



(21) 申请号 201910923223.8

(22) 申请日 2019.09.27

(65) 同一申请的已公布的文献号  
申请公布号 CN 111009394 A

(43) 申请公布日 2020.04.14

(30) 优先权数据  
2018-190195 2018.10.05 JP

(73) 专利权人 株式会社村田制作所  
地址 日本京都府

(72) 发明人 佐藤充浩 川端良兵

(74) 专利代理机构 北京集佳知识产权代理有限公司 11227  
专利代理师 王玮 张丰桥

(51) Int.Cl.

H01F 27/28 (2006.01)

H01F 27/32 (2006.01)

H01F 27/255 (2006.01)

(56) 对比文件

WO 2017141681 A1, 2017.08.24

WO 2017141681 A1, 2017.08.24

CN 101911221 A, 2010.12.08

审查员 凌玮杰

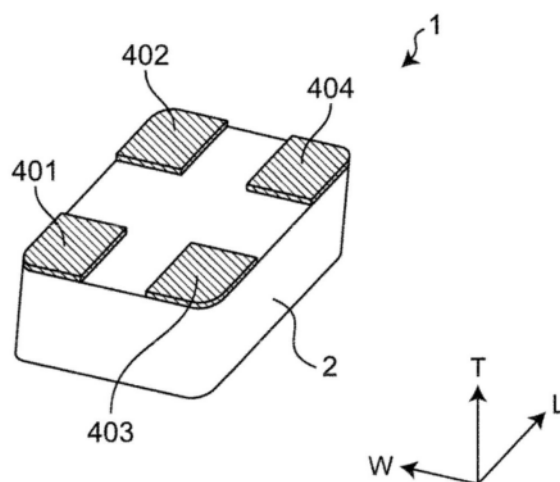
权利要求书1页 说明书11页 附图11页

(54) 发明名称

层叠型线圈阵列

(57) 摘要

本发明提供可抑制相邻的线圈之间的短路并且将线圈的耦合系数控制为所希望的值的层叠型线圈阵列。层叠型线圈阵列具有：本体，其包括含有磁性粒子的磁性层；第1和第2线圈，其内置于本体；以及第1~第4外部电极，其设置于本体的表面并与第1和第2线圈的端部中任一者分别电连接，其中，在第1线圈与第2线圈之间设置有非磁性层，第1和第2线圈分别由多个线圈导体在层叠方向上连结而成，第1线圈的多个线圈导体中的最接近第2线圈的线圈导体和第2线圈的多个线圈导体中的最接近第1线圈的线圈导体的中至少一者与非磁性层相接，构成与非磁性层相接的线圈导体的线圈导体层中的与非磁性层相接的线圈导体层的长度，与其他线圈导体层的长度不同。



1. 一种层叠型线圈阵列,构成为,具有:  
本体,其包括含有磁性粒子的磁性层;  
第1线圈和第2线圈,其内置于所述本体;以及  
第1外部电极、第2外部电极、第3外部电极和第4外部电极,其设置于所述本体的表面,  
并与所述第1线圈和所述第2线圈的端部中任一者分别电连接,  
所述层叠型线圈阵列的特征在于,  
在所述第1线圈与所述第2线圈之间设置有非磁性层,  
所述第1线圈和所述第2线圈分别由多个线圈导体在层叠方向上连结而成,  
所述第1线圈的所述多个线圈导体中的最接近所述第2线圈的线圈导体、和所述第2线圈的所述多个线圈导体中的最接近所述第1线圈的线圈导体中至少一者,与所述非磁性层相接,  
与所述非磁性层相接的线圈导体的长度,与其他线圈导体的长度不同。
2. 根据权利要求1所述的层叠型线圈阵列,其特征在于,  
与所述非磁性层相接的线圈导体的长度,比其他线圈导体的长度短。
3. 根据权利要求1或2所述的层叠型线圈阵列,其特征在于,  
在所述第1线圈的所述多个线圈导体、和所述第2线圈的所述多个线圈导体中的邻接的线圈导体之间的至少一处,设置有非磁性部。
4. 根据权利要求3所述的层叠型线圈阵列,其特征在于,  
所述非磁性层和所述非磁性部具有相同的组成。
5. 根据权利要求4所述的层叠型线圈阵列,其特征在于,  
所述非磁性层和所述非磁性部由Zn-Cu系铁氧体构成。

## 层叠型线圈阵列

### 技术领域

[0001] 本发明涉及层叠型线圈阵列。

### 背景技术

[0002] 以往,作为线圈部件,存在记载于日本特开2016-186963号公报(专利文献1)的部件。

[0003] 专利文献1记载有层叠型电子部件,其特征在于,在层叠磁性体层和导体图案,并连接磁性体层之间的导体图案而在层叠体内形成有线圈的层叠型电子部件中,磁性体层由金属磁性体形成,线圈使至少一个引出导体图案与利用层叠体的角部的导体在层叠体的底面形成的外部端子连接。

[0004] 专利文献1:日本特开2016-186963号公报

[0005] 对于在本体的内部层叠有多个线圈的层叠型线圈阵列而言,相邻的线圈之间可能产生短路。作为为了抑制该短路而进行了研究,结果发现通过能够在相邻的线圈之间设置绝缘性的非磁性层来抑制短路。但是,可知存在以下问题,即,若线圈的上端或者下端与该非磁性层相接,则导致磁通量被遮挡。另一方面,若在线圈与非磁性层之间设置磁性层,则能够抑制磁通量被遮挡,但可知产生以下问题,即,若通过磁性层使线圈与非磁性层完全断开,则无法使多个线圈磁耦合。

### 发明内容

[0006] 本发明的目的在于提供能够抑制相邻的线圈之间的短路并且能够将线圈的耦合系数控制为所希望的值的层叠型线圈阵列。

[0007] 本发明人发现,通过使构成与非磁性层相接的线圈导体的线圈导体层中的与非磁性层相接的线圈导体层的长度,成为与其他线圈导体层的长度不同的长度,能够抑制相邻的线圈之间的短路,并且能够将线圈的耦合系数控制为所希望的值,完成本申请发明。

[0008] 根据本发明的一个主旨,提供层叠型线圈阵列,构成为,具有:

[0009] 本体,其包括含有磁性粒子的磁性层;

[0010] 第1线圈和第2线圈,其内置于本体;以及

[0011] 第1外部电极、第2外部电极、第3外部电极和第4外部电极,其设置于本体的表面,并与第1线圈和第2线圈的端部中任一者分别电连接,在上述层叠型线圈阵列中,

[0012] 在第1线圈与第2线圈之间设置有非磁性层,

[0013] 第1线圈和第2线圈分别由多个线圈导体在层叠方向上连结而成,

[0014] 第1线圈的多个线圈导体中的最接近第2线圈的线圈导体、和第2线圈的多个线圈导体中的最接近第1线圈的线圈导体中至少一者与非磁性层相接,

[0015] 构成与非磁性层相接的线圈导体的线圈导体层中的与非磁性层相接的线圈导体层的长度,与其他线圈导体层的长度不同。

[0016] 本发明所涉及的层叠型线圈阵列通过具备上述的特征,能够抑制相邻的线圈之间

的短路、并且将线圈的耦合系数控制为所希望的值。

## 附图说明

[0017] 图1A是本发明的一个实施方式所涉及的层叠型线圈阵列的从底面侧观察的立体图。

[0018] 图1B是示意性地示出在本发明的一个实施方式所涉及的层叠型线圈阵列的内部设置的线圈的形状的立体图。

[0019] 图2是对线圈导体层的长度进行说明的示意图。

[0020] 图3A是对本发明的一个实施方式所涉及的层叠型线圈阵列的制造方法进行说明的示意图。

[0021] 图3B是对本发明的一个实施方式所涉及的层叠型线圈阵列的制造方法进行说明的示意图。

[0022] 图3C是对本发明的一个实施方式所涉及的层叠型线圈阵列的制造方法进行说明的示意图。

[0023] 图3D是对本发明的一个实施方式所涉及的层叠型线圈阵列的制造方法进行说明的示意图。

[0024] 图3E是对本发明的一个实施方式所涉及的层叠型线圈阵列的制造方法进行说明的示意图。

[0025] 图3F是对本发明的一个实施方式所涉及的层叠型线圈阵列的制造方法进行说明的示意图。

[0026] 图3G是对本发明的一个实施方式所涉及的层叠型线圈阵列的制造方法进行说明的示意图。

[0027] 图3H是对本发明的一个实施方式所涉及的层叠型线圈阵列的制造方法进行说明的示意图。

[0028] 图3I是对本发明的一个实施方式所涉及的层叠型线圈阵列的制造方法进行说明的示意图。

[0029] 图3J是对本发明的一个实施方式所涉及的层叠型线圈阵列的制造方法进行说明的示意图。

[0030] 图3K是对本发明的一个实施方式所涉及的层叠型线圈阵列的制造方法进行说明的示意图。

[0031] 图3L是对本发明的一个实施方式所涉及的层叠型线圈阵列的制造方法进行说明的示意图。

[0032] 图3M是对本发明的一个实施方式所涉及的层叠型线圈阵列的制造方法进行说明的示意图。

[0033] 图3N是对本发明的一个实施方式所涉及的层叠型线圈阵列的制造方法进行说明的示意图。

[0034] 图3O是对本发明的一个实施方式所涉及的层叠型线圈阵列的制造方法进行说明的示意图。

[0035] 图3P是对本发明的一个实施方式所涉及的层叠型线圈阵列的制造方法进行说明

的示意图。

[0036] 图3Q是对本发明的一个实施方式所涉及的层叠型线圈阵列的制造方法进行说明的示意图。

[0037] 图3R是对本发明的一个实施方式所涉及的层叠型线圈阵列的制造方法的一的变形例进行说明的示意图。

[0038] 图3S是对本发明的一个实施方式所涉及的层叠型线圈阵列的制造方法的其他的变形例进行说明的示意图。

[0039] 附图标记说明

[0040] 1...层叠型线圈阵列;2...本体;31...第1线圈;32...第2线圈;301...第1线圈导体;302...第2线圈导体;303...第3线圈导体;304...第4线圈导体;305...第5线圈导体;306...第6线圈导体;307...连接部;308...连接层;309...线圈导体层;401...第1外部电极;402...第2外部电极;403...第3外部电极;404...第4外部电极;21...磁性层;22...非磁性层;23...非磁性部;24...追加的非磁性层。

## 具体实施方式

[0041] 以下,参照附图对本发明的一个实施方式所涉及的层叠型线圈阵列详细地进行说明。但是,以下所示的实施方式以例示为目的,本发明未被以下的实施方式限定。以下说明的构成要素的尺寸、材质、形状、相对配置等只要没有特定的记载则不是旨在将本发明的范围仅限于此,只不过是单纯的说明例。另外,有时为了明确说明而将各附图所示的构成要素的大小、形状、位置关系等夸张。

[0042] 图1A和图1B示出本发明的一个实施方式所涉及的层叠型线圈阵列1。图1A是从底面侧观察本发明的一个实施方式的层叠型线圈阵列1的立体图,图1B是示意性地示出在层叠型线圈阵列1的内部设置的第1线圈31和第2线圈32的形状的立体图。本实施方式所涉及的层叠型线圈阵列1构成为具有:包含含有磁性粒子的磁性层的本体2;内置于本体2的第1线圈31和第2线圈32;以及设置于本体2的表面,并与第1线圈31和第2线圈32的端部的任一个分别电连接的第1外部电极401、第2外部电极402、第3外部电极403和第4外部电极404。此外,在本说明书中,有时将层叠型线圈阵列1和本体2的长度称为“L”,将宽度称为“W”,将厚度(高度)称为“T”(参照图1)。另外,在本说明书中,有时将与本体2的长度L平行的方向称为“L方向”,将与宽度W平行的方向称为“W方向”,将与厚度T平行的方向称为“T方向”,将与L方向和T方向平行的面称为“LT面”,将与W方向和T方向平行的面称为“WT面”,将与L方向和W方向平行的面称为“LW面”。

[0043] 本实施方式所涉及的层叠型线圈阵列1的尺寸未特别限定,但优选长度(L)为1.45mm以上且2.7mm以下,宽度(W)为0.65mm以上且2.2mm以下,高度(T)为0.45mm以上且1.2mm以下。

[0044] 在本实施方式所涉及的层叠型线圈阵列1中,本体2包括磁性层21和非磁性层22。本体2也可以除了非磁性层22之外还具备后述的非磁性部23。

[0045] (磁性层21)

[0046] 磁性层21包括由磁性材料构成的磁性粒子。磁性粒子也可以是Fe、Co、Ni和包含它们的合金等金属磁性材料的粒子(金属磁性粒子)、或者铁氧体粒子。磁性粒子优选为Fe粒

子或者Fe合金粒子。作为Fe合金,优选为Fe-Si系合金、Fe-Si-Cr系合金、Fe-Si-Al系合金、Fe-Si-B-P-Cu-C系合金、Fe-Si-B-Nb-Cu系合金等。优选由上述的金属磁性材料构成的金属磁性粒子的表面被绝缘被膜覆盖。若金属磁性粒子的表面由绝缘被膜覆盖,则能够提高金属磁性粒子之间的绝缘性。针对在金属磁性粒子的表面形成绝缘被膜的方法将后述。构成绝缘被膜的材料优选P、Si等氧化物。另外,绝缘被膜也可以是通过将金属磁性粒子的表面氧化而形成的氧化膜。绝缘被膜的厚度优选为1nm以上且50nm以下,更优选为1nm以上且30nm以下,进一步优选1nm以上且20nm以下。如后述那样,对于绝缘皮膜的厚度而言,利用扫描式电子显微镜(SEM)对通过研磨层叠型线圈阵列的试料而得到的截面进行拍摄,并根据得到的SEM照片,能够对金属磁性粒子表面的绝缘被膜的厚度进行测定。

[0047] 磁性层21中的金属磁性粒子的平均粒径优选为 $1\mu\text{m}$ 以上且 $30\mu\text{m}$ 以下,更优选为 $1\mu\text{m}$ 以上且 $20\mu\text{m}$ 以下,进一步优选为 $1\mu\text{m}$ 以上且 $10\mu\text{m}$ 以下。磁性层21中的金属磁性粒子的平均粒径能够通过以下说明的步骤来测定。针对将层叠型线圈阵列1的试料切断而得到的截面,利用SEM拍摄多个位置(例如5个位置)的区域(例如 $130\mu\text{m}\times 100\mu\text{m}$ ),使用图像解析软件(例如,旭化成工程株式会社制,A像君(注册商标))对所得到的SEM图像进行解析,求解金属粒子的等效圆直径。将得到的等效圆直径的平均值设为金属磁性粒子的平均值。

[0048] (非磁性层)

[0049] 在本实施方式所涉及的层叠型线圈阵列1中,本体2除了磁性层21之外还包括非磁性层22。如后述那样,非磁性层22设置于第1线圈31与第2线圈32之间。通过设置非磁性层22,能够提高第1线圈31与第2线圈32之间的绝缘性,能够抑制两者之间产生短路。非磁性层22也可以包含玻璃陶瓷材料和非磁性铁氧体材料等作为非磁性材料。非磁性层22优选包含非磁性铁氧体材料作为非磁性材料。作为非磁性铁氧体材料,能够使用具有Fe换算为 $\text{Fe}_2\text{O}_3$ 而为40mol%以上且49.5mol%以下、Cu换算为CuO而为6mol%以上且12mol%以下、剩余部为ZnO的组成的非磁性铁氧体材料。非磁性材料也可以根据需要添加 $\text{Mn}_3\text{O}_4$ 、 $\text{Co}_3\text{O}_4$ 、 $\text{SnO}_2$ 、 $\text{Bi}_2\text{O}_3$ 和 $\text{SiO}_2$ 等作为添加物,也可以含有微量的不可避免的杂质。非磁性层22优选含有Zn-Cu系铁氧体。

[0050] 非磁性层22的厚度能够通过以下说明的步骤来测定。使层叠型线圈阵列的试料立起为竖直,通过树脂从四周固定试料。此时LT面暴露。通过研磨机在试料的W方向的约1/2的深度结束研磨,使与LT面平行的截面暴露。为了除去由于研磨而产生的内部导体的松弛,在研磨结束后,通过离子铣(株式会社日立高科技社制离子铣装置IM4000)对研磨表面进行加工。利用扫描式电子显微镜(SEM)对研磨后的试料的追加的非磁性层的大致中央部进行拍摄,根据所得到的SEM照片对追加的非磁性层的大致中央部的厚度进行测定,将其定义为追加的非磁性层的厚度。

[0051] 在层叠型线圈阵列1中,如后述那样,优选在第1线圈31的多个线圈导体(第1~第3线圈导体)和第2线圈32的多个线圈导体(第4~第6线圈导体)中的邻接的线圈导体之间的至少一处设置有非磁性部23。通过设置非磁性部23,能够防止磁通量的泄漏。

[0052] 优选非磁性层22和非磁性部23具有相同的组成。例如,优选非磁性层22和非磁性部23由Zn-Cu系铁氧体构成。

[0053] (线圈)

[0054] 在本体2的内部设置有第1线圈31和第2线圈32。如后述那样,第1线圈31和第2线圈

32分别由多个线圈导体在层叠方向上连结而成。第1线圈31和第2线圈32也可以由Ag等导电性材料构成。也可以是,导电性膏除了导电性材料之外还包括溶剂、树脂和分散剂等。此外,本实施方式所涉及的层叠型线圈阵列1包括内置于本体2的两个线圈(参照图1B和图3A~3S),但本发明所涉及的层叠型线圈阵列不限于这样的结构,也可以具备三个以上线圈。另外,在图1B和图3A~3S所示的结构中,第1线圈31和第2线圈32分别连接三个线圈导体而成。但是,本实施方式所涉及的层叠型线圈阵列1不限于这样的结构,也可以根据所希望的电感值等,包括两个线圈导体或者四个以上线圈导体连结而成的线圈。

[0055] 优选第1线圈31和第2线圈32的端部经由在线圈的卷绕部的外侧设置的连接部而与外部电极电连接。通过像这样设置连接部,能够缩小层叠型线圈阵列的寄生电容,因此能够增大谐振频率。

[0056] 在本实施方式所涉及的层叠型线圈阵列1中,第1线圈31的多个线圈导体中的最接近第2线圈32的线圈导体、和第2线圈的多个线圈导体中的最接近第1线圈31的线圈导体中至少一者与非磁性层22相接。根据该结构,能够提高第1线圈31与第2线圈32之间的绝缘性,能够抑制在第1线圈31与第2线圈32之间产生短路。

[0057] 在本实施方式所涉及的层叠型线圈阵列1中,构成与非磁性层22相接的线圈导体的线圈导体层中的与非磁性层22相接的线圈导体层的长度,与其他线圈导体层的长度不同。通过像这样控制线圈导体层的长度,能够使第1线圈与第2线圈的耦合系数变化。此处,“线圈导体层的长度”是指线圈的在卷绕方向上的长度。如图2所示,当从层叠方向透视该线圈导体层309时,与非磁性层22相接的线圈导体层309的长度是沿着线圈导体层309的大致中央部(宽度的1/2的位置)对线圈导体层309的长度进行了测定得到的值。此外,在本实施方式所涉及的层叠型线圈阵列1中,也可以仅构成与非磁性层22相接的线圈导体的线圈导体层中的与非磁性层22相接的线圈导体层的长度,成为与其他的线圈导体层的长度不同的长度,但也可以是,与非磁性层22相接的线圈导体整体的长度(即,构成该线圈导体的所有线圈导体层的长度),成为与其他的线圈导体的长度不同的长度。根据这样的结构,也能够使第1线圈与第2线圈的耦合系数变化。

[0058] 优选构成与非磁性层22相接的线圈导体的线圈导体层中的与非磁性层22相接的线圈导体层的长度比其他线圈导体层的长度短。通过缩短与非磁性层22相接的线圈导体层的长度、并由磁性层填充线圈导体层不存在的区域,能够提高第1线圈和第2线圈的耦合系数。

[0059] (外部电极)

[0060] 本实施方式所涉及的层叠型线圈阵列1具有:设置于本体2的表面、且与第1线圈31和第2线圈32的端部中任一者分别电连接的第1外部电极401、第2外部电极402、第3外部电极403和第4外部电极404。在图1A所示的结构中,第1外部电极401、第2外部电极402、第3外部电极403和第4外部电极404仅设置于本体2的底面,但本实施方式所涉及的层叠型线圈阵列不限于这样的结构,第1~第4外部电极401~404也可以跨本体2的底面和与底面相邻的其他侧面地设置。例如,第1~第4外部电极401~404也可以是跨本体2的底面和与底面相邻的WT面地设置的L字电极。第1~第4外部电极401~404也可以由Ag等导电性材料构成。

[0061] 外部电极也可以由包含Ag的基底电极层、和设置在该基底电极层之上的1个以上镀敷层构成。

[0062] 外部电极的厚度优选为 $5\mu\text{m}$ 以上且 $100\mu\text{m}$ 以下。外部电极的厚度更优选为 $10\mu\text{m}$ 以上且 $50\mu\text{m}$ 以下。若外部电极的厚度为 $5\mu\text{m}$ 以上,则能够提高焊料侵蚀性、耐热冲击性。若外部电极的厚度为 $100\mu\text{m}$ 以下,更优选为 $50\mu\text{m}$ 以下,则充分确保磁性体部的体积,因此能够确保良好的电特性。

[0063] 外部电极的厚度能够通过以下说明的步骤来测定。通过与上述的方法相同方法进行试料的研磨,利用SEM拍摄外部电极部。在所得到的SEM照片中对外部电极的大致中央部一处进行测定,定义为外部电极的厚度。

[0064] 本发明所涉及的层叠型线圈阵列能够适当地用作构成DC-DC转换器的线圈部件。

[0065] [层叠型线圈阵列的制造方法]

[0066] 接下来,以下参照图3A~3S对本实施方式所涉及的层叠型线圈阵列1的制造方法进行说明。但是,本实施方式所涉及的层叠型线圈阵列1的制造方法不限于以下说明的方法。此外,在图3A~图3S各自中,右端的图是各制造工序的层叠体的俯视图,剩余的图分别是沿着俯视图所示的虚线1~4的剖视图。

[0067] 首先,按以下说明的步骤,准备在内部形成有两个线圈(第1线圈31和第2线圈32)的包含磁性层21的层叠体。此外,在图3A~图3S中,图示与一个层叠型线圈阵列对应的层叠体,但在实际的制造方法中,通过使与多个层叠型线圈阵列对应的层叠体一体成型并单片化,来制造多个层叠型线圈阵列。

[0068] [磁性膏的调制]

[0069] 磁性膏用于形成磁性层21。磁性膏包含磁性材料。磁性膏也可以除了磁性材料之外还包含粘合剂、溶剂和增塑剂等。

[0070] (磁性材料)

[0071] 作为磁性材料,能够使用Fe、Co、Ni和包含它们的合金等金属磁性材料的粒子(金属磁性粒子)、或者铁氧体粒子。磁性材料优选为Fe或者Fe合金。作为Fe合金,优选为Fe-Si系合金、Fe-Si-Cr系合金、Fe-Si-Al系合金、Fe-Si-B-P-Cu-C系合金、Fe-Si-B-Nb-Cu系合金等。由上述的金属磁性材料构成的金属磁性粒子的表面优选由绝缘被膜覆盖。若金属磁性粒子的表面由绝缘被膜覆盖,则通过提高金属磁性粒子之间的绝缘性。作为形成绝缘被膜的方法,能够使用公知的溶胶-凝胶法、机械化学法等。构成绝缘被膜的材料优选为P、Si等的氧化物。另外,绝缘被膜也可以是通过金属磁性粒子的表面被氧化而形成的氧化膜。绝缘被膜的厚度优选为 $1\text{nm}$ 以上且 $50\text{nm}$ 以下,更优选为 $1\text{nm}$ 以上且 $30\text{nm}$ 以下,进一步优选为 $1\text{nm}$ 以上且 $20\text{nm}$ 以下。绝缘皮膜的厚度如上述那样,利用扫描式电子显微镜(SEM)对通过研磨层叠型线圈阵列的试料而得到的截面进行拍摄,并根据所得到的SEM照片,能够对金属磁性粒子表面的绝缘被膜的厚度进行测定。

[0072] 金属磁性粒子的平均粒径优选为 $1\mu\text{m}$ 以上且 $30\mu\text{m}$ 以下,更优选为 $1\mu\text{m}$ 以上且 $20\mu\text{m}$ 以下,进一步优选为 $1\mu\text{m}$ 以上且 $10\mu\text{m}$ 以下。此处,原料的金属磁性粒子的“平均粒径”是指体积基准的中位直径( $D_{50}$ )。

[0073] 将ZnO粉末以相对于金属磁性粒子和ZnO粉末的重量的总和成为 $0.2\sim 2$ 重量%左右添加于上述的金属磁性粒子。并且,通过加入规定量的粘合剂(乙基纤维素树脂等)、溶剂(松油醇等)、增塑剂等进行捏合,来调制磁性膏。通过在金属磁性粒子添加规定量的ZnO粉末,能够更加提高金属磁性粒子之间的绝缘性。



[0074] [非磁性膏的调制]

[0075] 非磁性膏用于形成非磁性层22和非磁性部23。非磁性膏包含非磁性材料。非磁性膏也可以除了非磁性材料之外还包含粘合剂、溶剂和增塑剂等。

[0076] (非磁性材料)

[0077] 作为非磁性材料,能够使用玻璃陶瓷材料和非磁性铁氧体材料等,但优选使用非磁性铁氧体材料。作为非磁性铁氧体材料,能够使用具有Fe换算为 $\text{Fe}_2\text{O}_3$ 为40mol%以上且49.5mol%以下、Cu换算为CuO为6mol%以上且12mol%以下、剩余部为ZnO的组成的非磁性铁氧体材料。非磁性材料也可以根据需要添加 $\text{Mn}_3\text{O}_4$ 、 $\text{Co}_3\text{O}_4$ 、 $\text{SnO}_2$ 、 $\text{Bi}_2\text{O}_3$ 和 $\text{SiO}_2$ 等作为添加物,也可以含有微量的不可避免的杂质。

[0078] 将 $\text{Fe}_2\text{O}_3$ 、ZnO、CuO等称量成为规定的比率,并在进行湿式混合和粉碎后,进行干燥。所得到的干燥物在700℃以上且800℃以下的温度临时烧制,调制非磁性铁氧体材料的粉末。通过在该非磁性铁氧体材料加入规定量的溶剂(酮类溶剂等)、粘合剂(聚乙烯醇缩醛树脂等)和增塑剂(醇酸系增塑剂等)进行捏合,从而调制非磁性膏。

[0079] [导电性膏的调制]

[0080] 导电性膏用于形成第1线圈31和第2线圈32、以及第1~第4外部电极401~404。导电性膏包含Ag粉末等导电性材料。导电性膏也可以除了导电性材料之外还包括溶剂、树脂和分散剂等。

[0081] 准备Ag粉末,通过加入规定量的溶剂(丁子香酚(4-烯丙基-2-甲氧基苯酚)等)、树脂(乙基纤维素等)、和分散剂进行捏合,调制导电性膏。此处,Ag粉末的平均粒径(体积基准的中位直径 $D_{50}$ )优选为1μm以上且10μm以下。第1线圈31和第2线圈32、以及第1~第4外部电极401~404也可以使用相同的导电性膏形成,但也可以使用具有不同组成的导电性膏而形成。

[0082] [本体2的制成]

[0083] 在金属板之上层叠热剥离片和PET(聚对苯二甲酸乙二醇酯)膜,并在其上印刷磁性膏并使其干燥。重复进行印刷和干燥,以使磁性膏的厚度成为规定厚度,形成层叠型线圈阵列的上表面侧的磁性层21。

[0084] 在上述的磁性层21之上印刷导电性膏而形成构成第1线圈31的第1线圈导体301。此时,在第1线圈导体301的外侧的规定位置印刷导电性膏,也形成用于将线圈的末端在底面引出的连接部307。在使印刷后的导电性膏干燥之后,在第1线圈导体301和连接部307的周围印刷并填充磁性膏,且使其干燥。重复导电性膏和磁性膏的印刷和干燥,以使第1线圈导体301及其周围的磁性层21成为规定厚度,从而形成磁性层21填充于周围的第1线圈导体301(图3A)。在图3A所示的例子中,重复两次导电性膏和磁性膏的印刷和干燥。

[0085] 此外,通过图3A所示的工序形成的连接部没有直接有助于线圈的末端与外部电极的连接,但在形成图3A所示的连接部的情况下,在本体2的内部几乎对称的位置设置有连接部,因此能够缩小本体2的各部分的收缩率之差。

[0086] 接下来,在第1线圈导体301之上留下形成用于与构成第1线圈31的第2线圈导体302连接的连接层308的区域,印刷非磁性膏而形成非磁性部23。接下来,在未印刷非磁性膏的上述的区域印刷导电性膏而形成连接层308。另外,也在形成连接部307的位置印刷导电性膏。在这样形成的非磁性部23、连接层308和连接部307的周围印刷并填充磁性膏,且使其

干燥。重复上述的步骤,以使连接层308成为规定厚度(图3B)。

[0087] 通过与上述的步骤相同的步骤,使构成第1线圈31的线圈导体为 $n$ 层、使连结相邻的线圈导体的连接层308为 $n-1$ 层,进行反复层叠( $n$ 为2以上的整数)。在图3A~3S所示的制造例中,在上述的非磁性部之上印刷导电性膏而形成第2线圈导体302。此时,第2线圈导体302的末端延伸至连接层308,经由连接层308而与第1线圈导体301连接。而且,同时,也在形成连接部307的位置印刷导电性膏。接下来,在第2线圈导体302的头端与末端之间印刷非磁性膏而形成非磁性部23。在第2线圈导体302、连接部307和非磁性部23的周围印刷并填充磁性膏,且使其干燥。重复上述的步骤,以使第2线圈导体302成为规定厚度,形成磁性层21填充于周围的第2线圈导体302(图3C)。

[0088] 接下来,在第2线圈导体302之上留下形成用于与构成第1线圈31的第3线圈导体303连接的连接层308的区域,印刷非磁性膏而形成非磁性部23。接下来,在未印刷非磁性膏的上述区域印刷导电性膏而形成连接层308。另外,也在形成连接部307的位置印刷导电性膏。在这样形成的非磁性部23、连接层308和连接部307的周围印刷并填充磁性膏,且使其干燥。重复上述的步骤,以使连接层308成为规定厚度(图3D)。

[0089] 接下来,在非磁性部23之上印刷导电性膏,形成第3线圈导体303。此时,第3线圈导体303的末端延伸至连接层308,经由连接层308而与第2线圈导体302连接。而且,同时也在形成连接部307的位置印刷导电性膏。在第3线圈导体303和连接部307的周围印刷并填充磁性膏,且使其干燥。重复上述的步骤,以使第3线圈导体303成为规定厚度(图3E)。此时,如图3F所示,也可以是,构成第3线圈导体303的线圈导体层中的最后印刷的线圈导体层(即,与非磁性层22相接的线圈导体层)的长度成为与其他的线圈导体层的长度不同的长度。在图3A~3S所示的制造例中,使最后印刷的线圈导体层的长度比其他的线圈导体层的长度短。这样,形成磁性层21填充于周围的第3线圈导体303。

[0090] 根据上述的步骤,形成第1~第3线圈导体301~303经由连接层308连结而成的第1线圈31。此外,在图3A~3S所示的制造例中,第1线圈的匝数为3,但本发明所涉及的层叠型线圈阵列不限于此,匝数也可以根据需要适当地变更。

[0091] 接下来,在形成连接部307的位置印刷导电性膏,在其周围印刷非磁性膏,形成非磁性层22(图3G)。重复导电性膏和非磁性膏的印刷和干燥,以使得非磁性层22成为规定厚度。

[0092] 接下来,通过以下说明的步骤形成第2线圈32。首先,在非磁性层22之上印刷导电性膏,形成构成第2线圈32的第4线圈导体304。另外,也在形成连接部307的位置印刷导电性膏。在第4线圈导体304和连接部307的周围印刷并填充磁性膏,且使其干燥。重复上述的步骤,以使第4线圈导体304成为规定厚度(图3H和图3I)。此时,如图3H所示,也可以使构成第4线圈导体304的线圈导体层中的最初印刷的线圈导体层(即,与非磁性层22相接的线圈导体层)的长度,成为与其他的线圈导体层的长度不同的长度。在图3A~图3S所示的制造例中,使最初印刷的线圈导体层的长度比其他的线圈导体层的长度短。这样,形成磁性层21填充于周围的第4线圈导体304。

[0093] 此外,在图3A~图3S所示的制造例中,使构成第1线圈31的线圈导体层和构成第2线圈32的线圈导体层双方的长度,成为与其他线圈导体层的长度不同的长度,但该结构不是必需的,构成第1线圈31的线圈导体层和构成第2线圈32的线圈导体层中至少一者的长

度,与其他线圈导体层的长度不同即可。

[0094] 接下来,在第4线圈导体304之上残留形成用于与构成第2线圈32的第5线圈导体305连接的连接层308的区域,印刷非磁性膏而形成非磁性部23。接下来,在未印刷非磁性膏的上述的区域印刷导电性膏而形成连接层308。另外,也在形成连接部307的位置印刷导电性膏。在这样形成的非磁性部23、连接层308和连接部307的周围印刷并填充磁性膏,且使其干燥。重复上述的步骤,以使得连接层308成为规定厚度(图3J)。

[0095] 接下来,在非磁性部23之上印刷导电性膏,形成第5线圈导体305。此时,第5线圈导体305的末端延伸至连接层308,经由连接层308而与第4线圈导体304连接。而且,同时也在形成连接部307的位置印刷导电性膏。在第5线圈导体305和连接部307的周围印刷并填充磁性膏,且使其干燥。重复上述的步骤,以使得第5线圈导体305成为规定厚度(图3K)。这样,形成磁性层21填充于周围的第5线圈导体305。

[0096] 接下来,在第5线圈导体305之上残留形成用于与构成第2线圈32的第6线圈导体306连接的连接层308的区域,印刷非磁性膏而形成非磁性部23。接下来,在未印刷非磁性膏的上述的区域印刷导电性膏而形成连接层308。另外,也在形成连接部307的位置印刷导电性膏。在这样形成的非磁性部23、连接层308和连接部307的周围印刷并填充磁性膏,且使其干燥。重复上述的步骤,以使得连接层308成为规定厚度(图3L)。

[0097] 接下来,在非磁性部23之上印刷导电性膏,形成第6线圈导体306。此时,第6线圈导体306的末端延伸至连接层308,经由连接层308而与第5线圈导体305连接。而且,同时也在形成连接部307的位置印刷导电性膏。在第6线圈导体306和连接部307的周围印刷并填充磁性膏,且使其干燥。重复上述的步骤,以使得第6线圈导体306成为规定的厚度(图3M)。这样,形成磁性层21填充于周围的第6线圈导体306。

[0098] 通过上述的步骤,形成第4~第6线圈导体304~306经由连接层308连结而成的第2线圈32。此外,在图3A~图3S所示的制造例中,第2线圈32的匝数为3,但本发明所涉及的层叠型线圈阵列不限于于此,匝数也可以根据需要适当地变更。

[0099] 在通过上述的步骤形成了规定量的线圈导体后,形成将第1线圈31和第2线圈32的头端和末端在本体2的底面引出而与外部电极连接的连接部307。在形成连接部307的位置印刷导电性膏,并使其干燥。在连接部307的周围印刷并填充磁性膏,且使其干燥。重复导电性膏和磁性膏的印刷和干燥,以使得连接部307成为规定厚度(图3N)。也可以是,在这样形成连接部307时,针对在连接部307的周围印刷的磁性膏的多个层中的任一层,取代磁性膏而印刷非磁性膏形成追加的非磁性层。该追加的非磁性层也可以存在1层以上。通过在线圈与外部电极之间设置追加的非磁性层,从而能够提高线圈与外部电极之间的绝缘性。

[0100] 在一个变形例中,如图3R所示,也可以是,追加的非磁性层24相接于与外部电极对置的线圈导体。若与外部电极对置的线圈导体同追加的非磁性层相接,则能够进一步提高层叠型线圈阵列1的直流叠加特性。

[0101] 在其他变形例中,如图3S所示,也可以是,追加的非磁性层24与外部电极相接。通过将追加的非磁性层设置为与外部电极相接,从而能够提高外部电极之间的直流电阻。

[0102] 在又一个变形例中,也可以是,追加的非磁性层设置在和与外部电极对置的线圈导体相接的位置与和外部电极相接的位置中间的位置。通过在这样的位置设置追加的非磁性层,能够均衡地实现直流叠加特性的提高和外部电极之间的直流电阻的提高。

[0103] 准备通过以上的步骤在内部形成有线圈的包含磁性层的层叠体。

[0104] 接下来,形成外部电极。首先,在通过上述的步骤得到的层叠体的表面涂覆导电性膏,形成构成第1外部电极401、第2外部电极402、第3外部电极403和第4外部电极404的第1外部电极层(图30)。此外,构成外部电极的层叠体的表面是相当于本体的底面的面。分别覆盖在层叠体的表面暴露的连接部307地印刷导电性膏,形成四个外部电极图案,并使其干燥。

[0105] 接下来,将磁性膏或者非磁性膏涂覆为与第1外部电极层的外边缘部的至少局部重叠,形成磁性膏层或者非磁性膏层(图3P)。此时,磁性膏或者非磁性膏填充第1外部电极层的周围而印刷并干燥。此外,在图3P所示的例子中,形成磁性膏层。通过这样涂覆磁性膏或者非磁性膏,能够提高本体与外部电极之紧贴性。

[0106] 接下来,将导电性膏涂覆在第1外部电极层之上,形成构成第1~第4外部电极401~404的第2外部电极层。第2外部电极层形成为第2外部电极层的局部与磁性膏层或者非磁性膏层的外边缘部的至少局部重叠(图3Q)。通过这样形成第1~第4外部电极401~404,能够提高外部电极与本体之紧贴性。另外,在通过使第2外部电极层成为层叠体的最外层而得到的层叠型线圈阵列的本体的底面中,外部电极的最外表面存在于比本体的底面靠外侧的位置。作为其结果,在得到的层叠型线圈阵列中,能够兼具本体与外部电极之紧贴性的提高、和安装时的接触性的提高。

[0107] 此外,在图3A~图3S所示的制造例中,第1~第4外部电极401~404通过层叠两个外部电极层(第1外部电极层和第2外部电极层)而形成,但本发明所涉及的层叠型线圈阵列及其制造方法不限于这样的形式,也可以层叠3层以上的外部电极层而形成外部电极。在层叠n层外部电极层的情况下(n为3以上的整数),重复n-1次上述的导电性膏和磁性膏或者非磁性膏的印刷和干燥后,最后印刷导电性膏并使其干燥,形成第n外部电极层。这样,在通过使层叠体的最外层成为外部电极层来进行层叠而得到的层叠型线圈阵列中,外部电极的最外表面存在于比本体的底面靠外侧的位置。

[0108] 通过对这样得到的层叠体进行加热而从金属板剥离,并进行了压接后,从层叠体剥离PET膜。这样,得到本体的集合体亦即层叠体。

[0109] 接下来,利用切割器等将得到的层叠体切断而单片化。对单片化后的层叠体进行滚磨处理,使层叠体的角部带有圆度。此外,滚磨处理也可以在烧制层叠体前进行,或者也可以在烧制后的本体实施滚磨处理。滚磨处理的方法也可以是干式或者湿式中任一种,或者也可以是共同摩擦层叠体彼此的方法、与介质一同进行滚磨处理的方法。

[0110] 接下来,烧制实施了滚磨处理的层叠体。将层叠体放入烧制炉,以650℃以上且750℃以下的温度进行烧制,得到外部电极设置于底面的本体。将烧制后的本体在1Pa以下的真空环境下浸渍于树脂(环氧树脂等),使树脂浸入本体的内部。在利用溶剂(丁基卡必醇乙酸酯(2-(2-丁氧基乙氧基)乙酸乙酯)等)对树脂浸渗后的本体进行清洗,并自然干燥后,以100℃以上且200℃以下的温度使树脂固化。其后,在形成于本体的表面的外部电极(基底电极)之上,通过化学镀形成镀Ni层和镀Sn层。这样,得到图1A和图1B所示的层叠型线圈阵列1。

[0111] 以上,对在本体内内置有两个线圈的层叠型线圈阵列的制造方法进行了说明,但本实施方式所涉及的层叠型线圈阵列也可以具备3个以上线圈,在这种情况下,也能够通过

与上述的方法相同的步骤制造层叠型线圈阵列。另外,在本实施方式所涉及的层叠型线圈阵列中,第1线圈31和第2线圈32分别由3个线圈导体连结而成,但也可以是,各线圈由两个线圈导体、或者4个以上的线圈导体构成。

[0112] 本发明包括以下的方式,但不限于于这些方式。

[0113] (方式1)

[0114] 一种层叠型线圈阵列,构成为,具有:

[0115] 本体,其包括含有磁性粒子的磁性层;

[0116] 第1线圈和第2线圈,其内置于本体;以及

[0117] 第1外部电极、第2外部电极、第3外部电极和第4外部电极,其设置于本体的表面,并与第1线圈和第2线圈的端部中任一者分别电连接,

[0118] 在上述层叠型线圈阵列中,

[0119] 在第1线圈与第2线圈之间设置有非磁性层,

[0120] 第1线圈和第2线圈分别由多个线圈导体在层叠方向上连结而成,

[0121] 第1线圈的多个线圈导体中的最接近第2线圈的线圈导体、和第2线圈的多个线圈导体中的最接近第1线圈的线圈导体中至少一者,与非磁性层相接,

[0122] 构成与非磁性层相接的线圈导体的线圈导体层中的与上述非磁性层相接的线圈导体层的长度,与其他线圈导体层的长度不同。

[0123] (方式2)

[0124] 根据方式1所述的层叠型线圈阵列,其中,构成与非磁性层相接的线圈导体的线圈导体层中的与上述非磁性层相接的线圈导体层的长度,比其他线圈导体层的长度短。

[0125] (方式3)

[0126] 根据方式1或2所述的层叠型线圈阵列,其中,在第1线圈的多个线圈导体、和第2线圈的多个线圈导体中的邻接的线圈导体之间的至少一处设置有非磁性部。

[0127] (方式4)

[0128] 根据方式3所述的层叠型线圈阵列,其中,非磁性层和非磁性部具有相同的组成。

[0129] (方式5)

[0130] 根据方式4所述的层叠型线圈阵列,其中,非磁性层和非磁性部由Zn-Cu系铁氧体构成。

[0131] 工业上的可利用性

[0132] 本发明所涉及的层叠型线圈阵列能够用于DC-DC转换器等广泛的用途。

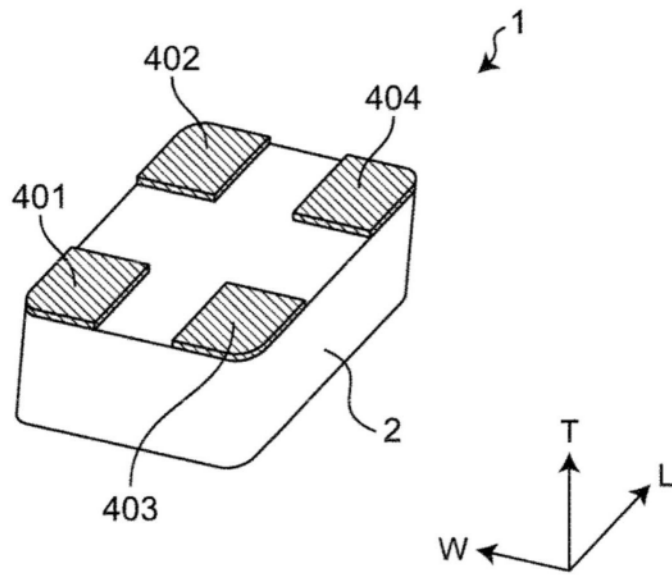


图1A

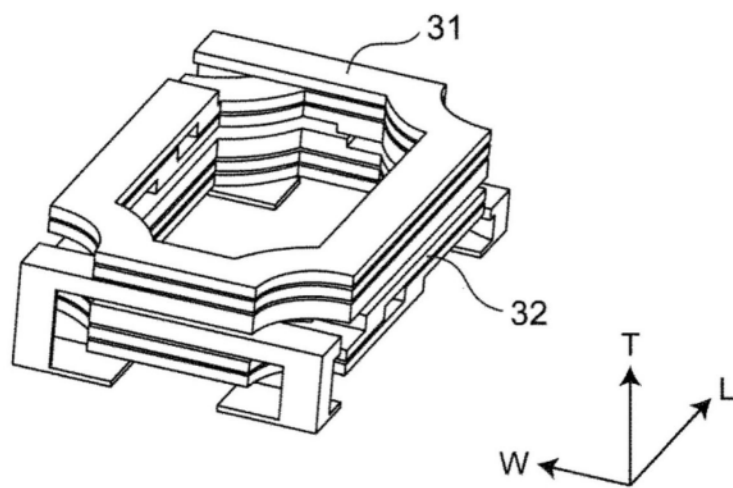


图1B

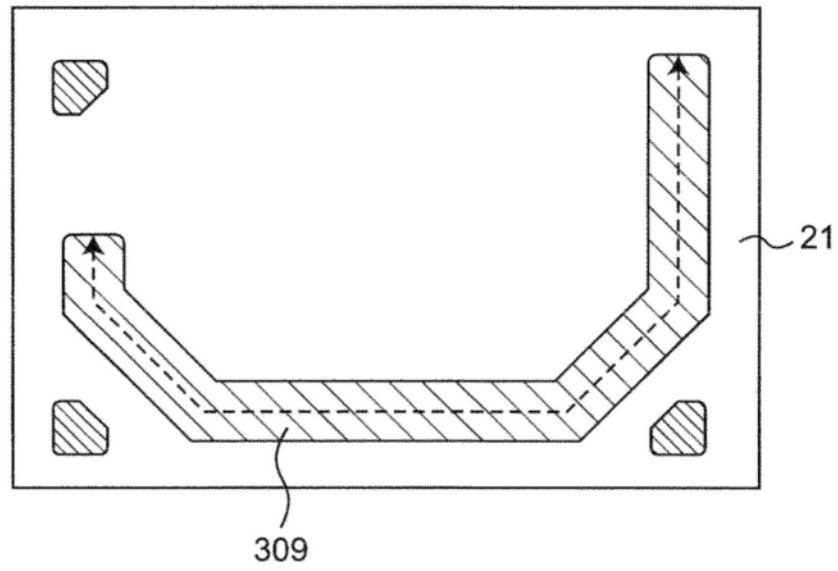


图2

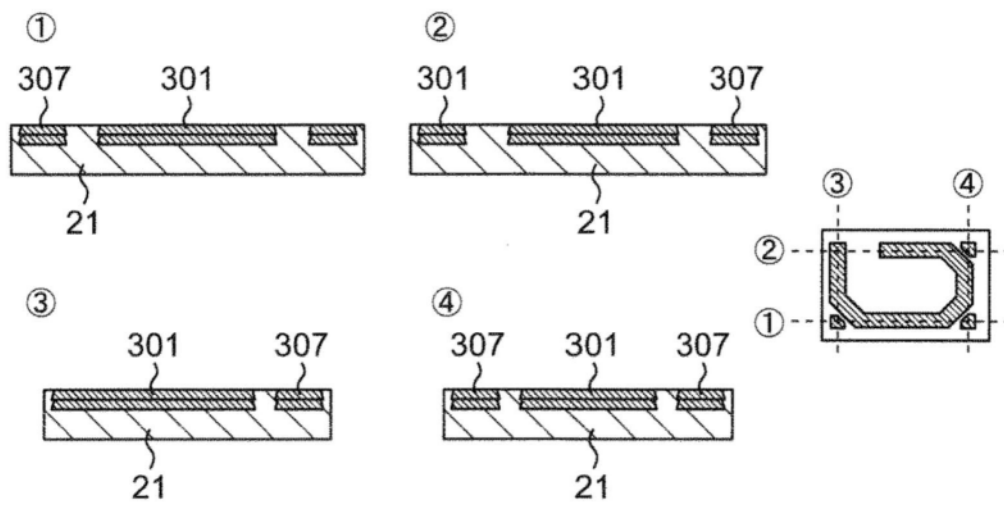


图3A

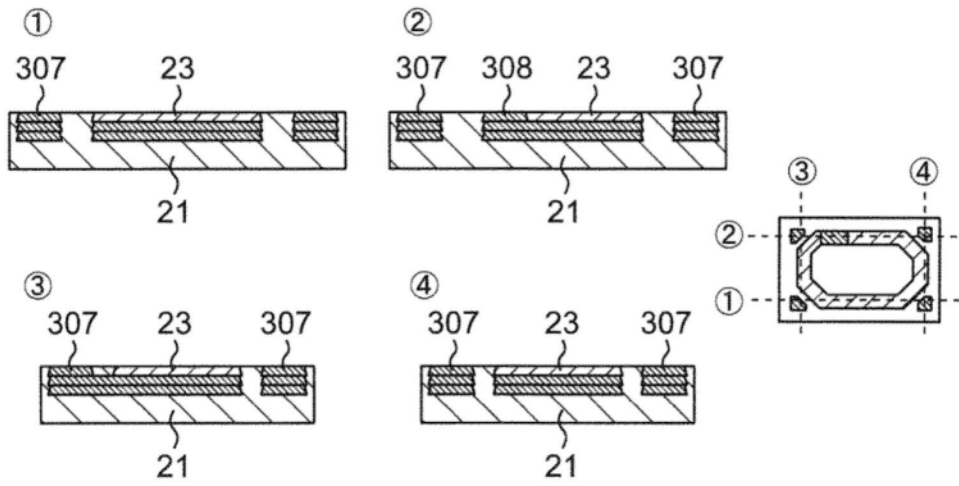


图3B

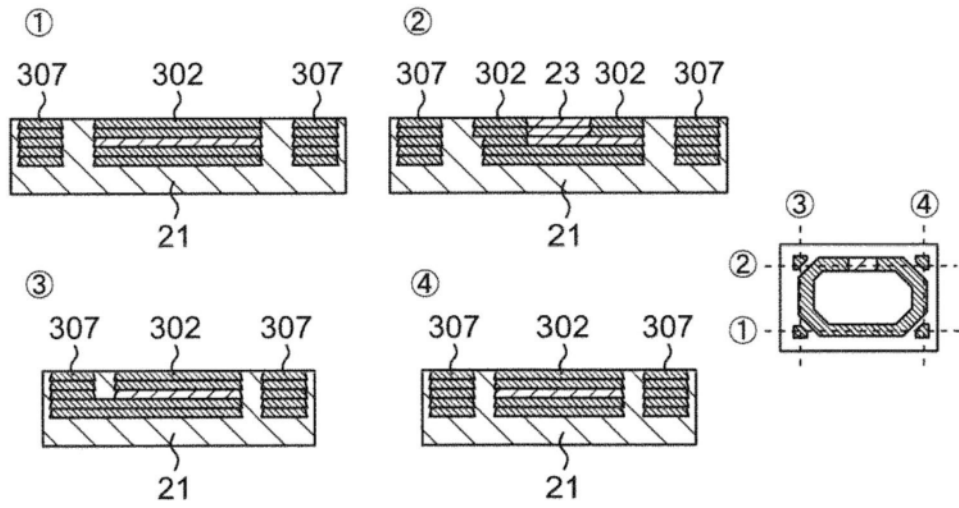


图3C



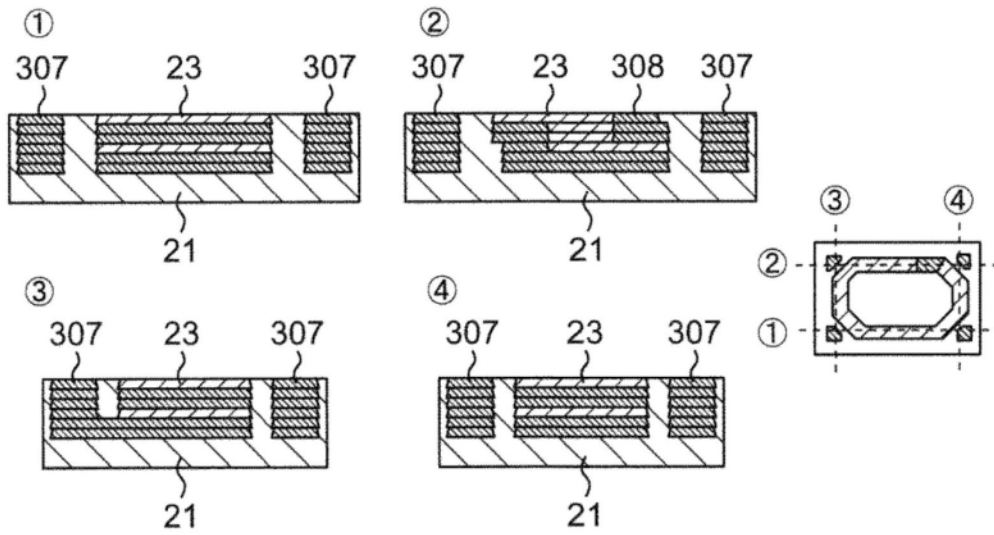


图3D

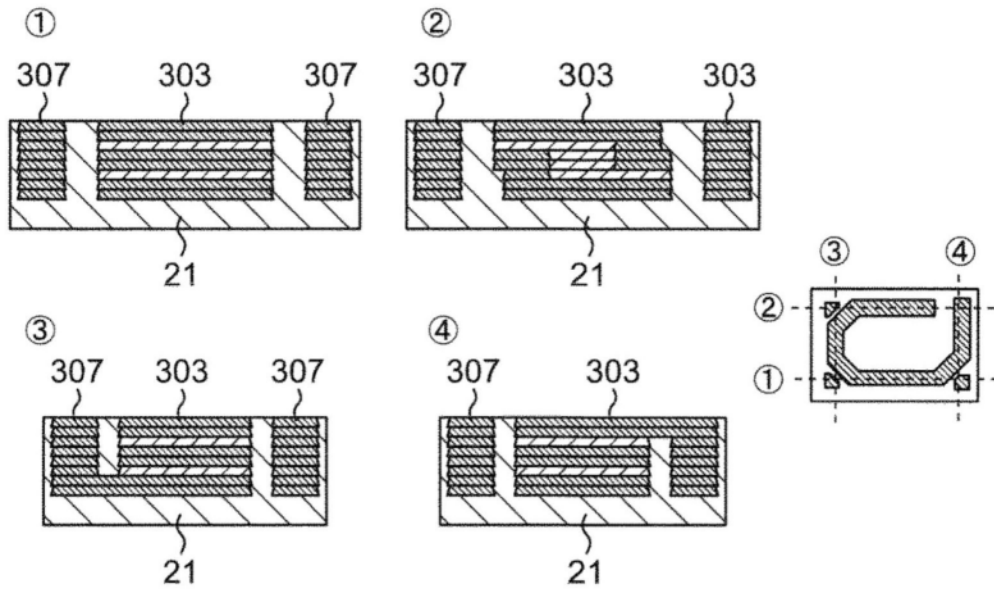


图3E

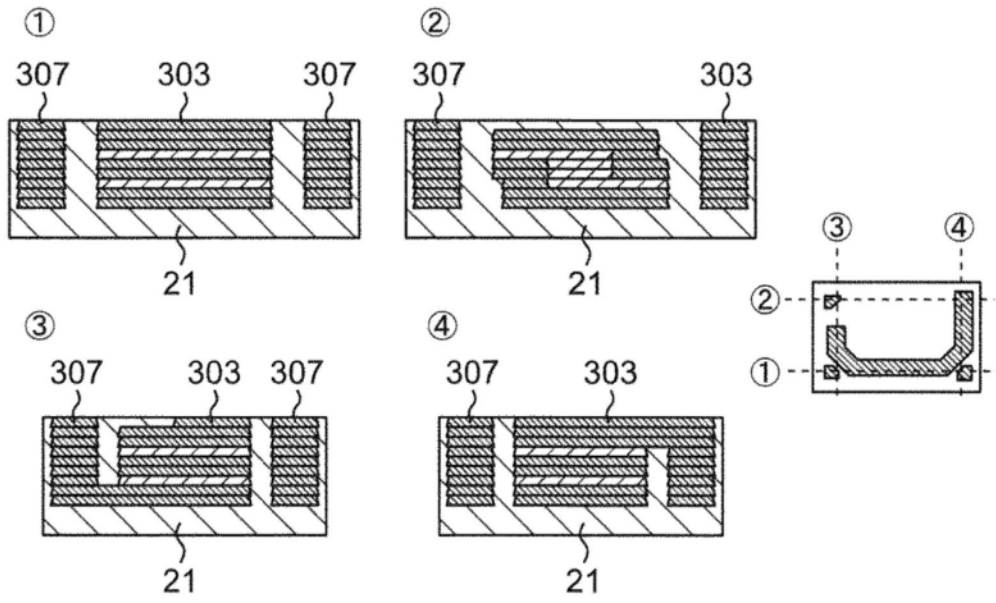


图3F

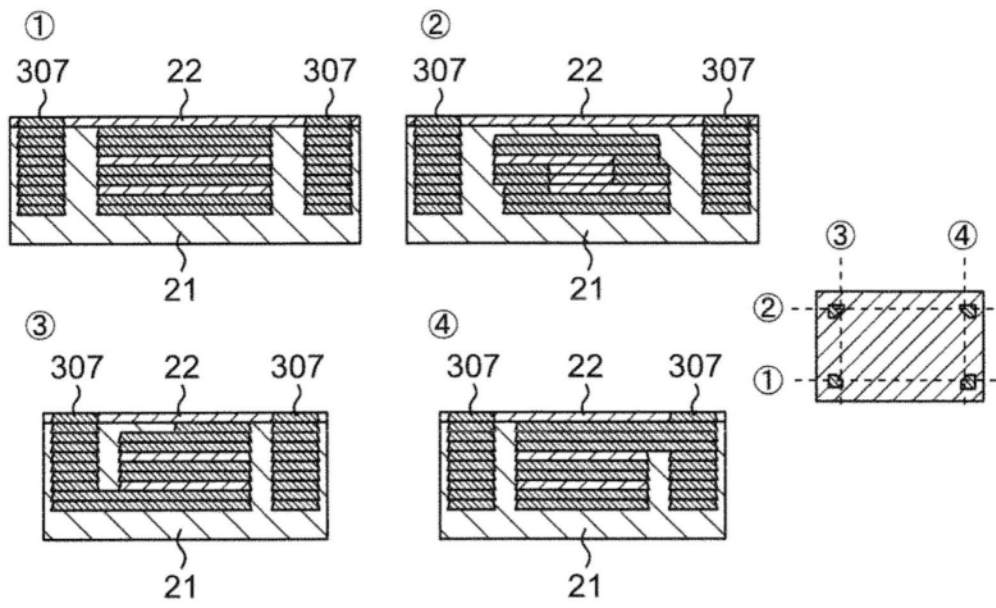


图3G

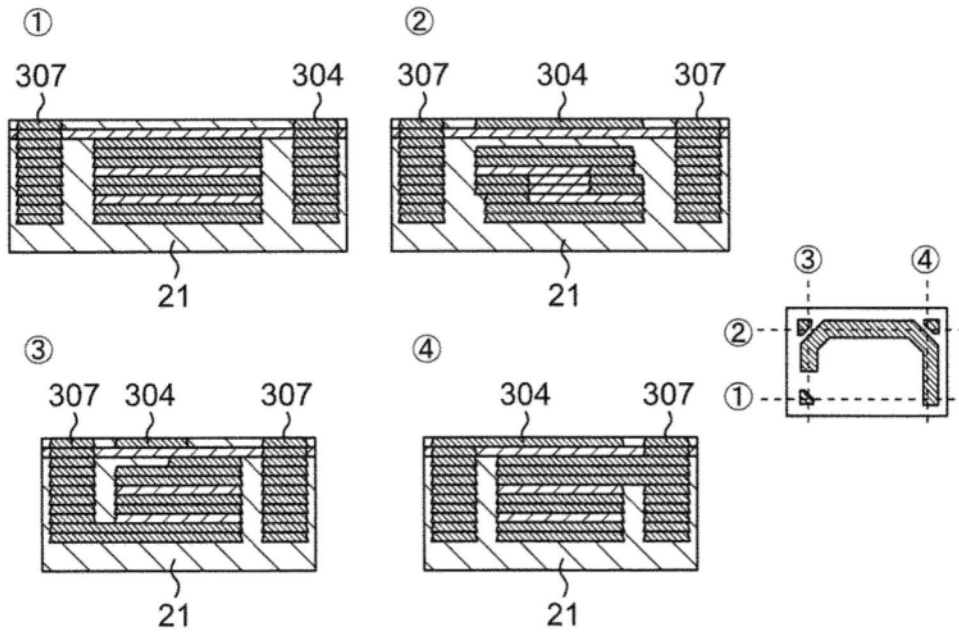


图3H

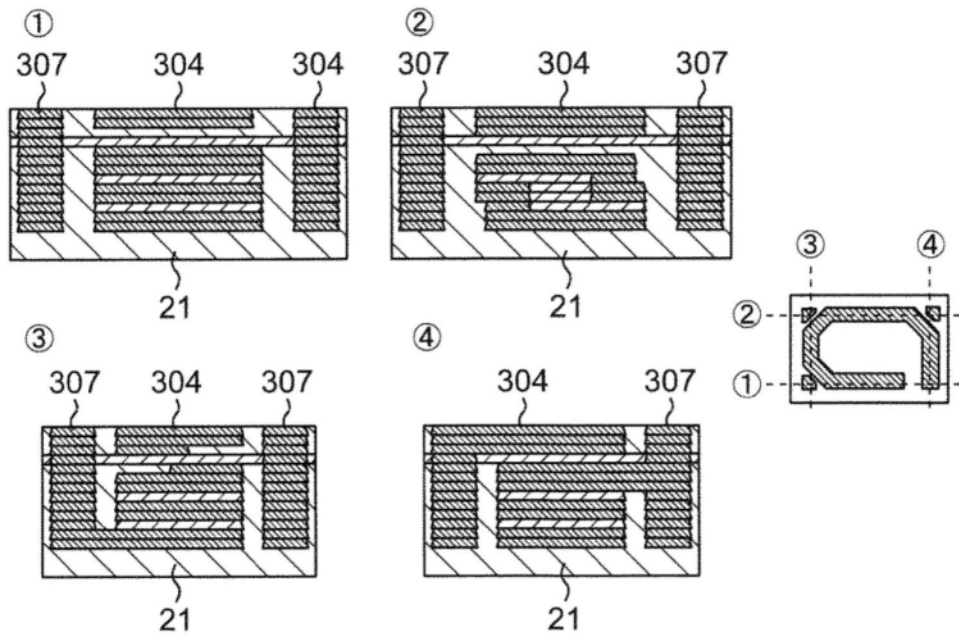


图3I

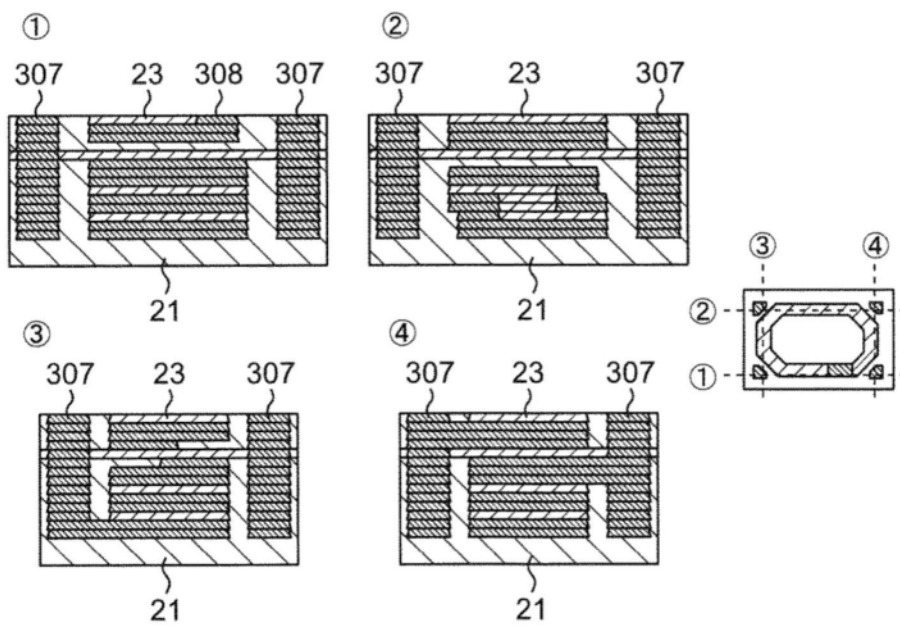


图3J

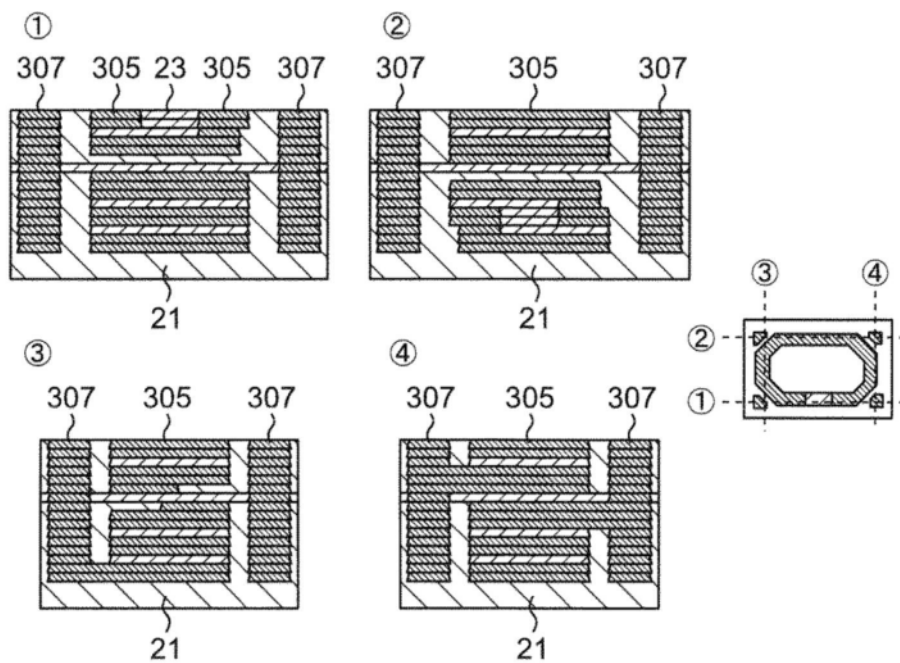


图3K

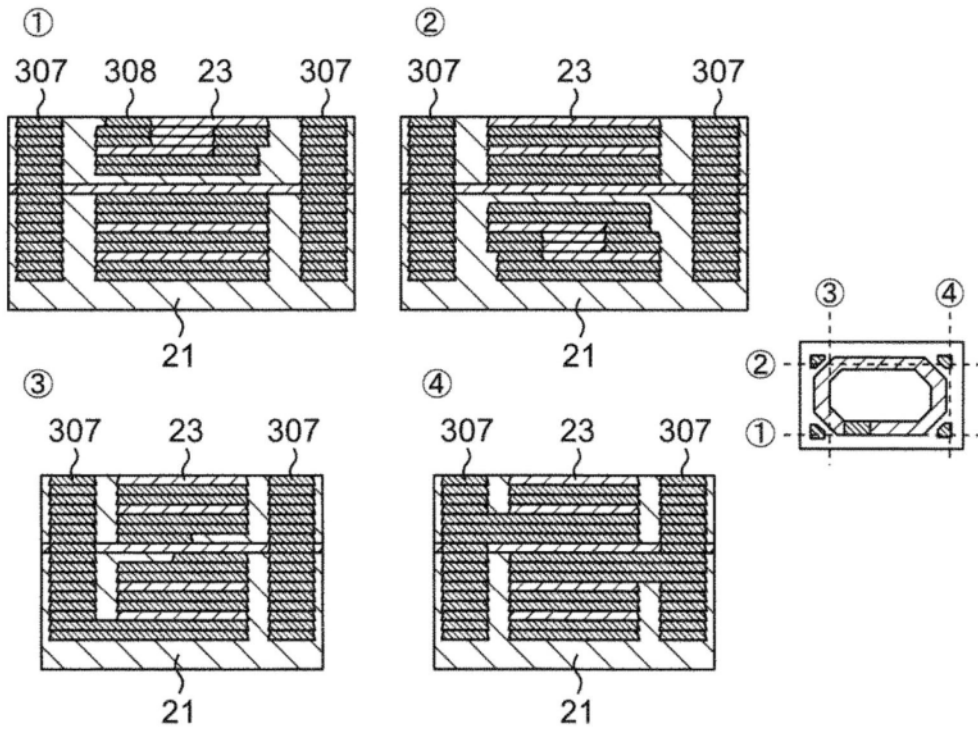


图3L

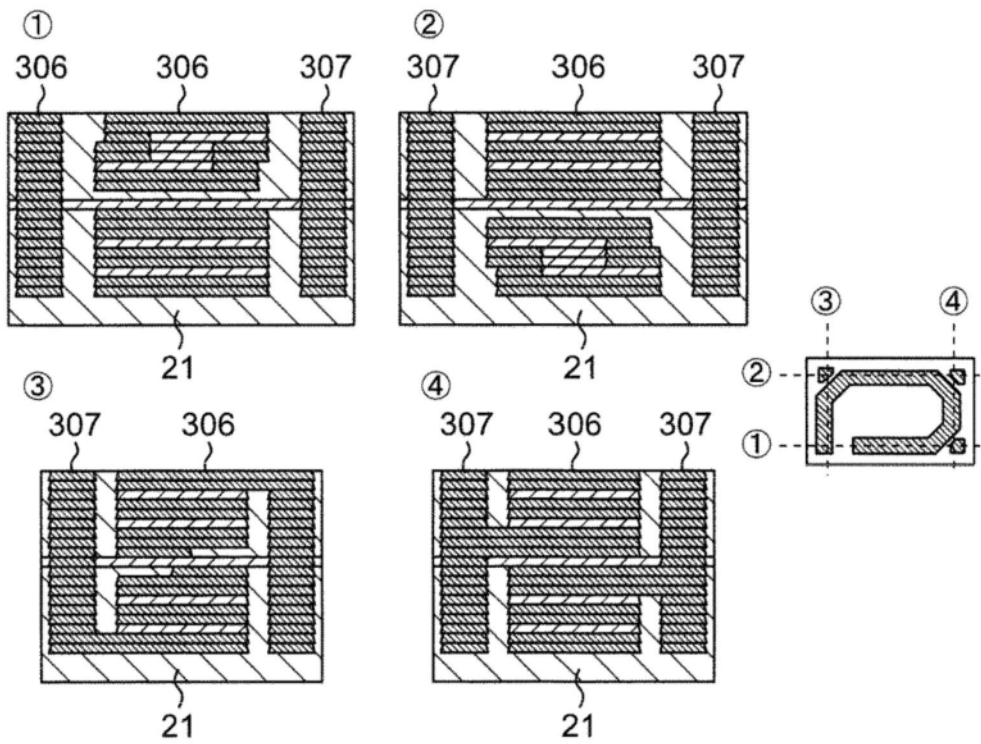


图3M

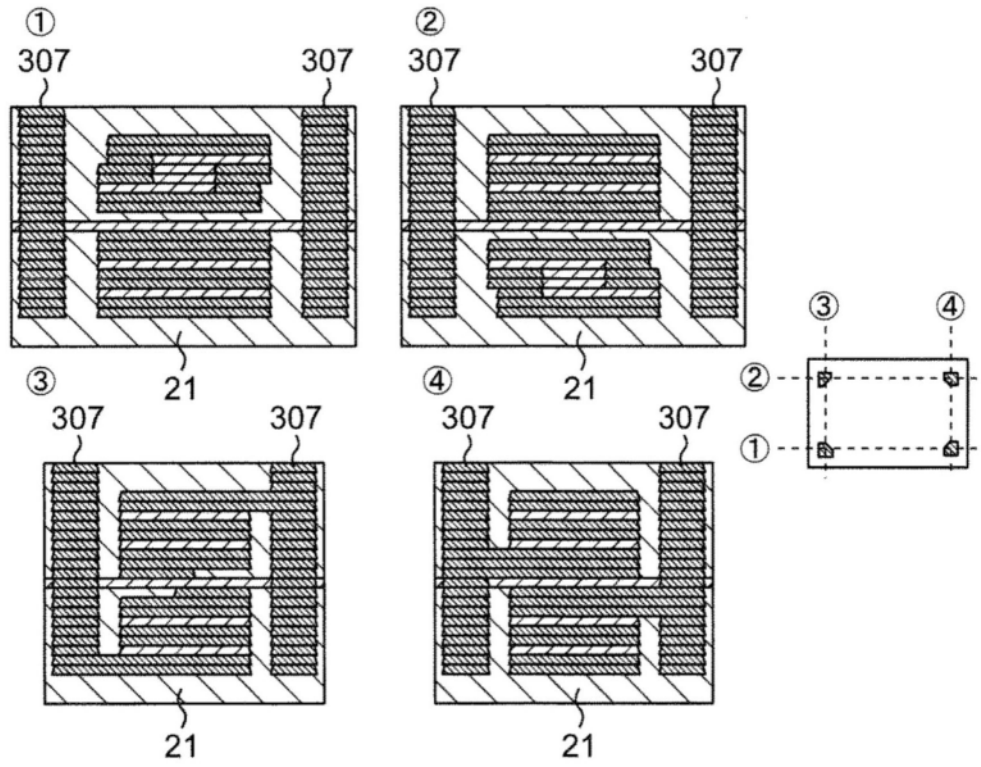


图3N

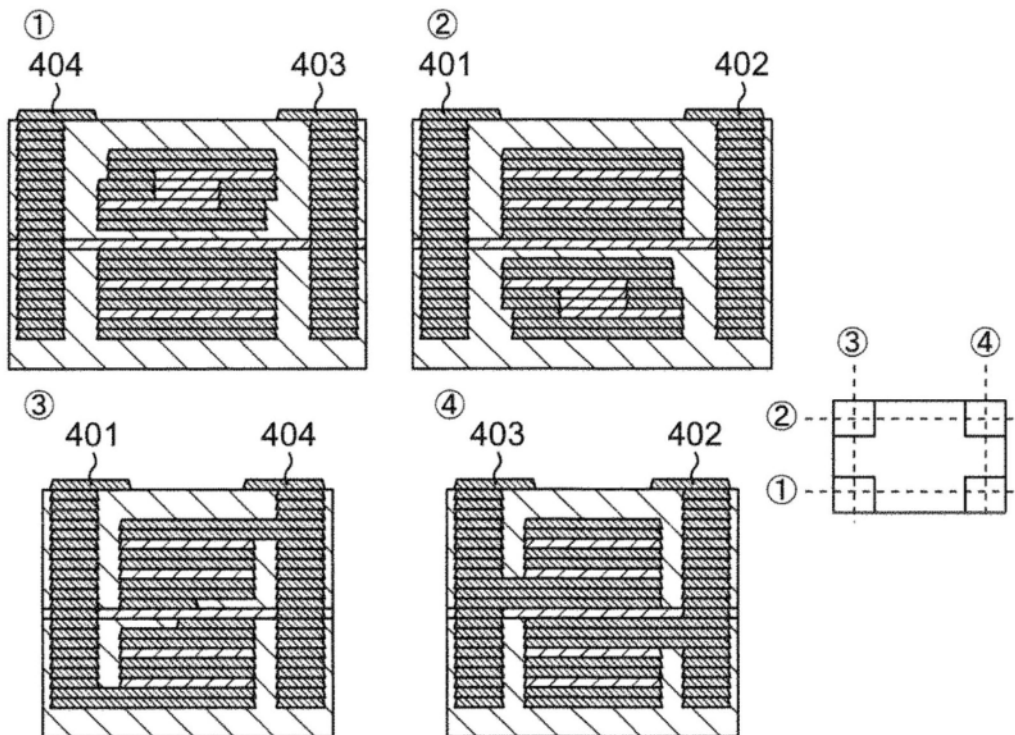


图30

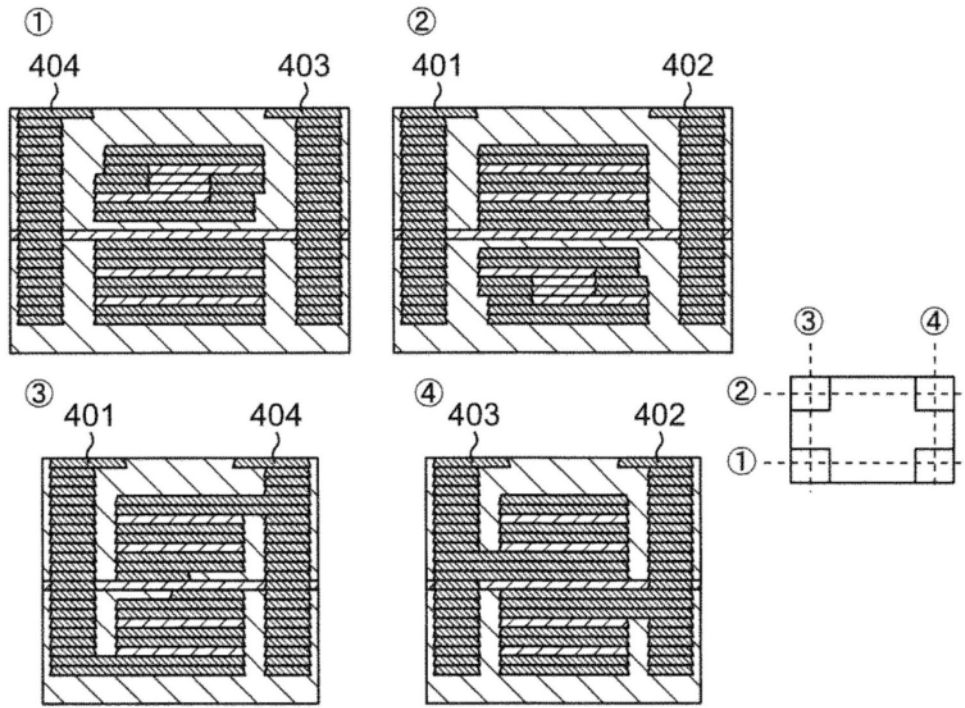


图3P

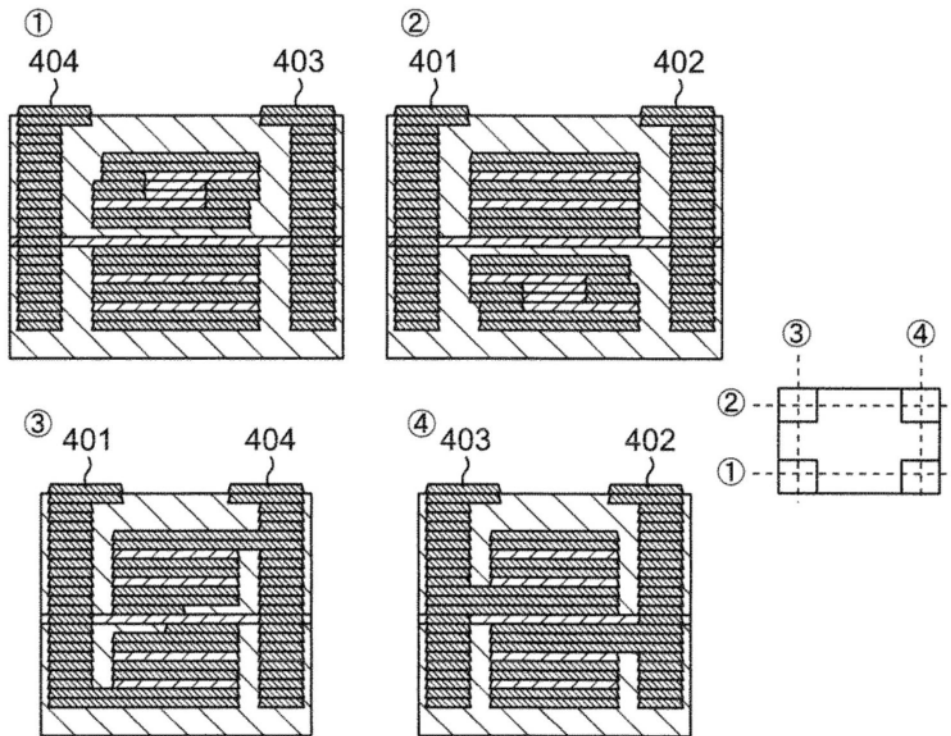


图3Q

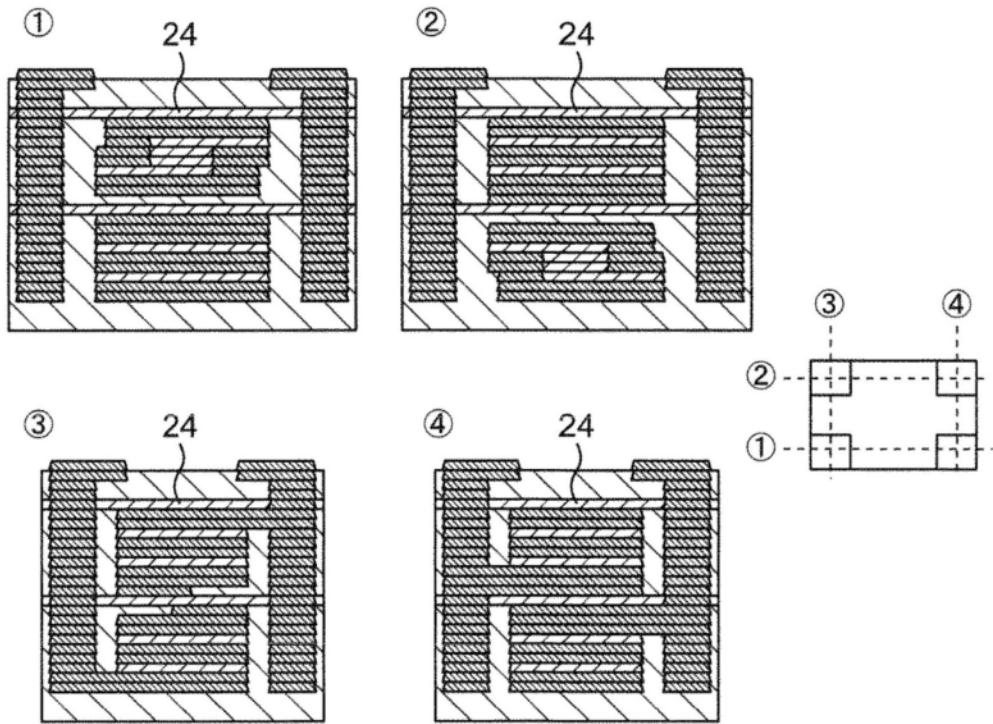


图3R

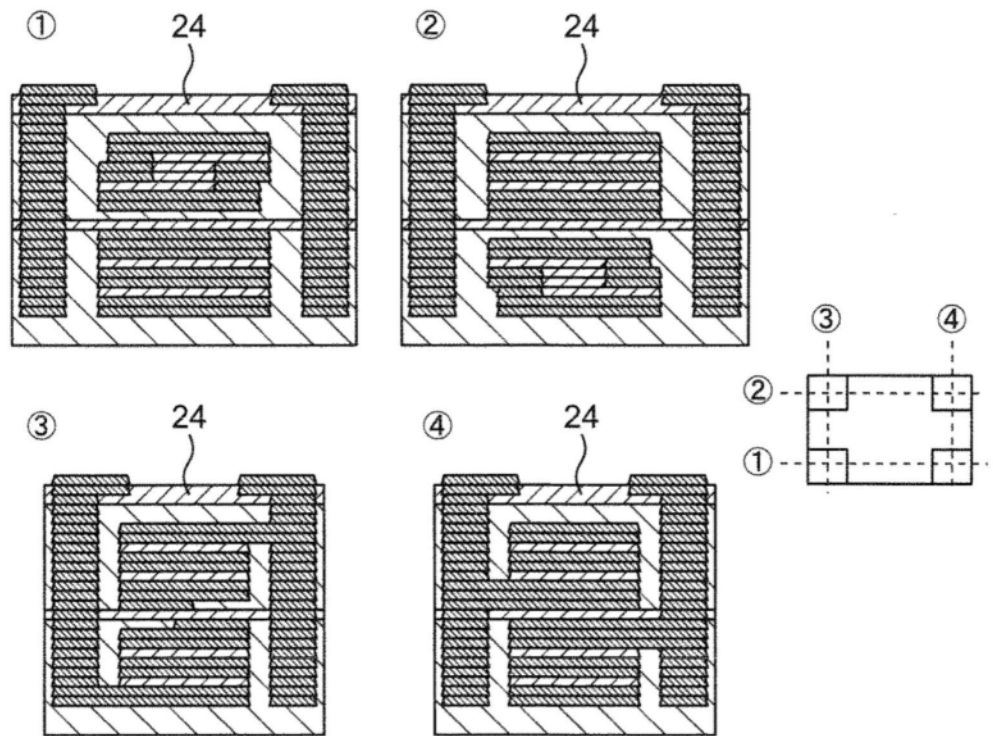


图3S