



(12) 发明专利申请

(10) 申请公布号 CN 113808804 A

(43) 申请公布日 2021.12.17

(21) 申请号 202110564877.3

(22) 申请日 2021.05.24

(30) 优先权数据

2020-103932 2020.06.16 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 田中贤二 村上直之

(74) 专利代理机构 北京集佳知识产权代理有限公司

11227

代理人 舒艳君 王海奇

(51) Int. Cl.

H01F 17/00 (2006.01)

H01F 27/28 (2006.01)

H01F 27/29 (2006.01)

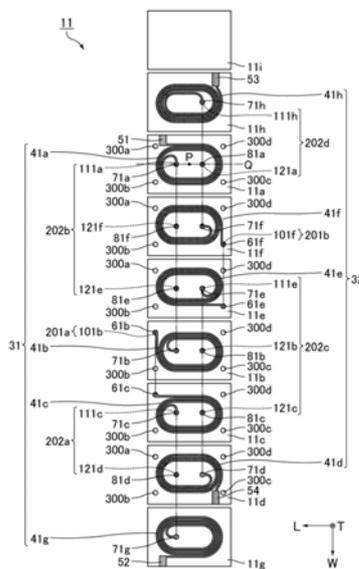
权利要求书2页 说明书18页 附图5页

(54) 发明名称

共模扼流线圈

(57) 摘要

共模扼流线圈具备坯体、第一~第二线圈等,第一线圈包括设置在第一~第三绝缘层的表面的第一~第三线圈导体,第一~第三线圈导体电连接且与第一~第三绝缘层在高度方向上层叠,第二线圈包括设置在第四~第六绝缘层的表面的第四~第六线圈导体,第四~第六线圈导体电连接且与第四~第六绝缘层在高度方向上层叠,第二线圈导体与第三线圈导体经由设置在当从高度方向观察时与第二、第三线圈导体的外周侧端部重叠的位置的第一外侧导通孔导体电连接,在第一、第四、第五及第六绝缘层中的、设置在第二绝缘层与第三绝缘层之间以外的位置的至少一个绝缘层的表面设置有在从高度方向观察时与第一外侧导通孔导体重叠且与全部线圈导体电绝缘的第一虚设导体。



1. 一种共模扼流线圈,其特征在于,具备:

坯体,由多个绝缘层在高度方向上层叠而成;

第一线圈,设置在所述坯体的内部;

第二线圈,设置在所述坯体的内部,并且与所述第一线圈电绝缘;

第一外部电极,设置在所述坯体的表面上,并且与所述第一线圈的一端电连接;

第二外部电极,设置在所述坯体的表面上,并且与所述第一线圈的另一端电连接;

第三外部电极,设置在所述坯体的表面上,并且与所述第二线圈的一端电连接;以及

第四外部电极,设置在所述坯体的表面上,并且与所述第二线圈的另一端电连接,

所述第一线圈包括:设置在第一绝缘层的表面上的第一线圈导体、设置在第二绝缘层的表面上的第二线圈导体、以及设置在第三绝缘层的表面上的第三线圈导体,

所述第一线圈导体、所述第二线圈导体以及所述第三线圈导体与所述第一绝缘层、所述第二绝缘层以及所述第三绝缘层一起在所述高度方向上层叠,并且所述第一线圈导体、所述第二线圈导体以及所述第三线圈导体电连接,

所述第二线圈包括:设置在第四绝缘层的表面上的第四线圈导体、设置在第五绝缘层的表面上的第五线圈导体、以及设置在第六绝缘层的表面上的第六线圈导体,

所述第四线圈导体、所述第五线圈导体以及所述第六线圈导体与所述第四绝缘层、所述第五绝缘层以及所述第六绝缘层一起在所述高度方向上层叠,并且所述第四线圈导体、所述第五线圈导体以及所述第六线圈导体电连接,

所述第二线圈导体与所述第三线圈导体经由第一外侧导通孔导体电连接,所述第一外侧导通孔导体设置在当从所述高度方向观察时与所述第二线圈导体和所述第三线圈导体的外周侧端部重叠的位置,

在所述第一绝缘层、所述第四绝缘层、所述第五绝缘层以及所述第六绝缘层中的、设置在所述第二绝缘层与所述第三绝缘层之间以外的位置的至少一个所述绝缘层的表面上还设置有第一虚设导体,在从所述高度方向观察时所述第一虚设导体与所述第一外侧导通孔导体重叠,并且所述第一虚设导体与全部的线圈导体电绝缘。

2. 根据权利要求1所述的共模扼流线圈,其特征在于,

所述第一绝缘层、所述第四绝缘层、所述第五绝缘层以及所述第六绝缘层中的全部的所述绝缘层设置在所述第二绝缘层与所述第三绝缘层之间以外的位置,

所述第一虚设导体设置在所述第一绝缘层、所述第四绝缘层、所述第五绝缘层以及所述第六绝缘层的表面上。

3. 根据权利要求2所述的共模扼流线圈,其特征在于,

在定义了从所述高度方向观察时通过所述绝缘层的中心并且在所述绝缘层的长边方向上延伸的直线时,

在所述第一绝缘层、所述第二绝缘层、所述第三绝缘层、所述第四绝缘层、所述第五绝缘层以及所述第六绝缘层的表面上还设置有第二虚设导体,所述第二虚设导体与所述第一外侧导通孔导体相对于所述直线线对称,并且所述第二虚设导体与全部的线圈导体电绝缘。

4. 根据权利要求1至3中的任一项所述的共模扼流线圈,其特征在于,

所述第五线圈导体与所述第六线圈导体经由第二外侧导通孔导体电连接,所述第二外

侧导通孔导体设置在当从所述高度方向观察时与所述第五线圈导体和所述第六线圈导体的外周侧端部重叠的位置，

在所述第一绝缘层、所述第二绝缘层、所述第三绝缘层以及所述第四绝缘层中的、设置在所述第五绝缘层与第六绝缘层之间以外的位置的至少一个所述绝缘层的表面上还设置有第三虚设导体，在从所述高度方向观察时所述第三虚设导体与所述第二外侧导通孔导体重叠，并且所述第三虚设导体与全部的线圈导体电绝缘。

5. 根据权利要求4所述的共模扼流线圈，其特征在于，

所述第一绝缘层、所述第二绝缘层、所述第三绝缘层以及所述第四绝缘层中的全部的所述绝缘层设置在所述第五绝缘层与第六绝缘层之间以外的位置，

所述第三虚设导体设置在所述第一绝缘层、所述第二绝缘层、所述第三绝缘层以及所述第四绝缘层的表面上。

6. 根据权利要求5所述的共模扼流线圈，其特征在于，

在定义了从所述高度方向观察时通过所述绝缘层的中心并且在所述绝缘层的长边方向上延伸的直线时，

在所述第一绝缘层、所述第二绝缘层、所述第三绝缘层、所述第四绝缘层、所述第五绝缘层以及第六绝缘层的表面上还设置有第四虚设导体，所述第四虚设导体与第二外侧导通孔导体相对于所述直线线对称，并且所述第四虚设导体与全部的线圈导体电绝缘。

7. 根据权利要求4至6中的任一项所述的共模扼流线圈，其特征在于，

在从所述高度方向观察时，所述第一外侧导通孔导体与第二外侧导通孔导体相对于所述绝缘层的中心点对称。

8. 根据权利要求1至7中的任一项所述的共模扼流线圈，其特征在于，

所述第一线圈还包括设置在第七绝缘层的表面上的第七线圈导体，

所述第二线圈还包括设置在第八绝缘层的表面上的第八线圈导体。

9. 根据权利要求8所述的共模扼流线圈，其特征在于，

在所述坯体中，在所述高度方向上依次层叠有所述第七绝缘层、所述第四绝缘层、所述第三绝缘层、所述第二绝缘层、所述第五绝缘层、所述第六绝缘层、所述第一绝缘层以及所述第八绝缘层。

## 共模扼流线圈

### 技术领域

[0001] 本发明涉及共模扼流线圈。

### 背景技术

[0002] 作为电路用噪声滤波器的一种,已知有共模扼流线圈。例如,在专利文献1中,公开了一种共模扼流线圈,包括层叠多个绝缘层而成的层叠体、设置在层叠体的内部的第一线圈和第二线圈、以及设置于层叠体的外表面的第一外部电极、第二外部电极、第三外部电极和第四外部电极,第一外部电极和第二外部电极分别与第一线圈的一端和另一端电连接,第三外部电极和第四外部电极分别与第二线圈的一端和另一端电连接,第一线圈至少包括在层叠体的层叠方向上经由导通孔导体相互连接的第一螺旋状导体、第二螺旋状导体和第三螺旋状导体,第二线圈至少包括在层叠体的层叠方向上经由导通孔导体相互连接的第四螺旋状导体、第五螺旋状导体和第六螺旋状导体,在层叠方向上,第一螺旋状导体与第二螺旋状导体和第四螺旋状导体相邻,并且第四螺旋状导体与第一螺旋状导体和第五螺旋状导体相邻,在层叠方向上相邻的螺旋状导体间的距离中的、第一螺旋状导体与第四螺旋状导体之间的距离比其他的距离小。

[0003] 专利文献1:日本特开2019-140170号公报

[0004] 在专利文献1所记载的共模扼流线圈中,如专利文献1的图2、图3、图7等中所记载的那样,第一螺旋状导体、第二螺旋状导体和第三螺旋状导体中的任意两个螺旋状导体的外周侧端部彼此经由导通孔导体电连接。然而,在制造这样的共模扼流线圈时,即使通过将设置有螺旋状导体的多个绝缘层层叠之后进行压接,使螺旋状导体的外周侧端部与导通孔导体连接,有时也很难对螺旋状导体的外周侧端部与导通孔导体重叠的部分施加上层叠方向上的压力。因此,在这样的共模扼流线圈中,螺旋状导体的外周侧端部与导通孔导体的连接性变得不充分,有线圈断线之虞。

### 发明内容

[0005] 本发明是为了解决上述的问题而完成的,其目的在于提供一种线圈导体的外周侧端部与导通孔导体的连接性优异的共模扼流线圈。

[0006] 本发明的共模扼流线圈的特征在于,具备:坯体,由多个绝缘层在高度方向上层叠而成;第一线圈,设置在上述坯体的内部;第二线圈,设置在上述坯体的内部,并且与上述第一线圈电绝缘;第一外部电极,设置在上述坯体的表面上,并且与上述第一线圈的一端电连接;第二外部电极,设置在上述坯体的表面上,并且与上述第一线圈的另一端电连接;第三外部电极,设置在上述坯体的表面上,并且与上述第二线圈的一端电连接;以及第四外部电极,设置在上述坯体的表面上,并且与上述第二线圈的另一端电连接,上述第一线圈包括:设置在第一绝缘层的表面上的第一线圈导体、设置在第二绝缘层的表面上的第二线圈导体、以及设置在第三绝缘层的表面上的第三线圈导体,上述第一线圈导体、上述第二线圈导体以及上述第三线圈导体与上述第一绝缘层、上述第二绝缘层以及上述第三绝缘层一起在

上述高度方向上层叠,并且上述第一线圈导体、上述第二线圈导体以及上述第三线圈导体电连接,上述第二线圈包括:设置在第四绝缘层的表面上的第四线圈导体、设置在第五绝缘层的表面上的第五线圈导体、以及设置在第六绝缘层的表面上的第六线圈导体,上述第四线圈导体、上述第五线圈导体以及上述第六线圈导体与上述第四绝缘层、上述第五绝缘层以及上述第六绝缘层一起在上述高度方向上层叠,并且上述第四线圈导体、上述第五线圈导体以及上述第六线圈导体电连接,上述第二线圈导体与上述第三线圈导体经由第一外侧导通孔导体电连接,上述第一外侧导通孔导体设置在当从上述高度方向观察时与上述第二线圈导体和上述第三线圈导体的外周侧端部重叠的位置,在上述第一绝缘层、上述第四绝缘层、上述第五绝缘层以及上述第六绝缘层中的、设置在上述第二绝缘层与上述第三绝缘层之间以外的位置的至少一个上述绝缘层的表面上还设置有第一虚设导体,在从上述高度方向观察时上述第一虚设导体与上述第一外侧导通孔导体重叠,并且上述第一虚设导体与全部的线圈导体电绝缘。

[0007] 根据本发明,能够提供线圈导体的外周侧端部与导通孔导体的连接性优异的共模扼流线圈。

## 附图说明

[0008] 图1是表示本发明的共模扼流线圈的一例的立体示意图。

[0009] 图2是表示图1所示的坯体的内部构造的一例的分解平面示意图。

[0010] 图3是表示与图1中的线段A1-A2对应的部分的剖面示意图。

[0011] 图4是表示与图1中的线段B1-B2对应的部分的剖面示意图。

[0012] 图5是表示与图1中的线段C1-C2对应的部分的剖面示意图。

[0013] 图6是表示与图1中的线段D1-D2对应的部分的剖面示意图。

[0014] 图7是表示与图1中的线段E1-E2对应的部分的剖面示意图。

[0015] 图8是表示本发明的共模扼流线圈的另一例的立体示意图。

[0016] 附图标记说明:1、2…共模扼流线圈;10…坯体;10a…第一端面;10b…第二端面;10c…第一主面;10d…第二主面;10e…第一侧面;10f…第二侧面;11、14、15…玻璃陶瓷层;11a…第一绝缘层;11b…第二绝缘层;11c…第三绝缘层;11d…第四绝缘层;11e…第五绝缘层;11f…第六绝缘层;11g…第七绝缘层;11h…第八绝缘层;11i…第九绝缘层;12、13…铁氧体层;21…第一外部电极;22…第二外部电极;23…第三外部电极;24…第四外部电极;31…第一线圈;32…第二线圈;41a…第一线圈导体;41b…第二线圈导体;41c…第三线圈导体;41d…第四线圈导体;41e…第五线圈导体;41f…第六线圈导体;41g…第七线圈导体;41h…第八线圈导体;51…第一引出电极;52…第二引出电极;53…第三引出电极;54…第四引出电极;61b、61c、61e、61f、71a、71b、71c、71d、71e、71f、71g、71h、81a、81b、81c、81d、81e、81f…焊盘部;101b、101f、111a、111c、111e、111h、121a、121b、121c、121d、121e、121f…导通孔导体;201a…第一外侧导通孔导体;201b…第二外侧导通孔导体;202a…第一内侧导通孔导体;202b…第二内侧导通孔导体;202c…第三内侧导通孔导体;202d…第四内侧导通孔导体;300a…第一虚设导体;300b…第二虚设导体;300c…第三虚设导体;300d…第四虚设导体;AR1、AR2、AR3、AR4…区域;L…长度方向;P…绝缘层的中心;Q…直线;S1、S2…连接部分;T…高度方向;W…宽度方向。

## 具体实施方式

[0017] 以下,对本发明的共模扼流线圈进行说明。此外,本发明不限于以下的结构,在不脱离本发明的主旨的范围内,也可以适当地变更。另外,将以下记载的各个优选结构组合多个而得的方案也是本发明。

[0018] [共模扼流线圈]

[0019] 图1是表示本发明的共模扼流线圈的一例的立体示意图。

[0020] 如图1所示,共模扼流线圈1具有坯体10、第一外部电极21、第二外部电极22、第三外部电极23以及第四外部电极24。虽然在图1中未示出,但如后述那样,共模扼流线圈1还具有设置在坯体10的内部的第一线圈和第二线圈。

[0021] 在本说明书中,如图1等所示,将长度方向、高度方向和宽度方向分别设为由L、T和W确定的方向。这里,长度方向L与高度方向T与宽度方向W相互正交。

[0022] 坯体10为大致长方体状,具有在长度方向L上对置的第一端面10a和第二端面10b、在高度方向T上对置的第一主面10c和第二主面10d、以及在宽度方向W上对置的第一侧面10e和第二侧面10f。

[0023] 在将共模扼流线圈1安装于基板的情况下,坯体10的第一主面10c或者第二主面10d成为安装面。

[0024] 坯体10的第一端面10a和第二端面10b不需要与长度方向L严格地正交。另外,坯体10的第一主面10c和第二主面10d不需要与高度方向T严格地正交。而且,坯体10的第一侧面10e和第二侧面10f不需要与宽度方向W严格地正交。

[0025] 优选坯体10在角部和棱线部带有圆角。坯体10的角部是坯体10的3个面相交的部分。坯体10的棱线部是坯体10的2个面相交的部分。

[0026] 坯体10由多个绝缘层在高度方向T上层叠而成。更具体而言,坯体10从第一主面10c朝向第二主面10d依次具有铁氧体层12、玻璃陶瓷层11、铁氧体层13。即,坯体10具有在高度方向T上玻璃陶瓷层11由铁氧体层12和铁氧体层13夹着的结构。

[0027] 玻璃陶瓷层11是后述那样的、多个绝缘层层叠而成的多层构造。

[0028] 优选构成玻璃陶瓷层11的玻璃陶瓷材料包含至少含有K、B和Si的玻璃材料。

[0029] 玻璃材料优选为:以 $K_2O$ 换算而含有0.5重量%以上且5重量%以下的K,以 $B_2O_3$ 换算而含有10重量%以上且25重量%以下的B,以 $SiO_2$ 换算而含有70重量%以上且85重量%以下的Si,以 $Al_2O_3$ 换算而含有0重量%以上且5重量%以下的Al。

[0030] 优选玻璃陶瓷材料除了包含上述的玻璃材料之外,还包含作为填料的 $SiO_2$ (石英)和 $Al_2O_3$ (氧化铝)。在该情况下,优选玻璃陶瓷材料包含60重量%以上且66重量%以下的玻璃材料,34重量%以上且37重量%以下的作为填料的 $SiO_2$ ,0.5重量%以上且4重量%以下的作为填料的 $Al_2O_3$ 。通过玻璃陶瓷材料包含 $SiO_2$ 作为填料,从而共模扼流线圈1的高频特性提高。另外,通过玻璃陶瓷材料包含 $Al_2O_3$ 作为填料,从而坯体10的机械强度提高。

[0031] 铁氧体层12和铁氧体层13分别也可以是单层构造,也可以是多层构造。

[0032] 构成铁氧体层12和铁氧体层13的铁氧体材料分别优选为Ni-Cu-Zn系铁氧体材料。通过铁氧体层12和铁氧体层13由Ni-Cu-Zn系铁氧体材料构成,从而共模扼流线圈1的电感提高。

[0033] 优选Ni-Cu-Zn系铁氧体材料含有40mol%以上且49.5mol%以下的 $Fe_2O_3$ 、5mol%以

上且35mol%以下的ZnO,6mol%以上且12mol%以下的CuO、8mol%以上且40mol%以下的NiO。这些氧化物也可以包含不可避免的杂质。

[0034] Ni-Cu-Zn系铁氧体材料也可以包含 $Mn_3O_4$ 、 $Co_3O_4$ 、 $SnO_2$ 、 $Bi_2O_3$ 、 $SiO_2$ 等添加剂。

[0035] 第一外部电极21设置在坯体10的表面上。更具体而言,第一外部电极21遍及坯体10的第一主面10c、第一侧面10e和第二主面10d的各一部分而延伸。

[0036] 第二外部电极22设置在坯体10的表面上。更具体而言,第二外部电极22遍及坯体10的第一主面10c、第二侧面10f和第二主面10d的各一部分而延伸。另外,第二外部电极22在宽度方向W上设置在与第一外部电极21对置的位置。

[0037] 第三外部电极23设置在坯体10的表面上。更具体而言,第三外部电极23在长度方向L上与第一外部电极21分离的位置,遍及坯体10的第一主面10c、第一侧面10e和第二主面10d的各一部分而延伸。

[0038] 第四外部电极24设置在坯体10的表面上。更具体而言,第四外部电极24在长度方向L上与第二外部电极22分离的位置,遍及坯体10的第一主面10c、第二侧面10f和第二主面10d的各一部分而延伸。另外,第四外部电极24在宽度方向W上设置在与第三外部电极23对置的位置。

[0039] 第一外部电极21、第二外部电极22、第三外部电极23和第四外部电极24分别也可以是单层构造,也可以是多层构造。

[0040] 在第一外部电极21、第二外部电极22、第三外部电极23和第四外部电极24分别是单层构造的情况下,作为各外部电极的构成材料,例如列举Ag、Au、Cu、Pd、Ni、Al、含有这些金属中的至少1种的合金等。

[0041] 在第一外部电极21、第二外部电极22、第三外部电极23和第四外部电极24分别是多层构造的情况下,各外部电极也可以从坯体10的表面侧起例如依次具有包含Ag的基底电极层、Ni镀层、Sn镀层。

[0042] 图2是表示图1所示的坯体的内部构造的一例的分解平面示意图。图3是表示与图1中的线段A1-A2对应的部分的剖面示意图。图4是表示与图1中的线段B1-B2对应的部分的剖面示意图。图5是表示与图1中的线段C1-C2对应的部分的剖面示意图。图6是表示与图1中的线段D1-D2对应的部分的剖面示意图。图7是表示与图1中的线段E1-E2对应的部分的剖面示意图。

[0043] 如图2、图3、图4、图5、图6和图7所示,构成坯体10的玻璃陶瓷层11由包括第一绝缘层11a、第二绝缘层11b、第三绝缘层11c、第四绝缘层11d、第五绝缘层11e、第六绝缘层11f、第七绝缘层11g和第八绝缘层11h的多个绝缘层在高度方向T上层叠而成。在坯体10、更具体而言在玻璃陶瓷层11中,第七绝缘层11g、第四绝缘层11d、第三绝缘层11c、第二绝缘层11b、第五绝缘层11e、第六绝缘层11f、第一绝缘层11a和第八绝缘层11h在高度方向T上依次层叠。在坯体10中,第七绝缘层11g位于第一主面10c侧,第八绝缘层11h位于第二主面10d侧。

[0044] 优选第一绝缘层11a、第二绝缘层11b、第三绝缘层11c、第四绝缘层11d、第五绝缘层11e、第六绝缘层11f、第七绝缘层11g和第八绝缘层11h的构成材料相互相同。

[0045] 在玻璃陶瓷层11中,也可以将未设置后述的线圈导体、引出电极、导通孔导体、虚设导体等导体部的至少一个绝缘层层叠于第七绝缘层11g的第一主面10c侧和第八绝缘层11h的第二主面10d侧中的至少一方。例如,在玻璃陶瓷层11中,也可以在第八绝缘层11h的

第二主面10d侧层叠有第九绝缘层11i。

[0046] 优选第九绝缘层11i的构成材料与第一绝缘层11a、第二绝缘层11b、第三绝缘层11c、第四绝缘层11d、第五绝缘层11e、第六绝缘层11f、第七绝缘层11g和第八绝缘层11h的构成材料相同。

[0047] 在坯体10的内部、更具体而言在玻璃陶瓷层11的内部设置有第一线圈31和第二线圈32。

[0048] 第一线圈31包括第一线圈导体41a、第二线圈导体41b、第三线圈导体41c以及第七线圈导体41g。

[0049] 第一线圈导体41a设置在第一绝缘层11a的表面上。第一线圈导体41a设置成螺旋状,在从高度方向T观察时,外周侧端部位于第一绝缘层11a的外缘附近,内周侧端部位于第一绝缘层11a的中央附近。第一线圈导体41a的外周侧端部与从第一外部电极21引出的第一引出电极51连接。焊盘部71a位于第一线圈导体41a的内周侧端部。

[0050] 在第一绝缘层11a,在当从高度方向T观察时与焊盘部71a重叠的位置设置有在高度方向T上贯通的导通孔导体111a。

[0051] 在第一绝缘层11a的表面上,在从高度方向T观察时在第一绝缘层11a的中央附近且与焊盘部71a分离的位置设置有焊盘部81a。另外,在第一绝缘层11a,在当从高度方向T观察时与焊盘部81a重叠的位置设置有在高度方向T上贯通的导通孔导体121a。

[0052] 第二线圈导体41b设置在第二绝缘层11b的表面上。第二线圈导体41b设置成螺旋状,在从高度方向T观察时,外周侧端部位于第二绝缘层11b的外缘附近,内周侧端部位于第二绝缘层11b的中央附近。焊盘部61b位于第二线圈导体41b的外周侧端部。焊盘部71b位于第二线圈导体41b的内周侧端部。

[0053] 在第二绝缘层11b,在当从高度方向T观察时与焊盘部61b重叠的位置设置有在高度方向T上贯通的导通孔导体101b。

[0054] 在第二绝缘层11b的表面上,在从高度方向T观察时在第二绝缘层11b的中央附近且与焊盘部71b分离的位置设置有焊盘部81b。另外,在第二绝缘层11b,在当从高度方向T观察时与焊盘部81b重叠的位置设置有在高度方向T上贯通的导通孔导体121b。

[0055] 第三线圈导体41c设置在第三绝缘层11c的表面上。第三线圈导体41c设置成螺旋状,在从高度方向T观察时,外周侧端部位于第三绝缘层11c的外缘附近,内周侧端部位于第三绝缘层11c的中央附近。焊盘部61c位于第三线圈导体41c的外周侧端部。焊盘部71c位于第三线圈导体41c的内周侧端部。

[0056] 在第三绝缘层11c,在当从高度方向T观察时与焊盘部71c重叠的位置设置有在高度方向T上贯通的导通孔导体111c。

[0057] 在第三绝缘层11c的表面上,在从高度方向T观察时在第三绝缘层11c的中央附近且与焊盘部71c分离的位置设置有焊盘部81c。另外,在第三绝缘层11c,在当从高度方向T观察时与焊盘部81c重叠的位置设置有在高度方向T上贯通的导通孔导体121c。

[0058] 第七线圈导体41g设置在第七绝缘层11g的表面上。第七线圈导体41g设置成螺旋状,在从高度方向T观察时,外周侧端部位于第七绝缘层11g的外缘附近,内周侧端部位于第七绝缘层11g的中央附近。第七线圈导体41g的外周侧端部与从第二外部电极22引出的第二引出电极52连接。焊盘部71g位于第七线圈导体41g的内周侧端部。

[0059] 第二线圈32包括第四线圈导体41d、第五线圈导体41e、第六线圈导体41f以及第八线圈导体41h。

[0060] 第四线圈导体41d设置在第四绝缘层11d的表面上。第四线圈导体41d设置成螺旋状,在从高度方向T观察时,外周侧端部位于第四绝缘层11d的外缘附近,内周侧端部位于第四绝缘层11d的中央附近。第四线圈导体41d的外周侧端部与从第四外部电极24引出的第四引出电极54连接。焊盘部71d位于第四线圈导体41d的内周侧端部。

[0061] 在第四绝缘层11d的表面上,在从高度方向T观察时在第四绝缘层11d的中央附近且与焊盘部71d分离的位置设置有焊盘部81d。另外,在第四绝缘层11d,在当从高度方向T观察时与焊盘部81d重叠的位置设置有在高度方向T上贯通的导通孔导体121d。

[0062] 第五线圈导体41e设置在第五绝缘层11e的表面上。第五线圈导体41e设置成螺旋状,在从高度方向T观察时,外周侧端部位于第五绝缘层11e的外缘附近,内周侧端部位于第五绝缘层11e的中央附近。焊盘部61e位于第五线圈导体41e的外周侧端部。焊盘部71e位于第五线圈导体41e的内周侧端部。

[0063] 在第五绝缘层11e,在当从高度方向T观察时与焊盘部71e重叠的位置设置有在高度方向T上贯通的导通孔导体111e。

[0064] 在第五绝缘层11e的表面上,在从高度方向T观察时在第五绝缘层11e的中央附近且与焊盘部71e分离的位置设置有焊盘部81e。另外,在第五绝缘层11e,在当从高度方向T观察时与焊盘部81e重叠的位置设置有在高度方向T上贯通的导通孔导体121e。

[0065] 第六线圈导体41f设置在第六绝缘层11f的表面上。第六线圈导体41f设置成螺旋状,在从高度方向T观察时,外周侧端部位于第六绝缘层11f的外缘附近,内周侧端部位于第六绝缘层11f的中央附近。焊盘部61f位于第六线圈导体41f的外周侧端部。焊盘部71f位于第六线圈导体41f的内周侧端部。

[0066] 在第六绝缘层11f,在当从高度方向T观察时与焊盘部61f重叠的位置设置有在高度方向T上贯通的导通孔导体101f。

[0067] 在第六绝缘层11f的表面上,在从高度方向T观察时在第六绝缘层11f的中央附近且与焊盘部71f分离的位置设置有焊盘部81f。另外,在第六绝缘层11f,在当从高度方向T观察时与焊盘部81f重叠的位置设置有在高度方向T上贯通的导通孔导体121f。

[0068] 第八线圈导体41h设置在第八绝缘层11h的表面上。第八线圈导体41h设置成螺旋状,在从高度方向T观察时,外周侧端部位于第八绝缘层11h的外缘附近,内周侧端部位于第八绝缘层11h的中央附近。第八线圈导体41h的外周侧端部与从第三外部电极23引出的第三引出电极53连接。焊盘部71h位于第八线圈导体41h的内周侧端部。

[0069] 在第八绝缘层11h,在当从高度方向T观察时与焊盘部71h重叠的位置设置有在高度方向T上贯通的导通孔导体111h。

[0070] 在从高度方向T观察时,焊盘部61b、焊盘部61c、焊盘部61e、焊盘部61f、焊盘部71a、焊盘部71b、焊盘部71c、焊盘部71d、焊盘部71e、焊盘部71f、焊盘部71g、焊盘部71h、焊盘部81a、焊盘部81b、焊盘部81c、焊盘部81d、焊盘部81e和焊盘部81f分别也可以是图2所示的圆形状,也可以是多边形状。

[0071] 作为第一线圈导体41a、第二线圈导体41b、第三线圈导体41c、第四线圈导体41d、第五线圈导体41e、第六线圈导体41f、第七线圈导体41g、第八线圈导体41h、第一引出电极

51、第二引出电极52、第三引出电极53、第四引出电极54、焊盘部61b、焊盘部61c、焊盘部61e、焊盘部61f、焊盘部71a、焊盘部71b、焊盘部71c、焊盘部71d、焊盘部71e、焊盘部71f、焊盘部71g、焊盘部71h、焊盘部81a、焊盘部81b、焊盘部81c、焊盘部81d、焊盘部81e、焊盘部81f、导通孔导体101b、导通孔导体101f、导通孔导体111a、导通孔导体111c、导通孔导体111e、导通孔导体111h、导通孔导体121a、导通孔导体121b、导通孔导体121c、导通孔导体121d、导通孔导体121e和导通孔导体121f的构成材料,例如列举Ag、Au、Cu、Pd、Ni、Al、含有这些金属中的至少1种的合金等。

[0072] 通过在高度方向T上依次层叠第七绝缘层11g、第四绝缘层11d、第三绝缘层11c、第二绝缘层11b、第五绝缘层11e、第六绝缘层11f、第一绝缘层11a和第八绝缘层11h,从而第一线圈导体41a、第二线圈导体41b、第三线圈导体41c和第七线圈导体41g与第一绝缘层11a、第二绝缘层11b、第三绝缘层11c和第七绝缘层11g一起在高度方向T上层叠,并且电连接。更具体而言,如下所述。

[0073] 首先,第七线圈导体41g的焊盘部71g依次经由导通孔导体121d、焊盘部81d和导通孔导体111c而与第三线圈导体41c的焊盘部71c电连接。这里,导通孔导体121d和导通孔导体111c设置于在从高度方向T观察时与第三线圈导体41c和第七线圈导体41g的内周侧端部重叠的位置、即在从高度方向T观察时与焊盘部71c和焊盘部71g重叠的位置,构成第一内侧导通孔导体202a。因此,也可以说第三线圈导体41c与第七线圈导体41g经由第一内侧导通孔导体202a、更具体而言经由第一内侧导通孔导体202a和焊盘部81d电连接。

[0074] 接下来,第三线圈导体41c的焊盘部61c经由导通孔导体101b而与第二线圈导体41b的焊盘部61b电连接。这里,导通孔导体101b设置于在从高度方向T观察时与第二线圈导体41b和第三线圈导体41c的外周侧端部重叠的位置、即在从高度方向T观察时与焊盘部61b和焊盘部61c重叠的位置,构成第一外侧导通孔导体201a。因此,也可以说第二线圈导体41b与第三线圈导体41c经由第一外侧导通孔导体201a电连接。

[0075] 接下来,第二线圈导体41b的焊盘部71b依次经由导通孔导体121e、焊盘部81e、导通孔导体121f、焊盘部81f和导通孔导体111a而与第一线圈导体41a的焊盘部71a电连接。这里,导通孔导体121e、导通孔导体121f和导通孔导体111a设置于在从高度方向T观察时与第一线圈导体41a和第二线圈导体41b的内周侧端部重叠的位置、即在从高度方向T观察时与焊盘部71a和焊盘部71b重叠的位置,构成第二内侧导通孔导体202b。因此,也可以说第一线圈导体41a与第二线圈导体41b经由第二内侧导通孔导体202b、更具体而言经由第二内侧导通孔导体202b、焊盘部81e和焊盘部81f电连接。

[0076] 如以上那样,通过第一线圈导体41a、第二线圈导体41b、第三线圈导体41c和第七线圈导体41g电连接,而构成第一线圈31。

[0077] 如图2和图6所示,第一线圈31的一端、更具体而言第一线圈导体41a的外周侧端部经由第一引出电极51与第一外部电极21电连接。

[0078] 如图2和图6所示,第一线圈31的另一端、更具体而言第七线圈导体41g的外周侧端部经由第二引出电极52与第二外部电极22电连接。

[0079] 通过第七绝缘层11g、第四绝缘层11d、第三绝缘层11c、第二绝缘层11b、第五绝缘层11e、第六绝缘层11f、第一绝缘层11a和第八绝缘层11h在高度方向T上依次层叠,从而第四线圈导体41d、第五线圈导体41e、第六线圈导体41f和第八线圈导体41h与第四绝缘层

11d、第五绝缘层11e、第六绝缘层11f和第八绝缘层11h一起在高度方向T上层叠,并且电连接。更具体而言,如下所述。

[0080] 首先,第四线圈导体41d的焊盘部71d依次经由导通孔导体121c、焊盘部81c、导通孔导体121b、焊盘部81b和导通孔导体111e而与第五线圈导体41e的焊盘部71e电连接。这里,导通孔导体121c、导通孔导体121b和导通孔导体111e设置于在从高度方向T观察时与第四线圈导体41d和第五线圈导体41e的内周侧端部重叠的位置、即在从高度方向T观察时与焊盘部71d和焊盘部71e重叠的位置,构成第三内侧导通孔导体202c。因此,也可以说第四线圈导体41d与第五线圈导体41e经由第三内侧导通孔导体202c、更具体而言经由第三内侧导通孔导体202c、焊盘部81c和焊盘部81b电连接。

[0081] 接下来,第五线圈导体41e的焊盘部61e经由导通孔导体101f与第六线圈导体41f的焊盘部61f电连接。这里,导通孔导体101f设置于在从高度方向T观察时与第五线圈导体41e和第六线圈导体41f的外周侧端部重叠的位置、即在从高度方向T观察时与焊盘部61e和焊盘部61f重叠的位置,构成第二外侧导通孔导体201b。因此,也可以说第五线圈导体41e与第六线圈导体41f经由第二外侧导通孔导体201b电连接。

[0082] 接下来,第六线圈导体41f的焊盘部71f依次经由导通孔导体121a、焊盘部81a和导通孔导体111h而与第八线圈导体41h的焊盘部71h电连接。这里,导通孔导体121a和导通孔导体111h设置于在从高度方向T观察时与第六线圈导体41f和第八线圈导体41h的内周侧端部重叠的位置、即在从高度方向T观察时与焊盘部71f和焊盘部71h重叠的位置,构成第四内侧导通孔导体202d。因此,也可以说第六线圈导体41f与第八线圈导体41h经由第四内侧导通孔导体202d、更具体而言经由第四内侧导通孔导体202d和焊盘部81a电连接。

[0083] 如以上那样,通过第四线圈导体41d、第五线圈导体41e、第六线圈导体41f和第八线圈导体41h电连接,而构成第二线圈32。第二线圈32与第一线圈31电绝缘。

[0084] 如图2和图7所示,第二线圈32的一端、更具体而言第八线圈导体41h的外周侧端部经由第三引出电极53与第三外部电极23电连接。

[0085] 如图2和图7所示,第二线圈32的另一端、更具体而言第四线圈导体41d的外周侧端部经由第四引出电极54与第四外部电极24电连接。

[0086] 第一线圈31和第二线圈32的线圈轴分别通过在从高度方向T观察时的线圈的形状的重心,并在高度方向T上延伸。

[0087] 在从高度方向T观察时,第一线圈31和第二线圈32的外形分别也可以是图2所示的由直线和曲线构成的形状,也可以是圆形状,也可以是多边形状。

[0088] 在共模扼流线圈1中,设置有上述的线圈导体等导体部的、第七绝缘层11g、第四绝缘层11d、第三绝缘层11c、第二绝缘层11b、第五绝缘层11e、第六绝缘层11f、第一绝缘层11a和第八绝缘层11h在高度方向T上依次层叠,但由于以这样的顺序层叠,成为噪声除去性能的指标的共模衰减量 $S_{cc21}$ 容易变大。

[0089] 在共模扼流线圈1中,在第一绝缘层11a、第四绝缘层11d、第五绝缘层11e和第六绝缘层11f中的、设置于第二绝缘层11b与第三绝缘层11c之间以外的位置的至少一个绝缘层的表面上,还设置有在从高度方向T观察时与第一外侧导通孔导体201a(导通孔导体101b)重叠并且与全部的线圈导体电绝缘的第一虚设导体300a。由此,在将设置有线圈导体等导体部的多个绝缘层层叠的状态下,相对于第二线圈导体41b的焊盘部61b和第一外侧导通孔

导体201a和第三线圈导体41c的焊盘部61c相重叠的连接部分S1(参照图4)位于高度方向T的区域与第一虚设导体300a的量对应地变密。因此,若对所得到的层叠体进行压接,则容易对连接部分S1施加高度方向T上的压力。其结果为,第二线圈导体41b的焊盘部61b与第一外侧导通孔导体201a的连接性优异,另外,第三线圈导体41c的焊盘部61c与第一外侧导通孔导体201a的连接性优异。即,防止第一线圈31的断线。

[0090] 优选在从高度方向T观察时,第一虚设导体300a与第一外侧导通孔导体201a的整体重叠,但也可以与第一外侧导通孔导体201a的一部分重叠。

[0091] 第一虚设导体300a的配置方式包括以下的第一方式、第二方式、第三方式和第四方式。

[0092] (第一方式)

[0093] 第一绝缘层11a、第四绝缘层11d、第五绝缘层11e和第六绝缘层11f中的全部的绝缘层设置于第二绝缘层11b与第三绝缘层11c之间以外的位置,第一虚设导体300a设置在第一绝缘层11a、第四绝缘层11d、第五绝缘层11e和第六绝缘层11f的表面上。第一方式如图2和图4所示,是优选的方式。在第一方式中,与后述的第二方式进行比较,设置有更多的第一虚设导体300a,因此在将设置有线圈导体等导体部的多个绝缘层层叠之后进行压接时,更容易对连接部分S1施加高度方向T上的压力。其结果为,第二线圈导体41b的焊盘部61b与第一外侧导通孔导体201a的连接性更优异,另外,第三线圈导体41c的焊盘部61c与第一外侧导通孔导体201a的连接性更优异。

[0094] (第二方式)

[0095] 第一绝缘层11a、第四绝缘层11d、第五绝缘层11e和第六绝缘层11f中的全部的绝缘层设置在第二绝缘层11b与第三绝缘层11c之间以外的位置,第一虚设导体300a设置在第一绝缘层11a、第四绝缘层11d、第五绝缘层11e和第六绝缘层11f中的一部分绝缘层的表面上。作为第二方式,例如列举如下方式:第一绝缘层11a、第四绝缘层11d、第五绝缘层11e和第六绝缘层11f设置在第二绝缘层11b与第三绝缘层11c之间以外的位置,第一虚设导体300a设置在第四绝缘层11d和第五绝缘层11e的表面上。

[0096] (第三方式)

[0097] 第一绝缘层11a、第四绝缘层11d、第五绝缘层11e和第六绝缘层11f中的一部分绝缘层设置在第二绝缘层11b与第三绝缘层11c之间以外的位置,第一虚设导体300a设置在上述的一部分绝缘层中的、全部的绝缘层的表面上。作为第三方式,例如列举如下方式:在图2中第二绝缘层11b与第五绝缘层11e调换的状态下、即第一绝缘层11a、第四绝缘层11d和第六绝缘层11f设置在第二绝缘层11b与第三绝缘层11c之间以外的位置的状态下,第一虚设导体300a设置在第一绝缘层11a、第四绝缘层11d和第六绝缘层11f的表面上。在该情况下,第五绝缘层11e设置在第二绝缘层11b与第三绝缘层11c之间的位置,但在第五绝缘层11e设置有在高度方向T上贯通、并且构成第一外侧导通孔导体201a的一部分的导通孔导体。

[0098] (第四方式)

[0099] 第一绝缘层11a、第四绝缘层11d、第五绝缘层11e和第六绝缘层11f中的一部分绝缘层设置在第二绝缘层11b与第三绝缘层11c之间以外的位置,第一虚设导体300a设置在上述的一部分绝缘层中的、进一步一部分绝缘层的表面上。作为第四方式,例如列举如下方式:在图2中第二绝缘层11b与第五绝缘层11e调换的状态下、即第一绝缘层11a、第四绝缘层

11d和第六绝缘层11f设置于第二绝缘层11b与第三绝缘层11c之间以外的位置的状态下,第一虚设导体300a设置在第四绝缘层11d和第六绝缘层11f的表面上。

[0100] 第一虚设导体300a也可以设置在第一绝缘层11a、第四绝缘层11d、第五绝缘层11e和第六绝缘层11f中的、相对于第二绝缘层11b位于与第三绝缘层11c相反侧的区域的绝缘层的表面上。在该情况下,优选第一虚设导体300a设置在与第二绝缘层11b相邻的绝缘层的表面上、在图2中为第五绝缘层11e的表面上。由此,在将设置有线圈导体等导体部的多个绝缘层层叠之后进行压接时,进一步容易对连接部分S1施加高度方向T上的压力。其结果为,第二线圈导体41b的焊盘部61b与第一外侧导通孔导体201a的连接性更优异,另外,第三线圈导体41c的焊盘部61c与第一外侧导通孔导体201a的连接性更优异。

[0101] 第一虚设导体300a也可以设置在第一绝缘层11a、第四绝缘层11d、第五绝缘层11e和第六绝缘层11f中的、相对于第三绝缘层11c位于与第二绝缘层11b相反侧的区域的绝缘层的表面上。在该情况下,优选第一虚设导体300a设置在与第三绝缘层11c相邻的绝缘层的表面上、在图2中为第四绝缘层11d的表面上。由此,在将设置有线圈导体等导体部的多个绝缘层层叠之后进行压接时,进一步容易对连接部分S1施加高度方向T上的压力。其结果为,第二线圈导体41b的焊盘部61b与第一外侧导通孔导体201a的连接性更优异,另外,第三线圈导体41c的焊盘部61c与第一外侧导通孔导体201a的连接性更优异。

[0102] 第一虚设导体300a也可以设置在第一绝缘层11a、第四绝缘层11d、第五绝缘层11e和第六绝缘层11f中的、相对于第二绝缘层11b位于与第三绝缘层11c相反侧的区域的绝缘层的表面上、和相对于第三绝缘层11c位于与第二绝缘层11b相反侧的区域的绝缘层的表面上。在该情况下,优选第一虚设导体300a设置在与第二绝缘层11b相邻的绝缘层的表面上、在图2中为第五绝缘层11e的表面上、以及设置在与第三绝缘层11c相邻的绝缘层的表面上、在图2中为第四绝缘层11d的表面上。由此,在将设置有线圈导体等导体部的多个绝缘层层叠之后进行压接时,进一步容易对连接部分S1施加高度方向T上的压力。其结果为,第二线圈导体41b的焊盘部61b与第一外侧导通孔导体201a的连接性更优异,另外,第三线圈导体41c的焊盘部61c与第一外侧导通孔导体201a的连接性更优异。

[0103] 优选在第一虚设导体300a的配置方式为第一方式的情况下,在定义了从高度方向T观察时通过绝缘层的中心P并且在绝缘层的长边方向上延伸的直线Q时,在第一绝缘层11a、第二绝缘层11b、第三绝缘层11c、第四绝缘层11d、第五绝缘层11e和第六绝缘层11f的表面上还设置有第二虚设导体300b,该第二虚设导体300b相对于直线Q与第一外侧导通孔导体201a线对称,并且与全部的线圈导体电绝缘。在该情况下,也可以说在从高度方向T观察时,第一虚设导体300a与第二虚设导体300b相对于直线Q线对称。即,也可以说第二虚设导体300b设置于与设置有连接部分S1和第一虚设导体300a的区域AR1线对称的区域AR2(参照图5)。

[0104] 若第一虚设导体300a如第一方式那样设置在第一绝缘层11a、第四绝缘层11d、第五绝缘层11e和第六绝缘层11f的表面上,则再结合第一外侧导通孔导体201a的存在,坯体10的高度方向T上的长度在区域AR1中变大,因此共模扼流线圈1有可能局部变形。这样的区域AR1中的变形的影响容易波及到区域AR1的附近。与此相对,若在位于区域AR1的附近的区域AR2设置有第二虚设导体300b,则区域AR2的高度方向T上的长度变大,容易与区域AR1的高度方向T上的长度一致。由此,缓和区域AR1中的变形的影响,因此抑制共模扼流线圈1的

变形。

[0105] 在图2中,以绝缘层为代表,在第一绝缘层11a中示出中心P和直线Q,但在其他绝缘层中也在相同的位置存在中心P和直线Q。

[0106] 在图2中,绝缘层的长边方向相当于长度方向L,绝缘层的短边方向相当于宽度方向W。在从高度方向T观察时,绝缘层的长边方向也可以相当于宽度方向W,绝缘层的短边方向也可以相当于长度方向L。另外,在当从高度方向T观察时绝缘层为正方形的情况下,不区别绝缘层的长边方向和短边方向。

[0107] 第二虚设导体300b也可以设置在第一绝缘层11a、第二绝缘层11b、第三绝缘层11c、第四绝缘层11d、第五绝缘层11e和第六绝缘层11f的表面上,也可以设置在第一绝缘层11a、第二绝缘层11b、第三绝缘层11c、第四绝缘层11d、第五绝缘层11e和第六绝缘层11f中的一部分绝缘层的表面上。

[0108] 在共模扼流线圈1中,优选在第一绝缘层11a、第二绝缘层11b、第三绝缘层11c和第四绝缘层11d中的、设置在第五绝缘层11e与第六绝缘层11f之间以外的位置的至少一个绝缘层的表面上,还设置有在从高度方向T观察时与第二外侧导通孔导体201b(导通孔导体101f)重叠并且与全部的线圈导体电绝缘的第三虚设导体300c。由此,在将设置有线圈导体等导体部的多个绝缘层层叠的状态下,相对于第五线圈导体41e的焊盘部61e和第二外侧导通孔导体201b和第六线圈导体41f的焊盘部61f重叠的连接部分S2(参照图5)位于高度方向T的区域与第三虚设导体300c的量对应地变密。因此,若对所得到的层叠体进行压接,则容易对连接部分S2施加高度方向T上的压力。其结果为,第五线圈导体41e的焊盘部61e与第二外侧导通孔导体201b的连接性优异,另外,第六线圈导体41f的焊盘部61f与第二外侧导通孔导体201b的连接性优异。即,防止第二线圈32的断线。

[0109] 优选第三虚设导体300c在从高度方向T观察时与第二外侧导通孔导体201b的整体重叠,但也可以与第二外侧导通孔导体201b的一部分重叠。

[0110] 第三虚设导体300c的配置方式包括以下的第五方式、第六方式、第七方式和第八方式。

[0111] (第五方式)

[0112] 第一绝缘层11a、第二绝缘层11b、第三绝缘层11c和第四绝缘层11d中的全部的绝缘层设置在第五绝缘层11e与第六绝缘层11f之间以外的位置,第三虚设导体300c设置在第一绝缘层11a、第二绝缘层11b、第三绝缘层11c和第四绝缘层11d的表面上。第五方式如图2和图5所示,是优选的方式。在第五方式中,与后述的第六方式进行比较,设置有更多的第三虚设导体300c,因此在将设置有线圈导体等导体部的多个绝缘层层叠之后进行压接时,更容易对连接部分S2施加高度方向T上的压力。其结果为,第五线圈导体41e的焊盘部61e与第二外侧导通孔导体201b的连接性更优异,另外,第六线圈导体41f的焊盘部61f与第二外侧导通孔导体201b的连接性更优异。

[0113] (第六方式)

[0114] 第一绝缘层11a、第二绝缘层11b、第三绝缘层11c和第四绝缘层11d中的全部的绝缘层设置在第五绝缘层11e与第六绝缘层11f之间以外的位置,第三虚设导体300c设置在第一绝缘层11a、第二绝缘层11b、第三绝缘层11c和第四绝缘层11d中的一部分绝缘层的表面上。作为第六方式,例如列举如下方式:第一绝缘层11a、第二绝缘层11b、第三绝缘层11c和

第四绝缘层11d设置在第五绝缘层11e与第六绝缘层11f之间以外的位置,第三虚设导体300c设置在第一绝缘层11a和第二绝缘层11b的表面上。

[0115] (第七方式)

[0116] 第一绝缘层11a、第二绝缘层11b、第三绝缘层11c和第四绝缘层11d中的一部分绝缘层设置在第五绝缘层11e与第六绝缘层11f之间以外的位置,第三虚设导体300c设置在上述的一部分绝缘层中的、全部的绝缘层的表面上。作为第七方式,例如列举如下方式:在图2中第二绝缘层11b与第五绝缘层11e调换的状态下、即第一绝缘层11a、第三绝缘层11c和第四绝缘层11d设置在第五绝缘层11e与第六绝缘层11f之间以外的位置的状态下,第三虚设导体300c设置在第一绝缘层11a、第三绝缘层11c和第四绝缘层11d的表面上。在该情况下,第二绝缘层11b设置在第五绝缘层11e与第六绝缘层11f之间的位置,但在第二绝缘层11b设置有在高度方向T上贯通、并且构成第二外侧导通孔导体201b的一部分的导通孔导体。

[0117] (第八方式)

[0118] 第一绝缘层11a、第二绝缘层11b、第三绝缘层11c和第四绝缘层11d中的一部分绝缘层设置在第五绝缘层11e与第六绝缘层11f之间以外的位置,第三虚设导体300c设置在上述的一部分绝缘层中的、进一步一部分绝缘层的表面上。作为第八方式,例如列举如下方式:在图2中第二绝缘层11b与第五绝缘层11e调换的状态下、即第一绝缘层11a、第三绝缘层11c和第四绝缘层11d设置在第五绝缘层11e与第六绝缘层11f之间以外的位置的状态下,第三虚设导体300c设置在第一绝缘层11a和第三绝缘层11c的表面上。

[0119] 第三虚设导体300c也可以设置在第一绝缘层11a、第二绝缘层11b、第三绝缘层11c和第四绝缘层11d中的、相对于第五绝缘层11e位于与第六绝缘层11f相反侧的区域的绝缘层的表面上。在该情况下,优选第三虚设导体300c设置在与第五绝缘层11e相邻的绝缘层的表面上、在图2中为第二绝缘层11b的表面上。由此,在将设置有线圈导体等导体部的多个绝缘层层叠之后进行压接时,进一步容易对连接部分S2施加高度方向T上的压力。其结果为,第五线圈导体41e的焊盘部61e与第二外侧导通孔导体201b的连接性更优异,另外,第六线圈导体41f的焊盘部61f与第二外侧导通孔导体201b的连接性更优异。

[0120] 第三虚设导体300c也可以设置在第一绝缘层11a、第二绝缘层11b、第三绝缘层11c和第四绝缘层11d中的、相对于第六绝缘层11f位于与第五绝缘层11e相反侧的区域的绝缘层的表面上。在该情况下,优选第三虚设导体300c设置在与第六绝缘层11f相邻的绝缘层的表面上、在图2中为第一绝缘层11a的表面上。由此,在将设置有线圈导体等导体部的多个绝缘层层叠之后进行压接时,进一步容易对连接部分S2施加高度方向T上的压力。其结果为,第五线圈导体41e的焊盘部61e与第二外侧导通孔导体201b的连接性更优异,另外,第六线圈导体41f的焊盘部61f与第二外侧导通孔导体201b的连接性更优异。

[0121] 第三虚设导体300c也可以设置于第一绝缘层11a、第二绝缘层11b、第三绝缘层11c和第四绝缘层11d中的、相对于第五绝缘层11e位于与第六绝缘层11f相反侧的区域的绝缘层的表面上、和相对于第六绝缘层11f位于与第五绝缘层11e相反侧的区域的绝缘层的表面上。在该情况下,优选第三虚设导体300c设置在与第五绝缘层11e相邻的绝缘层的表面上、在图2中为第二绝缘层11b的表面上、以及设置在与第六绝缘层11f相邻的绝缘层的表面上、在图2中为第一绝缘层11a的表面上。由此,在将设置有线圈导体等导体部的多个绝缘层层叠之后进行压接时,进一步容易对连接部分S2施加高度方向T上的压力。其结果为,第五线

圈导体41e的焊盘部61e与第二外侧导通孔导体201b的连接性更优异,另外,第六线圈导体41f的焊盘部61f与第二外侧导通孔导体201b的连接性更优异。

[0122] 优选在第三虚设导体300c的配置方式为第五方式的情况下,在定义了从高度方向T观察时通过绝缘层的中心P并且在绝缘层的长边方向上延伸的直线Q时,在第一绝缘层11a、第二绝缘层11b、第三绝缘层11c、第四绝缘层11d、第五绝缘层11e和第六绝缘层11f的表面上还设置有第四虚设导体300d,该第四虚设导体300d相对于直线Q与第二外侧导通孔导体201b线对称,并且与全部的线圈导体电绝缘。在该情况下,也可以说在从高度方向T观察时,第三虚设导体300c与第四虚设导体300d相对于直线Q线对称。即,也可以说第四虚设导体300d设置于与设置有连接部分S2和第三虚设导体300c的区域AR3线对称的区域AR4(参照图4)。

[0123] 若第三虚设导体300c如第五方式那样设置在第一绝缘层11a、第二绝缘层11b、第三绝缘层11c和第四绝缘层11d的表面上,则再结合第二外侧导通孔导体201b的存在,坯体10的高度方向T上的长度在区域AR3中变大,因此共模扼流线圈1有可能局部变形。这样的区域AR3中的变形的影响容易波及到区域AR3的附近。与此相对,若在位于区域AR3的附近的区域AR4设置有第四虚设导体300d,则区域AR4的高度方向T上的长度变大,容易与区域AR3的高度方向T上的长度一致。由此,缓和区域AR3中的变形的影响,因此抑制共模扼流线圈1的变形。

[0124] 第四虚设导体300d也可以设置在第一绝缘层11a、第二绝缘层11b、第三绝缘层11c、第四绝缘层11d、第五绝缘层11e和第六绝缘层11f的表面上,也可以设置在第一绝缘层11a、第二绝缘层11b、第三绝缘层11c、第四绝缘层11d、第五绝缘层11e和第六绝缘层11f中的一部分绝缘层的表面上。

[0125] 优选在从高度方向T观察时,第一外侧导通孔导体201a与第二外侧导通孔导体201b相对于绝缘层的中心P点对称。在该情况下,区域AR1中的变形的影响与区域AR3中的变形的影响有效地相互抵消,因此抑制共模扼流线圈1的变形。另外,在共模扼流线圈1中,在除了区域AR1和区域AR3之外,还存在设置有第二虚设导体300b的区域AR2和设置有第四虚设导体300d的区域AR4的情况下,这4个区域在从高度方向T观察时相对于绝缘层的中心P均等地配置,因此进一步抑制共模扼流线圈1的变形。

[0126] 优选在从高度方向T观察时,第一外侧导通孔导体201a与第二外侧导通孔导体201b不重叠,但也可以重叠。

[0127] 在第七绝缘层11g的表面上也可以不设置第一虚设导体300a、第二虚设导体300b、第三虚设导体300c和第四虚设导体300d中的任一方,也可以设置有第一虚设导体300a、第二虚设导体300b、第三虚设导体300c和第四虚设导体300d中的至少一个。

[0128] 在第八绝缘层11h的表面上也可以不设置第一虚设导体300a、第二虚设导体300b、第三虚设导体300c和第四虚设导体300d中的任一方,也可以设置有第一虚设导体300a、第二虚设导体300b、第三虚设导体300c和第四虚设导体300d中的至少一个。

[0129] 作为第一虚设导体300a、第二虚设导体300b、第三虚设导体300c和第四虚设导体300d的构成材料,例如列举Ag、Au、Cu、Pd、Ni、Al、含有这些金属中的至少1种的合金等。

[0130] 优选第一虚设导体300a、第二虚设导体300b、第三虚设导体300c和第四虚设导体300d的构成材料相互相同。在该情况下,优选第一虚设导体300a、第二虚设导体300b、第三

虚设导体300c和第四虚设导体300d的构成材料与设置在同一绝缘层的表面上的线圈导体等导体部的构成材料相同。由此,能够在相同的定时在同一绝缘层的表面上形成线圈导体等导体部和虚设导体,因此制造效率提高。

[0131] 在共模扼流线圈1中,第一线圈31由第一线圈导体41a、第二线圈导体41b、第三线圈导体41c和第七线圈导体41g这4个线圈导体构成,但也可以由分别设置在3个绝缘层的表面上的3个线圈导体构成,也可以由分别设置在5个以上的绝缘层的表面上的5个以上的线圈导体构成。

[0132] 在共模扼流线圈1中,第二线圈32由第四线圈导体41d、第五线圈导体41e、第六线圈导体41f和第八线圈导体41h这4个线圈导体构成,但也可以由分别设置于3个绝缘层的表面上的3个线圈导体构成,也可以由分别设置于5个以上的绝缘层的表面上的5个以上的线圈导体构成。

[0133] 在共模扼流线圈1中,坯体10由铁氧体层12、玻璃陶瓷层11和铁氧体层13构成,但也可以仅由玻璃陶瓷层11构成,也可以具有以下例示的其他结构。

[0134] 图8是表示本发明的共模扼流线圈的另一例的立体示意图。

[0135] 如图8所示,在共模扼流线圈2中,坯体10从第一主面10c朝向第二主面10d依次具有玻璃陶瓷层14、铁氧体层12、玻璃陶瓷层11、铁氧体层13以及玻璃陶瓷层15。由此,在坯体10中,抑制玻璃陶瓷层11与铁氧体层12之间的剥离、玻璃陶瓷层11与铁氧体层13之间的剥离等构造缺陷。

[0136] 玻璃陶瓷层14和玻璃陶瓷层15分别也可以是单层构造,也可以是多层构造。

[0137] 优选构成玻璃陶瓷层14和玻璃陶瓷层15的玻璃陶瓷材料与构成玻璃陶瓷层11的玻璃陶瓷材料相同。

[0138] [共模扼流线圈的制造方法]

[0139] 本发明的共模扼流线圈例如通过以下的方法来制造。

[0140] <玻璃陶瓷材料的制作>

[0141] 首先,称量 $K_2O$ 、 $B_2O_3$ 、 $SiO_2$ 和 $Al_2O_3$ 以成为规定的比率并进行混合。接下来,通过对所得到的混合物进行烧制,来使其熔融。然后,通过将所得到的熔融物快速冷却,来制作玻璃材料。

[0142] 优选玻璃材料的组成为:以 $K_2O$ 换算而K为0.5重量%以上且5重量%以下,以 $B_2O_3$ 换算而B为10重量%以上且25重量%以下,以 $SiO_2$ 换算而Si为70重量%以上且85重量%以下,以 $Al_2O_3$ 换算而Al为0重量%以上且5重量%以下。

[0143] 然后,通过在玻璃材料中添加作为填料的 $SiO_2$ 、 $Al_2O_3$ 等,来制作玻璃陶瓷材料。

[0144] <玻璃陶瓷片的制作>

[0145] 首先,通过将玻璃陶瓷材料、聚乙烯醇缩丁醛系树脂等有机粘合剂、乙醇或甲苯等有机溶剂、增塑剂等混合,来制作玻璃陶瓷浆料。接下来,在利用刮刀法等将玻璃陶瓷浆料成形为规定厚度的片状之后,冲裁成规定的形状,由此制作玻璃陶瓷片。

[0146] <铁氧体材料的制作>

[0147] 首先,称量 $Fe_2O_3$ 、 $ZnO$ 、 $CuO$ 和 $NiO$ 以成为规定的比率。各氧化物也可以包含不可避免的杂质。接下来,在将这些氧化物湿式混合之后,进行粉碎。这时,也可以添加 $Mn_3O_4$ 、 $Co_3O_4$ 、 $SnO_2$ 、 $Bi_2O_3$ 、 $SiO_2$ 等添加剂。然后,在使所得到的粉碎物干燥之后,进行预烧制。这样,制作粉

末状的铁氧体材料。

[0148] 优选铁氧体材料的组成为： $\text{Fe}_2\text{O}_3$ 为40mol%以上且49.5mol%以下， $\text{ZnO}$ 为5mol%以上且35mol%以下， $\text{CuO}$ 为6mol%以上且12mol%以下， $\text{NiO}$ 为8mol%以上且40mol%以下。

[0149] <铁氧体片的制作>

[0150] 首先，在将铁氧体材料、聚乙烯醇缩丁醛系树脂等有机粘合剂、乙醇或甲苯等有机溶剂等混合之后，进行粉碎，由此制作铁氧体浆料。接下来，在利用刮刀法等将铁氧体浆料成形为规定厚度的片状之后，冲裁成规定的形状，由此制作铁氧体片。

[0151] <导体图案的形成>

[0152] 通过利用丝网印刷法等在各玻璃陶瓷片涂布Ag膏等导电性膏，从而形成与图2所示的线圈导体相当的线圈导体用导体图案、与图2所示的引出电极相当的引出电极用导体图案、与图2所示的焊盘部相当的焊盘部用导体图案、与图2所示的导通孔导体相当的导通孔导体用导体图案、以及与图2所示的虚设导体相当的虚设导体用导体图案。在形成导通孔导体用导体图案时，通过对玻璃陶瓷片的规定部位进行激光照射而预先形成导通孔，在该导通孔中填充导电性膏。

[0153] <层叠体块的制作>

[0154] 首先，按照图2所示的顺序在高度方向上层叠形成有导体图案的各玻璃陶瓷片。也可以在该层叠体的高度方向上的两侧，进一步分别层叠规定张数的未形成导体图案的玻璃陶瓷片。

[0155] 接下来，在玻璃陶瓷片的层叠体的高度方向上的两侧分别层叠规定张数的铁氧体片。也可以在该层叠体的高度方向上的两侧，进一步分别层叠规定张数的玻璃陶瓷片。

[0156] 然后，通过热各向同性压制(WIP)处理等对玻璃陶瓷片和铁氧体片的层叠体进行压接，来制作层叠体块。

[0157] <坯体和线圈的制作>

[0158] 首先，利用切割机等将层叠体块切断成规定的大小，由此制作单片化的芯片。接下来，对单片化的芯片进行烧制。此时，玻璃陶瓷片和铁氧体片分别成为绝缘层，而且线圈导体用导体图案、引出电极用导体图案、焊盘部用导体图案、导通孔导体用导体图案和虚设导体用导体图案分别成为线圈导体、引出电极、焊盘部、导通孔导体和虚设导体。这样，制作多个绝缘层在高度方向上层叠而成的坯体、设置在坯体的内部的第一线圈、以及设置在坯体的内部并且与第一线圈电绝缘的第二线圈。这里，与第一线圈的一端连接的第一引出电极和与第二线圈的一端连接的第三引出电极在坯体的第一侧面露出。与第一线圈的另一端连接的第二引出电极和与第二线圈的另一端连接的第四引出电极在坯体的第二侧面露出。

[0159] 对坯体例如也可以通过实施滚筒研磨，来使角部和棱线部带有圆角。

[0160] <外部电极的形成>

[0161] 首先，将包含Ag和玻璃料的导电性膏至少涂布于坯体的第一侧面上第一引出电极露出的部位、坯体的第二侧面上第二引出电极露出的部位、坯体的第一侧面上第三引出电极露出的部位、以及坯体的第二侧面上第四引出电极露出的部位的合计4个部位。接下来，通过对所得到的各涂膜进行烧结，来在坯体的表面上形成基底电极层。然后，通过电镀等在各基底电极层的表面上依次形成Ni镀层和Sn镀层。这样，形成与第一线圈的一端电连接的第一外部电极、与第一线圈的另一端电连接的第二外部电极、与第二线圈的一端电连接的

第三外部电极、以及与第二线圈的另一端电连接的第四外部电极。

[0162] 根据以上,制造图1、图2等中例示的本发明的共模扼流线圈。

[0163] [实施例]

[0164] 以下,示出更具体地公开了本发明的共模扼流线圈的实施例。此外,本发明不仅限于这些实施例。

[0165] [实施例1]

[0166] 通过以下的方法来制造实施例1的共模扼流线圈。

[0167] <玻璃陶瓷材料的制作>

[0168] 首先,称量 $K_2O$ 、 $B_2O_3$ 、 $SiO_2$ 和 $Al_2O_3$ 以成为规定的比率,并在白金制的坩埚内进行混合。接下来,通过在 $1500^{\circ}C$ 以上且 $1600^{\circ}C$ 以下烧制所得到的混合物,来使其熔融。然后,通过将所得到的熔融物快速冷却,来制作玻璃材料。

[0169] 接下来,将玻璃材料粉碎,以使平均粒径 $D_{50}$ 为 $1\mu m$ 以上且 $3\mu m$ 以下,由此准备玻璃粉末。另外,作为填料,准备平均粒径 $D_{50}$ 均为 $0.5\mu m$ 以上且 $2.0\mu m$ 以下的 $SiO_2$ 粉末(石英粉末)和 $Al_2O_3$ 粉末(氧化铝粉末)。这里,平均粒径 $D_{50}$ 为与体积基准的累计百分比50%相当的粒径。然后,通过在玻璃粉末中添加 $SiO_2$ 粉末和 $Al_2O_3$ 粉末,来制作玻璃陶瓷材料。

[0170] <玻璃陶瓷片的制作>

[0171] 首先,将玻璃陶瓷材料、聚乙烯醇缩丁醛系树脂等有机粘合剂、乙醇或甲苯等有机溶剂、增塑剂与PSZ介质一起放入球磨机进行混合,由此制作玻璃陶瓷浆料。接下来,利用刮刀法将玻璃陶瓷浆料成形为厚度为 $20\mu m$ 以上且 $30\mu m$ 以下的片状之后,冲裁成矩形形状,由此制作玻璃陶瓷片。

[0172] <铁氧体材料的制作>

[0173] 首先,称量 $Fe_2O_3$ 、 $ZnO$ 、 $CuO$ 和 $NiO$ 以成为规定的比率。接下来,在将这些氧化物、纯水和分散剂与PSZ介质一起放入球磨机进行混合之后,进行粉碎。然后,在使所得到的粉碎物干燥之后,在 $700^{\circ}C$ 以上且 $800^{\circ}C$ 以下,预烧制2小时以上且3时间以下。这样,制作粉末状的铁氧体材料。

[0174] <铁氧体片的制作>

[0175] 首先,在将铁氧体材料、聚乙烯醇缩丁醛系树脂等有机粘合剂、乙醇或甲苯等有机溶剂与PSZ介质一起放入球磨机进行混合之后,进行粉碎,由此制作铁氧体浆料。接下来,在利用刮刀法将铁氧体浆料成形为片状之后,冲裁成矩形形状,由此制作铁氧体片。

[0176] <导体图案的形成>

[0177] 通过利用丝网印刷法在各玻璃陶瓷片涂布Ag膏,来形成与图2所示的线圈导体相当的线圈导体用导体图案、与图2所示的引出电极相当的引出电极用导体图案、与图2所示的焊盘部相当的焊盘部用导体图案、与图2所示的导通孔导体相当的导通孔导体用导体图案、以及与图2所示的虚设导体相当的虚设导体用导体图案。在形成导通孔导体用导体图案时,通过对玻璃陶瓷片的规定部位进行激光照射而预先形成导通孔,在该导通孔中填充导电性膏。

[0178] <层叠体块的制作>

[0179] 首先,按照图2所示的顺序在高度方向上层叠形成有导体图案的各玻璃陶瓷片。在该层叠体的高度方向上的两侧,进一步分别层叠规定张数的未形成导体图案的玻璃陶瓷

片。

[0180] 接下来,在玻璃陶瓷片的层叠体的高度方向上的两侧分别层叠规定张数的铁氧体片。

[0181] 然后,通过热各向同性压制处理对玻璃陶瓷片和铁氧体片的层叠体进行压接,来制作层叠体块。关于压接条件,设为温度80℃、压力100MPa。

[0182] <坯体和线圈的制作>

[0183] 首先,利用切割机将层叠体块切断为规定的大小,由此制作单片化的芯片。接下来,在860℃以上且920℃以下,将单片化的芯片烧制1小时以上且2小时以下。此时,玻璃陶瓷片和铁氧体片分别成为绝缘层,进一步地,线圈导体用导体图案、引出电极用导体图案、焊盘部用导体图案、导通孔导体用导体图案和虚设导体用导体图案分别成为线圈导体、引出电极、焊盘部、导通孔导体和虚设导体。这样,制作多个绝缘层在高度方向上层叠而成的坯体、设置在坯体的内部的第一线圈、以及设置在坯体的内部并且与第一线圈电绝缘的第二线圈。这里,与第一线圈的一端连接的第一引出电极和与第二线圈的一端连接的第三引出电极在坯体的第一侧面露出。与第一线圈的另一端连接的第二引出电极和与第二线圈的另一端连接的第四引出电极在坯体的第二侧面露出。

[0184] 接下来,将坯体与介质一起放入旋转滚筒机,对坯体实施滚筒研磨,由此使角部和棱线部带有圆角。

[0185] <外部电极的形成>

[0186] 首先,将包含Ag和玻璃料的导电性膏至少涂布于坯体的第一侧面上第一引出电极露出的部位、坯体的第二侧面上第二引出电极露出的部位、坯体的第一侧面上第三引出电极露出的部位、以及坯体的第二侧面上第四引出电极露出的部位的合计4个部位。接下来,通过在800℃对所得到的各涂膜进行烧结,来在坯体的表面上形成基底电极层。然后,通过电镀,在各基底电极层的表面上依次形成Ni镀层和Sn镀层。这样,形成与第一线圈的一端电连接的第一外部电极、与第一线圈的另一端电连接的第二外部电极、与第二线圈的一端电连接的第三外部电极、以及与第二线圈的另一端电连接的第四外部电极。

[0187] 根据以上,制造实施例1的共模扼流线圈。关于实施例1的共模扼流线圈的大小,长度方向上的长度为0.65mm,宽度方向上的长度为0.50mm,高度方向上的长度为0.30mm。

[0188] [比较例1]

[0189] 除了未形成虚设导体用导体图案、即未形成虚设导体以外,与实施例1的共模扼流线圈同样地制造比较例1的共模扼流线圈。比较例1的共模扼流线圈的大小也与实施例1的共模扼流线圈相同。

[0190] [评价]

[0191] 关于实施例1的共模扼流线圈和比较例1的共模扼流线圈,对第一外部电极与第二外部电极之间的直流电阻以及第三外部电极与第四外部电极之间的直流电阻进行了测定。而且,将第一外部电极与第二外部电极之间的直流电阻无限大的情况判断为第一线圈断线,将第三外部电极与第四外部电极之间的直流电阻无限大的情况判断为第二线圈断线。

[0192] 其结果为,关于实施例1的共模扼流线圈,不存在判断为第一线圈和第二线圈断线的试料,断线的产生率为0ppm。

[0193] 另一方面,关于比较例1的共模扼流线圈,判断为第一线圈断线的试料被判断为第

二线圈也断线,断线的产生率约为30ppm。若实际观察判断为第一线圈和第二线圈断线的试料,则在图4所示的剖面中,第一外侧导通孔导体和应该与其连接的焊盘部分离,在图5所示的剖面中,第二外侧导通孔导体和应该与其连接的焊盘部分离。



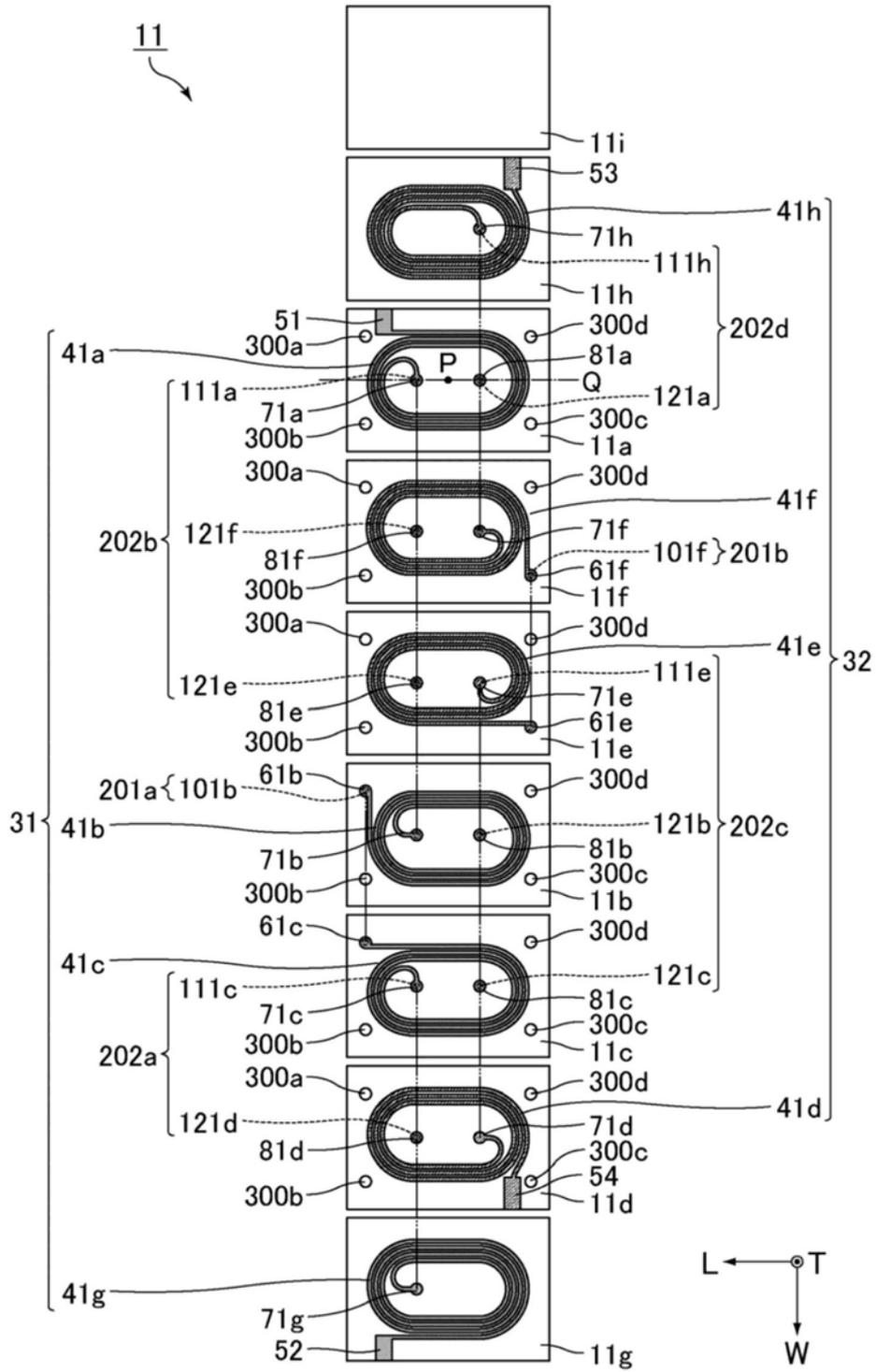


图2

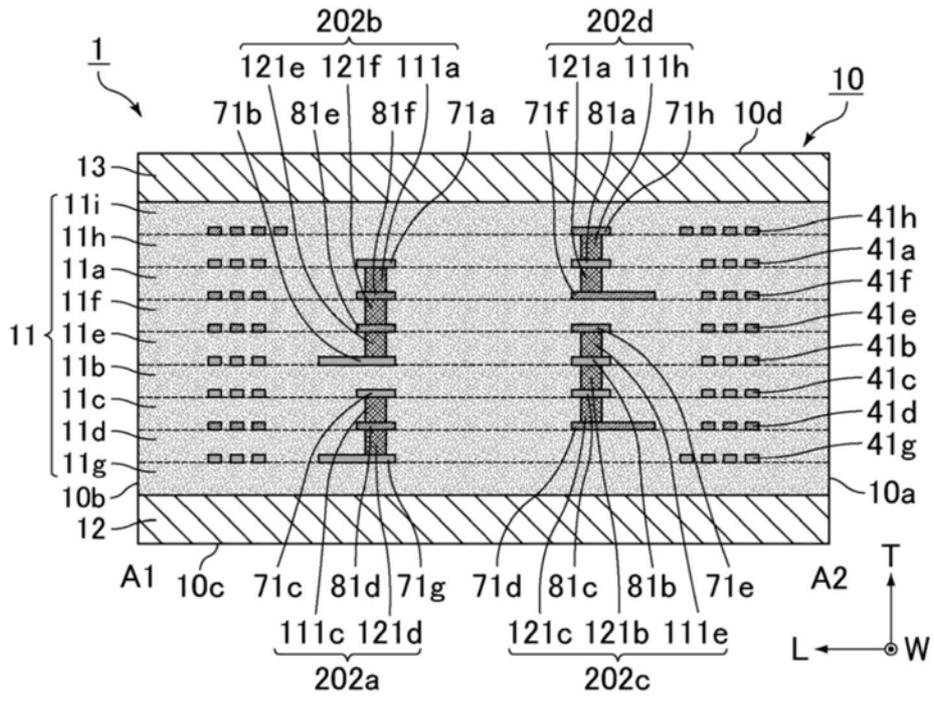


图3

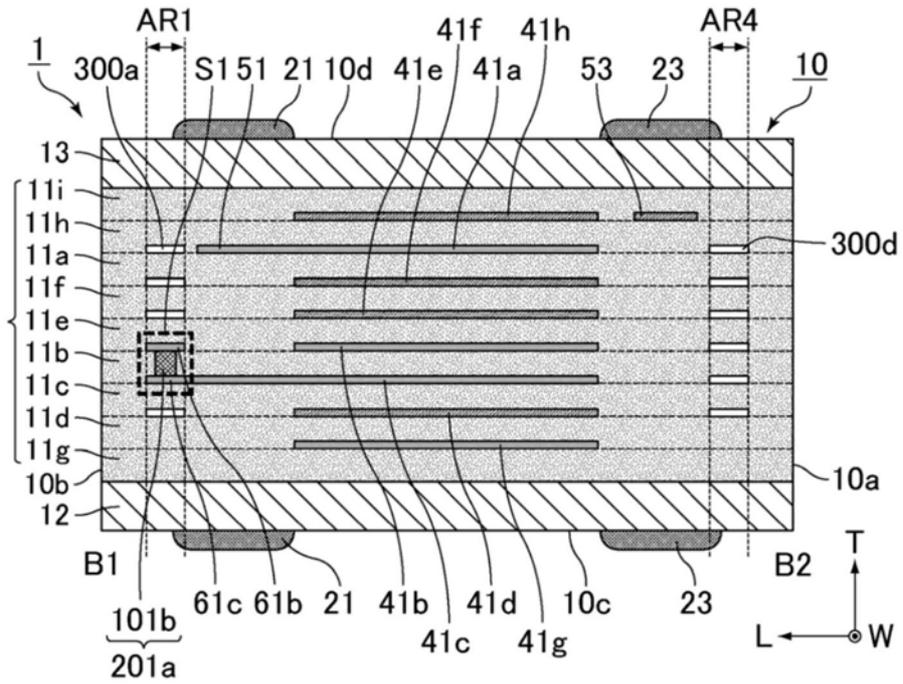


图4

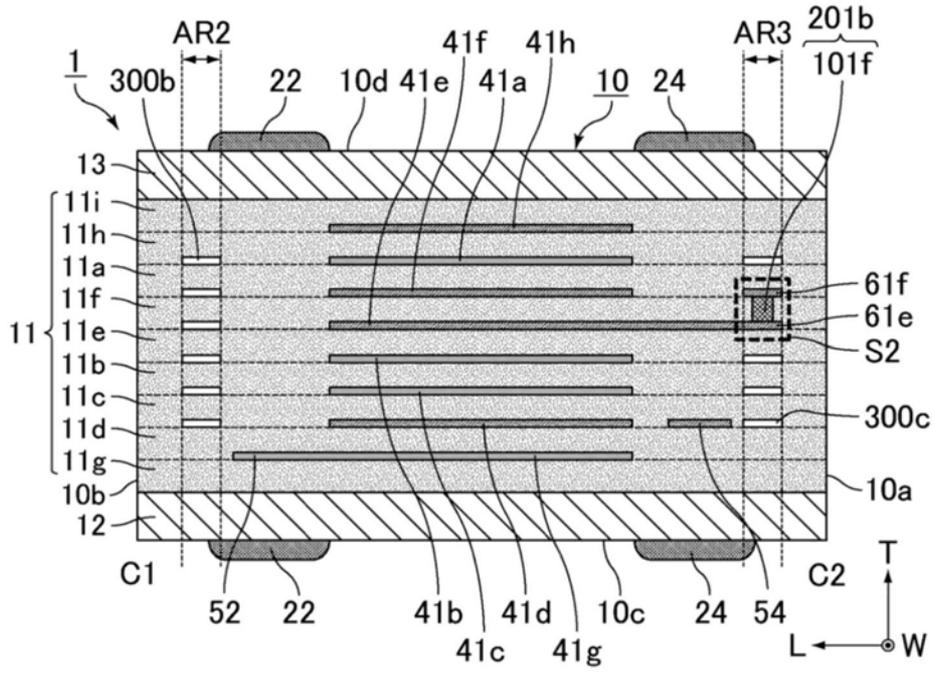


图5

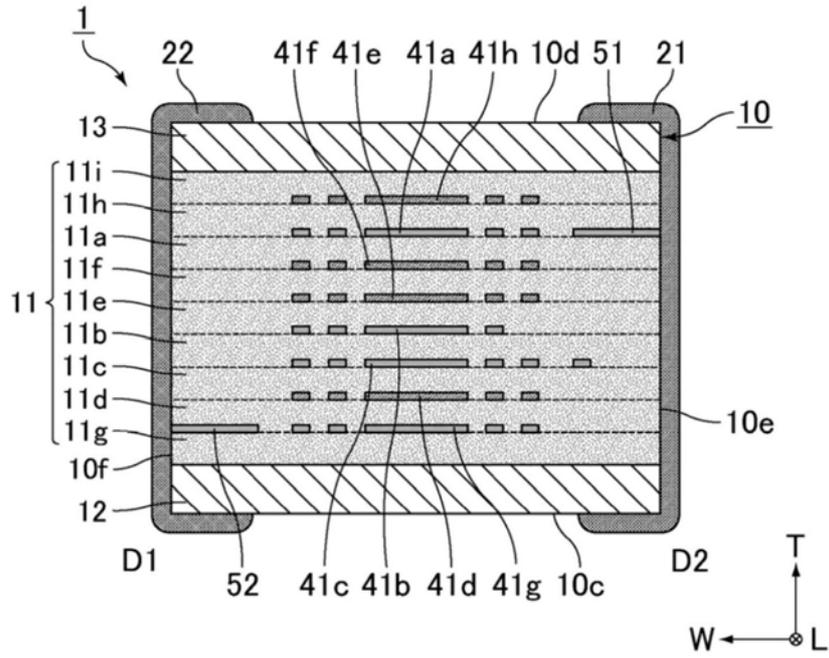


图6

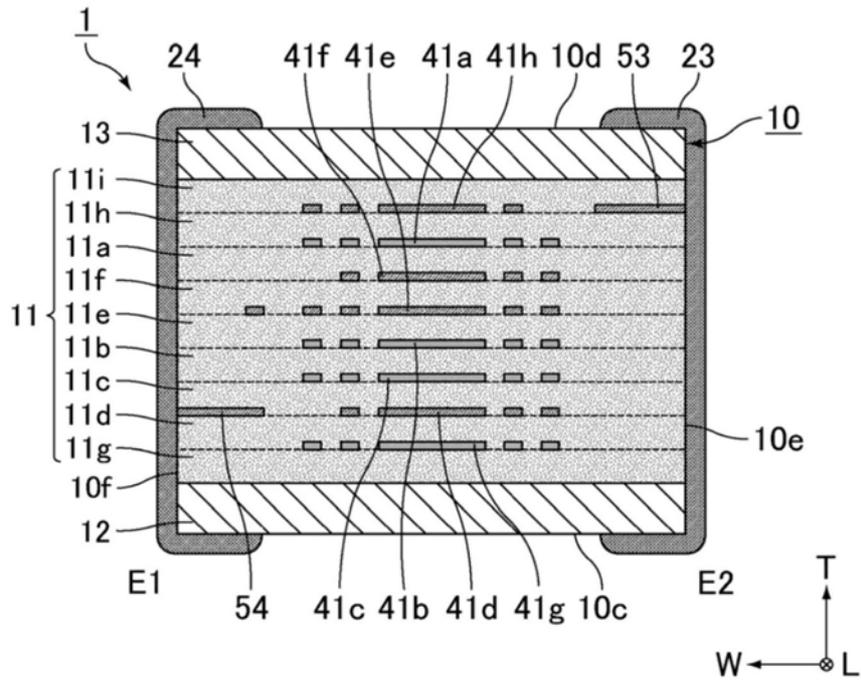


图7

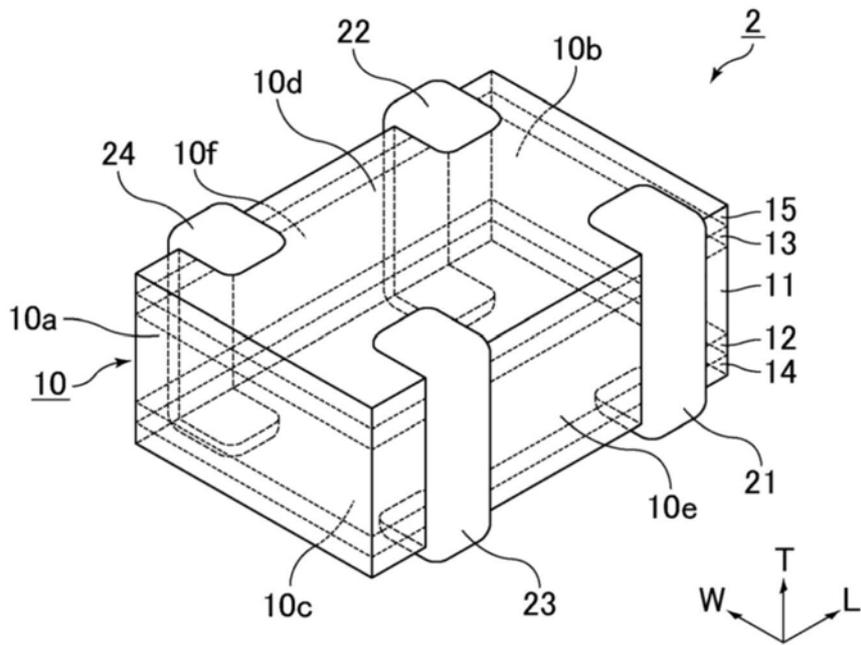


图8