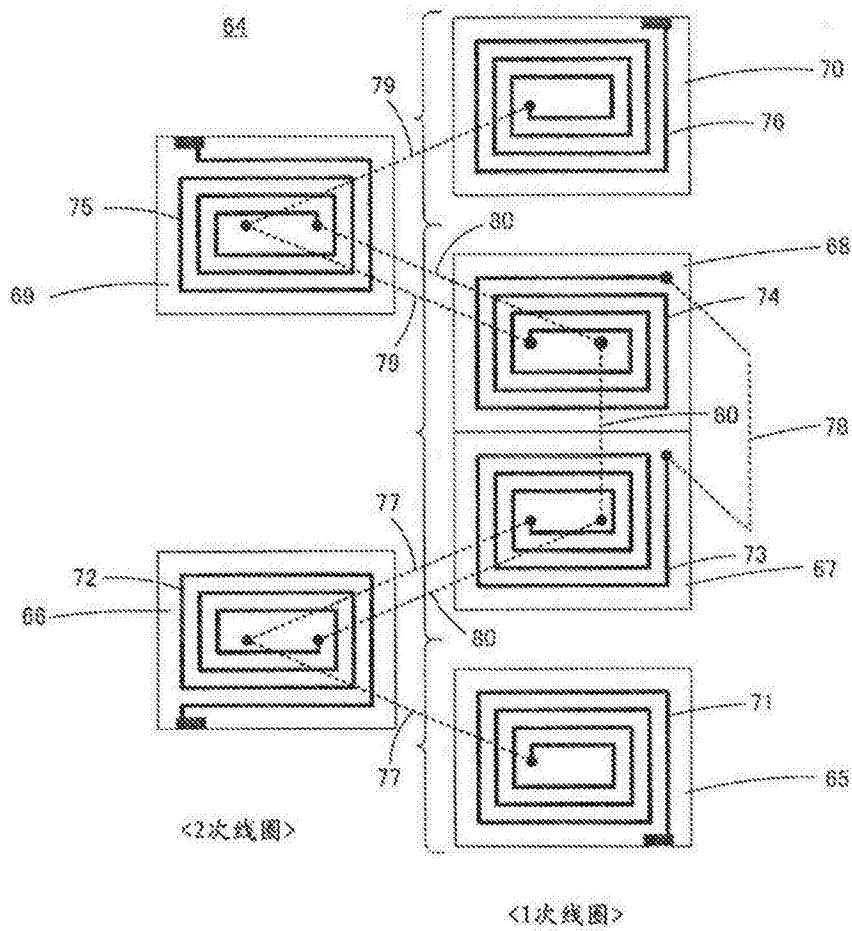


图 5

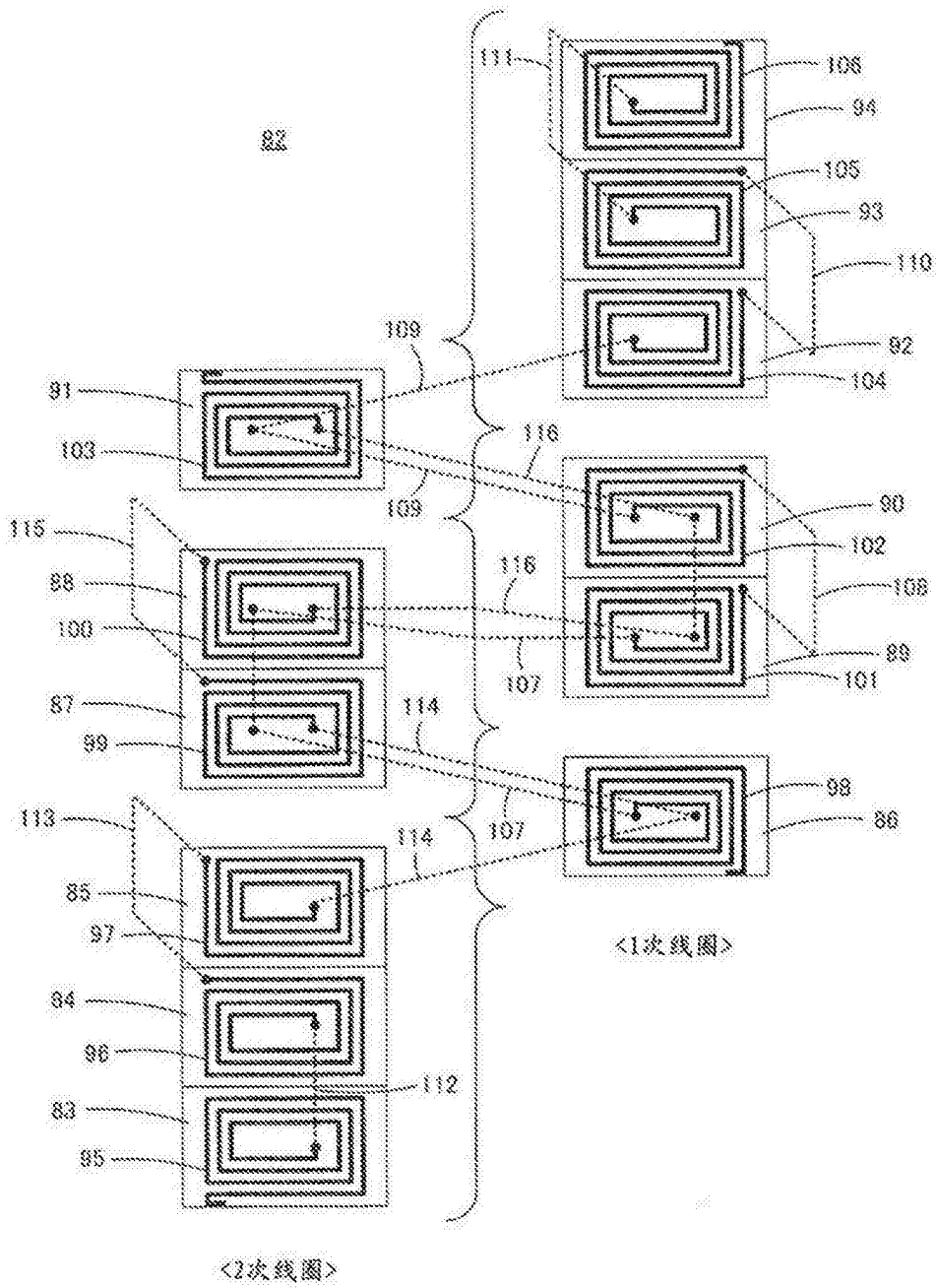


图 6

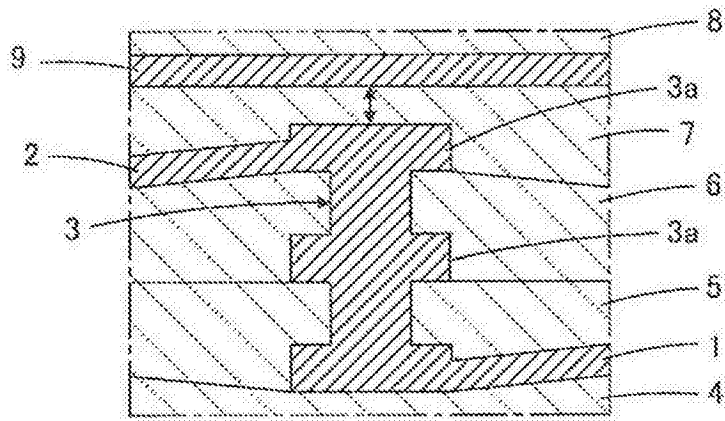


图 7

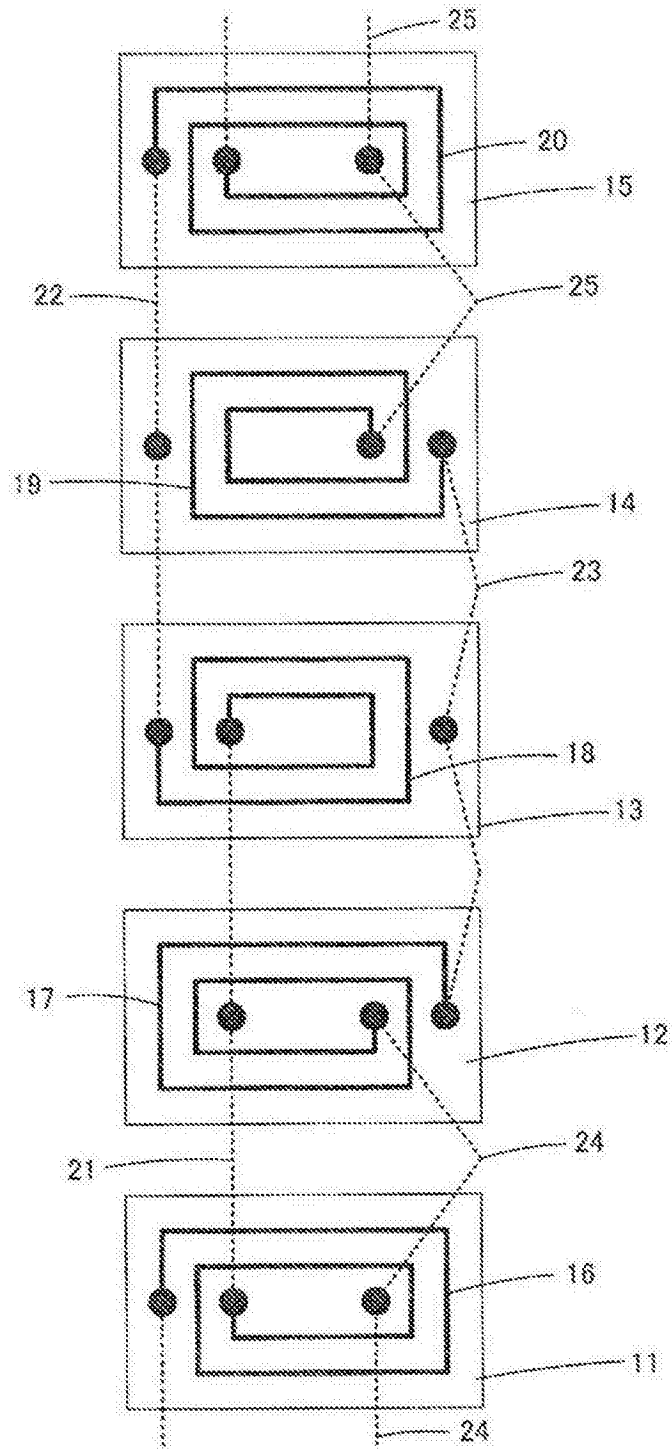


图 8

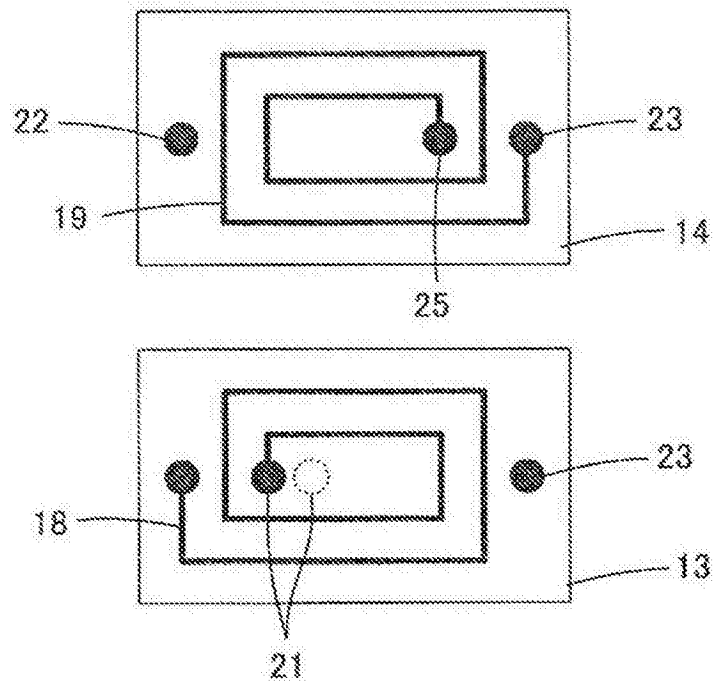


图 9

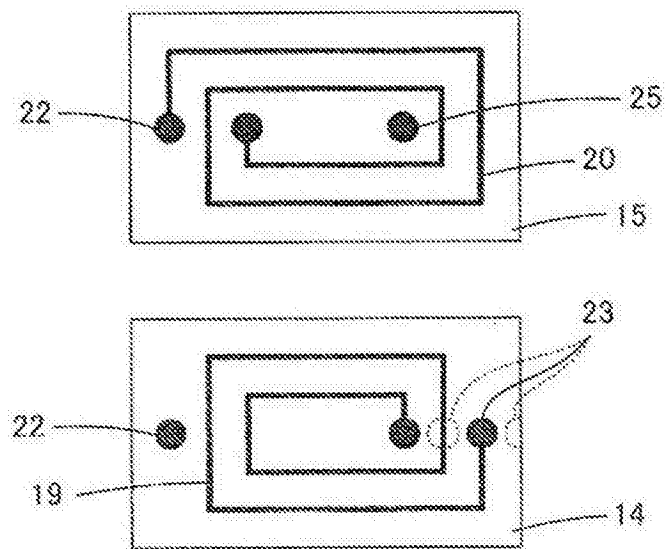


图 10