

[19] 中华人民共和国国家知识产权局

[51] Int. Cl.

H01F 17/00 (2006.01)

H01F 41/04 (2006.01)



[12] 发明专利说明书

专利号 ZL 02108094.1

[45] 授权公告日 2006 年 4 月 19 日

[11] 授权公告号 CN 1252746C

[22] 申请日 2002.2.23 [21] 申请号 02108094.1

[30] 优先权

[32] 2001.2.23 [33] JP [31] 48094/01

[71] 专利权人 东光株式会社

地址 日本东京都

[72] 发明人 坂仓光男 小林清一 长泽忠义

野口裕 森博康

审查员 王南野

[74] 专利代理机构 中国专利代理（香港）有限公司

代理人 章社杲

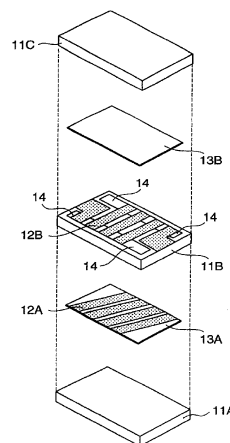
权利要求书 3 页 说明书 8 页 附图 6 页

[54] 发明名称

层叠电子元件及制造方法

[57] 摘要

本发明提供一种层叠电子元件，包括：多个平行的第一导电图形，通过磁性层与多个平行的第二导电图形层叠，第一、第二导电图形彼此通过通孔中的导体交替连接，从而在层叠体内侧形成一个轴线与安装面平行的螺旋形线圈；其特征在于，所述磁性层设置在多个第一导电图形和多个第二导电图形之间，所述磁性层包括非磁性区域，该非磁性区域设置为位于在安装方向上的投影与各导电图形两端在安装方向上的投影相同的位置处，并且该非磁性区域沿线圈轴向平行延伸；所述通孔设置在所述非磁性区域中，其一端与第一导电图形的一端相连，其另一端与第二导电图形的一端相连；第一、第二导电图形彼此通过通孔中的导体交替连接；在形成导电图形的面上形成非磁性层，在非磁性层上形成磁性层。



1、一种层叠电子元件，包括：

多个平行的第一导电图形，通过磁性层与多个平行的第二导电图形层叠，

5 第一、第二导电图形彼此通过通孔中的导体交替连接，从而在层叠体内侧形成一个轴线与安装面平行的螺旋形线圈；

其特征在于，

所述磁性层设置在多个第一导电图形和多个第二导电图形之间，所述磁性层包括非磁性区域，该非磁性区域设置为位于在安装方向上的投影与各导电图形两端在安装方向上的投影相同的位置处，并且该非磁性区域沿线圈轴向平行延伸；

所述通孔设置在所述非磁性区域中，其一端与第一导电图形的一端相连，其另一端与第二导电图形的一端相连；

第一、第二导电图形彼此通过通孔中的导体交替连接；

15 在形成导电图形的面上形成非磁性层，在非磁性层上形成磁性层。

2、一种制造层叠电子元件的方法，该层叠电子元件包括多个平行的第一导电图形，通过磁性层与多个平行的第二导电图形层叠，第一、第二导电图形彼此通过通孔中的导体交替连接，从而在层叠体内侧形成一个螺旋形线圈，螺旋形线圈轴与安装表面平行，该方法包括：

20 第一步，在第一磁性层上的第一非磁性层上表面上，平行印刷多个第一导电图形；

第二步，在设置有第一导电图形的第一非磁性层的整个上表面上设置第二磁性层，并在第二磁性层上通过激光加工工艺设置一对凹槽，该对凹槽位于在安装方向上的投影与第一导电图形两端在安装方向上的投影相同的位置处，该对凹槽沿线圈轴向平行延伸；

第三步，在该对凹槽内设置带有通孔的非磁性区域，该非磁性区域位于在安装方向上的投影与第一导电图形两端在安装方向上的投影相同的位置处；

第四步，在设置有非磁性区域的第二磁性层的上表面上印刷多个第二导电图形，该多个第二导电图形平行布置，其一端与第一导电图形的一端相连，其另一端与另一第一导电图形的另一端相连，第一、第二导电图形彼此通过通孔

中的导体交替连接因此形成螺旋形线圈图形；

接着第五步，在所述第二磁性层上设置第二非磁性层，再在该第二非磁性层上设置第三磁性层。

3、根据权利要求 2 所述的制造层叠电子元件的方法，其特征在于：通过
5 印刷非磁性材料，在所述一对凹槽内形成第三步的非磁性区域，以在安装方向上的投影与所述第一导电图形两端在安装方向上的投影相同的位置处形成通孔。

4、根据权利要求 2 所述的制造层叠电子元件的方法，其特征在于：第三步通孔的设置由激光加工工艺完成。

10 5、根据权利要求 2 所述的制造层叠电子元件的方法，其特征在于：在第二步的第一非磁性层上形成第二磁性层，以把多个磁性层层叠。

6、一种制造层叠电子元件的方法，该层叠电子元件包括多个平行的第一导电图形，该第一导电图形通过磁性层与多个平行的第二导电图形层叠在一起，第一、第二导电图形通过通孔中的导体彼此交替连接，从而在层叠体内部
15 形成一个螺旋形线圈，该螺旋形线圈的轴线平行于安装面，该方法包括：

第一步，在设置在第一磁性层上的第一非磁性层上表面上平行印刷多个第一导电图形；

第二步，通过在有第一导电图形的第一非磁性层的整个上表面上重复设置第二磁性层，设置具有非磁性区域的多个第二磁性层，在第二磁性层上采用激
20 光加工工艺设置一对凹槽，该对凹槽位于在安装方向上的投影与第一导电图形两端在安装方向上的投影相同的位置处且沿线圈的轴线平行延伸，在该对凹槽内，设置具有通孔的非磁性区域，其位置与第一导电图形端部相应；再用导电材料充填该通孔；

第三步，在具有非磁性区域的第二磁性层上表面上印刷多个第二导电图形，该多个第二导电图形平行布置，其一端与所述第一导电图形的一端相连，
25 其另一端与另一第一导电图形的另一端相连，第一、第二导电图形彼此通过通孔中的导体交替连接，从而形成螺旋形线圈图形；

接下来第四步，在第二磁性层上设置第二非磁性层，该第二磁性层上设置有非磁性区域和第二导电图形，再在所述第二非磁性层上设置第三磁性层。

30 7、根据权利要求 6 所述的制造层叠电子元件的方法，其特征在于：通过

印刷非磁性材料，在所述一对凹槽内形成第二步的非磁性区域，以在安装方向上的投影与所述第一导电图形两端在安装方向上的投影相同的位置处形成通孔。

- 8、根据权利要求 6 所述的制造层叠电子元件的方法，其特征在于：第二步通孔的设置由激光加工工艺完成。

层叠电子元件及制造方法

5

技术领域

本发明涉及由多个平行的第一导电图形与其间带有磁性层的多个平行的第二导电图形层叠，第一和第二导电图形彼此通过通孔交替连接，从而在层叠体内侧形成轴线与安装表面平行的螺旋形线圈的一种层叠电子元件及其制造方法。

10

背景技术

图7表示一个常规的层叠电子元件，由层叠在一起的一个设置有多个平行导电图形7A的磁性层71A，一个设置有多个平行导电图形72B的磁性层71B，以及一个用于保护的磁性层71C组成，导电图形72A和72B交替连接。层叠电子元件的导电图形72A和72B在层叠体的内侧构成轴线与安装表面平行的螺旋形线圈。

15

如图8A和8B所示，由于磁性材料围绕着形成螺旋形线圈的导电图形，这种形式的层叠电子元件，用附图标记 $\Phi 1$ 和 $\Phi 2$ 表示其磁通量分布，在 ΦA 和 ΦB 处会产生漏磁，因而不能实现理想的磁通量分布。因此常规的层叠电子元件的磁耦合性能不好，不能获得较大的感应系数。

20

发明内容

本发明的目的在于提供一种不产生漏磁且可获得较大感应系数的层叠电子元件以及制造该层叠电子元件的方法。

本发明的层叠电子元件是通过在环绕螺旋形线圈图形的外侧构筑非磁性材料来实现上述目的的。

25

本发明提供一种层叠电子元件，包括：

多个平行的第一导电图形，通过磁性层与多个平行的第二导电图形层叠，第一、第二导电图形彼此通过通孔中的导体交替连接，从而在层叠体内侧形成一个轴线与安装面平行的螺旋形线圈；其特征在于，

30

所述磁性层设置在多个第一导电图形和多个第二导电图形之间，所述磁性层包括非磁性区域，该非磁性区域设置为位于在安装方向上的投影与各导电图

形两端在安装方向上的投影相同的位置处，并且该非磁性区域沿线圈轴向平行延伸；

所述通孔设置在所述非磁性区域中，其一端与第一导电图形的一端相连，其另一端与第二导电图形的一端相连；

5 第一、第二导电图形彼此通过通孔中的导体交替连接；

在形成导电图形的面上形成非磁性层，在非磁性层上形成磁性层。

本发明提供一种制造层叠电子元件的方法，该层叠电子元件包括多个平行的第一导电图形，通过磁性层与多个平行的第二导电图形层叠，第一第二导电图形彼此通过通孔交替连接，从而在层叠体内侧形成一个螺旋形线圈，螺旋形
10 线圈轴与安装表面平行。该方法包括第一步：在第一磁性层上的第一非磁性层上表面上，平行印刷多个第一导电图形；第二步：在设置有第一导电图形的第一非磁性层的整个上表面上设置第二磁性层，并在第二磁性层上与第一导电图形各边相应的位置处设置一对凹槽，该对凹槽沿线圈轴向平行延伸；第三步：在该对凹槽内与第一导电图形各边相应位置处设置带有通孔的非磁性区域；第
15 第四步：在设置有非磁性区域的第二磁性层的上表面上印刷多个第二导电图形，该多个第二导电图形平行布置，从而使第一导电图形通过通孔与其交替连接，因此形成螺旋形线圈图形；接着第五步：在有非磁性区域和第二导电图形的第二磁性层上设置第二非磁性层，再在第二非磁性层上设置第三磁性层。

制造包括多个通过磁性层与多个平行的第二导电图形层叠在一起的平行的
20 第一导电图形，第一第二导电图形通过通孔彼此交替连接，从而在层叠体内部形成一个轴线平行于安装面的螺旋形线圈的层叠电子元件的方法进一步包括第一步：在第一磁性层上的第一非磁性层上表面上平行印刷多个第一导电图形；第二步：在有第一导电图形的第一非磁性层的整个上表面上设置多个第二磁性层，并且在第二磁性层上与第一导电图形各边相应位置处采用激光加工工艺设
25 置一对沿线圈轴向平行延伸的凹槽；第三步：在该对凹槽内设置带有通孔的位置与第一导电图形各边相对应的非磁性区域；第四步：在有非磁性区域的第二磁性层的上表面上印刷多个第二导电图形，该多个第二导电图形平行布置以便通过通孔与第一导电图形交替连接，从而形成螺旋形线圈图形；接下来第五步：在有非磁性区域和第二导电图形的第二磁性层上设置第二非磁性层和第三磁性
30 层。

制造包括多个通过磁性层与多个平行的第二导电图形层叠在一起的平行的第一导电图形，第一第二导电图形通过通孔彼此交替连接，从而在层叠体内部形成一个轴线平行于安装面的螺旋形线圈的层叠电子元件的方法进一步包括第一步：在设置在第一磁性层上的第一非磁性层上表面上平行印刷多个第一导电图形；第二步：通过重复进行下面的工序设置具有非磁性区域的多个第二磁性层，即在有第一导电图形的整个第一非磁性层上表面上设置第一导电图形，在第二磁性层上采用激光工艺设置位置与第一导电图形各边相应的一对沿线圈轴形平行延伸的凹槽，在该对凹槽内设置具有位置与第一导电图形各边相应的通孔的非磁性区域；第三步：在具有非磁性区域的第二磁性层上表面上印刷多个第二导电图形，该多个第二导电图形平行布置通过通孔与第一导电图形交替连接，从而形成螺旋形线圈图形；接下来，第四步：在具有非磁性区域和第二导电图形的第二磁性层上设置第二非磁性层和第三磁性层。

根据本发明制造层叠电子元件的方法，用于印刷非磁性材料和导电材料的安装罩表面可以很平，因为一对沿线圈轴向平行延伸的凹槽是在形成覆盖在具有导电图形的第一非磁性层的整个上表面上的第二磁性层后，通过激光工艺在与第二磁性层的第一导电图形各边相应位置上形成的。进一步的，通孔正好在与非磁性层的第一导电图形各边相应位置处形成，使通孔的尺寸最小化，因为激光工艺产生的通孔在印刷时不会有任何污点。

附图说明

图1是本发明层叠电子元件的第一实施例的分解透视图；
图2是图1的横截面图；
图3是本发明层叠电子元件的透视图；
图4A到4I是表示本发明层叠电子元件第一实施例的制造方法的俯视图；
图5是本发明层叠电子元件第二实施例的分解透视图；
图6A到6H是表示本发明层叠电子元件第二实施例的制造方法的俯视图；
图7是常规层叠电子元件的分解透视图；
图8A和8B是图7的横截面图。

具体实施方式

参考图1至6具体说明本发明层叠电子元件及其制造方法的各实施例。
图1是本发明层叠电子元件的第一实施例的分解透视图，图2是图1的横

、 截面图，图3是本发明层叠电子元件的透视图。

在图1和2中附图标记11A、11B和11C代表磁性层，12A和12B代表导电图形，13A和13B代表非磁性层。

磁性层11A、11B和11C由例如尖晶石铁氧体、六边形铁氧体等的磁性材料组成。非磁性层由如玻璃、非磁性陶瓷等具有绝缘性的非磁性材料组成。

非磁性层13A设置在磁性层11A的上表面上，比磁性层11A小。多个导电图形12A在非磁性层13A上表面上平行设置。导电图形12A的长边在非磁性层13A的宽度方向上延伸。多个导电图形12A按照预定间距沿非磁性层13A的长度方向分布。

10 磁性层11B设置在有多个导电图形12A的非磁性层13A上表面上。非磁性区域14设置在磁性层11B上与导电图形12A各边相应的位置，并沿多个导电图形的布置方向延伸（即与线圈轴向平行）。非磁性区域14由玻璃、非磁性陶瓷等绝缘性的非磁性材料组成，其长度比磁性层11B短。通孔设置在非磁性区域14内的多个与导电图形12A各边相应的位置。非磁性部分14的上表面与
15 磁性层11B的上表面等高。

多个导电图形12B平行设置在有非磁性部分14的磁性层11B上。每个导电图形12B沿磁性层11B宽度方向延伸，可与两个导电图形12A连接。导电图形12B的各边通过非磁性区域14与导电图形12A的各边相对。多个导电图形12B按照预定间隔沿磁性层11B的长边布置。

20 导电图形12B的一边和导电图形12A的一边通过非磁性区域14的通孔内的导体15相互相连。导电图形12B的另一边和导电图形12A的另一边也通过非磁性区域14的通孔内的导体15相互相连。

多个导电图形12A，在通孔中的导体15以及多个导电图形12B，构成一个轴线与安装表面平行的螺旋形线圈图形。

25 非磁性层13B设置在有非磁性区域14和多个导电图形12B的磁性层11B的上表面上，比磁性层11B小。磁性层11C设置在非磁性层13B的上表面上。

如图3所示，螺旋形线圈的各端头，在层叠体内侧形成，从层叠体的两端引出，与设置在层叠体31两端的外部电极32和33连接。

在本发明中的层叠电子元件具有上述的结构，由导电图形12A、通孔中的
30 导体15以及导电图形12B组成的螺旋形线圈图形的外侧四周被非磁性层13A、

- 、 13B 和非磁性区域 14 围绕；另外，磁路在非磁性层 13A、13B 和非磁性区域 14 的外侧以及螺旋形线圈图形的内侧形成。

这种形式的层叠电子元件按照下面的方法制作。首先，如图 4A 所示，一个非磁性层 43A 设置在由例如尖晶石铁氧体、六边形铁氧体等磁性陶瓷组成的
5 磁性层 41A 上表面上。非磁性层 43A 通过在磁性层 41A 上表面除磁性层 41A 外围区域处印刷非磁性陶瓷材料（例如含有镁橄榄石的绝缘陶瓷）制成；也就是说，将由非磁性陶瓷（例如含有镁橄榄石的绝缘陶瓷）组成的非磁性陶瓷层层叠在磁性层 41A 上，露出磁性层外围部分，非磁性陶瓷层比磁性层 41A 小。

随后，如图 4B 所示，多个导电图形 42A 平行印刷在非磁性层 43A 的下
10 表面上。该多个导电图形 42A 沿非磁性层 43A 的长边布置，按预定间隔分开。这些导电图形采用银、镍、银钯合金、铜等材料印刷。

接着，如图 4C 所示，磁性层 41B 设置在有导电图形的非磁性层整个上表面上，部分磁性层从非磁性层中露出。磁性层 41B 由例如尖晶石铁氧体、六边形铁氧体等磁性陶瓷组成的材料印刷而成，设置在非磁性层 43A 和从非磁性层中露出一部分的磁性层 41A 上，换句话说，就是将由例如尖晶石铁氧体、
15 六边形铁氧体等磁性陶瓷组成的大小与磁性层 41A 相同的磁性陶瓷层设置在非磁性层 43A 上。

接着，如图 4D 所示，磁性层 41B 上，与磁性层 43A 上导电图形 42A 各边相应的位置通过激光加工工艺设置一对凹槽 46，使凹槽 46 沿线圈轴向平行
20 延伸。该对凹槽 46 通过在磁性层 41B 上沿线圈轴向平行方向与导电图形 42A 各边相应位置发射激光形成。导电图形 42A 各边在凹槽 46 处露出。

接着，如图 4E 所示，非磁性区域 44 设置在凹槽 46 内。非磁性部分 44 由非磁性陶瓷（例如含有镁橄榄石的绝缘陶瓷）组成的材料在整个凹槽内侧印刷而成。非磁性区域 44 的上表面与磁性层 41B 等高。

25 进而，如图 4F 所示，通孔 S 通过激光加工工艺设置在非磁性区域 44 上与非磁性区域 44 上导电图形各边相应位置处。

接下来，如图 4G 所示，多个导电图形 42B 平行印刷在设置有通孔的非磁性区域 44 的磁性层 41B 上。多个导电图形 42B 的各边沿磁性层 41B 宽度方向延伸，从而使两个导电图形 42A 彼此连接，导电图形按预定的间隔沿平行于磁性层 41B 长边方向排列。多个导电图形 42B 与非磁性区域 44 下表面的导电图
30

形 42A 相对布置。导体在印刷导电图形 42B 时填入通孔。每个导电图形 42B 的一边与导电图形 42A 的一边彼此通过通孔中的导体连接。每个导电图形 42B 的另一边与另一导电图形的另一边按照同样的方式彼此连接。多个平行的导电图形 42A、多个平行的导电图形 42B 以及通孔中的导体构成轴线与安装表面平行的螺旋形线圈图形。

接着,如图 4H 所示,由非磁性陶瓷组成的非磁性层 43B 印刷在除磁性层 41B 外围区域以外其它磁性层 41B 上表面上;换句话说,就是将用非磁性陶瓷组成的非磁性陶瓷层与磁性层 41B 层叠,露出磁性层 41B 外围区域,非磁性陶瓷层比磁性层 41B 小。

接下来,如图 4I 所示,磁性层 41C 设置在有导电图形的非磁性层的整个上表面上,且磁性层的一部分从非磁性层中露出。磁性陶瓷材料组成的磁性层 41C 印刷在非磁性层 43B 的整个上表面上,且磁性层 41B 的一部分从非磁性层中露出,换句话说,就是将由磁性陶瓷组成的磁性陶瓷层层叠在比磁性层 41B 小的非磁性层 43B 上。

接着,这些层叠体烧制成一体,螺旋形线圈图形的端头被从层叠体的两端引出,外部电极在此设置。

顺便说一下,用于加工凹槽和通孔的激光的类型可以针对被加工材料分别选用方便的工艺过程。例如,加工一对凹槽时使用二氧化碳激光器或钕铝石榴石(YAG)激光器,加工通孔时使用二氧化碳激光器。

图 5 是本发明层叠电子元件的第二实施例的分解透视图。

非磁性层 53A 设置在磁性层 51A 的上表面上,非磁性层 53A 的形状比磁性层 51A 的小,多个导电图形 52A 平行设置在非磁性层 53A 上表面上。

磁性层 51B 和 51C 设置在有多个导电图形的非磁性层 53A 的上表面上。磁性层 51B 和 51C 分别具有非磁性区域 54,设置在与导电图形 52A 各边相应位置并沿多个导电图形的方向延伸布置(即平行于线圈的轴向)。通孔设置在非磁性区域与导电图形 52A 相应的多个位置上。

多个导电图形 52B 平行布置在有非磁性区域的磁性层 51C 的上表面上。导体填入非磁性区域 54 的通孔将导电图形 52B 与导电图形 52A 连接。多个导电图形 52A、填入通孔中的导体以及多个导电图形 52B 共同构成轴线与安装面平行的螺旋形线圈图形。

- 非磁性层 53B 设置在磁性层 51C 上，比磁性层 51C 小。磁性层 51D 设置在非磁性层 53B 上。

这种层叠电子元件按照如下方法制作。首先，如图 6A 所示，非磁性层 63A 设置在磁性层 61A 上表面上。

- 5 接下来，如图 6B 所示，多个导电图形 62A 平行印刷在非磁性层 63A 上表面上。

接着，如图 6C 所示，磁性层 61B 设置在有导电图形的非磁性层的整个上表面上，部分磁性层从非磁性层中露出。磁性层 61B 由磁性陶瓷材料组成印刷在非磁性层 63A 整个上表面上，且部分磁性层 61A 从非磁性层中露出，换句话说，就是将与磁性层 61A 大小相同的磁性陶瓷层层叠在非磁性层 63A 上。

接着，如图 6D 所示，磁性层上，通过激光加工工艺在与导电图形两边相应的位置设置一对凹槽 66，从而使凹槽 66 沿平行于线圈轴线方向延伸。导电图形 62A 在凹槽 66 处露出。

- 15 接着，如图 6E 所示，非磁性区域 64 设置在一对凹槽 66 内。非磁性区域 64 由非磁性陶瓷材料组成，印刷在凹槽 66 内，通孔 S 设置在与导电图形各边相应的位置。导体填入通孔 S 内。

图 6C 到 6E 中所示的工艺过程反复进行直至磁性层达到预定厚度。接着，如图 6F 所示，多个导电图形 62B 平行设置在磁性层 61C 上。填入通孔的导体将导电图形 62B 与导电图形 62A 连接起来。多个平行导电图形 62A、多个平行导电图形 62B 以及填入通孔中的导体，一同构成一个轴线平行与安装面的螺旋形线圈图形。

接着，如图 6G 所示，非磁性层 63B 设置在磁性层 61C 除外围部分的上表面上。

- 25 接着，如图 6H 所示，磁性层 61D 设置在非磁性层整个上表面上，部分磁性层从非磁性层中露出。

本发明的层叠电子元件和制造方法不仅限于上述的实施例。例如在第一实施例中，通孔可以通过在非磁性层内凹槽内侧与导电图形各边相应的位置处，印刷非磁性陶瓷材料来设置。导体可以在印刷导电图形之前设置在通孔内。

- 30 在第二实施例中，通孔可以在非磁性陶瓷材料已经被印刷在凹槽内侧后再由激光加工工艺设置在非磁性区域内。此外，可以在将几个磁性体层层叠在非

磁性层上后，再在与导电图形各边相应的位置上沿线圈轴向平行设置凹槽，通过在凹槽内印刷非磁性陶瓷材料，从而形成非磁性区域。

上述本发明的层叠电子元件，其磁性层设置在多个第一导电图形和多个第二导电图形之间，并且包括设置在与导电图形相应位置沿线圈轴向平行延伸的非磁性区域。由此可见，非磁性区域阻止了任何流过通孔内连接第一导电图形和

5 第二导电图形的导体的磁通。所以，本发明的层叠电子元件不漏磁并可获得大感应系数。

此外，本发明的层叠电子元件的制造方法包括第一步：在第一磁性层上的第一非磁性层上表面上，平行印刷多个第一导电图形；第二步：在设置有第一导电图形的第一非磁性层的整个上表面上设置第二磁性层，并在第二磁性层上

10 与第一导电图形各边相应的位置处设置一对凹槽，该对凹槽沿线圈轴向平行延伸；第三步：在该对凹槽内与第一导电图形各边相应位置处设置带有通孔的非磁性区域；第四步：在设置有非磁性区域的第二磁性层的上表面上印刷多个第二导电图形，该多个第二导电图形平行布置，从而使第一导电图形通过通孔与

15 其交替连接，因此形成螺旋形线圈图形；接着第五步：在有非磁性区域和第二导电图形的第二磁性层上设置第二非磁性层，再在第二非磁性层上设置第三磁性层。可见，非磁性层和非磁性区域阻止了流过通孔内连接第一导电图形和第二导电图形的导体的磁通。所以，本发明的层叠电子元件的方法不漏磁并可获得大感应系数。

20 本发明的层叠电子元件制造方法进一步包括设置在设有第一导电图形的第一非磁性层的整个上表面上的第二磁性层，接着在与第二磁性层上第一导电图形的各边相应的位置通过激光加工工艺设置一对凹槽，该对凹槽沿线圈轴向平行延伸。因此，印刷表面可以加工得很平，进而可以减少印刷瑕疵的影响，使第一和第二导电图形完全连接在一起。

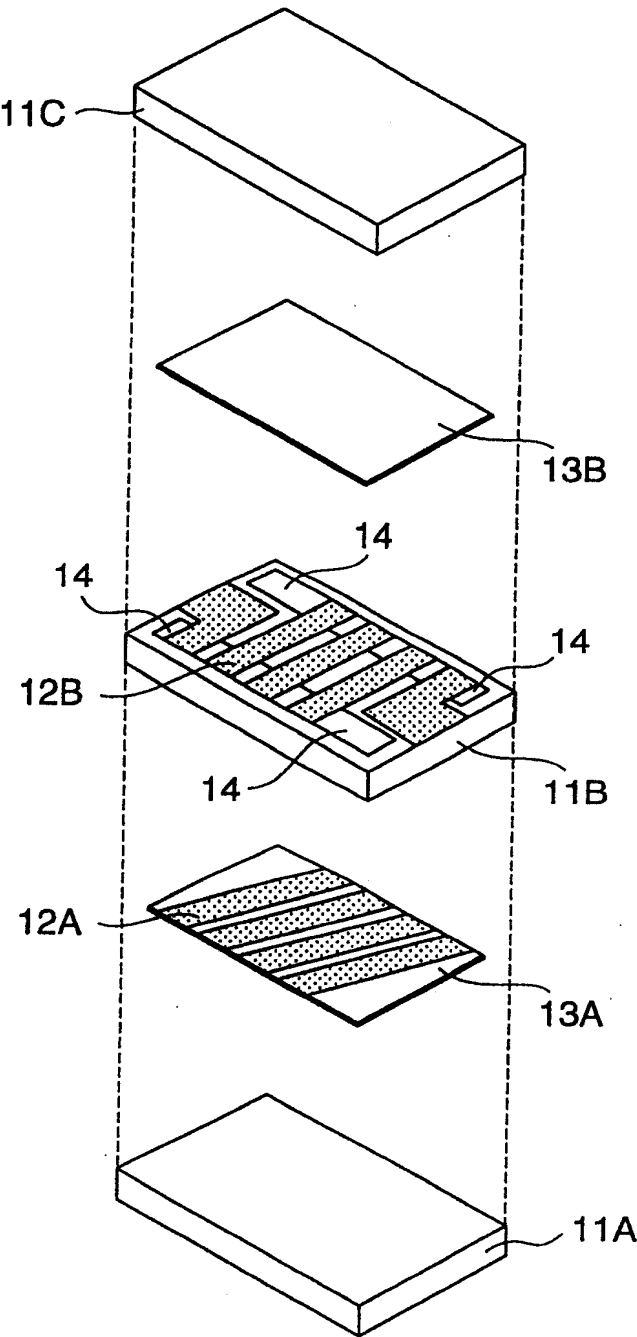


图 1

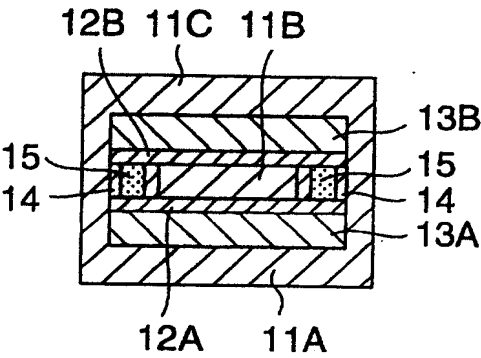


图 2

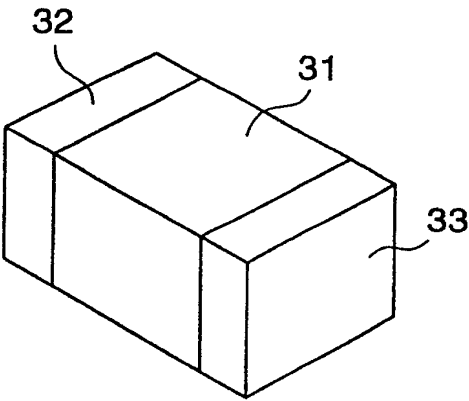
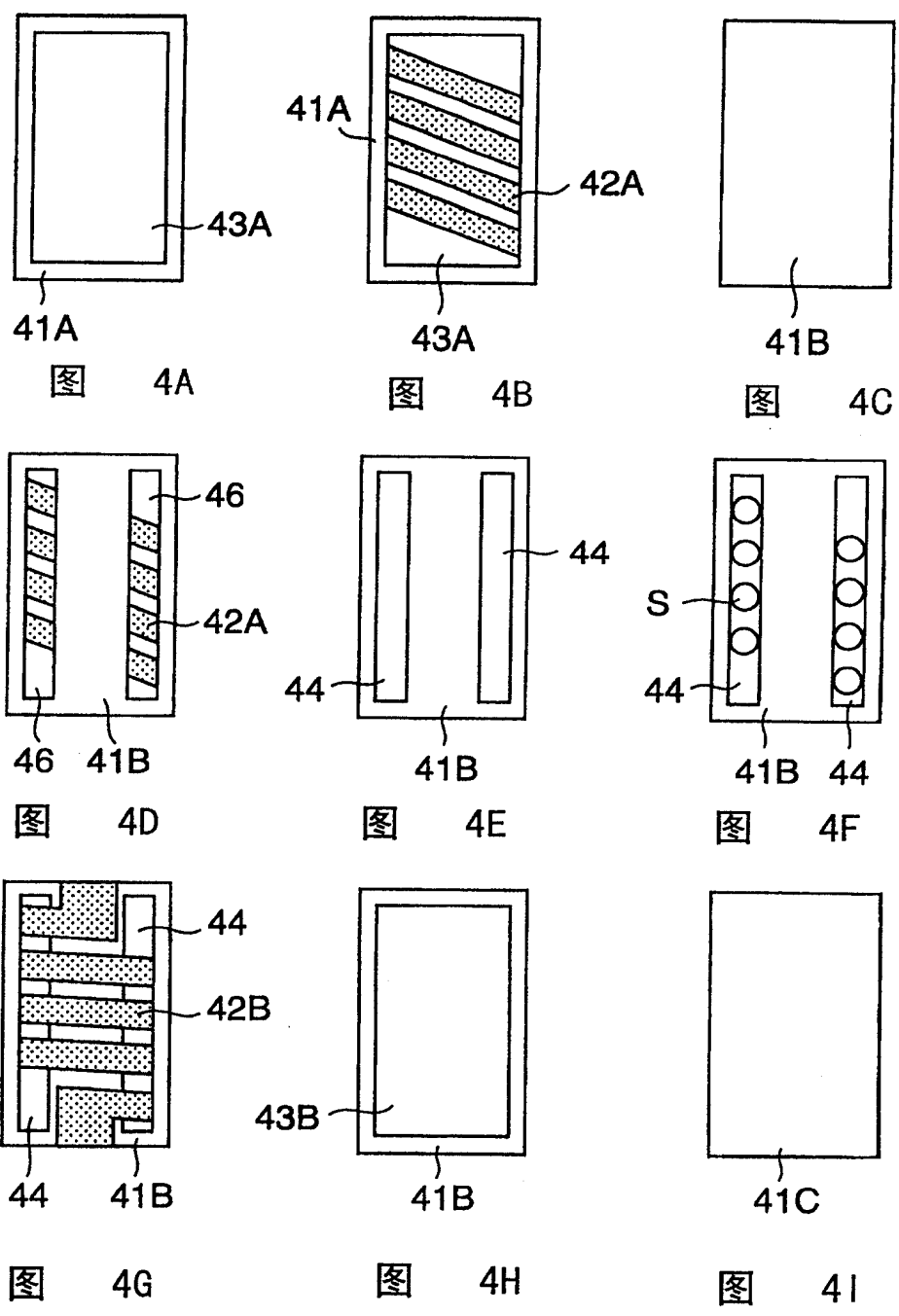


图 3



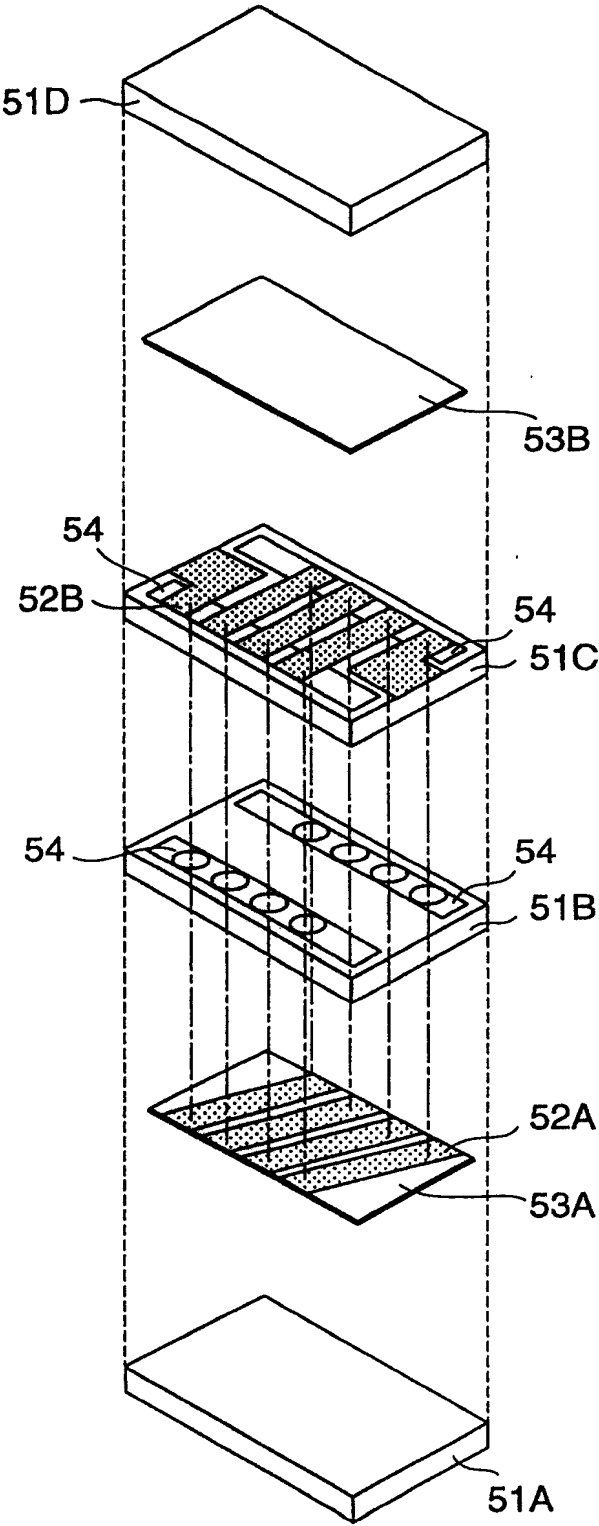


图 5

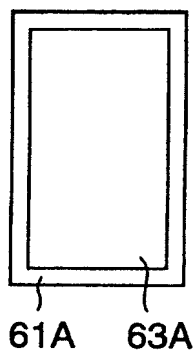


图 6A

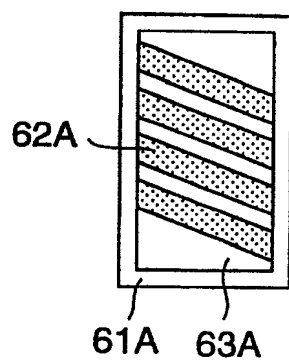


图 6B

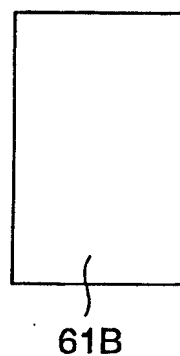


图 6C

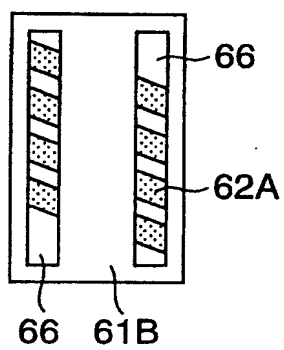


图 6D

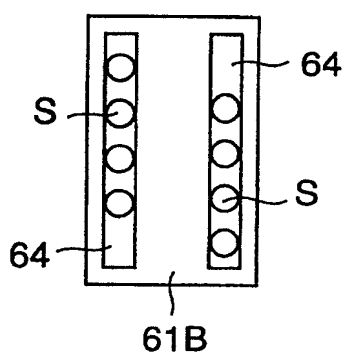


图 6E

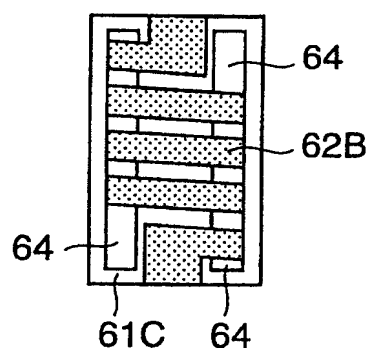


图 6F

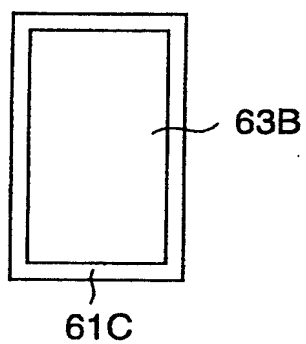


图 6G

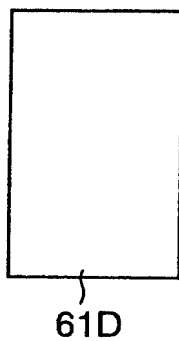


图 6H

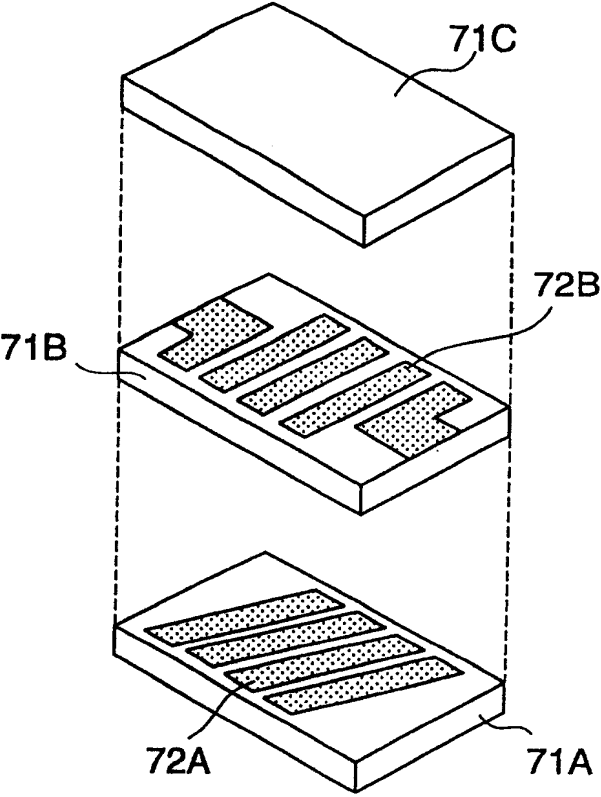


图 7

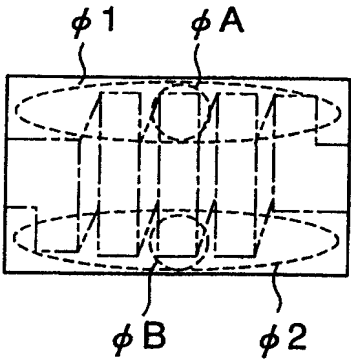


图 8A

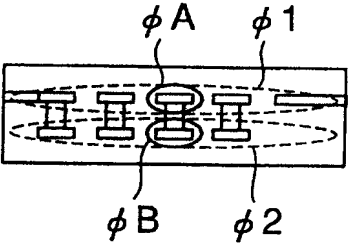


图 8B